

# Efeitos agudos da eletroestimulação no membro superior espástico e associação com variáveis respiratórias

*Acute effects of electrostimulation on upper limb spasticity and association with respiratory variables*

Franciele Minuzzi Niederauer<sup>1</sup>; Carla Roberta Nunes Polachini<sup>2</sup>; Ana Lúcia Cervi Prado<sup>3</sup>; Luis Ulisses Signori<sup>4</sup>; Antônio Marcos Vargas da Silva<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Fisioterapeuta – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, RS – Brasil.

<sup>2</sup>Mestre em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica), Doutoranda – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, RS – Brasil.

<sup>3</sup>Doutora em Ciências da Saúde, Professora – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, RS – Brasil.

<sup>4</sup>Doutor em Ciências da Saúde (Cardiologia), Professor – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, RS – Brasil.

<sup>5</sup>Doutor em Ciências Biológicas (Fisiologia), Professor – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, RS – Brasil.

**Endereço para correspondência**  
Antônio Marcos Vargas da Silva  
Av. Roraima, 1000. Bairro Camobi  
97105-900 – Santa Maria – RS [Brasil]  
antonio.77@terra.com.br

## Resumo

**Introdução:** Eletroestimulação funcional (EEF) é um recurso valioso no tratamento de padrões espásticos. **Objetivos:** Avaliar o efeito agudo da EEF sobre variáveis físico-funcionais do membro superior espástico e a associação destas com variáveis respiratórias. **Métodos:** Dezenove pacientes receberam intervenção placebo (no limiar sensitivo) e EEF ( $f=30$  Hz, largura de pulso= 0,3 ms, 30 min) no membro espástico (secundário a AVE) em dias diferentes. Antes das intervenções, foram avaliadas as atividades de vida diária pelo Índice de Barthel (IB), função pulmonar e força muscular respiratória. Antes e após as intervenções foram avaliadas função sensório-motora pela Escala de Fugl-Meyer (EFM) e amplitude de movimento. **Resultados:** A EEF aumentou a abdução e rotação interna de ombro, extensão de cotovelo e EFM. A pressão expiratória máxima se correlacionou com IB e flexão de ombro. **Conclusões:** A aplicação de EEF melhorou variáveis físico-funcionais do membro espástico, que estiveram associadas com a força muscular expiratória.

**Descritores:** Acidente vascular encefálico; Espasticidade muscular; Estimulação elétrica; Membro superior.

## Abstract

**Introduction:** Functional electrical stimulation (FES) is a valuable resource in the treatment of spastic patterns. **Objectives:** Evaluate the acute effect of FES on physical and functional variables of the spastic upper limb and its association with respiratory variables. **Methods:** Nineteen patients received placebo intervention (on the sensory threshold) and FES ( $f=30$  Hz, pulse width=0.3 ms, 30 min) in the spastic limb (secondary to stroke) on different days. Before the interventions, activities of daily living by the Barthel Index (BI), pulmonary function and respiratory muscle strength were evaluated. Before and after the interventions, sensory motor function by Fugl-Meyer Scale (FMS) and movement amplitude were evaluated. **Results:** FES increased shoulder abduction and internal rotation, elbow extension and FMS. The maximum expiratory pressure was related to BI and shoulder flexion. **Conclusions:** The application of FES improved physical and functional variables of the spastic limb, which were associated with expiratory muscle strength.

**Key words:** Electric stimulation; Muscle spasticity; Stroke; Upper extremity.

## Introdução

A espasticidade de membro superior após um acidente vascular cerebral é um problema comum, que prejudica os padrões de movimento, resulta em significativas limitações funcionais<sup>1</sup> e das atividades de vida diária (AVD)<sup>2</sup>. Pacientes com hemiplegia espástica também apresentam redução da função pulmonar e da tolerância ao exercício físico<sup>3</sup>, aliado ao comprometimento na sinergia<sup>4</sup>, na força e na função muscular respiratória<sup>5,6</sup>.

A atenção fisioterapêutica em pacientes com hemiplegia espástica vem sendo ampliada com a crescente utilização de recursos eletroterapêuticos, destacando-se a Estimulação Elétrica Funcional (EEF). O uso da EEF promove a modulação de tônus no membro superior espástico, proporciona melhora da destreza manual e facilita os movimentos voluntários<sup>7</sup>. Assim, há uma atenuação da espasticidade, melhora dos movimentos seletivos e da função motora nas AVDs<sup>8</sup>. Devido aos múltiplos benefícios proporcionados pela EEF, várias pesquisas<sup>7,9-12</sup> referem o seu uso como terapêutica e avaliam sua adoção em programas de reabilitação neurológica. No entanto, os efeitos agudos da EEF com o intuito de minimizar a espasticidade e otimizar a amplitude de movimento (ADM) prévia às sessões de fisioterapia tem sido pouco explorados.

O objetivo neste estudo foi avaliar os efeitos agudos da EEF sobre a funcionalidade e a ADM do membro superior de sujeitos com hemiplegia espástica. Além disso, foram analisadas a associação das atividades de vida diária, das habilidades físico-funcionais e da ADM com a função pulmonar e força muscular respiratória.

## Material e métodos

A amostra foi constituída por 19 pacientes de ambos os sexos, com diagnóstico clínico de Acidente Vascular Encefálico (AVE) isquêmico ou hemorrágico ocorrido nos últimos 15

anos e hemiplegia espástica de membro superior secundária. Os pacientes estavam cadastrados no Serviço de Fisioterapia do Hospital Universitário de Santa Maria, mas sem tratamento fisioterapêutico nos últimos seis meses. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa institucional (registro n. 243/10), conforme Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, e obtido o termo de consentimento livre e esclarecido de todos os pacientes.

Foram incluídos sujeitos com idade entre 35 e 75 anos, nível de independência funcional maior que 45 pontos avaliada pelo Índice de Barthel (IB) e grau de espasticidade de no mínimo um e no máximo três, de acordo com a Escala Modificada de Ashworth. Os critérios de exclusão foram presença de disfunção cognitiva que impedisse a realização das avaliações bem como de outro tipo de disfunção físico-motora acometendo o membro superior espástico, tabagistas, doença pulmonar obstrutiva crônica e/ou que apresentassem as seguintes contra-indicações para utilização da EEF: lesões epidérmicas no local da aplicação, intolerância ao estimulador elétrico ou alteração de sensibilidade cutânea, uso de marcapasso cardíaco e/ou placa metálica no antebraço.

## Avaliações

Inicialmente, foram realizadas a anamnese, medida do índice de Barthel e da escala modificada de Ashworth. A função pulmonar e a força muscular respiratória também foram mensuradas em um único momento, na avaliação inicial dos pacientes. Antes e após a aplicação da intervenção placebo e da EEF, foram avaliadas a estesiometria, a goniometria ativa e a Escala de Fugl-Meyer (EFM) por meio de um avaliador experiente e "cegado" para o tipo de intervenção aplicada.

Avaliou-se o grau de independência nas atividades de vida diária com o IB, que consiste em um questionário com pontuação de 0 a 100 (nível de independência completa) que abrange dez funções: controle intestinal, controle vesical,

higiene pessoal, uso do sanitário, alimentação, transferências, mobilidade, vestir-se, subir/descer degraus e banho<sup>13</sup>. A escala modificada de Ashworth foi utilizada na avaliação da espasticidade pelo grau de tônus muscular. Consiste em uma escala ordinal que varia de 0 a 4, sendo zero correspondente a “nenhum aumento no tônus muscular”, e quatro correspondendo a “parte afetada rígida em flexão ou extensão”<sup>14</sup>.

A função pulmonar foi avaliada com um espirômetro portátil (Spirobank II®, Medical International Research, Roma, Itália), conforme recomendado pela American Thoracic Society e European Respiratory Society<sup>15</sup>. Foram obtidos os valores de capacidade vital forçada (CVF), do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>), da relação VEF<sub>1</sub>/CVF e da ventilação voluntária máxima (VVM). A mensuração da força muscular respiratória ocorreu pelas medidas das pressões inspiratória e expiratória máximas, por meio de um manovacuômetro digital (MVD 300, Microhard System, Globalmed, Porto Alegre, Brasil)<sup>16</sup>. Os valores preditos foram calculados a partir de equações propostas para a população brasileira<sup>17</sup> e estão apresentados em percentual do predito.

A sensibilidade tátil foi avaliada pela estesiometria com um estesiômetro (Sorri-Bauru, Bauru, Brasil), que consiste em um conjunto de seis monofilamentos de náilon, os quais exercem forças de 0,05 g a 300 g, aplicadas de forma crescente no dorso da mão espástica<sup>18</sup>. A avaliação da ADM foi realizada pela goniometria manual dos movimentos de flexão, abdução, rotação interna e rotação externa de ombro; flexão e extensão de cotovelo; flexão, extensão, pronação e supinação de punho<sup>7</sup>. A EFM foi utilizada para quantificar a função sensório-motora dos membros superiores. É um sistema de pontuação numérica acumulativa que avalia seis aspectos: ADM, dor, sensibilidade, função motora da extremidade superior e inferior e equilíbrio, além da coordenação e velocidade<sup>19</sup>. Neste estudo, a EFM foi ajustada e envolveu apenas as questões referentes ao membro superior, tota-

lizando até 122 pontos como o menor grau de acometimento.

## Intervenções

Os pacientes foram submetidos às intervenções placebo e EEF, em dois dias diferentes, consecutivos, e a sequência foi definida por sorteio utilizando um aparelho de eletroestimulação (KLD-biosistemas, modelo Endophasys NMS 0501, Amparo, Brasil) devidamente calibrado e aferido. Eletrodos autoadesivos e hipovalérgicos de 5x5 cm foram posicionados nos músculos deltoide médio, tríceps braquial, extensores do punho e dedos no membro superior espástico. Os parâmetros da EEF foram: frequência de 30 Hz, largura de pulso de 0,3 ms, T-on de 15 s, T-off de 10 s, rampa de subida e descida de 2 s, duração de 30 min e amplitude conforme a tolerância do indivíduo<sup>7</sup>, com o intuito de promover os movimentos de extensão do cotovelo, punho e dedos. Os pacientes foram orientados a participar e, se possível, realizar ativamente os movimentos induzidos pela corrente elétrica. A intervenção placebo foi aplicada com os mesmos parâmetros da EEF, apenas com a sensação de formigamento e sem contração muscular visível.

## Análise estatística

Foi utilizado o programa Statistical Package for the Social Science (SPSS), versão 13.0. A análise da distribuição dos dados ocorreu pelo teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Os dados estão apresentados em média e desvio-padrão. As variáveis com duas medidas foram analisadas pelo teste “t” de Student pareado. A comparação entre pré- e pós-intervenção e entre as intervenções ocorreu pela análise de variância de duas vias com medidas repetidas (efeitos tempo, intervenção e interação), seguida do teste de *post hoc* de Bonferroni. As associações entre variáveis foram avaliadas pelo coeficiente de correlação de Pearson. Uma probabilidade menor que 5% foi considerada estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

## Resultados

Inicialmente, foram selecionados 23 pacientes, dos quais um não se enquadrava no valor mínimo do índice de Barthel, e três não preencheram a pontuação mínima de Ashworth. Foram estudados 19 pacientes (14 homens), com idade de  $61 \pm 7,4$  anos, índice de massa corporal de  $27,9 \pm 4,4$  kg/m<sup>2</sup>, tempo após AVE de  $84,8 \pm 69,1$  meses, índice de Barthel de  $88,4 \pm 10,7$  e escala de Ashworth de  $1,8 \pm 0,9$ . A intensidade de corrente elétrica utilizada no braço diferiu entre a EEF ( $18,1 \pm 3,2$  mA) e o placebo ( $10,2 \pm 3,6$  mA;  $p < 0,001$ ). No antebraço também houve diferença entre as intensidades utilizadas na EEF ( $16,9 \pm 2,7$  mA) e no placebo ( $10,7 \pm 3,1$  mA;  $p < 0,001$ ).

Os valores de ADM e da EFM estão apresentados na Tabela 1. A intervenção placebo não promoveu alterações significativas em nenhuma das variáveis. Após a aplicação da EEF, foram evidenciados aumentos de aproximadamente 10% na abdução de ombro, 13% na rotação interna, 9% na extensão de cotovelo e melhora de 8% da função sensório-motora. As demais variáveis de ADM não se modificaram. A intervenção placebo e a EEF não diferiram entre si quanto à ADM e à EFM. Os valores da sensibilidade dorsal da mão não se modificaram durante o estudo.

A Tabela 2 apresenta os valores obtidos de P<sub>Imax</sub>, P<sub>E<sub>max</sub></sub>, CVF, VEF<sub>1</sub>, relação VEF<sub>1</sub>/CVF e VVM, e os valores em percentual do predito. A média dos valores de P<sub>Imax</sub>, P<sub>E<sub>max</sub></sub> e VVM estão abaixo do predito para o sexo e idade.

A análise de correlações das habilidades físico-funcionais com a função pulmonar e força muscular respiratória foram realizadas com 14 sujeitos, pois cinco pacientes foram incapazes de executar as manobras respiratórias solicitadas. A P<sub>E<sub>max</sub></sub> se correlacionou com o índice de Barthel ( $r=0,666$ ;  $p=0,009$ ; Figura 1A) e com a flexão de ombro ( $r=0,605$ ;  $p=0,022$ ; Figura 1B). O percentual do predito da VVM se correlacionou com o índice de Barthel ( $r=0,606$ ;  $p=0,022$ ; Figura 1C). As demais variáveis espirométricas e de força muscular respiratória não se correlacionaram com a ADM e as habilidades físico-funcionais.

## Discussão

Os principais achados deste estudo demonstraram os efeitos agudos e benéficos da EEF sobre o aumento da ADM de abdução e rotação interna do ombro, extensão do cotovelo e na função sensório-motora de sujeitos com hemiplegia espástica. Foram observadas correlações da P<sub>E<sub>max</sub></sub> com o índice de Barthel, e flexão de ombro e da VVM com o índice de Barthel.

Pacientes com hemiplegia espástica de ombro apresentam redução de ADM, principalmente nos movimentos de abdução, flexão e rotação externa do ombro<sup>7</sup>. A análise do grau de espasticidade também demonstra relação direta com o grau de limitação da articulação do ombro, contribuindo para a alteração da biomecânica e para a restrição dos movimentos<sup>20</sup>. A melhora da função articular de ombro obtida neste estudo corrobora outros achados que demonstraram os efeitos da EEF ao promover a ativação da musculatura adjacente, a melhora na congruência da articulação glenoumeral e a aquisição de ganhos funcionais<sup>9,10</sup>. No entanto, os efeitos agudos da EEF sobre a ADM de ombro não haviam sido relatados até o momento. Com os benefícios obtidos pela EEF, tanto pelo aumento da abdução quanto da rotação interna, é cabível sugerir que esta terapêutica aplicada previamente à sessão de fisioterapia poderá induzir a facilitação dos movimentos de ombro e propiciar melhor desempenho nas atividades funcionais exercitadas durante os atendimentos fisioterapêuticos.

As limitações de ADM de cotovelo também são manifestações típicas de pacientes espásticos, devido ao característico padrão flexor que inibe a extensão total e a flexão superior a 90°<sup>21</sup>. Os achados da atual pesquisa demonstram o aumento da ADM de extensão de cotovelo após o uso da EEF, o que momentaneamente poderá induzir a um melhor desempenho em exercícios que envolvam maiores arcos de movimento.

Neste estudo, constatou-se melhora da função sensório-motora pela EFM em resposta a aplicação da EEF. Salienta-se que este incremento pode ser momentâneo e refere-se aos

**Tabela 1: Amplitudes de movimento articular (em graus) e escala de Fugl-Meyer antes e após cada intervenção**

		Placebo	EEF	Anova (valor de p)		
				Tempo	Intervenção	Interação
Flexão de ombro	Pré	80,6 ± 38,4	83,2 ± 39,9	0,548	0,775	0,693
	Pós	75,5 ± 36,8	82,5 ± 41,6			
Abdução de ombro	Pré	72,8 ± 25,6	73,2 ± 23,9	0,049	0,535	0,077
	Pós	73,3 ± 23,4	80,4 ± 25,9*			
Rotação interna de ombro	Pré	56,4 ± 19,9	53,2 ± 22,7	0,002	0,848	0,204
	Pós	59,5 ± 20,6	60,1 ± 17,9*			
Rotação externa de ombro	Pré	27,0 ± 21,4	29,5 ± 21,0	0,631	0,601	0,388
	Pós	24,9 ± 21,8	30,1 ± 22,7			
Flexão de cotovelo	Pré	90,7 ± 34,8	89,8 ± 31,8	0,227	0,992	0,667
	Pós	95,0 ± 31,8	96,1 ± 29,5			
Extensão de cotovelo	Pré	74,6 ± 36,6	86,5 ± 29,4	0,025	0,175	0,265
	Pós	77,9 ± 35,3	94,5 ± 25,5*			
Pronação de punho	Pré	69,3 ± 23,0	71,5 ± 22,8	0,108	0,809	1,000
	Pós	73,3 ± 21,8	75,5 ± 22,1			
Supinação de punho	Pré	46,2 ± 28,8	46,0 ± 27,5	0,638	0,931	0,745
	Pós	46,7 ± 24,9	48,8 ± 25,6			
Flexão de punho	Pré	50,8 ± 35,3	49,8 ± 31,3	0,818	0,655	0,061
	Pós	43,0 ± 33,9	56,0 ± 30,8			
Extensão de punho	Pré	25,1 ± 21,8	27,9 ± 20,9	0,130	0,820	0,513
	Pós	32,7 ± 22,5	33,1 ± 19,7			
Escala de Fugl-Meyer	Pré	72,1 ± 20,2	71,7 ± 20,4	<0,001	0,876	0,158
	Pós	75,2 ± 21,9	77,7 ± 21,9*			

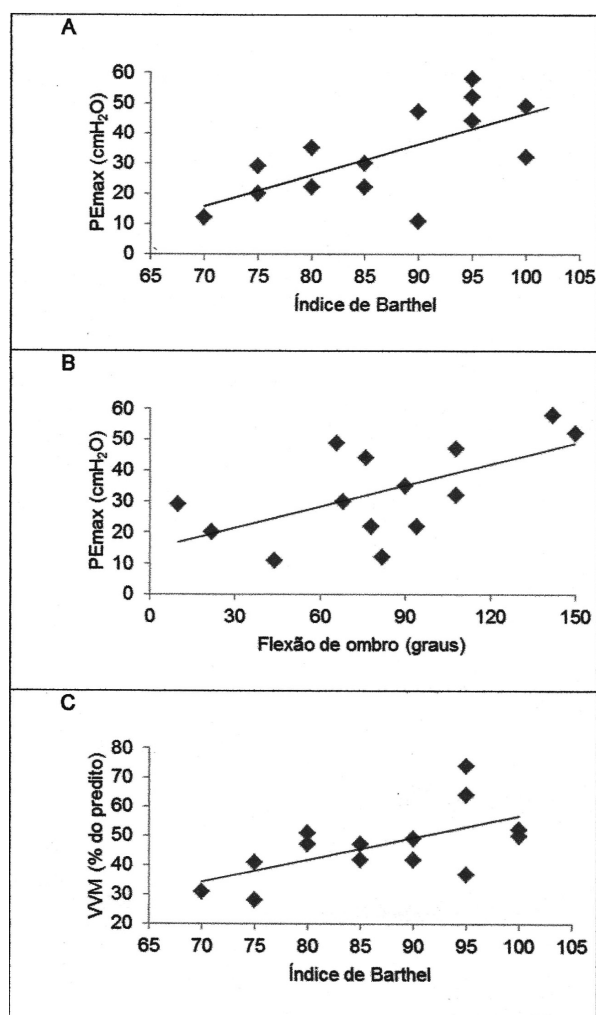
Valores expressos em média±DP. \* = diferença significativa em comparação ao pré-intervenção (p<0,05).

**Tabela 2: Valores obtidos e em percentual do predito da força muscular respiratória e função pulmonar**

	Obtido	% do predito
Plmax (-cmH <sub>2</sub> O)	34,2 ± 19,8	33,7 ± 18,4*
PEmax (cmH <sub>2</sub> O)	33,1 ± 15,0	30,7 ± 13,2*
CVF (L)	3,7 ± 1,2	95,3 ± 18,1
VEF <sub>1</sub> (L)	3,0 ± 1,0	97,5 ± 21,0
VEF <sub>1</sub> /CVF	80,4 ± 5,2	105,01 ± 6,2
VVM (L/min)	53,2 ± 16,3	46,8 ± 12,0*

Valores expressos em média±DP. Plmax: pressão inspiratória máxima; PEmax: pressão expiratória máxima; CVF: capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF<sub>1</sub>/CVF: relação VEF<sub>1</sub>/CVF; VVM: ventilação voluntária máxima. \* = diferença significativa entre os valores preditos e os obtidos (p<0,05).

efeitos agudos diante de apenas uma aplicação. Porém, não foram identificados, até o momento, relatos que discutam este tipo de abordagem em pacientes com hemiplegia espástica do membro superior. Corrêa et al.<sup>7</sup> referiram os efeitos terapêuticos pelo uso contínuo da EEF associada à cinesioterapia e verificaram o aumento dos escores totais na EFM. Outros autores referem que o aumento na estimulação somatossensorial induzida pela EEF no membro superior hemiplégico pode beneficiar o desempenho funcional de pacientes com AVE em fase crônica<sup>11,22</sup>. Em um recente estudo, também foram relatados o aumento da quantidade do uso e o da qualidade dos movimentos do membro superior parético



**Figura 1:** Correlação entre a PEmax e o índice de Barthel (A), entre a PEmax e a flexão de ombro (B) e entre a VVM (em percentual do predito) e o índice de Barthel (C)

em resposta à estimulação elétrica neuromuscular associada ou não à cinesioterapia<sup>23</sup>.

Outro aspecto investigado neste grupo de pacientes foram as variáveis relacionadas à função pulmonar e à força muscular respiratória. As médias da CVF, VEF<sub>1</sub> e relação VEF<sub>1</sub>/CVF estiveram próximo ao percentual do predito e sugerem a ausência de patologias respiratórias crônicas. No entanto, a VVM, medida que avalia o grau de limitação ventilatória<sup>24</sup>, esteve reduzida em relação ao predito, evidenciando-se o decréscimo na *performance* muscular respiratória nestes pacientes. Também foi identificada a

fraqueza muscular respiratória em relação aos valores preditos, o que corrobora alguns achados prévios<sup>25,26</sup>. Estas alterações podem comprometer o controle motor necessário à manutenção sinérgica dos músculos envolvidos nos ciclos respiratórios<sup>5</sup>. Assim, alterações respiratórias descritas em pacientes após AVE, são caracterizadas pelo comprometimento da mecânica pulmonar e da força muscular respiratória, que além de prejudicar a função pulmonar, podem ocasionar complicações respiratórias e internações hospitalares recorrentes<sup>21</sup>.

Na atual pesquisa, foram evidenciadas associações da PEmax e da VVM com o índice de Barthel, o que pode representar a importância e o envolvimento da musculatura respiratória, especialmente dos músculos expiratórios, nas atividades de vida diária destes pacientes. A associação entre a PEmax e a ADM de flexão de ombro, demonstra uma relação direta entre a fraqueza muscular expiratória e a redução de ADM decorrentes da espasticidade flexora deste segmento. Estes achados apontam para a possibilidade de intervenções voltadas a melhorar a *performance* dos músculos expiratórios e que, possivelmente, exercerão efeitos relevantes na ADM de ombro e nas AVDs.

## Conclusão

A EEF aplicada em uma única sessão promoveu melhora na ADM de ombro e cotovelo e na função sensorio-motora. Este benefício pode acarretar melhor desempenho de pacientes com espasticidade de membro superior durante as sessões de fisioterapia. A força muscular expiratória pode ser um fator interveniente para a melhora das AVDs e da ADM de ombro nestes indivíduos e mostra-se como um instrumento de investigação em potencial. Os achados contribuem para um melhor entendimento dos efeitos agudos da EEF sobre a funcionalidade do membro superior espástico de pacientes com seqüela de AVE, proporcionando-lhes uma melhor perspectiva de qualidade na atenção fisioterapêutica.

## Agradecimentos

Os atores agradecem à fisioterapeuta Vanessa Michelin Cocco, pelo apoio na coleta de dados, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (processo 1010060) e ao Programa FIPE Júnior/UFSM (Edital 016/2012), pelo amparo financeiro.

## Referências

- Marciniak C. Poststroke hypertonicity: upper limb assessment and treatment. *Top Stroke Rehabil.* 2011;18(3):179-94.
- Cardoso E, Pedreira G, Prazeres A, Ribeiro N, Melo A. Does botulinum toxin improve the function of the patient with spasticity after stroke? *Arq Neuropsiquiatr.* 2007;65(3A):592-5.
- Sezer N, Ordu NK, Sutbeyaz ST, Koseoglu BF. Cardiopulmonary and metabolic responses to maximum exercise and aerobic capacity in hemiplegic patients. *Funct Neurol.* 2004;19(4):233-8.
- Britto RR, Rezende NR, Marinho KC, Torres JL, Parreira VF, Teixeira-Salmela LF. Inspiratory muscular training in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011;92(2):184-90.
- Butler JE. Drive to the human respiratory muscles. *Respir Physiol Neurobiol.* 2007;159(2):115-26.
- Teixeira-Salmela LF, Parreira VF, Britto RR, Brant TC, Inácio EP, Alcântara TO, et al. Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(10):1974-8.
- Corrêa JB, Borges HC, Lucareli PRG, Liebano RE. Estimulação elétrica funcional na subluxação crônica do ombro após acidente vascular encefálico: relato de casos. *Fisioter Pesq.* 2009;16(1):89-93.
- Oberg TD, Sovi FX, Cliquet JA. Restoring upper limb movement to quadriplegics through microcomputer controlled NMES. *Phys Med Biol.* 1994;39(Suppl):S880.
- Corrêa JB, Lucareli PRG, Lima MO, Liebano RE. Estimulação elétrica funcional na subluxação inferior do ombro hemiplégico. *Fisioter Bras.* 2007;8(5):379-82.
- Wang RY, Chan RC, Tsai MW. Functional electrical stimulation on chronic and acute hemiplegic shoulder subluxation. *Am J Phys Med Rehabil.* 2000;79(4):385-90.
- Hara Y, Ogawa S, Tsujiuchi K, Muraoka Y. A home-based rehabilitation program for the hemiplegic upper extremity by power-assisted functional electrical stimulation. *Disabil Rehabil.* 2008;30(4):296-304.
- Tan Z, Liu H, Yan T, Jin D, He X, Zheng X, et al. The effectiveness of functional electrical stimulation based on a normal gait pattern on subjects with early stroke: a randomized controlled trial. *Biomed Res Int.* 2014.
- Campos TF, Rodrigues CA, Farias IMA, Ribeiro TS, Melo LP. Comparação dos instrumentos de avaliação do sono, cognição e função no acidente vascular encefálico com a classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde (CIF). *Rev Bras Fisioter.* 2012;16(1):23-9.
- Correia ACS, Silva JDS, Silva LVC, Oliveira DA, Cabral ED. Crioterapia e cinesioterapia no membro superior espástico no acidente vascular cerebral. *Fisioter Mov.* 2010;23(4):555-63.
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J.* 2005;26(2):319-38.
- Kaminski DM, Schaan BD, da Silva AM, Soares PP, Plentz RD, Dall'Ago P. Inspiratory muscle weakness is associated with autonomic cardiovascular dysfunction in patients with type 2 diabetes mellitus. *Clin Auton Res.* 2011;21(1):29-35.
- Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res.* 1999;32(6):719-27.
- Anjos DMC, Araújo IL, Barros VM, Pereira DAG, Pereira DS. Avaliação da capacidade funcional em idosos diabéticos. *Fisioter Pesq.* 2012;19(1):73-8.
- Fugl-Meyer AR, Jääskö L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient: a method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med.* 1975;7(1):13-31.
- Lianza S, Pavan K, Schmidt K, Lopes E, Silva RM, Carvalho NAA. Avaliação da amplitude de movimento de ombros em pacientes hemiplégicos. *Med Rehabil.* 2005;24(1):2-5.

21. Fernandes FE, Martins SRG, Bonvent JJ. Efeito do treinamento muscular respiratório por meio do manovacuômetro e do Threshold PEP em pacientes hemiparéticos hospitalizados. *IFMBE Proceed.* 2008;18:1199-202.
22. Goffredo M, Bernabucci I, Schmid M, Conforto S. A neural tracking and motor control approach to improve rehabilitation of upper limb movements. *J Neuroengin Rehabil.* 2008;5:5.
23. Souza JO, Silva SA, Januário PO, Cruz AT. Influência da estimulação elétrica neuromuscular e cinesioterapia nos movimentos de pacientes hemiparéticos. *ConScientiaeSaúde.* 2014;13(2):246-51.
24. Brunetto AF, Pitta FO, Paulin E, Probst VS, Yamaguti WPS, Ferreira LF. Relação entre capacidade ventilatória e exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica moderada-grave. *Rev Bras Fisioter.* 2003;7(1):41-7.
25. Teixeira-Salmela LF, Parreira VF, Britto RR, Brant TC, Inácio EP, Alcântara TO, et al. Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(10):1974-8.
26. Pinheiro MB, Polese JC, Faria CD, Machado GC, Parreira VF, Britto RR, et al. Inspiratory muscular weakness is most evident in chronic stroke survivors with lower walking speeds. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014;50(3):301-7.