

# Treinamento com estimulação elétrica funcional sobre a capacidade funcional e a variabilidade da pressão arterial em uma idosa centenária: estudo de caso

## Functional electrical stimulation training on functional capacity and blood pressure variability in a centenarian woman: case study

Bruna Eibel<sup>1</sup>, Graciele Sbruzzi<sup>1</sup>, Thiago Dipp<sup>1</sup>, Karina R. Casali<sup>1</sup>, Rodrigo D. M. Plentz<sup>1,2</sup>

### Resumo

**Contextualização:** A estimulação elétrica funcional (EEF) é uma forma de reabilitação que pode reverter alterações provocadas pelo envelhecimento, como diminuição da capacidade funcional e modificações na variabilidade da pressão arterial (VPA). **Objetivos:** Avaliar os efeitos do treinamento com EEF sobre a capacidade funcional e a VPA em uma idosa centenária. **Métodos:** Paciente do sexo feminino, 101 anos e sem patologia prévia. O treinamento com EEF foi realizado durante 12 semanas, sendo três sessões/semana e tempo máximo de aplicação de 40 min/sessão. A EEF foi aplicada com frequência de 20 Hz, largura de pulso de 0,5 ms, tempo de contração de 5 s, tempo de repouso de 10 s, intensidade máxima tolerável e aplicação de sobrecarga progressiva. A capacidade funcional foi avaliada por meio do teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e do teste de sentar e levantar (TSL). A VPA foi mensurada pelo registro contínuo da pressão de pulso e calculada pela análise espectral. Todas as variáveis foram mensuradas pré e pós-treinamento. **Resultados:** Após treinamento, houve um aumento de 70% na distância percorrida no TC6 e aumento de 300% no número de repetições no TSL. Observou-se redução de 8 mmHg na pressão arterial sistólica (PAS) e de 4 mmHg na pressão arterial diastólica (PAD) e na pressão arterial média (PAM), havendo ainda uma redução na variabilidade da PAS (11,8 mmHg<sup>2</sup>), da PAD (2,3 mmHg<sup>2</sup>) e da PAM (6,0 mmHg<sup>2</sup>). **Conclusões:** O treinamento com EEF durante três meses proporcionou aumento da capacidade funcional e melhora da VPA em uma idosa centenária.

**Palavras-chave:** estimulação elétrica; idoso; sistema nervoso autônomo.

### Abstract

**Background:** Functional electrical stimulation (FES) is a rehabilitation method that can revert alterations provoked by aging, such as reductions in functional capacity and modifications on blood pressure variability (BPV). **Objectives:** To evaluate the training effects of FES on functional capacity and BPV in a centenarian woman. **Methods:** A 101-year-old woman without previous disease underwent FES training for 12 weeks, with three 40 min sessions/week. FES was applied at a frequency of 20 Hz with a 0.5 ms pulse, 5 s contraction time, 10 s relaxation time, the maximum tolerable intensity and with progressive overload. Functional capacity was assessed with a six-minute walk test (6MWT) and proximal lower limb strength was assessed with a sit-and-stand test (STST). BPV was measured by continuous recording of pulse pressure and calculated by spectral analysis. All variables were measured before and after FES training. **Results:** After training there was a 70% increase in distance walked in the 6MWT, a 300% increase in the number of STST repetitions, an 8 mmHg reduction in systolic blood pressure (SBP) and a 4 mmHg reduction in diastolic blood pressure (DBP) and mean blood pressure (MBP). Reductions in SBP (11.8 mmHg<sup>2</sup>), DBP (2.3 mmHg<sup>2</sup>) and MBP (6.0 mmHg<sup>2</sup>) variability were also observed. **Conclusions:** Three months of FES training improved functional capacity and BPV in a centenarian woman.

**Keywords:** electric stimulation; aged; autonomic nervous system.

**Recebido:** 24/11/2010 – **Revisado:** 17/04/2011 – **Aceito:** 19/04/2011

<sup>1</sup> Laboratório de Investigação Clínica, Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul (IC/FUC), Porto Alegre, RS, Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSA), Porto Alegre, RS, Brasil

**Correspondência para:** Rodrigo Della Mía Plentz, UFCSA, Rua Sarmento Leite, 245, CEP 90050-170, Porto Alegre, RS, Brasil, e-mail: roplentz@yahoo.com.br

## Introdução

O Brasil está vivenciando uma inversão na sua pirâmide populacional. O grupo etário composto por pessoas acima de 65 anos cresceu de 3,5%, em 1970, para 5,5%, em 2000, devendo responder, em 2050, por cerca de 19% da população nacional<sup>1</sup>.

A capacidade funcional nessa faixa etária deve ser melhor elucidada, permitindo que intervenções possam ser realizadas para se obter melhora do desempenho funcional e da qualidade de vida. A força muscular influencia diretamente a capacidade funcional nessa população; assim, o fortalecimento dos músculos dos membros inferiores exerce papel fundamental no aumento da força muscular e na redução do risco de quedas e fraturas<sup>2,3</sup>. Além das alterações musculoesqueléticas, alterações cardiovasculares são alvo de estratégias nessa faixa etária por serem responsáveis pelo grande número de mortes e internações<sup>1</sup>.

O exercício físico regular, de baixa intensidade, proporciona uma melhora do controle autonômico cardiovascular, como redução do tônus simpático e bradicardia de repouso. Essas alterações influenciam a diminuição do débito cardíaco e da pressão arterial (PA), além de melhorar a sensibilidade barorreflexa durante variações da PA<sup>4</sup>. Foi demonstrado, por meio da análise da variabilidade da pressão arterial (VPA), que os efeitos anti-hipertensivos do treinamento físico em indivíduos hipertensos leves estão associados com o reajuste do sistema autonômico cardiovascular prejudicado nessa população<sup>5</sup>.

Entretanto, alguns indivíduos não toleram níveis de exercício por apresentarem um estado físico debilitado. Dessa forma, o treinamento com estimulação elétrica funcional (EEF) pode ser uma alternativa ao treinamento convencional<sup>6</sup>, apresentando efeitos benéficos semelhantes ao exercício físico<sup>7</sup>. Quanto à plasticidade muscular, observa-se aumento no diâmetro das fibras musculares e na proporção de fibras tipo I por ativação de motoneurônios específicos<sup>6,7</sup>.

Nosso grupo demonstrou por meio de meta-análise que a EEF em pacientes com insuficiência cardíaca (IC) proporciona aumento no consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ ) e na distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos (TC6), evidenciando a eficácia da intervenção em populações com doenças cardiovasculares graves<sup>8</sup>.

Faz-se necessário o estudo das possíveis implicações cardiovasculares e funcionais envolvidas no uso da EEF. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar os efeitos do treinamento com EEF sobre a capacidade funcional e a VPA em uma idosa centenária.

## Materiais e métodos

### Paciente

Foi avaliada uma idosa centenária (101 anos, 42 kg e 152 cm), sem patologia prévia e sem uso de medicamento.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul/Fundação Universitária de Cardiologia (IC/FUC), Porto Alegre, RS, Brasil (nº 4327/09). O termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado por testemunha responsável pela participante.

### Avaliações

#### *Teste de caminhada de 6 minutos*

O TC6 utilizado para avaliar a capacidade funcional seguiu as diretrizes propostas pela *American Thoracic Society*<sup>9</sup>.

#### *Teste de sentar e levantar*

O teste de sentar e levantar (TSL) para avaliação da força proximal de membros inferiores foi empregado com a paciente sentada em uma cadeira, com os pés afastados e apoiados no solo, braços cruzados contra o peito. A paciente era encorajada a levantar e regressar à posição sentada o maior número de vezes em 30 s. Foram monitoradas a PA, a frequência cardíaca (FC), a frequência respiratória e a saturação de oxigênio ( $SO_2$ ) antes e após o teste.

### Avaliação dos sistemas simpático e parassimpático

Os sistemas simpático e parassimpático foram avaliados por meio do sinal da PA adquirido de maneira contínua e não-invasiva por um sensor colocado no dedo médio, configurado para uma taxa de amostragem de 1000 Hz por canal, capturado pelo FINAPRES (Ohmeda 2300, Monitoring Systems, Englewood, CO, USA). O registro do sinal foi feito em repouso, precedido de 30 min para estabilização do sinal, na posição de decúbito dorsal. A VPA foi analisada no domínio da frequência com modelo autorregressivo, utilizando sequências estacionárias de 200 batimentos. A potência espectral foi obtida nas faixas de baixa frequência (LF: 0,03 – 0,15Hz) e alta frequência (HF: 0,15 – 0,4Hz).

### Avaliação bioquímica

Foram analisados glicemia, hemoglobina glicada, ureia, creatinina, ácido úrico, colesterol total, HDL colesterol, relação colesterol/HDL colesterol, triglicerídeos, transaminase glutâmico-oxalacética, transaminase glutâmico-pirúvica,

bilirrubina direta e total, fosfatase alcalina e proteína C reativa (PCR).

## Perimetria do quadríceps femoral

Foi mensurada a cada 5 cm, partindo da borda superior da patela em direção proximal, sendo realizadas medidas de 5, 10, 15 e 20 cm em ambos membros inferiores.

## Protocolo de treinamento

O treinamento com EEF foi realizado no domicílio da participante durante um período de 12 semanas, com frequência de três sessões/semana, com um aparelho de estimulação elétrica funcional (Eletroestimulador Fisiológico - LYNX - FMUSP, São Paulo, Brasil).

A EEF foi aplicada com frequência de 20 Hz, largura de pulso de 0,5 ms, tempo de contração de 5 s, tempo de repouso de 10 s, intensidade máxima tolerável e tempo de aplicação de 40 min/sessão ou até a fadiga muscular, determinada pela incapacidade da participante em realizar a extensão completa do joelho, mesmo com aumento na intensidade do aparelho. Durante o período de treinamento, a progressão da carga imposta à paciente foi de 0,5 kg em cada semana (princípio da sobrecarga), chegando à 12ª semana com 5,5 kg de peso levantado em cada membro inferior somente pela EEF. Eletrodos autoadesivos (Spes - 50 x 90 mm, Itália) foram colocados na região inguinal e nos músculos vasto medial e vasto lateral do quadríceps femoral em ambas as coxas, promovendo contrações alternadas entre os membros inferiores até completa extensão dos joelhos, posicionados em 60° de flexão.

## Resultados

Após as 12 semanas de treinamento com EEF, observaram-se mudanças em variáveis antropométricas, como massa corporal, índice de massa corporal (IMC) e perimetria do quadríceps femoral a 20 cm. Em relação às variáveis bioquímicas, houve aumento de 17% no HDL colesterol (mg/dL) e diminuição da PCR (mg/dL) em 85%. As demais variáveis permaneceram semelhantes às do início do estudo (Tabela 1).

A capacidade funcional aumentou em 70%, observada pela distância percorrida no TC6 (64 vs 109 m) e houve aumento de 300% no desempenho do TSL (3 vs 9 repetições).

Houve redução de aproximadamente 8 mmHg na pressão arterial sistólica (PAS) e de 4 mmHg na pressão arterial diastólica (PAD) e na pressão arterial média (PAM) após o treinamento. Além disso, houve redução na variabilidade da PAS, PAD e PAM

**Tabela 1.** Dados antropométricos e bioquímicos pré e pós-treinamento.

	Pré EEF	Pós EEF
Massa corporal (kg)	42	44
Altura (m)	1,52	1,52
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	18,2	19
PSP D 20 cm (cm)	47	49
PSP E 20 cm (cm)	47	50
Colesterol (mg/dL)	132	131
HDL colesterol (mg/dL)	29	34
Relação colesterol/HDL colesterol	4,6	3,9
Glucose (mg/dL)	89	91
Hb1A (%)	5,6	5,9
Ureia (mg/dL)	36	45
Creatinina (mg/dL)	1,1	1,3
Ácido úrico (mg/dL)	3,7	3,4
Triglicérides (mg/dL)	115	132
TGO (U/L)	8	8
TGP (U/L)	5	4
Bilirrubina direta (mg/dL)	0,14	0,06
Bilirrubina total (mg/dL)	0,54	0,57
Fosfatase alcalina (U/L)	64	51
PCR (mg/dL)	0,28	0,04

EEF=estimulação elétrica funcional; IMC=índice de massa corporal; PSP D=perimetria suprapatelar direita; PSP E=perimetria suprapatelar esquerda; HDL colesterol=colesterol de alta densidade; Hb1A=hemoglobina glicada; TGO=transaminase glutâmico-oxalacética; TGP=transaminase glutâmico-pirúvica; PCR=Proteína C Reativa.

**Tabela 2.** Dados hemodinâmicos e autonômicos pré e pós-treinamento.

	Pré EEF	Pós EEF
PAS (mmHg)	128,41	120,61
VPAS (mmHg <sup>2</sup> )	21,38	9,59
PAD (mmHg)	54,64	50,70
VPAD (mmHg <sup>2</sup> )	3,47	1,17
PAM (mmHg)	74,11	70,51
VPAM (mmHg <sup>2</sup> )	8,94	2,93
Análise espectral PAS		
Pico frequência LF (Hz)	0,12	0,12
LF (mmHg <sup>2</sup> )	8,54	4,21
Pico frequência HF (Hz)	0,26	0,31
HF (mmHg <sup>2</sup> )	4,25	4,03

EEF=estimulação elétrica funcional; PAS=pressão arterial sistólica; VPAS=variabilidade da pressão arterial sistólica; VPAD=diastólica; VPAM=média; LF=componente de baixa frequência (*low frequency*); HF=componente de alta frequência (*high frequency*).

e no valor absoluto do componente LF da VPA, indicando uma redução na modulação simpática vascular (Tabela 2).

## Discussão

Este é o primeiro relato de caso na literatura quanto ao uso da EEF em um indivíduo com mais de cem anos de idade, em que se observaram aumento na capacidade funcional e força muscular,

diminuição dos valores pressóricos de repouso, menor ativação simpática vascular e diminuição de marcador inflamatório.

O envelhecimento propicia não só diminuição da força muscular bem como alterações cardiovasculares. O treinamento com EEF pode ser uma alternativa não-farmacológica e não-invasiva para prevenção ou tratamento dessas alterações<sup>2-4</sup>.

Já foi demonstrado que o uso de EEF em pacientes com IC melhora a capacidade funcional, força muscular e marcadores inflamatórios<sup>6,8</sup>. Os possíveis mecanismos envolvidos são o aumento do número de fibras musculares, da atividade enzimática e do gasto energético, que, apesar de não terem sido avaliados em nosso estudo, representando limitações, provavelmente devem ter ocorrido e justificam a melhora nas variáveis avaliadas. Outro aspecto que corrobora a possibilidade de aumento das fibras musculares foi o ganho de força e aumento dos valores de perimetria nos membros inferiores.

Houve redução importante nos valores da PAD, da PAM e, em especial, da PAS, que teve um decréscimo de 8 mmHg, deslocando seu valor de pressão para uma condição considerada ideal. Esses valores estão relacionados com menor risco cardiovascular e, conseqüentemente, maior sobrevida da população<sup>10</sup>. Outro aspecto que está relacionado com a melhora no sistema cardiovascular pode ser observado pela análise da VPA, que apresentou redução da VPA sistólica, diastólica e média, consideradas índices importantes na avaliação do controle autonômico cardiovascular. Outro indicador importante que

apresenta relação direta com esses resultados é a diminuição do componente LF da VPAS, associado à modulação simpática vascular, e que pode, em parte, explicar a redução nos valores pressóricos.

Estudos demonstram que o exercício convencional proporciona redução da modulação simpática vascular<sup>4</sup>, entretanto ainda não havia estudo demonstrando esse efeito com EEF. As alterações hemodinâmicas e autonômicas observadas apontam para um potencial benefício proporcionado pela EEF, muito semelhante ao obtido com o exercício convencional.

Dessa forma, concluiu-se que o treinamento com EEF promoveu aumento da capacidade funcional, da força muscular e melhora do controle autonômico em uma idosa centenária. Novos estudos com maior número de indivíduos nessa faixa etária fazem-se necessários, possibilitando a formação de evidências quanto aos benefícios da EEF nessa população e proporcionando a disseminação do uso dessa ferramenta da Fisioterapia como alternativa na prevenção ou tratamento de disfunções relacionadas ao envelhecimento.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## Referências

- Oliveira J, Albuquerque F, Lins I. Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 1980-2050—Revisão 2004: Metodologia e Resultados. Diretoria de Pesquisas—DPE, Coordenação de População e Indicadores Sociais—COPI2004.
- Suominen H. Muscle training for bone strength. *Aging Clin Exp Res*. 2006;18(2):85-93.
- Seguin R, Nelson ME. The benefits of strength training for older adults. *Am J Prev Med*. 2003;25(3 Suppl 2):141-9.
- Deley G, Picard G, Taylor J. Arterial baroreflex control of cardiac vagal outflow in older individuals can be enhanced by aerobic exercise training. *Hypertension*. 2009;53(5):826-32.
- Izdebska E, Cybulska I, Izdebski J, Makowiecka-Ciesla M, Trzebski A. Effects of moderate physical training on blood pressure variability and hemodynamic pattern in mildly hypertensive subjects. *J Physiol Pharmacol*. 2004;55(4):713-24.
- Karavidas A, Parissis JT, Matzaraki V, Arapi S, Varounis C, Ikonomidis I, et al. Functional electrical stimulation is more effective in severe symptomatic heart failure patients and improves their adherence to rehabilitation programs. *J Card Fail*. 2010;16(3):244-9.
- Harris S, LeMaitre JP, Mackenzie G, Fox KAA, Denvir MA. A randomised study of home-based electrical stimulation of the legs and conventional bicycle exercise training for patients with chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2003;24(9):871-8.
- Sbruzzi G, Ribeiro RA, Schaan BD, Signori LU, Silva AM, Irigoyen MC, et al. Functional electrical stimulation in the treatment of patients with chronic heart failure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2010;17(3):254-60.
- ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111-7.
- Mancia G, Laurent S, Agabiti-Rosei E, Ambrosioni E, Burnier M, Caulfield MJ, et al. Reappraisal of European guidelines on hypertension management: a European Society of Hypertension Task Force document. *J Hypertens*. 2009;27(11):2121-58.