

Efeitos da irradiação de força contralateral na extensão de punho de pacientes após acidente vascular cerebral

Effects of contralateral force irradiation in the wrist extention, in patients after stroke

Mariana Luiza da Silva Queiroz¹, Débora Wanderley², Maria das Graças Wanderley de Sales Coriolano³, Luciana Rodrigues Belo⁴, José Vicente Martins⁵, Paulo José Moté Barboza⁶, Daniella Araújo de Oliveira⁷

RESUMO

Fundamento: Um dos princípios de irradiação de força da facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) é estimular a musculatura fraca, a partir da resistência da musculatura forte, contribuindo para o aprendizado motor. Por esta razão, este procedimento básico tem sido utilizado em pacientes após acidente vascular cerebral (AVC), no tratamento da hemiparesia contralateral à lesão. **Objetivo:** Avaliar os efeitos da técnica de irradiação de força contralateral no controle motor para ativação dos músculos extensores de punho em pacientes após AVC. **Métodos:** Foram incluídos 10 participantes de ambos os sexos (62±6,4 anos), divididos em grupo hemiparético (n=5) e controle saudável (n=5). Foi realizado o padrão da FNP: flexão, abdução e rotação externa no membro não afetado do grupo hemiparético e no braço direito do controle. O sinal eletromiográfico dos músculos extensores radial longo e curto do carpo foi registrado em duas etapas (FNP1 e FNP2). Foram realizadas quatro repetições do padrão, mantidas por 6 segundos. A ativação muscular foi analisada pela *root mean square* (RMS). **Resultados:** Houve aumento na ativação da musculatura extensora do punho por irradiação entre as etapas FNP1 e FNP2 de 7,32% no grupo hemiparético e de 18,62% no grupo saudável, porém sem diferença estatística ($p>0,05$). A resposta motora foi maior na etapa FNP2, após a repetição das diagonais. **Conclusão:** Não houve ativação significativa dos extensores de punho em pacientes hemiparéticos com o procedimento de irradiação de força da FNP. Todavia, a repetição parece aumentar a resposta de irradiação de força em pacientes após AVC.

Palavras-chave: Acidente vascular cerebral; Força muscular; Exercícios de alongamento muscular; Eletromiografia.

ABSTRACT

Background: A principle of force irradiation of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) is to stimulate the weak muscles by applying resistance in strong muscles, contributing to motor learning. Therefore, this technique is used in patients after stroke, to treat the hemiplegia contralateral to the lesion. **Objective:** To evaluate contralateral force irradiation effects in motor control for activation of the wrist extensors in patients after ischemic stroke. **Methods:** The study included 10 subjects of both sexes (62±6.4 years) divided into hemiparetic group (n=5) and healthy controls (n=5). We performed the PNF pattern: flexion, abduction and external rotation in the unaffected member of the hemiparetic group and in the right arm of the control. The electromyography signal of the long and short radial extensor carpi was recorded in the first stage (FNP1), in which the diagonal was repeated 4 times, and in the standard learning stage (FNP2), with 4 times. The contractions were maintained for 6 seconds. Muscle activation was analyzed by the root mean square (RMS). **Results:** There was an increase in the extensor muscles of the wrist activation by irradiation between FNP1 and FNP2 stages, of 7.32% in hemiparetic group and 18.62% in healthy group, without statistical difference ($p>0.05$). Motor response was higher in FNP2 stage, after the repetition of the diagonals. **Conclusion:** There was no significant activation of the wrist extensors in hemiparetic patients with the technique of force irradiation of PNF. However, the repetition seems to increase the force irradiation response in patients after stroke.

Keywords: Stroke; Muscle strength; Muscle Stretching Exercises; Electromyography.

¹Fisioterapeuta, MSc. Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Pernambuco, PE, Brasil.

²Fisioterapeuta, Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento, Universidade Federal de Pernambuco, PE, Brasil.

³Fisioterapeuta, PhD. Departamento de Anatomia, Universidade Federal de Pernambuco, PE, Brasil.

⁴Fonoaudióloga, Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento, Universidade Federal de Pernambuco, PE, Brasil.

⁵Fisioterapeuta, MSc. Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁶Fisioterapeuta, Centro Integrado de Reabilitação e Terapia Aquática (CIRTA), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁷Fisioterapeuta, PhD. Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Pernambuco, PE, Brasil.

Endereço para correspondência: Daniella Araújo de Oliveira. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Pernambuco Av. Jorn. Anibal Fernandes, s/n, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, 50740-560. Fone: (55-81) 21268937, Fax: (55-81) 21268491 e-mail: sabino_daniella@ig.com.br

INTRODUÇÃO

O acidente vascular cerebral (AVC) é uma das principais causas de morte¹ e de incapacidade entre adultos no mundo¹⁻⁶. Dados epidemiológicos mostram que nos Estados Unidos mais de quatro milhões de pessoas vivem com deficiências decorrentes de um AVC. No Brasil, é a primeira causa de mortalidade^{1,3}, representando um importante problema de saúde pública. Um ano após o AVC, cerca de 17% a 49% dos indivíduos permanecem parcial ou completamente dependentes e 11% a 17% necessitam de hospitalização⁴.

Após o AVC, a recuperação do membro superior é incompleta e varia de 20% a 80%⁷, limitando independência funcional dos pacientes². Neste contexto, as técnicas e os conceitos de reabilitação utilizados na Fisioterapia, dentre eles a Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP)⁸, buscam maximizar a capacidade funcional desses pacientes, por reduzir as limitações funcionais decorrentes do desuso².

Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva é um conceito de tratamento que tem cinco bases filosófica: abordagem positiva, abordagem funcional, mobilização de reservas, considera o paciente como um todo e baseia-se nos princípios do controle motor e aprendizagem motora. Além disso, o conceito FNP utiliza princípios e procedimentos básicos associados a técnicas específicas⁸⁻¹¹. Um dos procedimentos da FNP é a irradiação de força ou educação cruzada, cuja função é estimular a musculatura fraca, por meio da movimentação ativa do indivíduo contra uma resistência máxima apropriada^{8,11-13}, facilitando a ativação dos músculos lesionados e fracos por meio de uma abordagem positiva e indireta.^{8,11,13-14}

Sabe-se que o desempenho motor melhora com a aprendizagem da habilidade a ser realizada e que esse princípio ocorre tanto em indivíduos saudáveis, quanto naqueles que sofreram algum dano neurológico¹⁵. Ademais, a maior variedade de experiências dentro de uma determinada tarefa leva a um aprendizado mais forte e, consequentemente, a uma maior resposta motora¹⁶. Neste contexto, a FNP é um conceito que utiliza a realimentação sensorial, oferecendo experiências que podem favorecer o aprendizado e o desempenho motor.

Diante dos achados, pesquisas buscam avaliar a ativação da musculatura co-agonista e co-antagonista durante os exercícios unilaterais, a fim de fornecer maiores evidências sobre a irradiação de força^{8,11,13-14,17-18}. Um músculo agonista no membro exercitado é considerado um co-

-agonista no membro hemiparético contralateral¹¹. Neste sentido, os mecanismos fisiológicos envolvidos não são totalmente esclarecidos, mas parece haver um aumento da excitabilidade das sinapses que ocorrem no corno medular anterior e nas aferências medulares em direção ao córtex, para o membro ipsilateral e contralateral¹⁹. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da técnica de irradiação de força contralateral no controle motor para ativação dos músculos extensores de punho em pacientes após AVC.

MÉTODOS PARTICIPANTES

Trata-se de um estudo quasi-experimental, no qual foram incluídos 10 participantes de ambos os sexos, divididos em grupo controle (n=5) e grupo hemiparético (n=5), encaminhados do ambulatório de neurologia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). O grupo controle foi formado por participantes saudáveis (61±2,5 anos), todos destros e sem histórico de doença neurológica e ortopédica em ambos os membros superiores. Já o grupo hemiparético foi formado por pacientes que tiveram AVC isquêmico (62±6,4 anos), cujo diagnóstico foi confirmado pela avaliação clínica e por meio de exames clínico e de imagem (tomografia computadorizada, ressonância magnética, angiografia cerebral ou ambas), indicando acometimento da artéria cerebral média.

Foram incluídos participantes com tempo de AVC isquêmico entre 6 meses e até 3 anos e com boa cognição, cujo ponto de corte no Mini-Exame do Estado Mental é 18/19 para iletrados e 24/25 para letrados²⁰. Quanto ao grau de espasticidade, foram incluídos participantes que obtiveram entre 1 e 2 pontos na escala de Ashworth modificada, na qual os valores variam de 0 (não há aumento do tônus) a 4 pontos (membro rígido, muito grave), quantificando a resistência encontrada durante a realização de movimentos passivos²¹. Foram excluídos sujeitos afásicos, com deformidades no punho, arritmias cardíacas, hipertensão arterial descontrolada e problemas respiratórios graves.

O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da UFPE, Recife, PE, Brasil (CEP/CCS/UFPE 186/11). Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

PROTOCOLO DE INTERVENÇÃO COM FACILITAÇÃO

NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA

Em ambos os grupos, com os voluntários sentados, foi solicitada uma contração isométrica dos extensores do punho contra uma resistência manual. O movimento foi repetido três vezes em cada lado nos dois grupos, com o objetivo de avaliar se o participante era capaz de contrair ativamente os extensores de punho, através da análise do sinal eletromiográfico. A capacidade de contração voluntária era requisito para permanência no estudo.

Na sequência, os participantes foram posicionados em decúbito dorsal e foi realizado o protocolo de FNP. No grupo hemiparético o padrão de movimento foi realizado no membro superior não afetado e o braço parético foi mantido em repouso com a palma da mão virada para a cama. No grupo controle o padrão foi realizado no braço direito e o braço esquerdo permaneceu em repouso com a palma voltada para a cama. O padrão utilizado foi flexão, abdução e rotação externa²¹, com o propósito de promover a irradiação de força para ativação da extensão e abdução do ombro e irradiação para os músculos extensores de punho do membro em repouso.²² Durante a execução do padrão, em ambos os grupos foram utilizados comandos verbais e aplicada uma resistência manual ao movimento de extensão do punho, a fim de estimular a contração voluntária máxima muscular. O protocolo foi aplicado pelo mesmo fisioterapeuta em todos os participantes.

No primeiro momento (etapa FNP1), o objetivo foi ensinar o padrão de movimento, que foi repetido quatro vezes, enquanto era registrado o sinal eletromiográfico bilateralmente. Na sequência, foi realizada a execução do padrão, repetindo o movimento oito vezes, sem coleta de sinal eletromiográfico. Posteriormente, foi realizada a etapa de aprendizagem do padrão (etapa FNP 2), com mais quatro repetições, enquanto era registrado o sinal eletromiográfico. As contrações foram mantidas por 6 segundos. O intervalo entre as repetições foi determinado individualmente por cada paciente e cada sessão teve duração de aproximadamente 30 minutos.

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO ELETROMIOGRÁFICA

O equipamento EMG System do Brasil LTDA, modelo EMG 410C, foi conectado a um computador portátil. O aparelho tem quatro canais, com pré-amplificadores, frequência de amostragem por canal de 2.000 Hz, filtro passa-banda de 20 a 500 Hz do tipo *butterworth*, amplificado 2.000 vezes (rejeição de modo comum >120 dB), digitalizado com frequência de 2 KHz por canal e faixa de

amplitude de -5 a +5 volts. Após a coleta o sinal foi digitalizado e convertido para o formato (.txt) e analisado pelo software EMG bioanalyzer^{BR}, que processa o sinal bruto em uma onda retificada e filtrada por uma janela móvel de 100ms²³.

A captação dos sinais obedeceu às recomendações do projeto da União Europeia de Eletromiografia de Superfície para a Abordagem não Invasiva Muscular (SENIAM)²⁴. Os sinais eletromiográficos foram detectados utilizando dois eletrodos retangulares de superfície (Ag/AgCl, autoadesivos, bipolares) posicionados sobre o ventre dos músculos extensores radial longo e curto do carpo. No grupo controle, o sinal foi captado no braço esquerdo, já no grupo hemiparético, no membro parético, com o objetivo de avaliar se os padrões da FNP realizados no membro contralateral foram capazes de promover irradiação de força. Os eletrodos foram separados por uma distância de vinte milímetros²⁴⁻²⁵.

A amplitude do sinal (v) foi o parâmetro da atividade elétrica analisado, fornecendo dados sobre a ativação do músculo, quantificada pelos valores da *root mean square* (RMS). As contrações isométricas foram repetidas três vezes em cada segmento e a média dos valores da RMS normalizada foi utilizada para a comparação entre os grupos (RMS contração). O mesmo foi feito durante a realização das diagonais da FNP (RMS da diagonal). A normalização dos dados foi feita pelo valor médio da contração do sinal eletromiográfico, com o método da média dinâmica²⁵, transformando-o em porcentagem²⁶.

PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

O banco de dados foi digitado no programa *Microsoft Excel*, versão 2007 e exportado para o programa *SPSS* (versão 20.0) para análise. Os dados foram mostrados como média±erro padrão e percentual. Todas as variáveis apresentaram distribuição normal no teste de Kolmogorov-Smirnov. Foram aplicados o teste *t* de *Student* pareado, com nível de confiança de 95%, considerando significativo quando $p < 0,05$.

RESULTADOS

Inicialmente foram recrutados 20 participantes com hemiparesia após AVC, dos quais 15 foram excluídos pelos critérios de elegibilidade. Foram efetivamente incluídos no estudo 5 participantes hemiparéticos, dos quais 2 eram mulheres, cuja média do tempo do *ictus* do AVC foi de $31 \pm 7,7$ meses. Três pacientes apresentavam hemipare-

Tabela 1. Análise da ativação muscular dos extensores de punho, por meio dos valores individuais e normalizados da root mean square, nos grupos hemiparético e controle.

Root mean square									
Grupo Hemiparético	Contração isométrica			FNP 1			FNP 2		
	MH	MS	N %	MH	MS	N%	MH	MS	N%
1	49,620	244,562	20,289	35,950	106,327	19,694	37,024	188,002	33,811
2	1,508	43,125	3,496	1,264	47,026	2,021	8,071	62,552	17,162
3	54,110	96,090	56,311	8,667	74,005	13,587	11,295	63,788	15,263
4	11,833	66,663	17,750	5,966	210,799	3,098	6,892	192,576	3,270
5	105,903	217,527	48,685	7,963	67,739	8,139	9,235	97,835	13,633
Grupo Controle	Contração isométrica			FNP 1			FNP 2		
	MSD	MSE	N %	MSD	MSE	N %	MSD	MSE	N %
1	383,611	223,667	58,306	101,276	25,029	24,713	107,716	32,301	29,987
2	122,413	102,088	119,910	53,015	7,895	14,892	57,575	14,913	25,901
3	30,220	77,470	39,009	28,079	5,990	21,332	59,042	8,167	32,766
4	197,312	233,438	84,524	78,070	11,070	14,179	102,874	13,758	24,679
5	350,738	279,083	79,570	107,169	19,459	18,158	115,509	31,502	27,272

N % = valores normalizados; MH: membro hemiparético; MS: membro saudável; MSD: membro superior direito; MSE: membro superior esquerdo; FNP 1: ensinando o padrão de facilitação neuromuscular proprioceptiva; FNP 2: aprendizagem do padrão de facilitação neuromuscular proprioceptiva.

sia esquerda. O grupo controle (n=5), foi formado pelos acompanhantes dos pacientes, sendo 2 mulheres. Não houve diferença entre os grupos em relação à idade (p=0,752).

A análise da ativação muscular, por meio da RMS, é apresentada na Tabela 1. Houve irradiação da força nas etapas FNP1 e FNP2, promovendo a ativação contralateral dos músculos extensores do punho, tanto no grupo hemiparético, quanto no grupo controle (Tabela 1). Ao comparar as etapas FNP1 e FNP2 do grupo hemiparético, foi observado um aumento de 7,32% na ativação da musculatura extensora do punho. Já no grupo controle, o aumento foi de 18,62%.

Na Figura 1, observa-se que houve a ativação muscular dos extensores radiais longo e curto do carpo, no momento da realização das etapas FNP 1 e FNP 2, em ambos os grupos, porém sem diferença estatística (p>0,05).

DISCUSSÃO

No presente estudo, foi possível observar a ativação contralateral dos músculos extensores de punho em pacientes hemiparéticos após acidente vascular cerebral isquêmico, utilizando a irradiação de força contralateral por meio do FNP. A repetição do movimento pareceu favorecer o controle motor, decorrente de uma maior resposta motora na eletromiografia entre os momentos FNP1 e FNP2. Entretanto, devido à ausência de diferença estatística, possivelmente pelo pequeno tamanho amostral, não confirmamos a nossa hipótese.

É provável que a utilização da irradiação de força represente uma modalidade de tratamento indireto²⁷, útil para estimular o aprendizado motor e a reabilitação deste grupo de pacientes. Ao analisar os efeitos do aprendizado motor na resposta motora, em nosso estudo, é provável que os participantes tenham aprendido melhor o padrão de

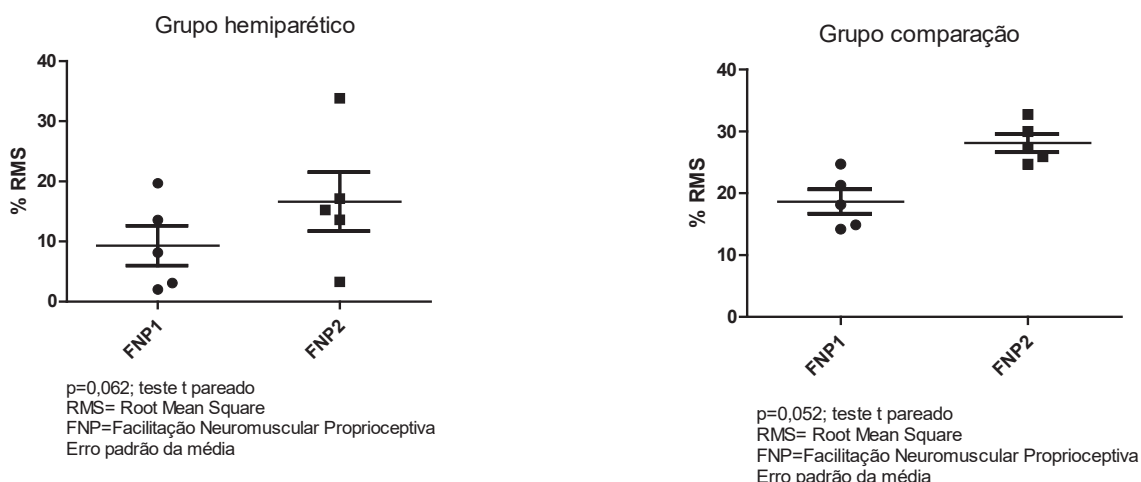


Figura 1. Representação dos valores da root mean square em porcentagem

movimento durante a etapa final (FNP2), pois as conexões neurais corticais podem ser remodeladas pelas experiências²⁸ e também durante o aprendizado²⁹. Todavia, não foram aplicados, no presente estudo, testes que avaliassem tarefas funcionais, tais como o *Wolf Motor Function Test* e o *Jebesen-Taylor Test*³⁰, as quais poderiam ser comparadas antes e após as etapas FNP 1 e 2.

Corroborando esses achados, dois estudos³¹⁻³² destacam que o efeito do princípio da irradiação de força depende da quantidade de estímulos que vão das vias motoras centrais para os músculos em contração, além das aferências para os neurônios motores contralaterais. Assim, quanto maior o número de repetições e o tempo de treino, maior seria o número de estímulos para ativar as vias contralaterais, aumentando a ativação muscular. Neste contexto, sabe-se que durante a aprendizagem e treinamento motor a representação dos movimentos específicos é usada para o sucesso do desempenho das tarefas motoras e, quando selecionada, expande no córtex a custa de outras representações dos membros³³.

Além disso, a irradiação de força contralateral dos extensores do punho observada pode ser explicada pelo aumento na excitação dos centros motores e dos trajetos do sistema nervoso central, especialmente nas células do corno anterior da medula. Nesta região ocorrem as sinapses dos interneurônios, os quais projetam aferências ao cérebro, para o mesmo membro e para o membro contralateral³⁴⁻³⁵. De acordo com um estudo³⁶, a atividade voluntária unilateral também envolve atividade motora no córtex contralateral, sugerindo que o treinamento unilateral generalizado demanda contrações bilaterais sobre a musculatura³⁵.

Na literatura, alguns estudos^{18,37} avaliaram os efeitos da irradiação de força contralateral em pacientes pós-AVC, porém utilizando diferentes diagonais e avaliando a ativação de diferentes músculos. Em um desses estudos³⁷ foram avaliados os resultados da educação cruzada no membro superior e inferior de 11 pacientes pós-AVC agudo. Foram realizados exercícios ativos com diferentes cargas nas extremidades não afetadas, enquanto a ativação dos músculos bíceps braquial, tríceps braquial e quadríceps femoral da extremidade hemiparética era analisada pela eletromiografia. Houve irradiação de força contralateral durante todos os exercícios.

Já o outro trabalho¹⁸, investigou o padrão de irradiação contralateral em sete pacientes pós-AVC, aplicando diagonais da FNP em extensão na extremidade superior

não afetada e registrando a atividade muscular do iliopsoas, bíceps braquial e tríceps braquial. Os resultados apontam que as diagonais da FNP podem melhorar a atividade muscular do lado parético, através do princípio da irradiação.

Outro aspecto relevante é a aplicação da resistência durante a realização do conceito da FNP^{22,38}. Na presente pesquisa, a atividade muscular foi analisada durante os níveis máximos de contração dos extensores de punho, após a aplicação de uma resistência. Dessa forma, sugere-se que apenas treinando com intensidade igual ou superior a 50% da atividade eletromiográfica máxima ocorre o princípio da irradiação de força, promovendo efeitos de aumento da atividade muscular contralateral^{11,32,39}.

Neste contexto, um estudo¹¹ observou-se que a irradiação de força dos membros superiores em voluntários saudáveis é afetada pela direção da diagonal e pela intensidade da contração. Durante o exercício, a atividade do músculo deltóide medial, peitoral maior e trapézio superior no lado não dominante dos membros foi registrada pela eletromiografia superfície, mostrando que houve aumento na atividade muscular durante a realização das diagonais. A atividade muscular foi maior quando as realizadas diagonais em flexão com contração voluntária máxima.

Já em outra pesquisa⁴⁰, ao analisar a atividade eletromiográfica de músculos do membro contralateral durante a realização de exercícios isométricos e de exercícios sem resistência, não houve ativação contralateral. Os autores sugerem que não é a força máxima que ativa a irradiação, pois a execução ativa de uma força máxima com um membro não seria suficiente para promover sozinho a ativação no membro oposto. Por outro lado, propõem que é a FNP envolve um complexo sistema de alavancas que permite ativar a musculatura contralateral, provavelmente por usar padrões combinados de movimentos. Com essa afirmação, tornam-se necessários estudos que avaliem se é o uso da força máxima ou o sistema de alavanca capaz de ativar a contração contralateral.

Um dos aspectos clínicos relevantes deste estudo foi o conhecimento de que a irradiação de força pode promover mudanças na ativação muscular contralateral e que esta resposta sofre influências do processo de aprendizado motor, ativando as funções receptiva (*input*), integrativa (intra-hemisféricas e inter-hemisféricas) e expressiva (*output*), por meio da execução do movimento, representando um importante achado para o tratamento fisioterapêutico do paciente após AVC.

Os autores reconhecem que o pequeno tamanho da amostra foi uma limitação no presente estudo e esclarecem que o fato ocorreu devido às dificuldades de recrutar participantes que compusessem uma amostra homogênea, dentro dos critérios de elegibilidade estabelecidos. Além disso, especulamos se mudança no posicionamento do braço que estava em repouso poderia alterar o efeito da irradiação. Assim, sugerimos que em futuros estudos a mão seja posicionada em posição neutra, com a borda ulnar apoiada na cama com o dorso da mão encostado em alguma superfície.

CONCLUSÃO

Apesar de haver um padrão de aumento no recrutamento muscular dos extensores de punho em pacientes hemiparéticos semelhante aos voluntários saudáveis, com o procedimento de irradiação de força da FNP, não houve diferença estatística significativa. Todavia, a repetição parece favorecer o controle motor, aumentando a resposta de irradiação de força contralateral em pacientes após AVC como também nos controles.

O estudo contribuiu para somar relevâncias clínicas e científicas que sugerem que a técnica de irradiação de força da FNP pode vir a ser uma ferramenta útil na reabilitação motora após AVC.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse a serem declarados.

REFERÊNCIAS

- Pinto EB, Maso I, Pereira J, et al. Differential aspects of stroke and congestive heart failure in quality of life reduction: a case series with three comparison groups. *Health Qual Life Outcomes*. 2011;9:65.
- Bonifer NM, Anderson KM, Arciniegas DB. Constraint-induced movement therapy after stroke: efficacy for patients with minimal upper-extremity motor ability. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(9):1867-73.
- Souza WC, Conforto AB, André C. Terapia de restrição e indução do movimento em pacientes pós-AVC. *Fisioter Bras*. 2007;8(1):64-8.
- Teixeira-Salmela LF, Lima RCM, Souza AC, Goulart F. Mudanças na qualidade de vida associadas ao treinamento de hemiplégicos em academias. *Fisioter mov*. 2006;19(3):75-82.
- Senkio CH, Kill F, Negretti MR, Oliveira CA, Alves NPF. A utilização da escala de Fugl-Meyer no estudo do desempenho funcional de membro superior no tratamento de indivíduos hemiparéticos pós AVE. *Fisioter Bras*. 2005;6(1):13-8.
- Langhorne P, Stott D, Robertson L, et al. Medical complications after stroke a multicenter study. *Stroke*. 2000;31(6):1223-9.
- Morris JH, van Wijck F, Joice S, Ogston SA, Cole I, MacWalter RS. A comparison of bilateral and unilateral upper-limb task training in early post-stroke rehabilitation: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(7):1237-45.
- Meningroni PC, Nakada CS, Hata L, et al. Irradiação contralateral de força para ativação do músculo tibial anterior em portadores da doença de Charcot-Marie-Tooth: efeitos de um programa de intervenção por PNF. *Rev Bras Fisioter*. 2009;13(5):438-43.
- O'Hara J, Cartwright A, Wade CD, Hough AD, Shum GL. Efficacy of static stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation stretch on hamstrings length after a single session. *J Strength Cond Res*. 2011;25(6):1586-91.
- Costa UA, Cronemberger CD, Luz MPM, Portela TS, Matos LKBL. Estudo comparativo de duas técnicas de alongamento muscular: FNP (manter-relaxar) e passivo manual na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. *Ter Man*. 2008;6(26):218-22.
- Abreu R, Lopes AA, Sousa AS, Pereira S, Castro MP. Force irradiation effects during upper limb diagonal exercises on contralateral muscle activation. *J Electromyogr Kinesiol*. 2015;25(2):292-7.
- Arai M, Shimizu H, Shimizu M, Tanaka Y, Yanagisawa K. Effects of the use of cross-education to the affected side through various resistive exercises of the sound side and settings of the length of the affected muscles. *Hiroshima J Med Sci*. 2001;50(3):65-73.
- Yoo B, Park H, Heo K, et al. The effects of abdominal hollowing in lower-limb PNF pattern training on the activation of contralateral muscles. *J Phys Ther Sci*. 2013;25(10):1335.
- Kofotolis N, Vrabas I, Vamvakoudis E, Papanikolaou A, Mandroukas K. Proprioceptive neuromuscular facilitation training induced alterations in muscle fibre type and cross sectional area. *Br J Sports Med*. 2005;39(3):e11-e.
- Winstein C, Wing AM, Whittall J. Motor control and learning principles for rehabilitation of upper limb movements after brain injury. "In": Grafman J, Robertson IH. *Handbook of neuropsychology*. 2nd Edition. Baltimore: Elsevier; 2003. 79-138.
- Lage GM, Ugrinowitsch H, Apolinário-Souza T, et al. Repetition and variation in motor practice: A review of neural correlates. *Neurosci Biobehav Rev*. 2015;57:132-41.
- Pink M. Contralateral effects of upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation patterns. *Phys Ther*. 1981;61(8):1158-62.
- Kim W-H. Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on Muscle Irradiation Patterns of the Affected Side of in Stroke Patients: A Preliminary Study. *Phys Ther Korea*. 2009;16(2):59-66.
- Munn J, Herbert RD, Hancock MJ, Gandevia SC. Training with unilateral resistance exercise increases contralateral strength. *J Appl Physiol*. 2005;99(5):1880-1884.
- Brucki SM, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PH, Okamoto IH. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arq Neuropsiquiatr*. 2003;61(3B):777-81.
- Ashworth B. Preliminary trial of carisoprodol in multiple sclerosis. *Practitioner*. 1964;192:540.
- Adler SS, Beckers D, Buck M. *Gait Training. PNF in Practice*. 3rd Edition. Springer; 2008.
- Feodrippo P, Belo LR, Coriolano MdGWd, Menezes DCd, Lins OG. EMG BioanalyzerBR para a análise de sinais eletromiográficos na deglutição. *Rev CE-FAC*. 2012;14(3):498-505.
- Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol*. 2000;10(5):361-74.
- Burden A, Bartlett R. Normalisation of EMG amplitude: an evaluation and comparison of old and new methods. *Med Eng Phys*. 1999;21(4):247-57.
- Criswell E. Cram's introduction to surface electromyography. 2nd Edition. Jones & Bartlett Publishers; 2010.
- Hazaki K, Ichihashi N, Morinaga T. Electromyographic Analysis of Thigh Muscles in PNF Patterns of the Lower Extremity: Muscle Activities in the Lengthened Range. *J Phys Ther Sci*. 1996;8(1):29-32.
- Nudo RJ, Wise BM, SiFuentes F, Milliken GW. Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery after ischemic infarct. *Science*. 1996;272(5269):1791-4.
- Rothwell JC. Plasticity in the human motor system. *Folia Phoniatr Logop*. 2010;62(4): 153-157.
- Avelino PR; Menezes KKP; Carvalho AC; Hirochi TL; Teixeira-Salmela L F. Revisão das propriedades psicométricas de testes de coordenação motora dos membros superiores em hemiparéticos. *Rev Ter Ocup Univ São Paulo*. 2013;24(3):273-80.
- Røe C, Brox J, Saugen E, Vøllestad N. Muscle activation in the contralateral passive shoulder during isometric shoulder abduction in patients with unilateral shoulder pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2000;10(2):69-77.
- Zhou S. Cross education and neuromuscular adaptations during early stage of strength training. *J Exerc Sci Fit*. 2003;1(1):54.
- de Pinho Borella M, Sacchelli T. Os efeitos da prática de atividades motoras sobre a neuroplasticidade. *Rev Neurocienc*. 2009;17(2):161-9.
- Kabat H, Knott M. Proprioceptive facilitation technics for treatment of pa-

- ralysis. *Phys Ther Rev.* 1953;33(2):53.
35. Munn J, Herbert RD, Hancock MJ, Gandevia SC. Training with unilateral resistance exercise increases contralateral strength. *J Appl Physiol.* 2005;99(5):1880-4.
 36. Kristeva R, Cheyne D, Deecke L. Neuromagnetic fields accompanying unilateral and bilateral voluntary movements: topography and analysis of cortical sources. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1991;81(4):284-98.
 37. Mills VM, Quintana L. Electromyography results of exercise overflow in hemiplegic patients. *Phys Ther.* 1985;65(7):1041-5.
 38. Fimland MS, Helgerud J, Solstad GM, et al. Neural adaptations underlying cross-education after unilateral strength training. *Eur J Appl Physiol.* 2009;107(6):723-30.
 39. Sato H, Maruyama H. The Effects of Indirect Treatment of Proprioceptive Neuro-muscular Facilitation. *J Phys Ther Sci.* 2009;21(2):189-93.
 40. Gregg RA, Mastellone AF, Gersten JW. Cross exercise-a review of the literature and study utilizing electromyographic techniques. *Am J Phys Med.* 1957;36(5):269-80.