

# Efeito do Treinamento Resistido em Hemiparéticos Crônicos no Equilíbrio e Torque Isocinético do Joelho

## The Effect of Resisted Training on the Balance and Isokinetic Knee Torque among Chronic Hemiparetics

PATRÍCIA MARTINS FRANCIULLI<sup>1</sup>  
CRISTIANE MILANI MAGALDI<sup>2</sup>  
ALINE BIGONGIARI<sup>1</sup>  
MÁRCIA BARBANERA<sup>1</sup>

### RESUMO

**Introdução:** O acidente vascular cerebral é a maior causa de incapacidade física e cognitiva em adultos. **Objetivo:** avaliar o efeito do treinamento de exercícios resistidos em hemiparéticos crônicos. **Material e Métodos:** Trata-se de uma pesquisa quase-experimental. Sete voluntários realizaram um protocolo de exercícios resistidos, com ações isométricas, isotônicas concêntricas e excêntricas da musculatura de membros superiores, tronco e membros inferiores, utilizando aparelhos de musculação e caneleiras. O protocolo teve duração de seis semanas e foi realizado duas vezes por semana, com atendimentos de 40 minutos. Durante os atendimentos, os participantes foram supervisionados por fisioterapeutas habilitados. As variáveis analisadas foram: torque muscular, avaliado pelo dinamômetro isocinético Biodex System 3 e equilíbrio, avaliado pela escala de equilíbrio de Berg. Para análise dos dados utilizou-se o teste T de Student para comparar as fases pré e pós treinamento. O nível de significância adotado neste estudo foi de  $p < 0,05$ . **Resultados:** Após o protocolo, houve aumento na pontuação da escala de equilíbrio de Berg e aumento do torque muscular extensor e flexor do joelho na velocidade de 60 graus/segundo. Não foram encontradas diferenças significativas para o torque muscular extensor e flexor de joelho na velocidade de 180 graus/segundo. **Conclusão:** Os exercícios resistidos mostraram-se benéficos na melhora do equilíbrio e no aumento da força muscular dos pacientes.

### DESCRITORES

Acidente Vascular Cerebral. Força Muscular. Treinamento Físico. Fisioterapia.

### ABSTRACT

**Introduction:** Stroke is the largest cause of physical and cognitive disability in adults. **Objective:** To evaluate the effect of training of resisted exercises among chronic hemiparetic individuals. **Material and Methods:** This was a quasi-experimental study. Seven volunteers performed a protocol of resisted exercises, with isometric, concentric and eccentric isotonic actions of the musculature of upper limbs, trunk and lower limbs, using bodybuilding equipment and shin guards. The protocol was performed for six weeks, twice a week, with 40-minute visits. During the visits, participants were supervised by qualified physiotherapists. The variables analyzed were, as follows: muscle torque, which was evaluated by the Biodex System 3 isokinetic dynamometer; and balance, evaluated based on the Berg balance scale. Student's t test was used to compare pre- and post-training outcomes, with  $p < 0.05$  significance level. **Results:** After the protocol was utilized, there was an increase in the Berg balance scale scores as well as an increase of the extensor and flexor muscle torque of the knee at a rate of 60 degrees / second. No significant differences were found for extensor and flexor knee torque at the rate of 180 degrees / second. **Conclusion:** The resisted exercises were beneficial in improving the balance and increasing the muscular strength of the patients.

### DESCRIPTORS

Stroke. Muscle Strength. Resistance Training. Physicaltherapy.

1 Professora Doutora. Curso de Fisioterapia da Universidade São Judas Tadeu. São Paulo, São Paulo. Brasil.

2 Professora Mestre. Curso de Fisioterapia da Universidade São Judas Tadeu. São Paulo, São Paulo. Brasil.

O acidente vascular cerebral (AVC) é uma das principais causas de morte no Brasil<sup>1,2</sup>. Os indivíduos que sobrevivem ao AVC apresentam manifestações clínicas como fraqueza muscular, espasticidade, menor amplitude de movimento, déficits de equilíbrio, alterações na marcha, distúrbios cognitivos, diminuição da capacidade funcional e baixa resistência à fadiga<sup>3,4,5</sup>.

Nos últimos anos, os pacientes com AVC contam com uma grande variedade de recursos fisioterapêuticos, que têm como objetivo a melhora da capacidade funcional e das manifestações clínicas do AVC. A fisioterapia convencional ainda é a prescrição mais realizada para esses pacientes, no entanto, outros recursos terapêuticos vêm se destacando nos serviços de reabilitação, como o uso de exercícios resistidos para o fortalecimento muscular<sup>6</sup>.

Com a diminuição da força muscular, o indivíduo perde a capacidade de gerar torque, conseqüentemente essa manifestação clínica causa impacto significativo na realização das atividades de vida diária dessas pessoas<sup>6,7</sup>. Os músculos do membro afetado apresentam déficits na capacidade de gerar força causada pela diminuição da ativação de unidades motoras e redução da frequência da taxa de disparos das unidades motoras<sup>8</sup>. A fraqueza muscular de membros superiores tem grande impacto no grau de independência, assim como a fraqueza da musculatura de membros inferiores e tronco é indicativo de alto risco de quedas e imobilidade nesses indivíduos.

Pacientes pós AVC crônicos devem ser população-alvo de programas de treinamento de força, pois os mesmos respondem bem aos exercícios, que promovem a melhora do desempenho muscular, das funções cognitivas, motoras, sensitivas, metabólicas e qualidade de vida<sup>9</sup>.

Embora os déficits de força muscular dos pacientes hemiparéticos sejam reconhecidos, os protocolos de exercícios resistido apresentam variação da metodologia proposta, o que dificulta a comparação entre os tipos de protocolos de exercícios resistidos para as pessoas com AVC. Assim, o objetivo deste foi avaliar o efeito de um programa de treinamento de exercícios resistidos em indivíduos hemiparéticos crônicos por AVC no torque extensor e flexor da articulação do joelho e no equilíbrio.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi submetido à avaliação do Comitê de ética em Pesquisa da XXX com todas as exigências éticas vigentes da Resolução n° 466/12 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa e aprovado com protocolo 786.185. É uma pesquisa quase experimental.

### *Participantes*

O estudo iniciou-se com uma amostra não probabilística de 16 participantes recrutados da lista de espera da clínica de fisioterapia da Universidade São Judas Tadeu, todavia ao longo do experimento ocorreu perda amostral. Sendo assim, a amostra final foi composta de 7 participantes (2 homens e 5 mulheres com  $64,8 \pm 7,8$  anos,  $71,5 \pm 6,0$  kg).

Os critérios de inclusão foram: diagnóstico médico de AVC isquêmico; tempo de AVC superior a um ano do início da pesquisa; pontuação do mini exame do estado mental superior a 21; 5; pontuação na escala de categorias de deambulação maior ou igual a 3; não participar de programa de atividade física ou tratamento fisioterapêutico concomitantes; possuir atestado médico para a prática de atividade física. Os critérios de exclusão foram: doenças cardiovasculares instáveis e não controladas e outras doenças neurológicas sem relação com o AVC; não adaptação ao programa de treinamento com os exercícios resistidos.

### *Instrumentos*

Para a avaliação do torque muscular foi utilizado o dinamômetro isocinético *Biodex System 3* e para a avaliação do equilíbrio foi utilizada a escala de equilíbrio de Berg (EEB).

### *Avaliação*

Para a avaliação do desempenho muscular, os participantes foram acomodados na cadeira do dinamômetro isocinético, estabilizados com travas de velcro na região pélvica e na coxa, de forma a evitar compensações. O alinhamento do eixo articular da articulação do joelho foi realizado através do epicôndilo lateral com o eixo mecânico do dinamômetro e o apoio distal no tornozelo foi posicionado 3 cm acima do maléolo lateral. O dinamômetro foi regulado a 90° de rotação, 0° de inclinação e encosto da cadeira a 90°, como pode ser observado na figura 1.



**Figura 1** - Posicionamento do participante no dinamômetro isocinético durante a avaliação do torque isocinético.

Devido à especificidade da tarefa, os participantes realizaram um minuto de movimento ativo, permitindo a familiarização com o instrumento. O protocolo de avaliação foi com contrações isocinéticas concêntricas para a articulação do joelho, onde foram realizadas 5 ações musculares nas velocidades de  $60^\circ/s$  e  $180^\circ/s$ , com tempo de repouso entre as séries de 180 segundos para evitar a fadiga muscular. As velocidades foram randomizadas para cada avaliação. Foi avaliado o lado hemiparético do participante. Dos sete participantes, 6 foram avaliados do lado dominante e 1 foi avaliado do lado não dominante.

Os participantes foram submetidos à avaliação do equilíbrio por meio da EEB, teste com 14 tarefas representativas das atividades de vida diária e que permite identificar déficits de equilíbrio estático e dinâmico<sup>10</sup>.

#### *Treinamento com exercícios resistidos*

O protocolo teve duração de 6 semanas e foi realizado 2 vezes por semana, com atendimentos de 40 minutos. Os participantes foram supervisionados e monitorados com frequencímetro para a verificação constante da frequência cardíaca. A pressão arterial foi registrada no início e no final de toda sessão.

Para o protocolo de treinamento foram utilizados 10 exercícios resistidos em cadeia cinética aberta e fechada, com ações isométricas, isotônicas concêntricas e excêntricas da musculatura de membros superiores (rombóides, trapézio, peitorais, tríceps braquial), tronco (paravertebrais e abdominais) e membros inferiores

(dorsiflexores e flexores plantares do tornozelo; flexores e extensores de joelho; adutores, abdutores, flexores e extensores de quadril), utilizando equipamentos de musculação e caneleiras<sup>11</sup>.

Foram realizadas 3 séries com 10 repetições cada. O paciente foi orientado a realizar o movimento contra resistência determinada, manter a contração por 10 segundos e retomar. Houve um intervalo de dois minutos entre as séries<sup>11</sup>.

A carga inicial utilizada respeitou o limite de cada paciente e foi reajustada progressivamente de acordo com o permitido por cada aparelho e a evolução de cada participante. Ao final do protocolo a média de progressão da carga foi de 30%.

#### *Procedimentos pós treinamento*

Após o período de treinamento dos exercícios resistidos, todos os participantes foram submetidos às mesmas avaliações realizadas antes do treinamento.

#### *Análise estatística*

Após as coletas, os resultados foram tabulados e descritos por meio de médias e desvio-padrão. Foi utilizado o teste T de Student pareado para comparar as fases pré e pós treinamento. O nível de significância adotado neste estudo foi de  $p < 0,05$ .

## **RESULTADOS**

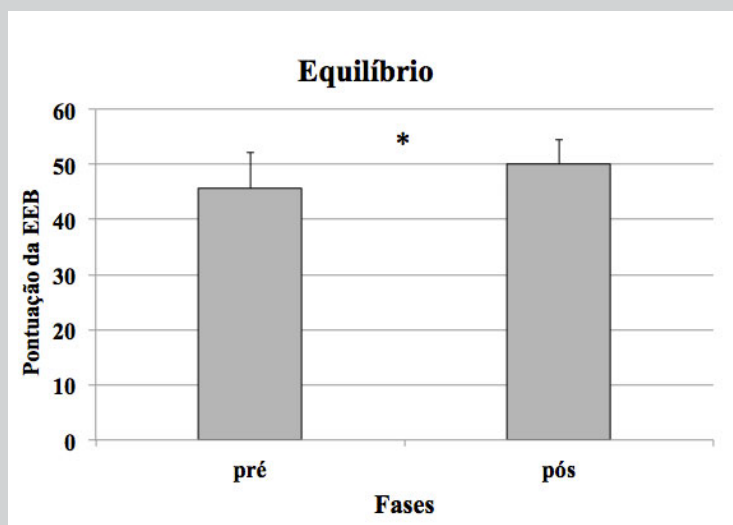
O equilíbrio apresentou diferença esta-

tisticamente significativa entre as fases pré ( $45,57 \pm 6,68$ ) e pós ( $50,00 \pm 4,36$ ) com  $p < 0,02$ . A figura 2 apresenta os valores médios da pontuação da EEB entre fases.

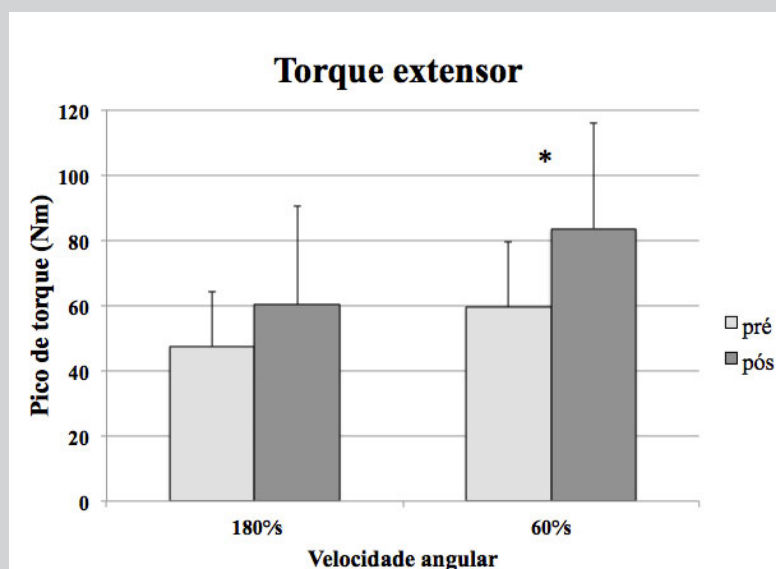
A Figura 3 apresenta os valores médios do torque extensor do joelho para as duas velocidades testadas (180 e 60°/s). Não houve diferenças na média do pico de torque extensor da articulação do joelho na velocidade de 180°/s entre as fases pré ( $34,79 \pm 19,29$ ) e pós ( $34,96 \pm 11,40$ ). Para a velocidade de 60°/s, houve diferenças na média do pico de torque entre as fases pré ( $35,39 \pm 13,40$ ) e pós ( $41,66 \pm 14,44$ ), com  $p < 0,03$ . A média do pico

de torque extensor apresentou-se maior após a intervenção.

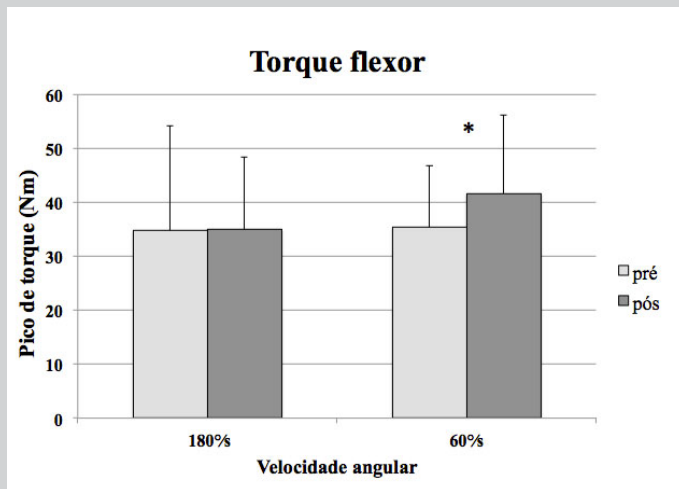
A Figura 4 apresenta os valores médios do torque flexor do joelho para as duas velocidades testadas (180 e 60°/s). Não houve diferenças na média do pico de torque flexor da articulação do joelho na velocidade de 180°/s entre as fases pré ( $34,79 \pm 19,29$ ) e pós ( $34,96 \pm 11,40$ ). Para a velocidade de 60°/s, houve diferenças na média do pico de torque entre as fases pré ( $35,39 \pm 13,40$ ) e pós ( $41,66 \pm 14,44$ ) com  $p < 0,02$ . A média do pico de torque flexor apresentou-se maior após a intervenção.



**Figura 2.** Média e desvio-padrão da escala de equilíbrio de Berg nas fases pré e pós treinamento. \* diferença estatisticamente significativa.



**Figura 4.** Média e desvio-padrão do pico de torque flexor do joelho para as duas velocidades testadas (180 e 60°/s). \* diferença estatisticamente significativa.



**Figura 3** - Média e desvio-padrão do pico de torque extensor do joelho para as duas velocidades testadas (180 e 60°/s). \* diferença estatisticamente significativa.

## DISCUSSÃO

O equilíbrio é um fator muito importante para a independência de pessoas que sofreram AVC. Para executar qualquer atividade motora é necessário a integridade do controle postural e indivíduos hemiparéticos apresentam déficits de equilíbrio.

O presente estudo mostrou que o treinamento resistido apresentou diferença significativa nas avaliações de equilíbrio. Houve um aumento de 5 pontos na pontuação da EEB, evidenciando que o treinamento de exercícios resistidos melhorou o equilíbrio estático e dinâmico dos participantes, e por consequência, reduziu a propensão a quedas.

O fortalecimento da musculatura parética crônica promove melhora da força muscular<sup>12-14</sup>, da capacidade funcional, qualidade de vida<sup>15</sup> e da espasticidade pode ser controlada pelo ganho de controle motor<sup>16</sup>. O treinamento melhora a tolerância para a realização de atividades de vida diária, aumentando o consumo máximo de oxigênio, uma vez que esses indivíduos possuem um alto gasto energético para realização<sup>16</sup>.

O dinamômetro isocinético pode medir o padrão de fraqueza muscular dos pacientes que tiveram AVC através dos déficits do pico de torque muscular<sup>17</sup>. Pode-se observar melhora do torque dos músculos flexores e extensores de joelho na velocidade de 60°/s. No entanto, essa melhora não repercutiu na velocidade de 180°/s.

O dinamômetro isocinético pode ser utilizados em pacientes pós AVC como uma ferramenta precisa para a avaliação do desempenho muscular<sup>7</sup>. Devem ser utilizadas velocidades baixas, pois indivíduos hemiplégicos/hemiparéticos

apresentam dificuldade em adequar os movimentos voluntários a altas velocidades devido à co-contracção dos antagonistas<sup>17</sup>. A força é afetada pela velocidade tanto em indivíduos saudáveis quanto em pós AVC, pois um menor número de unidades motoras é recrutado e o limiar de disparo pode não ser atingido a altas velocidades. Outro fator limitante é a redução de fibras tipo II presente em idosos e indivíduos pós-AVC, já que são estas fibras preferencialmente recrutadas a altas velocidades.

Assim como na presente pesquisa, um estudo<sup>18</sup> demonstrou que os pacientes que tiveram um treinamento de força muscular isocinético da musculatura bilateral de joelho e tornozelo com um protocolo de 5 dias da semana por 3 semanas, obtiveram diferenças entre os resultados pré-treinamento e pós-treinamento na velocidade de 60°/s para os músculos flexores e extensores de joelho. No entanto, para a velocidade de 180°/s não houve diferença na extensão do joelho. Isso ocorre pois as atividades físicas demandam mais contrações isotônicas, ou seja, os músculos estão, quase sempre, realizando contrações que geram movimentos, com isso, à medida que a carga aumenta, a velocidade diminui e quando a velocidade aumenta, a força realizada pelo músculo diminui também<sup>16</sup>.

Os pacientes que sofreram AVC apresentam fraqueza muscular devido à atrofia dos músculos com redução do número de fibras do tipo II e redução do número de unidades motoras recrutadas na hora do exercício. Os exercícios resistidos têm efeitos benéficos nesses pacientes por forçar a recrutar mais unidades motoras na hora da contração e por aumentar o ganho de fibras do tipo II<sup>19</sup>.

Faz-se necessário apresentar algumas

limitações do estudo, como o tipo da amostra que foi não-probabilística e de conveniência o que limita a possibilidade de extrapolação para a totalidade dos indivíduos com AVC e a perda amostral ao longo do estudo. No entanto, mesmo com uma amostra pequena, o estudo demonstrou que o protocolo de exercícios resistidos promoveu efeito no equilíbrio corporal e na força muscular da população estudada.

## CONCLUSÃO

O presente estudo conclui que o protocolo

de exercícios resistidos aplicado à população avaliada apresentou efeitos benéficos, já que este tipo de tratamento proporciona aos pacientes uma reeducação neuromuscular, permitindo que o paciente adquira mais controle sobre a musculatura afetada. Houve melhora no equilíbrio com redução do risco de quedas e aumento da força muscular em velocidades baixas, e estes fatores são considerados importantes para aprimorar a competência nas tarefas diárias de pacientes que apresentam sequelas neuromusculares após AVC.

## REFERÊNCIAS

- Garritano CR, Luz PM, Pires MLE, Barbosa MTS, Batista KM. Análise da tendência da mortalidade por acidente vascular cerebral no Brasil no século XXI. *Arq. Bras. Cardiol.* 2012; 98(6):519-527.
- Lotufo, PA. Stroke is still a neglected disease in Brazil. *Sao Paulo Med. J.* 2015; 133(6):457-459.
- Winstein CJ, Stein J, Arena R, Bates B, Cherney LR, Cramer SC, *et al.* Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2016;47(6):98-169.
- de Souza Moraes GF, Nascimento LR, Glória AE, Teixeira-Salmela LF, Paiva CMR, Lopes TAT *et al.* A influência do fortalecimento muscular no desempenho motor do membro superior parético de indivíduos acometidos por Acidente Vascular Encefálico. *Acta Fisiátrica.* 2016;15(4):245-248.
- Scianni A, Teixeira-Salmela LF, Ada L. Challenges in recruitment, attendance and adherence of acute stroke survivors to a randomized trial in Brazil: a feasibility study. *Revista Brasileira de Fisioterapia.* 2012;16(1):40-5.
- Ovando AC, Michaelsen SM, Dias JA, Herber V. Treinamento de marcha, cardiorrespiratório e muscular após acidente vascular encefálico: estratégias, dosagens e desfechos. *Fisioterapia e Movimento.* 2010;23(2):253-69.
- Freitas STT, Abreu EMC, Reis MC, Cunha BDS, Prianti TSM, Lima FP *et al.* Muscle torque of healthy individuals and individuals with spastic hemiparesis after passive static stretching. *Acta of bioengineering and biomechanics.* 2016;18(1):35-39.
- Dias CP, Freire B, Goulart NB, Onzi ES, Becker J, Gomes I *et al.* Muscle architecture and torque production in stroke survivors: an observational study. *Topics in stroke rehabilitation.* 2017; 24(3):206-213.
- Teixeira-Salmela LF, Oliveira ESG, Santana EGS, Resende GP. Fortalecimento muscular e condicionamento físico em hemiplégicos. *Acta Fisiátrica.* 2000;7(3):108-18.
- Franciulli PM, Souza GB, Albiach JF, Santos KCP, Barros LO, Santos NT *et al.* Efetividade da hidroterapia e da cinesioterapia na reabilitação de idosos com histórico de quedas. *Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento.* 2015;20(3):671-686.
- Teixeira-Salmela LF, Augusto ACC, Silva PC, Lima RCM, Goulart F. Musculação e condicionamento aeróbico em hemiplégicos: impacto no desempenho motor. *Revista Brasileira de Fisioterapia.* 2003;7(3):209-215.
- Flansbjerg UB, Miller M, Downham D, Lexell J. Progressive resistance training after stroke: effects on muscle strength, muscle tone, gait performance and perceived participation. *Journal of Rehabilitation Medicine.* 2008;40(1):42-48.
- Flansbjerg UB, Lexell J, Brogårdh C. Long-term benefits of progressive resistance training in chronic stroke: a 4-year follow-up. *Journal of rehabilitation medicine.* 2012;44(3):218-221.
- Nascimento LR, Resende RA, Polese JC, Bandeira FA. Evidências sobre o efeito do fortalecimento muscular no desempenho motor e funcional de hemiparéticos crônicos: uma revisão sistemática. *Ter Man.* 2010; 8(S1):332-337.
- Aidar FJ, de Oliveira RJ, de Matos DG, Mazini Filho ML, Moreira OC, de Oliveira CEP *et al.* A Randomized trial investigating the influence of strength training on quality of life in ischemic stroke. *Topics in stroke rehabilitation.* 2016;23(2):84-89.
- Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Nadeau S, Brouwer B. Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(10):1211-8.
- Nascimento LR, Teixeira-Salmela LF, Polese JC, Ada L, Faria CD. Strength deficits of the shoulder complex during isokinetic testing in people with chronic stroke. *Brazilian Journal Physical Therapy.* 2014;18(3):268-275.
- Büyükvural S, Özbudak DS, Ekiz T, Özgirgin N. Effects of the bilateral isokinetic strengthening training on functional parameters, gait, and the quality of life in patients with stroke. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2015;8(9):16871-16879.
- Baldwin KM, Brooks GA, Fahey TD. *Fisiologia do exercício: Biogenética Humana e suas Aplicações.* 4ª edição. Editora Phorte; 2014.

## CORRESPONDÊNCIA

Patrícia Martins Franciulli  
Rua taquari, 956 apto 184  
CEP: 03166001  
São Paulo – São Paulo – Brasil  
E-mail: pmfranciulli@gmail.com