

Efeitos do fenômeno da irradiação do método de facilitação neuromuscular proprioceptiva no acidente vascular encefálico sobre o membro inferior: estudo preliminar

Effects of the irradiation phenomena of the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation method on the cerebrovascular accident on the lower limb: preliminary study

Manoela de Abreu¹; Giovana Maria Rodrigues de Oliveira²; Luciane Aparecida Pascucci Sande de Souza³

1 Programa de Pós-graduação em Educação Física - Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM. Uberaba, MG - Brasil.

2 Departamento de Fisioterapia - Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM. Uberaba, MG - Brasil.

3 Departamento de Fisioterapia Aplicada; Programa de Pós-graduação em Educação Física; Programa de Pós-graduação em Fisioterapia - Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM. Uberaba, MG - Brasil.

Endereço para Correspondência:

Luciane Aparecida Sande Pascucci de Souza
Rua Congonhas, 202, Residencial Damha I
38042284 - Uberaba - MG [Brasil]
lucianesande@gmail.com

Resumo

Introdução: A irradiação pelo método de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP) não se restringe somente a ativação da musculatura agonista, mas aos músculos homólogos e contralaterais. **Objetivo:** avaliar o efeito da irradiação sobre a ativação muscular do membro inferior parético, equilíbrio e marcha de indivíduos na fase subaguda pós-AVE. **Métodos:** cinco indivíduos, avaliados antes e após a intervenção de 12 sessões, incluindo o padrão extensor da diagonal primitiva (D2) de membro superior bilateralmente, em várias posições, por meio da eletromiografia, da escala Fulg-Meyer (FM) e Índice do Andar Dinâmico (IAM). **Resultados:** As avaliações da FM e do IAM não apresentaram diferenças significativas. A anova fatorial revelou que as variáveis independentes tarefa ($p=,00000$), músculo ($p=,0016$) e avaliação ($p=,01882$) mostraram diferença significativa entre as avaliações. **Conclusão:** A irradiação do método FNP não promoveu mudanças significativas no equilíbrio e na marcha, mas mostrou ser eficaz na ativação dos músculos do membro inferior nestes pacientes hemiparéticos em recuperação.

Descritores: Acidente Vascular Cerebral; Eletromiografia; Hemiparesia; Facilitação.

Abstract

Introduction: The method by irradiation of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) is not only restricted to agonist activation of muscles, but the counterparts and contralateral muscles. **Objective:** To evaluate the effect of irradiation in the activation of paretic muscles of lower limb, on balance and gait of individuals in post-stroke subacute phase. **Methods:** five subjects, evaluated before and after 12 sessions of intervention based on extensor pattern of the bilateral upper limb in various positions, through electromyography, Fulg-Meyer (FM) and Dynamic Gait Index (DGI). **Results:** The evaluations of FM and DGI did not present significant differences. The anova factorial revealed that the independent variables task ($p = ,00000$), muscle ($p = ,0016$) and evaluation ($p = ,01882$) showed significant difference. **Conclusion:** Irradiation of the FNP method did not promote significant changes in balance and gait, but was shown to be effective in the activation of the lower limb muscles in these hemiparetic patients in recovery.

Keywords: Stroke; Electromyography; Paresis; Facilitation.

Introdução

O acidente vascular encefálico (AVE) é uma disfunção causada por um déficit na circulação sanguínea cerebral levando ao comprometimento de áreas focais do sistema nervoso central (SNC)¹. A seqüela que frequentemente ocorre no AVE é o distúrbio do hemicorpo contralateral à lesão, conhecido como hemiplegia ou hemiparesia, de acordo com a gravidade. A hemiparesia se caracteriza por uma redução da força e da resistência muscular, alteração do tônus muscular, déficit de coordenação da marcha e assimetria na distribuição de peso. Todas essas alterações podem convergir para o desenvolvimento da incapacidade funcional ligada a disfunções da marcha, consideradas como os principais fatores agravantes da funcionalidade².

Ottoboni et al. 2002³ concluíram que a marcha após o AVE apresenta diversas alterações: velocidade, cadência, simetria, tempo e comprimento dos passos, alteração postural, no equilíbrio e nas reações de proteção. Os autores também citam dificuldades na iniciação, na duração do passo e na determinação da quantia de força muscular necessária para deambular; além de redução no balanceio alternado dos membros superiores. A assimetria e a dificuldade em transferir o peso para o lado comprometido podem interferir na manutenção do controle postural, impedindo assim a orientação e estabilidade para realizar movimentos com o tronco e os membros, o que resulta na perda do equilíbrio tanto estático como dinâmico⁴.

Dentre vários tratamentos para reabilitação do paciente com sequelas físicas do AVE, uma abordagem muito utilizada é a Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP). Esse método consiste em uma terapia manual que estimula os receptores neurais, com ênfase nos proprioceptores, gerando aferência para promover um desencadeamento do potencial neuromuscular, obtendo melhores respostas em todo sistema musculoesquelético^{5,6}. Seus objetivos são: aumentar a amplitude de movimento e estabilidade corporal, o direcionamento e a coordena-

ção de movimentos ativos^{5,6}. É uma abordagem que engloba ativação, ou facilitação, por meio do uso do reflexo de estiramento, pode envolver alongamentos ativos e passivos, por meio também do reflexo do OTG e fortalecimento devido ao uso de contrações isotônicas concêntricas ou isométricas. A FNP permite usar padrões específicos de movimento em diagonal e espiral, o que favorece a ativação de vários músculos ao mesmo tempo e de forma mais funcional⁶.

Um dos procedimentos da FNP, conhecido como fenômeno da irradiação é decorrente da execução de contração voluntária máxima resistida, na qual os padrões de ativação musculares não se restringem apenas à musculatura agonista, mas irradiam para músculos homólogos e contralaterais⁷. A estimulação de grupos musculares fortes e preservados produz a ativação dos músculos lesados e fracos, facilitando a ativação muscular⁸. Por isso, esse princípio é denominado de irradiação ou educação cruzada, pois aplica técnicas de tratamento no lado íntegro para atingir o membro contralateral comprometido, por meio de movimento ativo seguido por contrações isométricas com nível elevado de força^{9,6}.

Esse procedimento é bem utilizado em programas de reabilitação, inclusive alguns defensores da FNP alegam que quando uma pessoa executa o exercício unilateral contra uma forte resistência, reajustes posturais que envolvem a musculatura do tronco tendem a ocorrer. Estes ajustamentos podem ser para estabilizar o corpo¹⁰. Também TUNG et al. (2011)¹¹ exploraram o método de irradiação em hemiparéticos pós-AVE, avaliando o membro superior dos participantes por meio da Fugl-Meyer e também da eletromiografia de superfície para analisar a ativação muscular do membro superior acometido por meio de movimento do outro membro superior não acometido.

A partir desta constatação, muito clara na prática clínica, porém ainda com pouca fundamentação científica, o presente estudo se apoiou nas seguintes hipóteses: 1) A irradiação do método FNP aplicada em membro superior altera

os padrões de ativação muscular em membro inferior acometido contralateral; 2) A irradiação do método FNP aplicada em membro superior altera o equilíbrio na posição ortostática de pacientes hemiparéticos pós- AVE; 3) A irradiação do método FNP aplicada em membro superior altera parâmetros da marcha de pacientes hemiparéticos pós-AVE.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da aplicação da irradiação, baseado na FNP, a partir do membro superior sobre os músculos do membro inferior parético contralateral, o equilíbrio e a marcha de indivíduos na fase subaguda pós-AVE.

Métodos

O presente estudo se caracteriza como experimental, com uma série de casos, sendo o sujeito seu próprio controle. O mesmo foi realizado no laboratório de biomecânica e controle motor (LABICOM) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), em um período de sete meses. Os pacientes foram recrutados no Centro de Reabilitação “Dr. Fausto da Cunha Oliveira” da UFTM e após leitura do termo de esclarecimento e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, pelos mesmos, a pesquisa realizou-se. O estudo foi enviado e aprovado junto ao Comitê de Ética e Pesquisa em seres humanos da UFTM (Nº 1647).

Os critérios de inclusão foram: indivíduos hemiparéticos que tinham funcionalidade em MMII (membros inferiores) como sequela de AVE, em estágio subagudo com até 1 ano pós ictus; não possuir nenhuma doença associada de origem musculoesquelética e/ou neurológica além do AVE, que poderia interferir no tratamento e capacidade de entendimento diante do procedimento realizado. Os critérios de exclusão foram: faltas em mais de dois dias consecutivos, iniciar outro tipo de tratamento fisioterapêutico, ocorrência de algum acidente e/ou doença durante o tratamento.

Diante disso, foi realizada uma triagem inicial para definir a amostra. Foram então selecionados 13 pacientes, dos quais 6 não puderam participar por dificuldade de transporte e 2 foram excluídos durante o tratamento por faltas. Assim 5 indivíduos compuseram a amostra final. Eles foram submetidos a uma avaliação inicial e uma final baseada em 3 instrumentos.

O primeiro foi o Protocolo de Desempenho Físico de Fugl-Meyer (FM), utilizado para avaliar o comprometimento da extremidade superior, inferior e equilíbrio. São 33 itens para a extremidade superior, 17 para a extremidade inferior e 7 para o equilíbrio, numa pontuação de zero a dois, totalizando 66, 34 e 14 pontos respectivamente. A pontuação varia de 0 a 226 e, quanto mais alto o valor, melhor o quadro^{12,13}.

O segundo instrumento utilizado foi o Índice de Andar Dinâmico (IAM) que avalia a marcha nos aspectos de velocidade, ritmo, direção, ultrapassagem de obstáculos e habilidade de subir e descer escadas. Sua pontuação varia de 0 a 24 pontos, sendo que quanto mais alto melhor o desempenho.^{14,15}

O terceiro e último instrumento utilizado foi a eletromiografia (EMG) por meio do aparelho Miotool 400 USB (Miotec®). Os sinais eletromiográficos eram captados por meio de eletrodos de superfície localizados nos músculos: quadríceps (reto femoral) (RF), tibial anterior (TA), bíceps femoral (BF) e gastrocnêmico (lateral) (GL) no lado comprometido, seguindo as orientações do protocolo SENIAM (*Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles - Eletromiografia de superfície para a avaliação não invasiva dos músculos*)¹⁶, e o eletrodo de referência colocado no maléolo lateral do mesmo lado comprometido.

Na coleta eletromiográfica cada tarefa foi capturada e avaliada durante 10 segundos. Foi avaliado o *Root Mean Square* (RMS) de cada músculo do membro inferior durante as tarefas, e usado para análise estatística o RMS normalizado pela contração voluntária máxima de cada músculo.

Foram realizadas 4 tarefas distintas, sendo elas:

TAREFA 1 (T1) - Em decúbito dorsal, repouso de membros inferiores, com resistência manual em membro superior contralateral mantendo isometria de 5 segundos em diagonal de extensão-adição-rotação interna (padrão extensor de D2) (Figura 1-T1);

TAREFA 2 (T2) - Em decúbito dorsal, membro inferior acometido posicionado em diagonal de flexão-adição-rotação externa de quadril e flexão de joelho (padrão flexor da primeira variante de D1), com resistência manual em membro superior contralateral mantendo isometria de 5 segundos em diagonal de extensão-adição-rotação lateral (Figura 1-T3);

interna (padrão extensor de D2) (Figura 1-T2);

TAREFA 3 (T3) - Em decúbito dorsal, membro inferior acometido posicionado em diagonal de flexão-adição-rotação externa de quadril e flexão de joelho (padrão flexor da primeira variante de D1), com pé fixo em um apoio rígido para manter o posicionamento do membro inferior durante a contração isométrica de 5 segundos do membro superior contralateral em diagonal de extensão-adição-rotação lateral (Figura 1-T3);

TAREFA 4 (T4) - Realização do movimento ativo livre do membro inferior acometido na diagonal de flexão-adição-rotação externa de quadril e flexão de joelho (padrão flexor da primeira variante de D1), (Figura 1-T4).

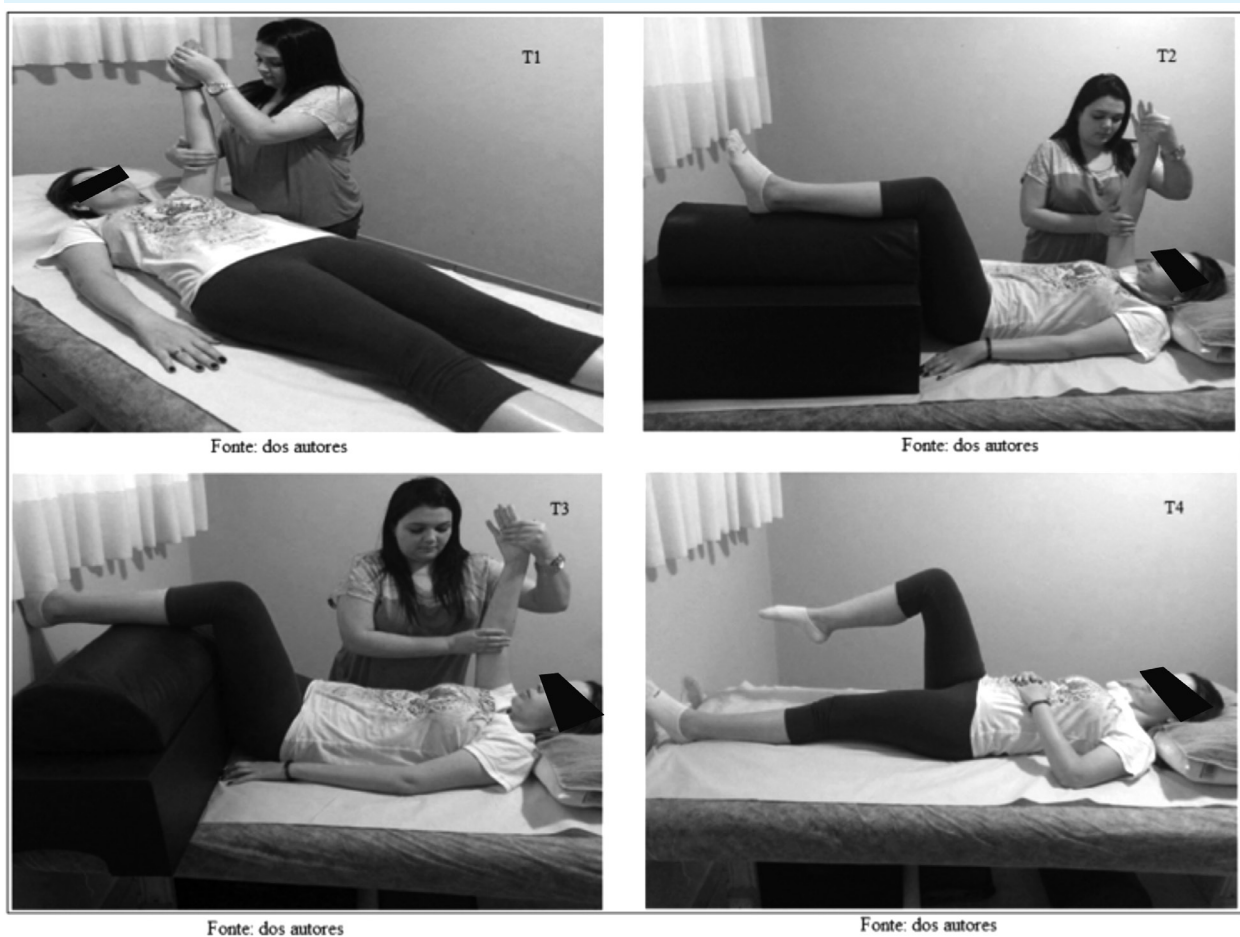


Figura 1: Posições de coleta eletromiográfica nas 4 tarefas investigadas

Após avaliação inicial foi dado início ao tratamento, sendo este composto por 12 sessões, numa frequência de 3 vezes por semana, realizando a diagonal primitiva (D2) nos membros superiores, em 3 séries de 5 repetições. A pressão arterial dos indivíduos era sempre aferida no início e ao final dos atendimentos. Ao término deste período todos foram reavaliados.

Para a análise dos dados das duas avaliações foi utilizado o teste Shapiro wilk para verificar a normalidade dos mesmos. Como estes obedeceram à curva normal foi utilizado o teste t para amostras dependentes para o FM e para o IAD. Já para os dados da eletromiografia foi realizada uma Anova fatorial tendo como variáveis dependentes os valores de RMS e como variáveis independentes as quatro tarefas, os quatro músculos e as avaliações inicial e final. A seguir foi aplicado um Pos hoc LSD de Fisher. Sempre foi considerado o valor de significância de 0,05.

Resultados

Os valores obtidos por meio dos testes T foram os seguintes: na Fugl-Meyer: $t = -1,16$ e $p = 0,31$ (Figura 2), no IAD o valor foi de $t = -2,39$ e $p = 0,07$ (Figura 3).

Já com relação a atividade eletromiográfica, a ANOVA evidenciou que para a variável tarefa, $F(4,160) = 24,67$, $p = 0,00$ houve diferença significativa, assim como para a variável músculo, $F(3,160) = 5,57$, $p = 0,00$ e também para a variável avaliação, $F(1,160) = 5,63$, $p = 0,02$.

Nas combinações das variáveis, entre tarefa e músculo,

$F(12,160) = 97$, $p = 0,48$ não houve diferença significativa, entre tarefa e avaliação $F(4,160) = 2,89$, $p = 0,02$ houve diferença significativa, entre mús-

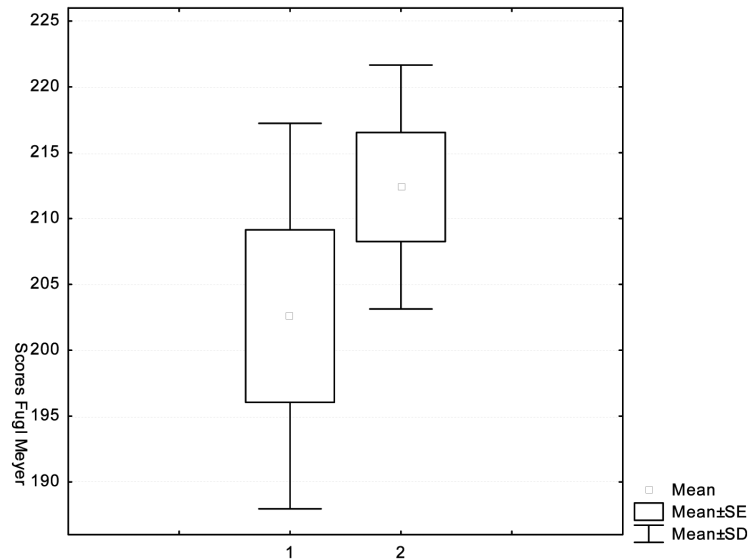


Figura 2: Média e desvio padrão (DP) dos scores da pontuação da escala de Fugl-Meyer (pontuação máxima de 226, indicando melhor quadro), 1 Avaliação inicial; 2 Avaliação final

Fonte: dos autores.

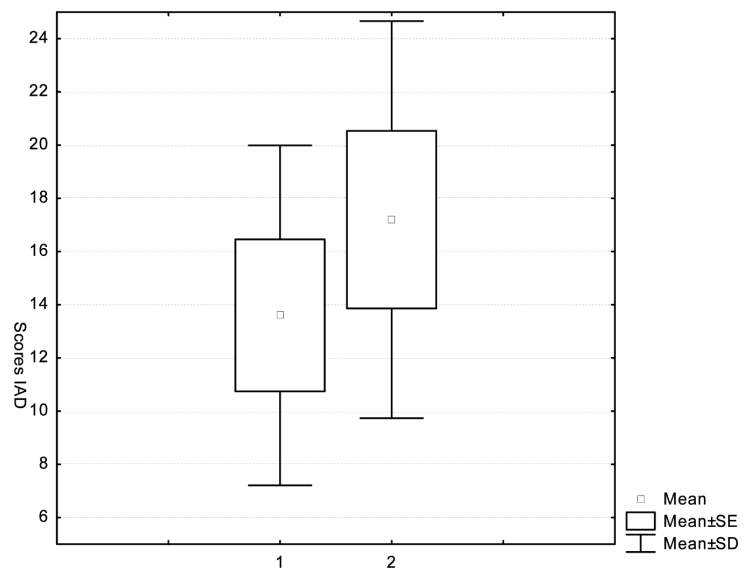


Figura 3: Média e desvio padrão dos scores da pontuação do Índice do Índice do Andar Dinâmico (IAD) (pontuação máxima de 24 pontos, e 19 ou abaixo já prediz risco de queda). 1 Avaliação inicial; 2 Avaliação final

Fonte: dos autores.

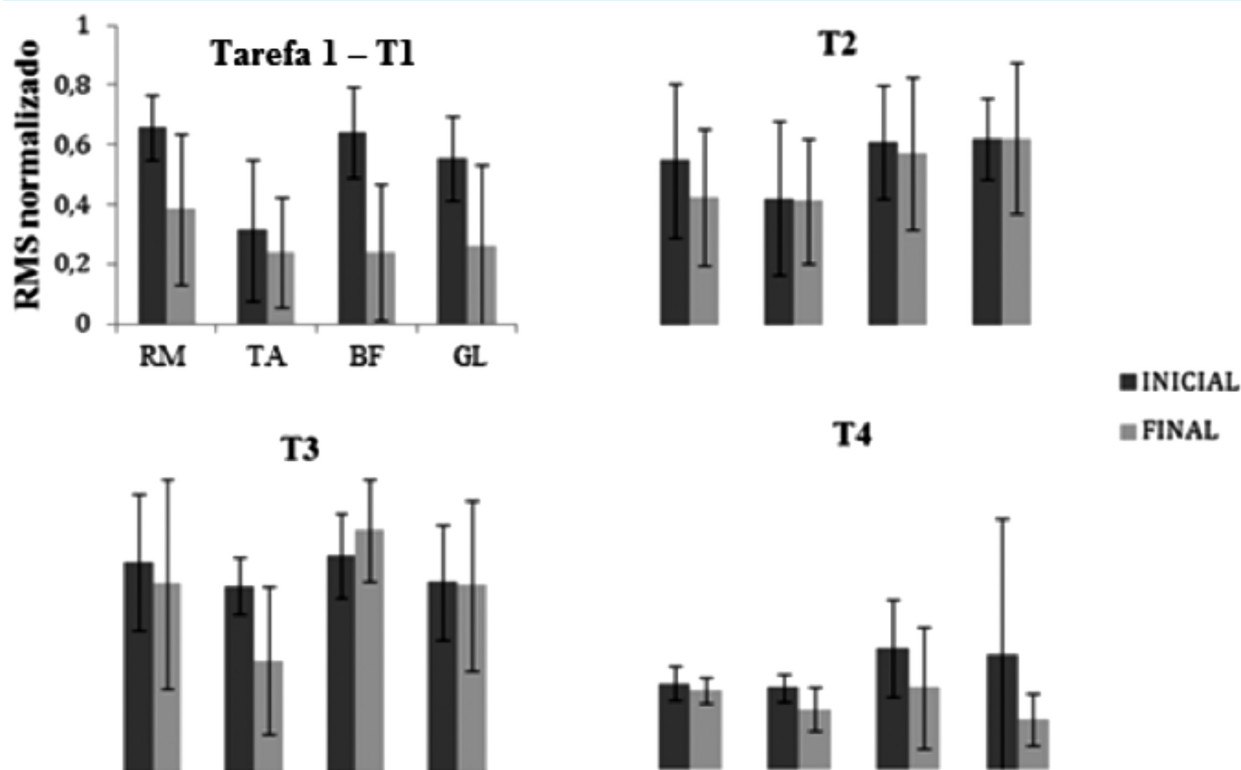


Figura 4: Média e desvio padrão dos valores de Root Mean Square (RMS) normalizado na avaliação inicial e final nas quatro tarefas e nos quatro músculos, sendo: RM. Reto Femoral, TA. Tibial anterior, BF. Biceps femoral e GL. Gastrocnêmio Lateral

Fonte: dos autores.

culo e avaliação, $F(3,160)=17$, $p=,91$ não houve diferença. E, finalmente, na combinação de todas as variáveis $F(12,160)=,94$, $p=,50$ também não houve diferença (Figura 4).

Por meio do teste post hoc LSD de Fisher, mas olhando separadamente avaliação inicial e final, foram encontrados os seguintes resultados. Avaliação inicial: para o músculo RF houve diferença significativa entre T1 e T4 ($p=,01$) e entre T3 e T4 ($p=,01$). Para TA foi encontrada diferença somente entre T2 e T4 ($p=,05$). No caso do músculo BF houve diferença entre T1 e T2 ($p=,01$), T1 e T3 ($p=,00$), T2 e T4 ($p=,00$) e T3 e T4 ($p=,00$). E, por fim, para o músculo GA houve diferença entre T1 e T2 ($p=,00$), T1 e T3 ($p=,03$), T2 e T4 ($p=,00$) e T3 e T4 ($p=,00$). Avaliação final: para RF, permaneceu a diferença encontrada entre T1 e T4 ($p=,03$), T3 e T4 não geraram diferenças na ativação como na avaliação inicial, apesar do valor de p não ter sido alto ($p=,06$), mas houve

diferença entre T2 e T4 ($p=,00$). Com relação a TA, a diferença entre T2 e T4 se manteve ($p=,01$). Considerando a ativação de BF, se mantiveram as diferenças entre T1 e T3 ($p=,03$), T2 e T4 ($p=,00$) e T3 e T4 ($p=,00$), porém não houve mais diferença entre T1 e T2. E, para o ultimo músculo investigado, GA não houve mais diferenças entre T1 e T2, entre T1 e T3, e se mantiveram a diferença entre T2 e T4 ($p=,00$) e T3 e T4 ($p=,00$).

Discussão

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da aplicação da irradiação, baseado nos movimentos propostos pela abordagem da FNP, a partir do uso de uma diagonal de membro superior, sobre os músculos do membro inferior parético de indivíduos na fase subaguda pós-AVE. Para este fim foi realizado tratamento durante

12 sessões utilizando o padrão extensor da diagonal primitiva principal nos membros superiores dos indivíduos.

Na literatura, poucas estudos têm explorado os efeitos destas abordagens numa população que já apresenta limitações mais pronunciadas e incapacidades importantes^{17,18,19}. Associado a esses fatos, três outros trabalhos mais recentes do mesmo grupo de pesquisa do atual artigo, considerando este procedimento de irradiação^{20,21,22}, direcionaram em relação a metodologia e a busca de diferentes posicionamentos para ativação muscular desta população.

De modo geral, o uso do fenômeno da irradiação promoveu mudanças clínicas e funcionais nos pacientes em fase subaguda por meio de ganhos na pontuação da escala FM e no IAD. Apesar da não significância dos dados, provavelmente ligada ao número de sujeitos e a certa variabilidade nas pontuações iniciais, nota-se melhora após o tratamento. Tal achado é muito interessante uma vez que neste período não foi trabalhado o MI diretamente, pois todo o treino envolvia o MS, baseando-se na irradiação, a qual pode se mostrar efetiva. Da mesma forma, sobre a análise eletromiográfica foi observado o efeito da irradiação nas três tarefas analisadas: T1, T2 e T3, para todos os músculos investigados, sendo que tais tarefas contribuíram para uma maior ativação muscular quando comparadas com T4 que seria o movimento ativo livre do MI. O treino realizado baseado também no uso da irradiação resultou ainda em maior resposta nas tarefas onde o efeito da irradiação era promovido, em comparação com o movimento do próprio MI. O que nos leva a inferir que quanto mais se trabalha utilizando o fenômeno da irradiação, mais se observa seu efeito. Embora a manutenção ou redução da ativação muscular pós-tratamento em quase todas as tarefas e músculos (Figura 4) não tenha sido significativa ($p > 0,05$), é importante destacar que o treino pode ter auxiliado no aprendizado da atividade proposta, o que acarreta em uma menor resposta muscular. Ou seja, o indivíduo aprende que com menor ativação pode conseguir os mesmos

efeitos desejados, podendo assim poupar seus músculos e economizar energia.

Confrontando os presentes achados com a literatura, sabemos que a irradiação não precisa ocorrer necessariamente utilizando diagonais do método de FNP. Neste sentido, destacamos o estudo de Hwang, que em 2005²³ mostrou a presença de irradiação para o lado comprometido quando o lado sã era trabalhado. Ainda nesta linha, no estudo de Chang, Sanchez, DiTommaso e Li (2013)²⁴ foi observado que a irradiação ocorre de modo assimétrico quando se considera o membro sã e o contralateral e isso estaria relacionado a uma maior participação do hemisfério não lesado sobre a atividade dos músculos no membro comprometido. Para esses autores, além da inibição interhemisférica, outras projeções corticoespinhais ipsilaterais podem atuar como mecanismos adaptativos em pacientes com AVE. Tais achados nos ajudam a melhor entender os presentes dados, uma vez que a irradiação também pode ser observada. Vale destacar que além de outras diferenças metodológicas, em ambos os estudos, não se avaliaram diferentes posicionamentos e nem mesmo os músculos aqui investigados.

Observando a literatura e considerando o uso da diagonal dentro do método FNP, no padrão extensor, visando os benefícios sobre movimentos funcionais em MI, temos o estudo de Pereira et al.²⁵ onde se comentam que exercícios propostos pelo método FNP podem contribuir para compensar determinadas deficiências, entre elas amplitude do movimento voluntário, visando aumentar sua capacidade de ADM (amplitude de movimento) e melhorar a capacidade da pessoa em responder de forma positiva ao esforço, sendo vantagem à melhora de condição motora do indivíduo.

Também explorando a irradiação especificamente dentro do método da FNP, destaca-se aqui o estudo De Oliveira et al. (2018)²¹ onde foi investigado o efeito da irradiação sobre o MS. Os achados mostram o uso da irradiação clássica (semelhante a tarefa 2) e da irradiação com o ponto fixo (semelhante a tarefa 3) promoveram

as maiores ativações musculares pós uma sessão única de treinamento em pacientes hemiplégicos em fases aguda e crônica. Tal achado é muito semelhante ao do presente estudo e também ao que ocorreu com o grupo de indivíduos saudáveis analisados por De Souza et al. (2014)²⁰. Neste último, se observou uma maior ativação dos músculos de MS utilizando posicionamentos com os mesmos princípios adotado no presente estudo, semelhantes às tarefas 1 a 4.

Ainda sobre os efeitos da irradiação sobre o MS hemiparético, outro estudo de Emilio et al. (2017)²² demonstra ganhos em força e tônus muscular, controle de punho e funções vestibulares e cognitivas mensuradas por meio da Fugl-Meyer e CIF (Classificação Internacional de Funcionalidade). Porém a eletromiografia não mostrou mudanças significativas após a intervenção.

Observando todos esses achados e a literatura investigada, não encontrou-se estudos específicos da ação da irradiação sobre o MI parético, sendo essa a novidade do presente estudo. Pensando agora nas características dos pacientes investigados, sabe-se que uma das principais alterações do AVE é a hemiparesia, por isso a seleção desta amostra para avaliação. A hemiparesia se caracteriza pela perda da força muscular no lado contralateral à lesão encefálica^{26,27}. Essa hemiparesia impõe uma marcha com um maior gasto energético e maior dificuldade em manter o equilíbrio durante as fases da marcha, causando uma dificuldade na sua locomoção.

Vale também destacar que houve menor ativação muscular ao término do período de treino, apesar de não ser significativa podemos relacionar com estudo de Conceição et al. (2016)²⁸. Neste estudo foram avaliados os ajustes posturais antecipatórios e compensatórios envolvendo o treinamento de perturbação do equilíbrio durante o ato de chutar uma bola em indivíduos com instabilidade crônica do tornozelo. Os autores concluíram que a diminuição da atividade muscular após o treinamento seria devido a aprendizagem motora daquele movimento, diminuindo a influência dos músculos posturais, mas garantindo um melhor equilíbrio.

Como limitações deste estudo temos a pequena amostra e a seleção de poucos músculos em pacientes com hemiparesia. Mais estudos devem ser feitos utilizando esta metodologia e verificando a irradiação em outros grupos musculares nesta mesma população.

Conclusão

A irradiação motora do método FNP não promoveu mudanças significativas no quadro clínico e na marcha, mas mostrou ser eficaz na ativação dos músculos do membro inferior comprometido nestes pacientes hemiparéticos em fase subaguda de recuperação de AVE.

Referências

1. O'Sullivan SB; Schmitz TJ. *Fisioterapia: avaliação e tratamento*. 4 ed. São Paulo: Manole; 2004. 519-564p.
2. Amaral-Natalio M.; Nunes GS; Herber V; Michaelsen SM. Relação entre cadência da subida e descida de escada, recuperação motora e equilíbrio em indivíduos com hemiparesia. *Acta fisiátr*. 2011;18(3).
3. Ottoboni C; Fontes SV; Fukujima MM. Estudo comparativo entre a marcha normal e a de pacientes hemiparéticos por acidente vascular encefálico: aspectos biomecânicos. *Rev Neurocienc*. 2002;10(1):10-6.
4. Ikai T; Kamikubo T; Takehara I; Nishi M; Miyano S. Dynamic postural control in patients with hemiparesis. *Am J Phys Med Rehabil*. 2003;32(6):463-469.
5. Reichel, HS. *Método Kabat Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva*. São Paulo: Premier; 1998.
6. Adler SS; Beckers D; Buck M. *PNF in practice: an illustrated guide*. 3 ed. Springer Science & Business Media; 2008.
7. Zijdwind I; Kernell D. Bilateral interactions during contractions of intrinsic hand muscles. *J Neurophysiol*. 2001;85(5):1907-1913.
8. Kofotolis N; Vrabas IS; 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-e11.

9. Cruz-Machado SS; Cardoso AP; Silva SB. O uso do princípio de irradiação da facilitação neuromuscular proprioceptiva em programas de reabilitação: uma revisão. XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação–Universidade do Vale do Paraíba; 2007.
10. Pink M. Contralateral effects of upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation patterns. *Phys Ther.* 1981;61(8):1158-1162.
11. Tung LC; Yang JF; Wang CH; Hwang IS. Directional effect on post-stroke motor overflow characteristics. *Chin J Physiol.* 54(6):391-398, 2011.
12. Maki T; Quagliato EMAB; Cacho EWA; Paz LPS; Nascimento NH; Inoue MMEA; Viana MA. Estudo de confiabilidade da aplicação da escala de Fugl-Meyer no Brasil. *Rev bras fisioter.* 2006;10(2):177-83.
13. Fugl-Meyer AR; Jaasko L; Leyman I; Olsson S; Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient: 1. A method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehab Med;* 1975.
14. Shumway-Cook A; Woollacott MH. Control of posture and balance. In: Shumway-Cook A; Woollacott MH. *Motor Control Theory and Practical Applications.* Maryland: Williams & Wilkins; 1995. p. 120.
15. Castro SM; Perracini MR; Ganança FF. Versão brasileira do dynamic gait index. *Rev Bras de Otorrinolaringol.* 2006;72(6):817-825.
16. Hermens HJ; Freriks B; Merletti R; Stegeman D; Blok J; Rau G; Disselhorst-Klug C; Hagg G. Seniam. European recommendations for surface electromyography. Roessingh Research and Development bv; 1999.
17. Cabral DG; Graciani Z; Kelencz CA; Amorim CF. Análise eletromiográfica das diagonais de tronco da técnica de facilitação neuromuscular proprioceptiva na lesão medular. *Terapia Manual.* 2005;3(13):527-537.
18. Meningroni PC; Nakada CS; Hata L et al. Irradiação contralateral de força para a ativação do músculo tibial anterior em portadores da doença de Charcot-Marie-Tooth: efeitos de um programa de intervenção por FNP. *Rev bras fisioter.* 2009;13(5):438-43.
19. Mills VM; Quintana L. Electromyography results of exercise overflow in hemiplegic patients. *Phys Ther.* 1985;65(7):1041-1045.
20. De Souza LAPS; Baptista CRJA; Brunelli F; Valdeci C. Effect and length of the overflow principle in proprioceptive neuromuscular facilitation: electromyographic evidences. *Int J Rehabil Res.* 2014;3(3).
21. De Oliveira KCR; de Souza LAPS; Emilio MM; da Cunha LF; Lorena DM; Bertoncello D. Overflow using proprioceptive neuromuscular facilitation in post-stroke hemiplegics: A preliminary study. *J Bodyw Mov Ther.* 2018.
22. Emilio MM; Campos SAR; Raimundo KC. Irradiação como princípio da FNP em pacientes hemiparéticos pós AVE, análise funcional e eletromiográfica: estudo piloto. *ConS Saúde.* 2017;16(3):367-375.
23. Hwang IS et al. Electromyographic analyses of global synkinesis in the paretic upper limb after stroke. *Phys Ther.* 2005;85(8):755-765.
24. Chang SH; Durand-Sanchez A; Ditommaso C; Li S. Interlimb interactions during bilateral voluntary elbow flexion tasks in chronic hemiparetic stroke. *Physiol Rep.* 2013;1(1):e00010.
25. Pereira JS; Junior CPS. A influência da facilitação neuromuscular proprioceptiva sobre a amplitude de movimento do ombro de hemiparéticos. *Rev Bras Ativ Fis e Saude.* 2003;8(2).
26. Costa AM; Duarte E. Atividade física e a relação com a qualidade de vida, de pessoas com seqüelas de acidente vascular cerebral isquêmico (AVCI). Brasília: *Rev. Bras. Ciên. e Mov.* 2002;10(1):47-54.
27. Tyson SF; Hankley M; Chillala J; Selley A; Tallis RC. Balance disability after stroke. *Phys Ther.* 2006;86(1):30-38.
28. Conceição JS; Araújo FGS; Santos GM; Keighley J; Santos MJ. Changes in Postural Control After a Ball-Kicking Balance Exercise in Individuals With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train.* 2016;51(6):480-490.