

# Efeito do treinamento de força na potência muscular de membros inferiores de idosos coronariopatas

## *Effect of resistance training on muscular power of lower limbs of elderly with coronary artery disease*

Roberto Macedo Cascon<sup>1</sup>, Amanda Brown<sup>2</sup>, Ingrid Dias<sup>3</sup>, Diogo Cardozo<sup>4</sup>, Verônica P. Salerno<sup>5</sup>, Roberto Simão<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Educação Física pela Escola de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

<sup>2</sup>Doutoranda em Clínica Médica da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

<sup>3</sup>Doutora em Fisiopatologia Clínica e Experimental, Docente do curso de graduação em Educação Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

<sup>4</sup>Doutorando em Educação Física pela Escola de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

<sup>5</sup>Doutora em Química Biológica, Docente do curso de graduação e pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

<sup>6</sup>Doutor em Educação Física, Docente do curso de graduação e pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

### Endereço para Correspondência

Amanda Fernandes Brown  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Escola de Educação Física e Desportos  
Av. Carlos Chagas, 540, Cidade Universitária  
21940-901 - Rio de Janeiro – RJ [Brasil]  
abrown@ufrj.br

### Resumo

**Introdução:** A força e a potência muscular têm relação direta com a capacidade funcional de idosos. **Objetivo:** Verificar o efeito absoluto e relativo da potência muscular de membros inferiores em idosos portadores de doença arterial coronariana. **Métodos:** Dez homens sedentários participaram de 24 sessões de treinamento de força compostas por 2 séries de 6 a 8 repetições máximas e 1 minuto de intervalo. No início, os exercícios foram: meio agachamento, step, flexão plantar. E após: extensão e flexão dos joelhos, adução e abdução do quadril sentado. A potência muscular foi mensurada nos momentos: pré, após 12 e 24 sessões. **Resultados:** Após 24 sessões de treinamento de força foram encontrados aumentos na potência muscular absoluta ( $p < 0.0001$ ) e relativa ( $p < 0.0001$ ;  $p < 0.0001$ ) em relação à condição pré-treinamento, respectivamente. **Conclusão:** Vinte e quatro sessões de treinamento de força parecem ser suficientes para aumentar a PM absoluta e relativa de idosos coronariopatas.

**Descritores:** Treinamento de Resistência; Doença da Artéria Coronariana; Força Muscular; Idosos.

### Abstract

**Introduction:** Strength and muscle power have a direct relationship with functional capacity in elderly people. **Objective:** Verify absolute and relative gains in muscle power of lower limbs in elderly people with coronary artery disease. **Methods:** Ten untrained men subjects participated of 24 sessions of resistance training composed by 2 sets of 6 to 8 maximum repetitions and 1 minute rest interval. Initially, the exercises were: half squat, step up and plantar flexion. And after: leg extension, leg curl, seated hip adduction and seated hip abduction. The muscle power was measured at times: pre, post 12 and 24 sessions. **Results:** After 24 sessions of resistance training were found increases in absolute muscle power ( $p < 0.0001$ ) and relative ( $p < 0.0001$ ) regarding the condition pre-training, respectively. **Conclusion:** Twenty four sessions of resistance training appear to be sufficient to increase absolute and relative muscle power in elderly people with coronary artery disease.

**Keywords:** Resistance Training; Coronary Artery Disease; Muscle Strength; Elderly.

## Introdução

Com o aumento da expectativa de vida, o número de idosos vem crescendo consideravelmente. Estima-se que no ano de 2030, essa população poderá chegar a setenta milhões nos países desenvolvidos. No Brasil, as projeções para o ano de 2025 indicam que a população total aumentará cinco vezes em relação à de 1950<sup>1</sup>. Sendo assim, torna-se importante aprofundar o conhecimento sobre a melhora da qualidade de vida relacionada às respostas miofisiológicas no envelhecimento.

O estudo da redução na função muscular e suas implicações cotidianas são importantes na medida em que podem ajudar a desenvolver procedimentos que reduzam os efeitos negativos do processo de envelhecimento, promovendo uma melhor qualidade de vida. O movimento de sentar e levantar estão entre as atividades mais rotineiramente praticadas na vida diária, conseqüentemente, a melhora na potência muscular (PM), coordenação e equilíbrio parecem ser necessárias para o sucesso nessas ações, minimizando o risco de quedas e fraturas<sup>2,3</sup>.

Com o envelhecimento, os indivíduos idosos são acometidos pela sarcopenia. Essa síndrome é caracterizada pela perda progressiva de massa muscular e está diretamente relacionada a mecanismos que envolvem o remodelamento das unidades motoras, redução hormonal e síntese proteica<sup>4</sup>. Desta forma, os idosos têm diminuição da força muscular (FM) com conseqüente redução da qualidade de vida e independência funcional<sup>5-7</sup>. Na última década, evidências tem demonstrado um acentuado declínio da velocidade de movimento associado ao envelhecimento. De acordo com alguns autores<sup>5,7,8</sup>, isso se deve a diminuição da FM e da resistência muscular localizada, o que afeta significativamente a PM. Este déficit neuromuscular pode estar relacionado a possíveis comprometimentos no sistema nervoso central (SNC), tais como: redução na velocidade de condução nas fibras nervosas motoras e na junção neuromuscular ou, ainda, a combinação de ambos os fatores<sup>5</sup>. Para Hunter et al.<sup>8</sup>, a per-

da na PM está relacionada a diminuição na área transversal relativa das fibras tipo II; alterações no retículo sarcoplasmático; alterações na composição das isoformas de miosina e nas suas propriedades funcionais e enzimáticas; aumento no tecido fibroso, gerando uma maior resistência, ou ainda, uma combinação de fatores.

Além do processo de envelhecimento, Souza et al.<sup>9</sup> destacam que patologias cardiovasculares como a insuficiência cardíaca (IC), contribuem para acelerar o processo de sarcopenia promovendo distúrbios endócrinos e inflamatórios através de mecanismos neuro-hormonais e imunológicos que respondem pela sinalização anabólica e catabólica musculoesquelética. Os mesmos autores, afirmam que a redução da expressão do fator de crescimento insulínico (IGF-I), aumento do fator de necrose tumoral (TNF- $\alpha$ ) e aumento da expressão da miostatina são processos bioquímicos específicos relacionados ao processo de sarcopenia relacionado à IC. No entanto, alguns efeitos humorais relacionados ao processo regulatório do músculo esquelético ainda não estão bem explicados.

O posicionamento do American Heart Association<sup>10</sup> sobre treinamento de força (TF) nas doenças cardiovasculares não menciona a PM como uma valência a ser trabalhada no programa de exercícios para essa população. Todavia, o American College of Sport Medicine<sup>11</sup>, sugere para indivíduos saudáveis a importância funcional da PM, recomendando exercícios multiarticulares, tanto para iniciantes quanto para indivíduos em níveis avançados de treinamento, com a utilização da velocidade concêntrica mais rápida durante a execução do movimento. Nesse sentido, Marsh et al.<sup>12</sup> encontraram uma relação positiva entre a velocidade de execução do movimento e os ganhos de PM.

Com base no exposto e tendo em vista o processo de sarcopenia inerente ao envelhecimento, é possível que a doença cardiovascular tenha implicância na perda de PM no idoso. Desta forma, o estudo teve como objetivo investigar o efeito de 24 sessões de TF sobre a PM

absoluta e relativa, de membros inferiores, em idosos coronariopatas.

## Materiais e métodos

### Amostra

Participaram do estudo dez indivíduos do sexo masculino ( $72,4 \pm 6,5$  anos,  $76,8 \pm 4,8$ kg,  $171,3 \pm 9,4$ cm,  $18,6 \pm 6,0$  ml/kg/min<sup>-1</sup>), iniciantes em um programa de reabilitação cardíaca. Foram estabelecidos como critérios de inclusão: a) portador de doença cardiovascular; b) terapia medicamentosa específica; c) submetido a procedimento cardiovascular invasivo. Foram excluídos do estudo, os indivíduos que apresentassem alguma contraindicação absoluta para a prática de exercícios físicos. Após serem explicados os riscos e benefícios da pesquisa os sujeitos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) elaborado de acordo com a declaração de Helsinque. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa das Faculdades de Ciências da Saúde de Juiz de Fora, com parecer n° 847.611.

### Avaliação

Foi realizada uma avaliação física antes do início do programa de TF, para mensurar o peso corporal, estatura e o índice de massa corporal. A PM de membros inferiores foi avaliada no exercício meio agachamento através de um potenciômetro, em três momentos distintos: pré-treinamento, após a 12<sup>a</sup> sessão e após a 24<sup>a</sup> sessão.

Antes da avaliação da PM, foi estabelecida a rotina de aferição do peso corporal, pois qualquer alteração nessa variável poderia interferir negativamente nos resultados. Além disso, na execução do teste, foram fornecidas instruções padronizadas sobre a técnica de execução do exercício. Toda a coleta de dados foi realizada por apenas um avaliador, com intuito de minimizar o viés inter-avaliadores.

Para obtenção das medidas de PM máxima e carga máxima, no exercício selecionado, fixou-

se um potenciômetro FITRODYNE® na cintura do avaliado. Dessa forma, em cada execução na fase concêntrica, o equipamento registrava a velocidade média alcançada, calculando a potência média absoluta em watts a partir do peso corporal previamente digitado no mostrador do equipamento. Para melhor discriminar a realização do exercício, estabeleceram-se as seguintes etapas de execução: (1) posição inicial, (2) fase concêntrica e (3) fase excêntrica. Ao iniciar o teste, cada avaliado realizava três repetições, com três segundos de intervalo entre as repetições, imprimindo velocidade máxima na fase concêntrica do exercício. A maior PM obtida nas três repetições foi considerada como o melhor desempenho.

### Protocolo de Treinamento

Foram utilizados dois programas de exercício, sendo o primeiro realizado até a 12<sup>a</sup> sessão e o segundo, até a 24<sup>a</sup> sessão. O primeiro protocolo de treinamento foi composto pelos exercícios meio agachamento, subida e descida no step e flexão plantar. E, o segundo protocolo composto pelos exercícios extensão e flexão de joelho, adução e abdução sentados. Em todas as sessões foram realizadas duas séries de seis a oito repetições, com intervalo de 30 segundos entre as séries e um minuto entre os exercícios. A carga de treinamento foi determinada pela Escala de Percepção Subjetiva de Esforço OMNI-RES<sup>13</sup>, sendo considerados valores entre 4 a 6. O treinamento foi realizado em três sessões semanais, sem nenhuma prática de exercícios no período entre as sessões. Antes do início do TF, os indivíduos realizavam treinamento aeróbio de 30 minutos em uma esteira rolante, com intensidade de 65% a 75% do  $VO_{2\text{máx}}$ .

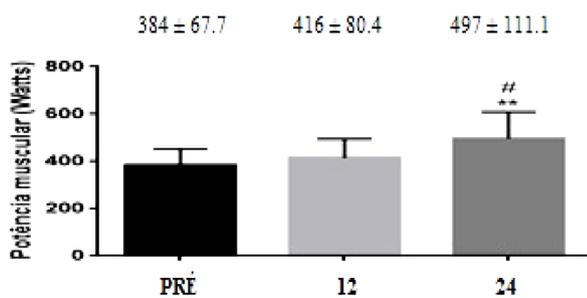
### Análise Estatística

Os pressupostos paramétricos de normalidade foram atendidos e os resultados apresentados como média e desvio padrão ( $M \pm DP$ ). Para testar o efeito do tempo de treinamento (pré, após

12 e após 24 sessões) sobre a PM absoluta e relativa foi utilizado uma ANOVA One Way com correção de Bonferroni para detectar onde estavam as diferenças específicas. Todas as análises foram feitas no software PRISM (versão 5.0), sendo adotado o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## Resultados

Os valores mensurados de PM absoluta após 24 sessões de TF apresentaram valores significativamente superiores ao período pré-treinamento ( $497 \pm 111,1$  vs.  $384 \pm 67,7W$ ;  $p < 0,0001$ ) e ao período de 12 sessões de TF ( $497 \pm 111,1$  vs.  $416 \pm 80,4W$ ;  $p < 0,0001$ ) (Figura 1).

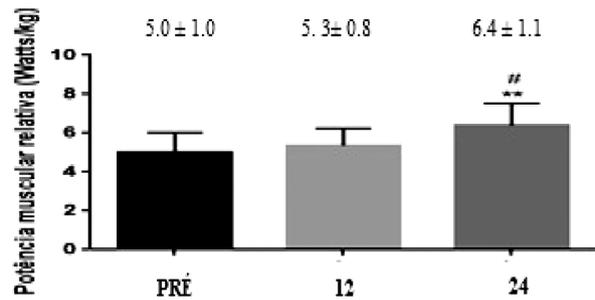


**Figura 1: Potência Muscular Absoluta**  
# Diferença significativa pré vs. 24 sessões ( $p < 0,0001$ );  
\*\*Diferença significativa 12 vs. 24 sessões ( $p < 0,0001$ ).

Quando calculado a PM relativa (PM absoluta / massa corporal total) após as 24 sessões de TF foram observados valores significativamente superiores as 12 sessões ( $6.4 \pm 1.1$  vs.  $5.3 \pm 0.8W/kg$ ;  $p < 0,0001$ ) e ao pré-treinamento ( $6.4 \pm 1.1$  vs.  $5.0 \pm 1.0W/kg$ ;  $p < 0,0001$ ) (Figura 2).

## Discussão

O presente estudo observou o efeito do treinamento com aumento da PM absoluta e relativa de membros inferiores de idosos iniciantes em um programa de reabilitação cardíaca, mostrando que aumentos expressivos, foram



**Figura 2: Potência Muscular Relativa**  
# Diferença significativa pré vs. 24 sessões ( $p < 0,0001$ );  
\*\*Diferença significativa 12 vs. 24 sessões ( $p < 0,0001$ ).

observados a partir de 24 sessões de treinamento. Em relação ao número de sessões, os estudos indicam que para melhoria da potência e força muscular, são necessárias ao menos 24 sessões de TF<sup>14-16</sup>. Confirmando achados de estudos anteriores, Cadore et al.<sup>16</sup> em sua metanálise sugere que 24 a 36 sessões semanais foram suficientes para melhorar a PM em idosos saudáveis. Os resultados do presente estudo mostraram que 24 sessões também foram suficientes para elevar significativamente a PM absoluta e relativa em idosos cardiopatas.

O número de sessões semanais, duração, assim como número de séries, exercícios e cargas utilizados no TF, são variáveis fundamentais para o planejamento de um programa de fortalecimento muscular, podendo influenciar na evolução da PM e FM de idosos<sup>10,11</sup>. O modelo de prescrição do presente estudo utilizando de duas a três séries, de seis a oito repetições, foi similar ao modelo de estudos anteriores que se mostraram efetivos quanto aos ganhos de força, PM, e desempenho funcional em indivíduos idosos<sup>17-20</sup>. Indivíduos sedentários possuem grande potencial de melhora na condição física devido ao descondicionamento inicial, isso talvez explique a rápida adaptação com menores cargas e volumes de treinamento, visto que os processos neurofisiológicos envolvidos como: desenvolvimento da coordenação intramuscular e intermuscular, fatores neurais do sistema neuromuscular, co-ativação e déficit bilateral,

são responsáveis pelos incrementos iniciais de força e controle motor de indivíduos iniciantes praticantes do TF<sup>21</sup>.

Segundo as recomendações dos posicionamentos do ACSM<sup>11</sup> e AHA<sup>10</sup>, são preconizados entre oito e dez exercícios por sessão de treinamento. O AHA<sup>10</sup> menciona em seu posicionamento que três exercícios envolvendo os músculos quadríceps, posterior de coxa e panturrilhas são suficientes para aumentar e manter a FM de membros inferiores em indivíduos cardiopatas. Na segunda metade do nosso estudo foi feito um incremento no volume de treinamento com acréscimo de quatro exercícios para membros inferiores. Embora a prescrição inicial com três exercícios esteja de acordo com a literatura científica, o incremento no volume de treinamento, após 12 sessões, pode ter influenciado no ganho significativo de PM, visto que a dose-resposta no TF é descrita como um recurso interveniente<sup>22</sup> no decorrer da adaptação. Por outro lado, os estudos envolvendo ganhos de PM durante o TF até o momento, demonstram que a velocidade de movimento durante a execução dos exercícios exerce maior influência que o volume de treinamento ou a carga mobilizada para obter ganhos em indivíduos destreinados<sup>23</sup>. No presente estudo, a velocidade de movimento não foi controlada durante o período de treinamento, porém os voluntários foram encorajados a realizar a fase concêntrica com maior velocidade possível. Atualmente sabemos que a alta velocidade de execução pode gerar diferentes adaptações no que tange o recrutamento de unidades motoras e conseqüentemente aumento de força<sup>24</sup>, sendo assim, alguns estudos<sup>18,25</sup> preconizam maiores velocidades de execução na fase concêntrica do exercício para aumento da FM e PM.

Em relação à intensidade, é descrito na literatura que a carga de treinamento em relação direta com os ganhos de PM e FM. Sendo assim, é recomendado que cargas entre 60 e 70% de 1RM são necessárias para gerar aumentos de FM, assim como, cargas de 30 a 60% de 1RM promovem melhorias na PM<sup>11</sup>. No presente estudo, por se tratar de pacientes de alto risco, a inten-

sidade foi quantificada a através da escala de percepção de esforço de OMNI-RES, já descrita na literatura como alternativa para controlar treinamentos de FM e PM em idosos<sup>26</sup>. Naclério et al.<sup>27</sup> demonstrou a reprodutibilidade da escala através uma relação significativa com a PM e FM utilizando cargas de 30 a 80% de 1RM. Dessa forma, a estimativa pela escala subjetiva de esforço OMNI-RES pode ser usada com acurácia no controle da carga do TF.

No que se refere ao meio agachamento utilizado no estudo, é possível dizer que o mesmo está relacionado aos exercícios que envolvem grandes grupamentos musculares e são importantes no programa de treinamento por solicitar maiores demandas energéticas, cardiovasculares, além de preparar o organismo para situações cotidianas<sup>28</sup>. Desta forma, destaca-se que o exercício analisado possui grande funcionalidade, pois o desvio do centro de massa exerce influência direta na capacidade de deslocamento<sup>29,30</sup>.

Por fim, foi observado no estudo que 24 sessões de TF foram superiores a 12 sessões para o ganho significativo de PM absoluta e relativa em pacientes idosos cardiopatas em programa de reabilitação cardíaca. Todavia, novas pesquisas deverão ser feitas relacionando o número de sessões de TF e o ganho de PM em idosos portadores de cardiopatia. Além disso, maiores esclarecimentos sobre a curva de ganho da PM ao longo do treinamento poderá facilitar o planejamento de um programa de exercícios para essa população.

## Conclusões

É possível concluir que, em idosos coronariopatas em reabilitação cardíaca, incrementos na PM absoluta e relativa, podem ser observados a partir de 24 sessões de TF, apesar dos efeitos deletérios da doença no sistema musculoesquelético, relacionados a mecanismos inflamatórios, hormonais, neurais e imunológicos. Sugerimos que mais investigações científicas sejam realizadas a fim de verificar melhor a dose-resposta do TF nessa população.

## Referências

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Projeção da população por idade e sexo para o Brasil, grandes regiões e unidades da federação. 2013.
- Roorda L. Measuring functional limitations in rising and sitting down: development of a questionnaire. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77: 663-669.
- Riley P, Krebs D, Popat R. Biomechanical analysis of failed sit-to-stand. *IEEE Trans Rehabil Eng* 1997; 5(4): 353-359.
- Roth SM, Ferrel RS, Hurley BF. Strength training for prevention and treatment of sarcopeny. *Nutr Health Aging* 2000; 4: 143-155.
- Kauffman TL. Manual de reabilitação geriátrica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.
- Davini R, Nunes CV. Alterações no sistema neuromuscular decorrentes do envelhecimento e o papel do exercício físico na manutenção da força muscular em indivíduos idosos. *Revista Brasileira de Fisioterapia* 2003; 7(3): 201-207.
- Deschenes MR. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med* 2004; 34(12): 809-824.
- Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med* 2004; 34: 330-348.
- Souza RW, Piedade WP, Soares LC. Aerobic exercise training prevents heart failure-induced skeletal muscle atrophy by anti-catabolic, but not anabolic actions. *PLoS One* 2014; 9: 1-15.
- American Heart Association (AHA). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation* 2000; 101: 828-833.
- American College of Sports Medicine (ACSM). Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(3): 687-708.
- Marsh AP, Miller ME, Rejeski WJ. Lower extremity muscle function after strength or power training in older adults. *J Aging Phys Act* 2009; 17: 416-443.
- Robertson RJ, Goss FL, Rutkowski J, et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 333-341.
- Wood RH, Reyes R, Welsch MA. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 1751-1758.
- Cadore EL, Izquierdo M, Alberton CL. Strength prior to endurance intra-session exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men. *Exp Gerontol* 2012; 47: 164-169.
- Cadore EL, Pinto RS, Bottaro M, Izquierdo M. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging Dis* 2014; 5: 183-195.
- Kraemer WJ, Häkkinen K, Newton RU. Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J Appl Physiol* 1999; 87: 982-992.
- Newton RU, Hakkinen K, Hakkinen A, et al. Mixed-methods resistance training increases power and strength of young and older men. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 1367-1375.
- Cardozo D, Vasconcelos APS. Strength training effect in format circuit in levels of strength and functional performance in elderly women. *ConScientiae Saúde* 2015; 14(4): 547-554.
- Vasconcelos APSL, Cardozo DC, Lucchetti ALG, Lucchetti G. Comparison of the effect of different modalities of physical exercise on functionality and anthropometric measurements in community-dwelling older women. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2016; 20(4): 851-856.
- Maior AS, Alves A. A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força muscular: uma revisão bibliográfica. *Motriz* 2003; 9: 161-168.
- Peterson MD, Rhea MR, Alvar BA. Applications of the dose-response for muscular strength development: a review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. *J Strength Cond Res* 2005; 19: 950-958.
- Izquierdo M, Ibanez J, Gorostiaga EM. Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of upper and lower extremities in middle-aged and older med. *Acta Physiol Scand* 1999; 167: 57- 68.
- Simão R, Polito MD, Farinatti PV. Influencia da Manipulação na ordem dos exercícios de força em mulheres treinadas sobre o número de repetições e percepção de esforço. *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 2002; 7: 53-61.



25. Jones RM, Fry AC, Weiss LW. Kinetic comparison of free weight and machine power cleans. *J Strength Cond Res* 2008; 22: 1785-9.
26. Bautista IJ, Chiroso IJ, Tamayo IM. Predicting Power Output of Upper Body using the OMNI-RES Scale. *J Hum Kinet* 2014; 30: 161-169.
27. Naclério F, Rodríguez-Romo G, Barriopedro-Moro MI. Control of resistance training intensity by the OMNI perceived exertion scale. *J Strength Cond Res* 2011; 25: 1879-1888.
28. Komi PV. *Força e Potência no Esporte*. United States: Artmed; 2006.
29. Skelton DA, Greig CA, Davies JM. Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. *Age Ageing* 1994; 23: 371-377.
30. Zystra W, Hof AL. Assessment of spatio-temporal gait parameters from trunk accelerations during human walking. *Gait Posture* 2003;18(2):1-10.