

## Séries múltiplas de squat jump aumentam o salto vertical de saltadores de elite no atletismo?

Does Squat Jump improve vertical jump performance in jumpers?

MOURA TA, OLIVEIRA LS, RICARDO RF, COSTA MA, OKAZAKI VHA. Séries múltiplas de squat jump aumentam o salto vertical de saltadores de elite no atletismo? *R. bras. Ci. e Mov* 2018;26(1):39-46.

**RESUMO:** Exercícios de força, como atividade condicionante, podem prover melhora no processo de contração muscular e no desempenho da atividade seguinte. Contudo, pouco se sabe sobre o efeito de uma atividade condicionante específica da rotina de treinamento de atletas de elite em seu desempenho subsequente. Portanto, este estudo analisou o efeito de duas atividades condicionantes no salto vertical (SV) em saltadores no atletismo de elite: Squat Jump (SJ) e Drop Jump (DJ). Doze atletas de elite do atletismo brasileiro [7 homens; Média (DP), idade: 24 (5) anos; massa corporal: 84,4 (7,5) kg; estatura: 1,86 (0,06) m e 5 mulheres; idade: 25 (5) anos; massa corporal: 59,0 (3,1) kg; estatura: 1,72 (0,06) m] participaram de um estudo crossover. Os atletas realizaram um teste de SV adaptado de Abalakow com contramovimento após três condições randomizadas: controle (sem atividade condicionante); 3 x 3 SJ com 80% da massa corporal; e 3 x 10 DJ de uma altura de 40 cm. Um intervalo de três minutos foi adotado entre as condições e o SV, e de um minuto entre as tentativas de SV. Os atletas demonstraram maior altura após SJ [Média (DP) = 52,0 (4,8) cm] comparada à condição controle [Média (DP) = 49,1 (4,2) cm],  $P = 0,027$ ;  $d = 0,63$ , contudo, esta diferença não parece ser relevante. O desempenho do SV parece ser influenciado pelo número de saltos, o qual foi maior quando comparado a outros estudos. Assim, atletas de modalidades de potência de membros inferiores no atletismo podem se beneficiar apenas parcialmente dos efeitos do SJ na melhoria de seu desempenho no SV.

**Palavras-chave:** Desempenho atlético; Força muscular; Atletismo; Extremidade inferior; Estudos cross-over.

**ABSTRACT:** Strength exercises as conditioning activity can result in improvement of muscle contraction process and performance of athletes in the subsequent activity. However, little is known about the effect of a specific conditioning activity of the elite athletes' training routine on their subsequent performance. Thus, this study analyzed the effect of two conditioning activities on the vertical jump (VJ) height in athletes of jump events in elite athletics (track and field): Squat Jump (SJ) and Drop Jump (DJ). Twelve elite athletes [7 men; Mean (SD), age: 24 (5) years; body mass: 84.4 (7.5) kg; height: 1.86 (0.06) m and 5 women; age: 25 (5) years; body mass: 59.0 (3.1) kg; height: 1.72 (0.06) m] participated in a crossover study. Athletes performed a countermovement VJ test adapted from Abalakow after three randomized conditions: control (no conditioning activity), 3 x 3 SJ with 80% body mass and 3 x 10 DJ at a height of 40 cm. A 3-min interval was adopted among conditions and a 1-min interval was adopted among VJ trials. Athletes demonstrated higher height after SJ [Mean (SD) = 52.0 (4.8) cm] compared to control condition [Mean (SD) = 49.1 (4.2) cm],  $P = 0.027$ ,  $d = 0.63$ , however, this difference was not seem relevant. SV performance seems to be influenced by the number of jumps, which was higher when compared to other studies. Therefore, athletes of modalities for power in the lower extremity in athletics may benefit only partially from the effects of SJ in improving their VJ performance.

**Key Words:** Athletic performance; Muscle strength; Track and field; Lower Extremity; Cross-over studies.

Tulio Alfano Moura<sup>1</sup>  
Leonardo dos S. Oliveira<sup>1</sup>  
Robson Furlan Ricardo<sup>1</sup>  
Marcelo Alves Costa<sup>2</sup>  
Victor Hugo A. Okazaki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina  
<sup>2</sup>Centro Universitário Filadélfia

## Introdução

Antes da prática de exercícios físicos intensos, especialmente em modalidades esportivas, é comum a realização de atividades aeróbias como a corrida de intensidade leve e alongamento, com o objetivo de preparar músculos e articulações para a atividade principal<sup>1</sup>. Todavia, tem sido recomendada a utilização de exercícios de força como atividade condicionante (AC), com o intuito de melhorar agudamente a capacidade dos músculos de gerar força na tarefa seguinte<sup>2-4</sup>. A melhora dessa capacidade ocorre devido a um fenômeno denominado potencialização pós-ativação (PPA).

A PPA tem sido explicada pela fosforilação da miosina regulatória de cadeia leve, na qual há um aumento do número de pontes cruzadas no processo de contração muscular. Isto ocorre devido à mudança de posição das cabeças globulares dos filamentos de miosina em direção aos filamentos de actina, aumentando a interação entre as proteínas contráteis<sup>3</sup>. Outro mecanismo responsável pela PPA é o aumento da amplitude das ondas do reflexo H, causado por alterações no padrão de ativação neural após estimulação de um nervo periférico misto<sup>3</sup>. Tais mecanismos podem ser observados durante a contração voluntária isométrica máxima (CVIM), dinâmica ou, ainda, proveniente do ciclo alongamento-encurtamento (CAE)<sup>5</sup>. Além disso, ACs que utilizam força isométrica e dinâmica são realizadas com carga máxima ou próxima à máxima<sup>4</sup>.

A PPA depende, notadamente, de fatores relacionados ao indivíduo e à estratégia do exercício<sup>6,7</sup>. Seu efeito ocorre especialmente em atletas, quando comparado a indivíduos ativos e destreinados, sendo ótima após múltiplas séries, realizada com intensidade e períodos de descanso (7-10 minutos) moderados<sup>7</sup>. Após a realização de uma AC, os mecanismos de fadiga e potencialização coexistem, sendo que o aumento da capacidade de gerar potência dependerá do equilíbrio entre os dois processos durante a AC<sup>7,8</sup>. Uma das atividades que podem ser utilizadas para se testar o efeito de ACs é o SV. Além de ser uma habilidade motora básica para muitas modalidades esportivas, o SV é amplamente empregado para avaliar o desempenho atlético de potência de membros inferiores<sup>9</sup>.

Estudos prévios com atletas têm apontado aumento no salto vertical (SV) após três CVIM de cinco segundos de duração<sup>10</sup> e após realização de cinco repetições com 85% da repetição máxima no exercício de agachamento<sup>11</sup>. No entanto, já foram encontrados resultados com intensidades menores e com outros tipos de ACs, como por exemplo, em ações musculares envolvendo o CAE, por meio de séries de DJ<sup>8</sup>. Morana e Perrey<sup>12</sup> relataram que o pico de torque no joelho aumentou após 10 minutos de exercício submáximo repetido com extensão de joelho a 50% da CVIM. Ainda, Miarka *et al.*<sup>13</sup> demonstraram que 10 séries de 3 saltos, envolvendo o CAE, melhoraram o desempenho de judocas em um teste específico de aptidão anaeróbia no judô.

Apesar de serem encontrados efeitos positivos da AC em relação à tarefa principal após realização de diferentes atividades<sup>7,8,9,10</sup>, pouco se sabe sobre o efeito de uma AC específica da rotina de treinamento de atletas de elite em seu desempenho subsequente. Desta forma, este estudo analisou o efeito de duas ACs no SV de atletas de saltos horizontais e verticais no atletismo de elite: *Squat Jump* (SJ) e *Drop Jump* (DJ). Foi levantada a hipótese de que seria alcançada uma maior altura no SV após a realização de ambas as ACs. O presente estudo pode fornecer informações sobre o tipo de AC mais efetivo para a melhora do desempenho em atividades subsequentes que requeiram potência, tal como em tarefas que envolvem saltos, além de auxiliar os profissionais da área a respeito do conhecimento de atividades que podem potencializar o desempenho posterior dos atletas após protocolo específico de aquecimento.

## Materiais e métodos

### *Tipo de estudo, participantes e aspectos éticos*

Tratou-se de um estudo experimental, com delineamento *crossover*, no qual os atletas realizaram todas as condições experimentais de forma randomizada<sup>14</sup>. O método quadrado latino<sup>15</sup> de ordem 3 foi empregado para randomização das condições experimentais entre os atletas, em que uma matriz foi preenchida com as três diferentes condições de tal

maneira que ocorreram no máximo uma vez em cada linha ou coluna.

Participaram do estudo sete homens [Média (DP), idade: 24 (5) anos; massa corporal: 84,4 (7,5) kg; estatura: 1,86 (0,06) m] e cinco mulheres [Média (DP), idade: 25 (5) anos; massa corporal: 59,0 (3,1) kg; estatura: 1,72 (0,06) m]. Os atletas possuíam, no mínimo, cinco anos de prática na modalidade e experiência em exercícios de força. Todos os atletas eram saltadores pela Confederação Brasileira de Atletismo em suas respectivas provas (salto em distância, salto triplo, salto em altura e salto com vara), com participação em competições de nível nacional. Em adição, 11 atletas participaram de competições de nível internacional; dentre estes, 2 com participações em Jogos Olímpicos. Os melhores resultados e as respectivas provas estão apresentadas no quadro 1. A coleta de dados foi conduzida na fase de pré-temporada, com a autorização do treinador dos atletas.

**Quadro 1.** Melhores marcas obtidas pelos atletas do presente estudo (n = 12).

Atleta	Prova	Marca
1	Salto em distância (M)	8,02 m
2	Salto em distância (M)	7,88 m
3	Salto triplo (M)	16,93 m
4	Salto triplo (M)	16,40 m
5	Salto triplo (M)	16,04 m
6	Salto triplo (F)	14,58 m
7	Salto triplo (F)	14,13 m
8	Salto com vara (F)	4,50 m
9	Salto com vara (F)	2,95 m
10	Salto em altura (M)	2,20 m
11	Salto em altura (M)	2,17 m
12	Salto em altura (F)	1,80 m

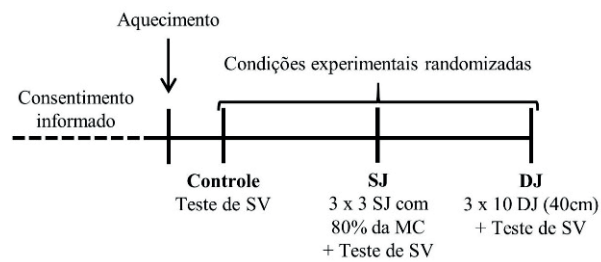
Legenda: M, Masculino. F, Feminino.

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da universidade local (Parecer nº: 628.808, CAAE: 30485314.1.0000.5231), conforme a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Todos os atletas foram informados dos procedimentos do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

#### *Procedimentos experimentais*

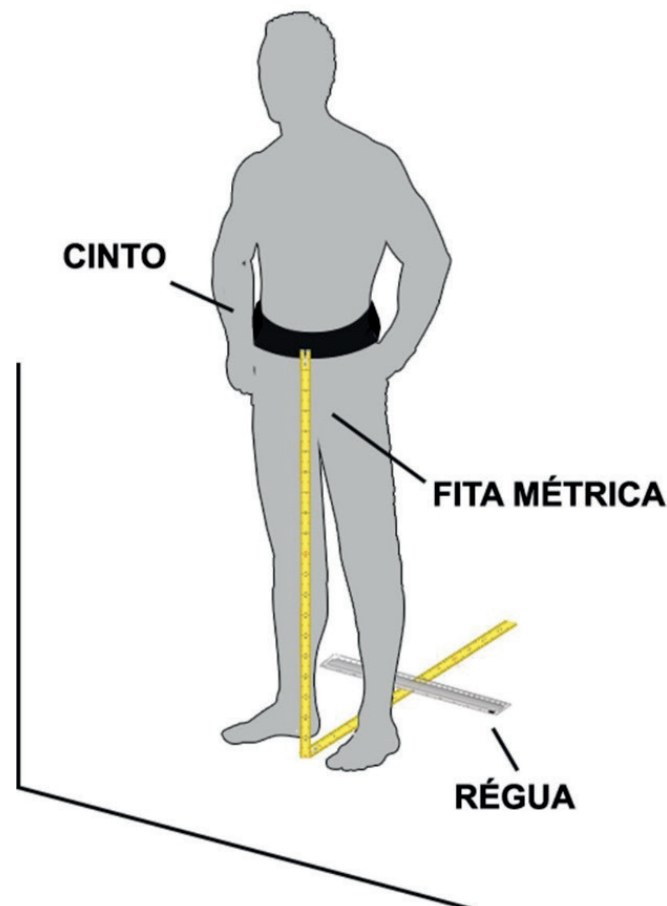
A altura de SV foi analisada após três diferentes condições experimentais randomizadas: Controle (Sem AC); *Squat Jump* (SJ); e *Drop Jump* (DJ). As condições experimentais foram realizadas com um intervalo de sete dias, sempre nos dias seguintes à folga dos atletas. Todas as condições foram precedidas de um aquecimento convencional por 10 minutos (corrida de intensidade leve e alongamento), conforme a rotina de treinamento dos atletas.

O desenho experimental está reportado na Figura 1. Na condição controle, os atletas realizaram apenas aquecimento e teste de SV. Na condição SJ, após aquecimento, os atletas realizaram três séries de três tentativas do exercício SJ, com carga de 80% da massa corporal, em que a barra foi posicionada nas costas dos atletas. Na condição DJ, após aquecimento, os atletas realizaram três séries de 10 DJ de uma altura de 40 cm. Nas ACs (SJ e DJ), o intervalo entre as séries foi de 90 segundos e entre a AC e o teste de SV foi de três minutos. A carga e os exercícios foram selecionados com o intuito de reproduzir a rotina de treinamento dos atletas, em que a altura<sup>5</sup> e o número de saltos<sup>16</sup> foram selecionados conforme estudos prévios.



**Figura 1.** Desenho experimental. SV, salto vertical. SJ, *Squat jump*. DJ, *Drop jump*. MC, massa corporal.

Após cada condição, um teste de SV adaptado de Abalakov<sup>17</sup> (Figura 2) foi aplicado, em que os atletas realizaram três tentativas com intervalo de 60 segundos entre elas. Para medir a altura do SV, foi colocado um cinto na cintura dos atletas conectado a um barbante com uma trena em fibra de vidro (HUM050, Uyustools Professional, EUA) presa por uma régua de 20 cm (Acrimet, Brasil) com fita adesiva (Furna Pack, Brasil) fixada ao solo. Após posicionamento para realização do salto, a trena conectada ao cinto ficava completamente estendida na vertical e apresentava uma marcação (em centímetros) na régua apoiada no solo. Com a realização do salto, a trena se deslocava e a marcação desta, na régua, aumentava conforme o deslocamento vertical do atleta. A altura do SV foi calculada a partir da diferença entre a primeira marcação observada na régua (instante pré-salto) e a segunda marcação (instante pós-salto). A média dos três saltos foi usada na análise dos dados.



**Figura 2.** Posicionamento para medição do teste de salto vertical adaptado de Abalakov<sup>17</sup>.

#### *Variáveis do estudo*

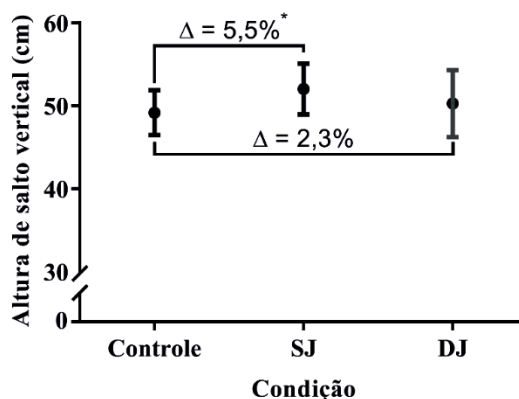
A variável independente foi a condição experimental (Controle, SJ e DJ) e a variável dependente foi a altura do SV medida em centímetros.

### Análise estatística

Os dados apresentaram distribuição normal (Teste de *Shapiro-Wilk*). Os valores de salto foram expressos por média (M) e desvio padrão (DP) e apresentados por gráfico de barra de erro. Uma análise preliminar não apontou influência do sexo e, portanto, as condições com homens e mulheres juntos foram comparadas por meio da análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas de um fator, com esfericidade assumida. Comparações pareadas com a condição controle foram realizadas pelo teste de *Dunnett*. Variações percentuais (% $\Delta$ ) foram calculadas entre as condições experimentais (CE) de SJ e DJ e a controle (CC) (% $\Delta$ ) = [(CE - CC) / CC]  $\times$  100). O tamanho do efeito foi reportado pela estatística *d* de *Cohen*, em que  $d = 0,01-0,20$  foi considerado pequeno,  $d = 0,21-0,50$  moderado,  $d = 0,51-0,80$  grande, e  $d \geq 0,80$  muito grande<sup>18</sup>. Em adição, a mínima diferença detectável (MDD) foi calculada para 95% de confiança (MDD = EPM  $\times$  1,96  $\times$   $\sqrt{2\sqrt{2}}$ ), em que EPM corresponde ao erro padrão de medida<sup>19</sup>. O nível de significância foi estabelecido em  $P < 0,05$  ( $\alpha = 0,05$ ).

### Resultados

Foi demonstrado efeito principal da AC para a altura de SV,  $F_{(2,22)} = 3,56$ ;  $P = 0,045$ ;  $d = 1,13$ . A condição SJ (M = 52,0; DP = 4,8) apresentou maior altura comparada à condição controle (M = 49,1; DP = 4,2),  $P = 0,027$ ;  $d = 0,63$ . Em contrapartida, o SV na condição DJ (M = 50,3; DP = 6,3) foi similar à condição controle,  $P = 0,496$ ;  $d = 0,21$ . A MDD foi estimada em 4,41 cm (95% de confiança). A figura 3 ilustra a comparação entre as condições experimentais com análise das diferenças percentuais (% $\Delta$ ).



**Figura 3.** Altura de salto vertical de saltadores na modalidade de atletismo nas condições Controle, *Squat Jump* (SJ, 3 x 3 saltos com 80% da massa corporal) e *Drop Jump* (DJ, 3 x 10 saltos a 40 cm). % $\Delta$ , Diferença percentual. Dados reportados por média e intervalo de confiança (95%). \*Diferença significativa para a condição controle ( $P = 0,027$ ;  $d = 0,63$ ).

### Discussão

Este estudo analisou o efeito de duas ACs (SJ e DJ) no salto vertical em saltadores de elite no atletismo. A hipótese de que uma maior altura no SV seria alcançada após ambas as ACs foi parcialmente aceita, pois somente o SJ apresentou efeito moderado na altura de SV. Estudos prévios têm analisado o efeito da PPA com diferentes tipos de ACs em atletas de potência no atletismo<sup>7</sup>, contudo, são limitadas as informações no atletismo de elite, especialmente no Brasil. Este fato reforça a necessidade de investigações nesta população, uma vez que pequenos ganhos na potência são importantes para o resultado em diferentes provas da modalidade.

Embora a MDD tenha sido superior à diferença média encontrada entre a condição controle e o SJ (4,4 cm vs. 2,9 cm), o efeito observado indica que 73% do grupo na condição SJ está acima da média da condição controle<sup>18</sup>. Ainda, existe 66% de chance de que um atleta selecionado aleatoriamente da condição SJ apresente um escore maior de SV do que um atleta selecionado aleatoriamente da condição controle (probabilidade de superioridade)<sup>20</sup>. Portanto, apesar de ter

sido verificado uma diferença significativa para o SJ, atletas de modalidades de potência de membros inferiores no atletismo poderiam se beneficiar apenas parcialmente dos efeitos do SJ na melhoria de seu desempenho no SV.

Sabe-se que o SV é uma habilidade que abrange todas as articulações dos membros inferiores e está presente em diversas atividades recreacionais e modalidades esportivas, tal como o atletismo<sup>21</sup>. Além disto, esta tarefa é caracterizada por ser um teste preditor de potência muscular para membros inferiores<sup>6</sup>, sendo importante para diferentes eventos do atletismo, como corridas de velocidade, arremessos, lançamentos e saltos. Em um estudo com atletas velocistas, Maulder *et al.*<sup>22</sup> verificaram que o desempenho no SV com contramovimento foi preditivo no desempenho no sprint de 10 metros. Por conseguinte, aumentar a capacidade de atingir uma maior altura no salto pode resultar em melhor desempenho em outras atividades que requeiram potência muscular para os membros inferiores.

Em nossa investigação foi encontrado aumento da altura do SV após a realização de 3 x 3 SJ como AC. Apesar de não ser realizado com carga de 100% de uma repetição máxima (1-RM), o SJ apresentou uma melhora aguda no desempenho dos atletas. O resultado pode ser explicado pela familiarização dos atletas com a AC como integrante da rotina de treinamento. Chiu *et al.*<sup>23</sup>, também, constataram aumento no desempenho do SV em atletas de modalidades que necessitam de potência, após 5 séries de 1 repetição de agachamento com carga de 90% de 1-RM. Do mesmo modo, Gourgoulis *et al.*<sup>24</sup> demonstraram aumento no salto com contramovimento em basquetebolistas após a realização de duas repetições a 20, 40, 60, 80 e 90% de 1-RM no agachamento. Logo, os efeitos da PPA parecem estar intimamente ligados à intensidade do estímulo e sua natureza, os quais podem desencadear melhor desempenho subsequente à AC<sup>6,7</sup>.

A quantidade e a altura dos saltos foram elementos centrais para o efeito não observado do DJ no SV. A realização de exercícios do CAE, como o DJ, favorece o recrutamento de fibras do tipo II, uma vez que para estimular este tipo de fibra são necessários estímulos de alta intensidade<sup>25</sup>. Em virtude do maior volume adotado para esta tarefa em comparação a outros estudos<sup>6,19</sup>, sugere-se que as séries múltiplas de DJ induziram os atletas à fadiga. Embora a individualização da altura no DJ seja importante, adotou-se alturas recomendadas para homens (40-66 cm) e mulheres (38-48 cm)<sup>26</sup>. Além disto, apesar de ser considerado um método eficaz para a melhora do desempenho da força muscular e atividades do CAE no treinamento esportivo<sup>8</sup>, ainda não há um consenso sobre os efeitos agudos deste tipo de exercício em tarefas subsequentes<sup>5,25</sup>.

Segundo Rassier e Macintosh<sup>8</sup> e Wilson *et al.*<sup>7</sup>, durante a AC, dois processos ocorrem de forma simultânea, a fadiga e a potencialização. A ocorrência de um ou de outro processo pode ser influenciado pelo intervalo adotado entre AC e atividade principal. A potencialização pode ser desencadeada três ou quatro minutos após a realização de contrações voluntárias máximas<sup>3</sup>, enquanto a fadiga é mais presente logo após o estímulo. Sabe-se que a fadiga está relacionada ao nível de treinamento e, quando a intensidade do estímulo de AC é melhor administrada, atletas de elite (como no presente estudo) podem ser mais susceptíveis ao aparecimento da PPA<sup>7</sup>. Ademais, a natureza do estímulo de AC utilizado no presente estudo (exercícios de força e potência) faz parte da rotina de treinamento dos atletas avaliados.

O restrito tamanho da amostra possuiu uma influência importante em nossos resultados, entretanto, em se tratando de atletas de elite, os estudos têm apresentado tamanhos similares ao nosso<sup>11,23,25</sup>. Outra limitação presente no estudo foi a ausência de uma tarefa específica à prova realizada pelos atletas. Todavia, em virtude de os atletas participarem de diferentes provas, optou-se por utilizar o teste de SV, uma vez que outros fatores além da potência muscular podem influenciar tais tarefas<sup>6,9,27,28</sup>. O teste adaptado de Abalakow traz aplicabilidade prática ao estudo, pela facilidade de aplicação e consistência dos resultados<sup>17</sup>, podendo ser efetuado em rotinas de treinamento em diferentes modalidades que envolvem o SV.

## Conclusões

Embora os atletas tenham alcançado maior altura após o SJ, esta diferença não parece ser relevante. Assim, atletas de modalidades de potência de membros inferiores, como provas de saltos e corridas no atletismo, poderiam se benefi-

ciar de forma parcial dos efeitos de prévios SJ na melhoria de seu desempenho. Sugere-se que investigações futuras sejam realizadas com atletas de elite, a partir de estratégias pré-condicionantes próximas à realidade das rotinas de treinamento.

### Agradecimentos

Os autores agradecem aos voluntários do estudo, bem como ao MEC/SESu por meio do Programa de Educação Tutorial e à CAPES pelas bolsas de pós-graduação.

### Referências

1. Bishop D. Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med.* 2003; 33(6): 439-54.
2. Nunes J, da Rosa SM, Del Vecchio FB. Treinamento de força com uso de correntes e potencialização pós-ativação do salto vertical. *Rev Bras Ci Esporte.* 2012; 34(4): 1017-33.
3. Batista MAB, Roschel H, Barroso R, Ugrinowitsch C, Tricoli V. Potencialização pós-ativação: possíveis mecanismos fisiológicos e sua aplicação no aquecimento de atletas de modalidades de potência. *J Phys Educ.* 2010; 21(1): 161-74.
4. Sale DG. Postactivation potentiation: role in human performance. *Exerc Sport Sci Rev.* 2002; 30(3): 138-43.
5. Batista MA, Coutinho JP, Barroso R, Tricoli V. Potencialização: a influência da contração muscular prévia no desempenho da força rápida. *Rev Bras Ci Mov.* 2003; 11(2): 07-12.
6. Suchomel TJ, Lamont HS, Moir GL. Understanding vertical jump potentiation: a deterministic model. *Sports Med.* 2016; 46(6): 809-28.
7. Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SM, *et al.* Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(3): 854-9.
8. Rassier DE, Macintosh BR. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Braz J Med Biol Res.* 2000; 33(5): 499-508.
9. Taylor K, Chapman D, Cronin J, Newton MJ, Gill N. Fatigue monitoring in high performance sport: a survey of current trends. *J Aust Strength Cond.* 2012; 20(1): 12-23.
10. Güllich A, Schmidtbleicher D. MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New Stud Athlet.* 1996; 11: 67-84.
11. Weber KR, Brown LE, Coburn JW, Zinder SM. Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(3): 726-30.
12. Morana C, Perrey S. Time course of postactivation potentiation during intermittent submaximal fatiguing contractions in endurance- and power-trained athletes. *J Strength Cond Res.* 2009; 23(5): 1456-64.
13. Miarka B, Del Vecchio FB, Franchini E. Acute effects and postactivation potentiation in the Special Judo Fitness Test. *J Strength Cond Res.* 2011; 25(2): 427-31.
14. Portney LG, Watkins MP. *Foundations of clinical research: applications to practice.* 3. ed. Philadelphia: F. A. Davis Company; 2015.
15. Williams E. Experimental designs balanced for the estimation of residual effects of treatments. *Aust J Chem.* 1949; 2(2): 149-68.
16. Turner AP, Bellhouse S, Kilduff LP, Russell M. Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise. *J Strength Cond Res.* 2015; 29(2): 343-50.
17. Klavora P. Vertical-jump tests: a critical review. *Strength Cond J.* 2000; 22(5): 70-5.
18. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* 2. ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
19. Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res.* 2005; 19(1): 231-40.
20. Ruscio J. A probability-based measure of effect size: robustness to base rates and other factors. *Psychol Methods.* 2008; 13(1): 19-30.
21. Feltner ME, Frascchetti DJ, Crisp RJ. Upper extremity augmentation of lower extremity kinetics during countermovement vertical jumps. *J Sports Sci.* 1999; 17(6): 449-66.
22. Maulder PS, Bradshaw EJ, Keogh J. Jump kinetic determinants of sprint acceleration performance from starting blocks in male sprinters. *J Sports Sci Med.* 2006; 5(2): 359-66.
23. Chiu LZ, Fry AC, Weiss LW, Schilling BK, Brown LE, Smith SL. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *J Strength Cond Res.* 2003; 17(4): 671-7.

24. Gourgoulis V, Aggeloussis N, Kasimatis P, Mavromatis G, Garas A. Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *J Strength Cond Res.* 2003; 17(2): 342-4.
25. Esformes JI, Keenan M, Moody J, Bampouras TM. Effect of different types of conditioning contraction on upper body postactivation potentiation. *J Strength Cond Res.* 2011; 25(1): 143-8.
26. Moura NA. Treinamento pliométrico: Introdução às bases fisiológicas, metodológicas e efeitos do treinamento. *Rev Bras Ci Mov.* 1988; 2(1): 30-40.
27. Allen SJ, King MA, Yeadon MR. Is a single or double arm technique more advantageous in triple jumping? *J Biomech.* 2010; 43(16): 3156-61.
28. Lees A, Fowler N, Derby D. A biomechanical analysis of the last stride, touch-down and take-off characteristics of the women's long jump. *J Sports Sci.* 1993; 11(4): 303-14.