






Existe correlação entre atividade elétrica muscular e cerebral após treino com terapia de contensão do membro superior e tronco em sujeitos com acidente vascular encefálico?

Is there a correlation between muscle and brain electrical activity after training with upper limb and trunk constraint-induced therapy in subjects with stroke?

 Viviane Aparecida de Oliveira¹,  Miqueline Pivoto Farias Dias¹, Aline de Paula Mendes²,  Adriana Teresa Silva Santos¹,
 Luciana Maria dos Reis¹,  Andréia Maria Silva Vilela Terra¹

RESUMO

Objetivo: Verificar se existe correlação entre excitabilidade central e periférica após o treino com a terapia de restrição induzida do movimento (TRIM) modificada associada a contensão de tronco para o membro superior parético após Acidente Vascular Encefálico (AVE). **Métodos:** Ensaio clínico controlado onde vinte e dois voluntários foram selecionados e randomizado em dois grupos: Grupo Controle (GC) e Grupo Experimental (GE). Eles foram avaliados por meio do eletroencefalograma (EEG) e da eletromiografia (EMG) de superfície. Os canais EEG analisados foram: Canal Ântero Frontal (AF3/AF4); Canal Frontal região medial (F7/F8); Canal Frontal região lateral (F3/F4); Canal Fronto Central (FC5/FC6); Região temporal (T7/T8); Região occipital (O1/O2). Os músculos analisados com EMG foram bíceps braquial, flexores e extensores de punho. As avaliações foram realizada durante a atividade, por dez minutos. O GE recebeu o treinamento com TRIM modificada uma hora por dia, duas semanas consecutivas. **Resultados:** O GC (pós-intervenção) apresentou correlação moderada negativa ($r = -0,69$; $p = 0,02$) do canal Fa com extensor de punho. O GE apresentou (pré-intervenção) correlação moderada negativa do canal AF ($r = -0,68$; $p = 0,02$) e FC ($r = -0,71$; $p = 0,01$) com flexor de punho. Na pós intervenção apresentou correlação positiva do canal Fa ($r = 0,61$; $p = 0,04$) com o extensor de punho. **Conclusão:** A TRIM modificada associada à contensão de tronco para o membro superior parético apresentou correlação positiva do canal Fa com o músculo extensor de punho e o grupo não treinado apresentou correlação negativa do canal Fa com extensor de punho.

Palavras-chaves: Acidente Vascular Encefálico, Eletromiografia, Eletroencefalografia, Modalidades de Fisioterapia, Reabilitação

ABSTRACT

Objective: Establish the correlation between central and peripheral excitability after training with the modified upper limb constraint-induced movement therapy (CIMT) associated with trunk constraint for patients with stroke. **Methods:** This study is a randomized clinical trial. Twenty-two volunteers were included and randomized into the Control (CG) and Experimental Groups (EG). They were assessed with electroencephalography (EEG) and surface electromyography (EMG). The EEG channels analyzed were antero-frontal (AF3/AF4), frontal-medial (F7/F8), frontal-lateral (F3/F4), frontal-central (FC5/FC6), temporal (T7/T8), and occipital (O1/O2). The muscles evaluated with EMG were biceps brachii, wrist flexors, and wrist extensors. The evaluations were performed simultaneously with a functional assessment for ten minutes. The EG received the modified CIMT training one hour per day for two consecutive weeks. **Results:** After the intervention, the CG showed a moderate negative correlation of the Fa channel with the wrist extensor ($r = -0.69$; $p = 0.02$), whereas the EG had a moderate negative correlation of the FA channel ($r = -0.68$; $p = 0.02$) and FC ($r = -0.71$; $p = 0.01$) with wrist flexor. In the post-intervention, a positive correlation of the FA channel was found with the wrist extensor ($r = 0.61$; $p = 0.04$). **Conclusion:** The modified CIMT associated with the trunk constraint for the paretic upper limb showed a positive correlation between the Fa channel and the wrist extensor muscle, and the control group showed a negative correlation between the Fa channel and the wrist extensor.

Keywords: Stroke, Electromyography, Electroencephalography, Physical Therapy Modalities, Rehabilitation

¹Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL

²Universidade do Vale do Sapucaí - Univás

Correspondência


Andreia Maria Silva Vilela Terra
E-mail: andreiamarias96@gmail.com

Submetido: 4 Novembro 2022

Aceito: 11 Outubro 2022

Como citar

Oliveira VA, Dias MPF, Mendes AP, Santos ATS, Reis LM, Terra AMSV. Existe correlação entre atividade elétrica muscular e cerebral após treino com terapia de contensão do membro superior e tronco em sujeitos com acidente vascular encefálico? Acta Fisiatr. 2022;29(4):295-301.

 10.11606/issn.2317-0190.v29i4a168691



©2022 by Acta Fisiátrica

Este trabalho está licenciado com uma licença Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional

INTRODUÇÃO

Danos estruturais no córtex motor e suas vias descendentes podem ocorrer em consequência do Acidente Vascular Encefálico (AVE), e após, inicia-se uma reorganização plástica em resposta ao dano causado.¹ Uma das principais consequências é a hemiparesia,² prevalecendo o uso exclusivo da mão não afetada, o que pode levar ao desuso do membro parético e uso de movimentos de tronco para controle do membro superior afetado.³ O aumento do uso de um membro, conduz ao aumento da zona de representação cortical dessa parte corporal refletindo na sua função.⁴ Neste sentido, terapias com práticas repetitivas e específicas de tarefas com altas intensidades, como a Terapia de Restrição Induzida do Movimento (TRIM), são capazes de contribuir para o aprendizado motor e promover a recuperação neural após o AVE.⁵ Assim a TRIM, original ou modificada é uma das intervenções eficazes para o membro superior após AVE.⁶

A adição da contensão de tronco associada à TRIM pode ser útil no tratamento dos indivíduos com compensações de tronco após o AVE. Os ganhos podem ser maiores por causar melhor recuperação no deslocamento do tronco, extensão do cotovelo e flexão do ombro⁷ além de reduzir o mecanismo compensatório e restringir o movimento desnecessário, levando o indivíduo a reaprender o movimento dos membros superiores.⁸

A imagem cerebral e as técnicas utilizadas na análise da conectividade cerebral podem fornecer informações importantes quanto ao mecanismo de recuperação do cérebro demonstrando a reorganização que ocorre após o AVE e proporcionar maior orientação das intervenções terapêuticas em pacientes com AVE.⁹ Dessa forma, a eletroencefalografia (EEG), que é o registro da atividade elétrica cerebral, torna-se um instrumento importante neste processo. Ela pode ser analisada de forma quantitativa e expressa pela frequência da onda, que diz respeito à quantidade de ritmos dentro de uma mesma onda, destacando-se as principais: delta (0.5 – 4 Hz), teta (4 – 7 Hz), alfa (8 – 15 Hz), beta (15 – 30 Hz) e gama (> que 30 Hz) e pela sua magnitude, potência, que indica quantidade de energia presente em cada onda de frequência.^{10,11} Destaca-se a atividade alfa nas pesquisas em aprendizagem motora, pois consegue indicar se houve ou não aprendizado.¹²

Ao se tratar de aprendizado motor, outro aspecto de extrema importância é a função muscular. Para tanto, a eletromiografia (EMG), o registro da atividade elétrica da musculatura esquelética,¹³ pode ser eficaz. Através dela já foi possível analisar a função das unidades motoras de indivíduos com AVE e inferir que estas pessoas possuem números reduzidos de unidades motoras no membro parético¹⁴ e além de sugerir que um treinamento de membro superior assistido por mão robótica melhora a coordenação muscular entre agonista e antagonista, flexor e extensor dos dedos, reduz atividades musculares excessivas destes músculos.¹⁵ Assim, frente a grande utilidade da EMG, entende-se a importância de estudá-la através da excitabilidade periférica.

Nenhuma evidência científica destaca-se na literatura quando correlacionam a excitabilidade central com a periférica após treinamento com TRIM modificada associada a contensão de tronco. A hipótese do trabalho é que TRIM modificada associada a contensão de tronco irá desencadear correlação

entre atividade elétrica cerebral e muscular.

OBJETIVO

O objetivo do estudo foi avaliar se existe correlação entre excitabilidade central e periférica em sujeitos treinados com a TRIM modificada associada a contensão de tronco para o membro superior parético após AVE.

MÉTODO

O estudo caracterizado como estudo clínico controlado. Teve aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o protocolo 1.854.054 (CAAE: 61800616.4.0000.5142) e respeitou as normas e diretrizes da resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Os participantes foram orientados quanto ao estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Vinte e dois participantes foram selecionados em duas clínicas de fisioterapia. A alocação simples e sorteio. Na primeira clínica, doze participantes foram contactados e alocados por sorteio para o Grupo Experimental (GE n= 6) e para Grupo Controle (GC n= 6). Na segunda clínica, dez participantes foram contactados e alocados por sorteio em GE (n= 5) e GC (n= 5).

O GE (n= 11) recebeu a terapia de restrição induzida do movimento modificada⁶ associada a contensão de tronco⁷ e GC (n= 11) recebeu fisioterapia convencional, com exercícios de fortalecimento muscular, alongamento e mobilização articular.

A avaliação foi realizada por um pesquisador e a intervenção realizada por outro pesquisador (cegada). O pesquisador que realizou a intervenção sabia qual grupo os voluntários pertenciam.

Foram incluídos participantes que tiveram diagnóstico clínico de acidente vascular cerebral; ocorrência da lesão há mais de 3 meses; presença de hemiparesia esquerda ou direita; ambos os sexos; idade superior a 18 anos; competência mental (escore mínimo = 23 - avaliada pelo Mini-Exame do Estado Mental – MEEM¹⁶) e pelo menos 10º de extensão de punho¹⁶ (analisado pelo goniometria). Foram excluídos participantes com hemiplegia ou espasticidade grau >3 (avaliado pela escala Ashworth Modificada¹⁷), grau de comprometimento neurológico >14 (avaliado pela escala National Institute of Health Stroke Scale – NIHSS¹⁸) uso de medicamento miorrelaxante e aplicação de toxina botulínica nos músculos do membro superior parético há menos de seis meses da pesquisa.

Avaliação da excitabilidade periférica – eletromiografia de superfície

Utilizou-se para avaliar a atividade elétrica muscular o equipamento EMG system Brasil®, modelo EMG-800C, Placa de conversão Analógico/Digital de 16 bits de resolução; amplificador de EMG com ganho de amplificação total de 2000 vezes, filtro passa-banda de 20 a 500 Hz, 5 eletrodos unipolar ativos de superfície, com pré-amplificação de ganho 20 vezes, cabo blindado e clipe de pressão na extremidade, rejeição de modo Comum >100 dB, Software de coleta e análise de sinais com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal.

Plataforma Windows, módulo de rejeição comum = > 100 dB, ganhos dos pré-amplificadores (cabos) = ganho 20 (com

amplificador diferencial), ganho de cada canal = ganho 100 vezes (configuráveis), impedância do sistema = impedância 109 Ohms, noiseratio = taxa de ruído do sinal < 3µV RMS, filtros de hardware no equipamento = FPA (passa alta) com frequência de corte de 20 Hz e FPB (passa baixa) com frequência de corte de 500 Hz, realizada por um filtro analógico do tipo Butterworth de dois polos.

Os músculos bíceps braquial, extensor do punho e flexor do punho foram avaliados simultaneamente durante atividade encaixe do cone. Após a tricotomia e assepsia com álcool a 70%, os eletrodos foram fixados e posicionados logo abaixo do ponto motor sob palpação do ventre muscular de cada músculo.

A colocação e o posicionamento dos eletrodos seguiram as determinações do protocolo Surface Electromyography for the Non-invasive Assessment of Muscles.¹⁷ O participante estava sentado na cadeira com membro não acometido fixado no tronco com uma faixa e o tronco fixado na cadeira por uma cinta. O participante foi orientado a realizar atividades encaixando o cone de um lado para outro por 10 segundos.¹⁵ Foram realizadas três coletas durante a atividade, com intervalo de repouso entre as coletas de um minuto.

Processamento do sinal EMG

Para análise do sinal EMG, foi utilizado o software EMG System Analysis. Os sinais foram janelados em cinco segundos, sendo excluído o primeiro e o último segundo, sendo assim avaliados 3 segundos. Os dados foram analisados pelo domínio da frequência na variável frequência mediana. Realizou a média das três coletas para análise estatística.

Avaliação da excitabilidade central - eletroencefalografia

Para avaliar a atividade eletroencefalográfica, foi utilizado o Emotiv EPOC®, durante durante a atividade. Trata-se de um dispositivo de baixo custo, capaz de registrar dados EEG satisfatoriamente, validado e utilizado em pesquisas de diversas áreas.^{19,20} Os sensores do dispositivo são fixados no "headset" sem fio que gravam a atividade cerebral e a enviam via wireless a uma unidade receptora do computador e processado sob forma de ondas cerebrais iguais à eletroencefalografia tradicional. Esses sensores foram posicionados na cabeça do indivíduo e seguiram o sistema 10-20 de disposição de análise encefalográfica: ântero-frontal (AF3, AF4), frontal (F3, F4, F7, F8), fronto-central (FC5, FC6), occipital (O1, O2), parietal (P7, P8) e temporal (T7, T8) e dois giroscópios.²¹ Os sensores no processo mastoideo 1 e 2 (P3 e P4) atuaram como ponto de referência para comparação dos outros sensores e para reduzir interferência externa.²⁰ Os canais com terminação ímpar estão localizados no lado esquerdo e os com terminação par, no lado direito.

Cada eletrodo possui uma correspondência anatômica de áreas cerebrais.²² Os canais AF, e F estão relacionados à área pré motora, FC diz respeito à área motora primária e os canais T, P e O, entre outras funções, são áreas de associação, capazes de interpretar formas e texturas de objetos e reconhecimento de músicas e de objetos visualmente, pois são responsáveis pela aquisição das informações sensoriais essenciais para que ocorra o movimento.²³

O posicionado para coleta foi: sentado em cadeira com o

tronco contido e sem apoio para os braços. Os eletrodos foram hidratados previamente com solução salina, o dispositivo Emotiv EPOC foi acoplado em contato com o couro cabeludo, o headset foi ajustado e calibrado para coleta. A coleta foi realizada durante a atividade funcional, os indivíduos realizaram a tarefa de colocar, retirar e recolocar o cone a sua frente e o sinal bruto foi coletado por 35 segundos.

Processamento do sinal EEG

As análises do sinal foram realizadas pelo domínio da frequência das ondas e potência. O software utilizado foi EEGLAB versão R2017a. Todos os arquivos foram importados para o software no formato European Data Format (EDF). Aplicou o filtro passa banda de 1 a 50 Hz e os sinais passaram por uma análise Independent Component Analysis (ICA) para extração da frequência em Hz e da potência em dB, utilizou-se o periodograma de Welch. Os dados da frequência e potência máxima foram transportados e organizados em uma planilha no Excel e enviados ao programa estatístico para análise dos sinais.

Os sinais foram janelados, normalizados e selecionados os 10 segundos centrais, excluindo-se os segundos iniciais e finais e analisados.^{21,24} Realizou-se análise do lado acometido e as iniciais passaram a ser somente por letras, assim, os canais AF3 e AF4 correspondem à AF, os canais F3 e F4 correspondem à Fa, os canais F7 e F8 correspondem à Fb, os canais FC5 e FC6 correspondem à FC, T7 e T8 correspondem à T, P7 e P8 correspondem à P e os canais O1 e O2 correspondem à O.

As análises dos dados foram feitas através da correlação entre a atividade elétrica cerebral – EEG e a atividade muscular – EMG, após intervenção durante a atividade de cones.

Procedimentos de Intervenção

O grupo controle realizou fisioterapia convencional duas vezes por semana, por uma hora durante duas semanas e também foi orientado realizar atividades funcionais durante as duas semanas. As intervenções foram realizadas por um pesquisador não envolvido com a pesquisa e instruídos a não utilizar o método de contenção do membro não acometido.

O grupo experimental realizou TRIM modificada, com a contenção do membro superior não acometido e de tronco para a realizar as tarefas funcionais seguindo o protocolo de intervenção chamado Shaping,²⁵ cinco vezes na semana com duração de uma hora de cada sessão, por duas semanas.

Para realização do protocolo de intervenção - Shaping os sujeitos foram posicionados em uma cadeira com os seus pés apoiados e o joelho em 90°. Os materiais utilizados no protocolo de intervenção foram: feijões, pratos fundos, garfo, colher, faca, massa de modelar, copos de plástico rígido em formato de cone, blocos de madeira, bolas de pingue pongue, caneca de alumínio larga, cordão imitando varal, prendedores de roupa, folhas de sulfite, canetas multicores, garrafa cilíndrica de alumínio de um litro, bola de tênis, jogo "resta um", moedas, clips de papel, dominós, calculadora, prancha de madeira perfurada, cadarço de sapato, bolinhas de gude, caneca de alumínio, potes com rosca de tamanhos variados e jogo com peças geométricas de encaixar. As oito atividades realizadas em comum por todos e seguiu-se a ordem das atividades do protocolo de Shaping:

- 1- passar feijão de um prato ao outro com uma colher;
- 2- espetar bolinhas de massa de modelar com o garfo e oferecer ao fisioterapeuta;
- 3- empilhar cones (utilizou-se copos descartáveis);
- 4- colocar blocos de madeira sobre uma caixa de papelão;
- 5- colocar bolas de pingue-pongue em uma vasilha;
- 6- colocar e retirar prendedores de roupa em um cordão;
- 7- desenhar 10 círculos em uma folha de papel;
- 8- simulação de alimentar-se.

Todos os exercícios foram realizados dez vezes. Cinco dias após o treinamento iniciou a progressão dos exercícios, aumentando o grau de dificuldade, com aumento de pesos e altura, de todas as atividades igualmente para todos os indivíduos e mantida até o décimo atendimento. No final de cada atendimento realizou-se alongamento global de membro superior.

Procedimentos estatísticos

O programa estatístico Bioestat versão 5.0 foi utilizado para análise dos dados. Os dados sociodemográficos, EEG e EMG foram analisados através do teste Shapiro-Wilk para verificar a normalidade. Para comparação entre os dados sociodemográficos o teste t independente e teste Mann-Whitney e teste Binomial: duas proporções foram utilizadas. Para correlação entre a excitabilidade central e periférica utilizou o teste Spearman. Foi adotado o nível de significância $p < 0,05\%$.

Para verificar a correlação entre EEG e EMG, os dados foram cruzados de forma que cada músculo do membro acometido fosse correlacionado com cada canal correspondente ao hemisfério acometido dos participantes, correlacionou-se os dados frequência na reavaliação. O tamanho do efeito e o power foi calculado pelo programa G Power (versão 3.1).

RESULTADOS

Encontra-se na Tabela 1 as características sociodemográficas e clínicas de ambos os grupos. Observa-se que houve diferença estatística entre GE e GC para variável MEEM ($p = 0,03$), sendo que o grupo controle apresenta maior valor.

A correlação entre a excitabilidade central (EEG) e periférica (EMG) encontra-se na Tabela 2, para o GC. O GC (pós-intervenção) apresentou correlação moderada negativa ($r = -0,69$; $p = 0,02$) do canal Fa com extensor de punho, com isto à medida que aumenta os valores de EEG reduz os valores EMG ou vice-versa.

A correlação entre a excitabilidade central (EEG) e periférica (EMG) encontra-se na Tabela 3, para o GE. O GE apresentou (pré-intervenção) correlação moderada negativa do canal AF ($r = -0,68$; $p = 0,02$) e FC ($r = -0,71$; $p = 0,01$) com flexor de punho. Na pós intervenção apresentou correlação positiva do canal Fa ($r = 0,61$; $p = 0,04$) com o extensor de punho.

DISCUSSÃO

O estudo teve como objetivo verificar se existe correlação entre a excitabilidade central e periférica após treino com a terapia de restrição induzida do movimento (TRIM) modificada associada a contensão de tronco para o membro superior parético após AVE. Nós encontramos correlação negativa do

canal Fa com extensor de punho para GC e correlação positiva do canal Fa com o extensor de punho para GE. O canal Fa corresponde ao giro frontal médio localizado na oitava área de brodmann.²⁶ Os canais AF, Fa e Fb estão relacionados com a área pré motora e sua função é gerar impulsos nervosos para que ocorra a contração de um grupo muscular específico para determinada tarefa.²⁷

Sobreviventes de AVE, com pobre recuperação do membro superior, exibem baixa coerência corticomuscular da banda gama para tarefa de alcance. Isto indica má comunicação entre músculo-cérebro ou má integração do EEG e os sinais de EMG na faixa de frequência alta, durante a tarefa de alcance, no qual reflete déficits do movimento após AVE.²⁸ Ativação excessiva dos músculos durante o período inicial de aprendizagem motora para uma tarefa específica também é encontrada.²⁹

A fisioterapia convencional acarretou correlação negativa entre EMG e EEG, no presente estudo, indicando função motora fraca³⁰ com ativação excessiva dos músculos sem aprendizagem motora. Contrações musculares sustentada suprime a atividade da banda β ³¹. Os sinais de EEG e EMG estão aumentados em pacientes após AVE durante movimentos em comparação a sujeitos saudáveis, isto indica que a quantidade de informações transferidas do córtex motor para os músculos tende a aumentar durante movimento.³² Outro fato a ser considerado é que mais áreas do córtex cerebral, como: o córtex motor sensorial, áreas de planejamento do movimento e a área do córtex parietal posterior ipsilateral são ativadas em pacientes pós AVE.³³

O treinamento com a TRIM modificada associada à contensão de tronco causou alteração no recrutamento de fibras para realizar a mesma tarefa, entende-se que o GE realizou a mesma atividade com menor esforço muscular, pois reduções na EMG estão associadas principalmente à diminuição das ativações musculares excessivas.³⁴

A redução da atividade muscular do bíceps braquial e o flexor superficial do dedo conduz melhora da coordenação muscular e melhor controles.³⁵ A redução dos níveis EMG do extensor e flexor dos dedos está associado à melhora da coordenação muscular entre agonista e antagonista e diminuição da co-contracção durante o treinamento, o que causaria melhor desempenho dos movimentos de abertura e fechamento da mão na posição neutra.¹⁵ É necessário maior atenção para uma terapia focada na articulação do punho uma vez que o controle da extensão do punho e dos dedos é um dos movimentos mais difíceis de recuperar após AVE e muito importante na tarefa de preensão de objetos.^{36,37}

Assim, entende-se que alteração no recrutamento de fibras musculares do extensor de punho neste trabalho, após o treinamento com a TRIM modificada associada a contensão de tronco, causou um efeito positivo neste músculo. A atividade oscilatória da onda alfa associa-se a melhor recuperação funcional após o AVE e pode ser considerado um bom preditor de recuperação motora.³⁸ Inibição dos neurônios em áreas irrelevantes para a execução da tarefa aloca recursos para regiões relevantes, causando um movimento mais preciso.^{25,39}

Contudo, a TRIM modificada associada a contensão de tronco pode proporcionar melhora no comprometimento do membro superior parético e melhora na aprendizagem motora. Um item que deve ser levando em consideração foi a diferença entre o número de atendimentos para os grupos.

Tabela 1. Características sociodemográficas e clínicas de ambos os grupos

Variáveis	Grau	Alocados (n= 22)		p valor
		GE (n= 11)	GC (n= 11)	
Idade (anos) - Média±DP		57,09±12,21	59,27±13,22	0,346 ^a
TL (Meses) - Média±DP		45,36±25,77	55,90±61,95	0,359 ^b
MEEM (Escore) - Média±DP		23±3,53	25±2,11	0,030 ^{*a}
NIHSS (Escore) - Média±DP		2,90±2,87	1,54±1,50	0,125 ^b
Goniometria (°) - Média±DP		39±13,9	30±12,9	0,079 ^a
Tipo AVE - n (%)	H	18 (2)	27 (3)	0,305 ^c
	I	82 (9)	73 (8)	
HA - n (%)	E	36 (4)	55 (6)	0,195 ^c
	D	64 (7)	45 (5)	
Sexo - n (%)	F	45 (5)	36 (4)	0,332 ^c
	M	55 (6)	64 (7)	
Ashworth - cotovelo - n (%)	Flexão	0	73 (8)	0,322 ^b
		1	9 (1)	
		1+	9 (1)	
		2	18 (2)	
	Extensão	0	18 (2)	0,299 ^b
		1	36 (4)	
		1+	9 (1)	
		2	36 (4)	
Ashworth - Punho - n (%)	Flexão	0	91 (10)	0,383 ^b
		1+	9 (1)	
	Extensão	0	18 (2)	0,473 ^b
		1	27 (3)	
		1+	9 (1)	
		2	36 (4)	
		3	9 (1)	

^a Teste t independente, ^b Teste Mann-Whitney, ^c Teste Binomial: duas proporções, GE: Grupo Experimental, GC: Grupo Controle, TL: Tempo de lesão, MEEM: Mini exame do estado mental, NIHSS: National Institute of Health Stroke Scale, AVE: Acidente Vascular Encefálico, I: Isquêmico, H: Hemorrágico, HA: Hemicorpo acometido, D: Direito, E: Esquerdo, F: Feminino, M: Masculino

Tabela 2. Correlação entre excitabilidade central (EEG) e periférica (EMG) do Grupo Controle durante a atividade de cone

Variáveis	EEG - EMG	GC (n= 11)					
		Bíceps braquial		Extensor do punho		Flexor do punho	
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
AF	r	-0,55	-0,41	-0,29	0,18	-0,6	0,22
	p	0,07	0,22	0,4	0,6	0,06	0,53
Fa	r	-0,41	-0,18	-0,1	-0,69	0,48	-0,32
	p	0,19	0,6	0,76	0,02*	0,16	0,36
Fb	r	-0,27	0,32	-0,03	0,25	-0,6	0,36
	p	0,41	0,36	0,93	0,48	0,06	0,29
FC	r	-0,37	0,006	-0,06	-0,15	-0,47	0,01
	p	0,25	0,98	0,86	0,67	0,2	0,96
T	r	-0,1	-0,33	0,29	0,04	0,12	-0,006
	p	0,75	0,34	0,4	0,9	0,72	0,98
P	r	-0,46	-0,1	-0,1	0,51	-0,52	0,56
	p	0,17	0,77	0,79	0,12	0,14	0,09
O	r	-0,04	0,37	0,22	0,006	-0,25	0,16
	p	0,89	0,29	0,53	0,98	0,48	0,65

Teste Spearman, GC: Grupo Controle, Pré: pré intervenção, Pós: pós intervenção, AF: Canal Ântero Frontal, Fa: Canal Frontal região medial, Fb: Canal Frontal região lateral, FC: Canal Fronto Central, T: região temporal, O: região occipital, EMG: Eletromiografia, EEG: eletroencefalograma, *p<0,05, r: correlação

Tabela 3. Correlação entre excitabilidade central (EEG) e periférica (EMG) do Grupo Experimental durante a atividade de cone

Variáveis	EEG - EMG	GE (n= 11)					
		Bíceps braquial		Extensor do punho		Flexor do punho	
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
AF	r	-0,23	0,19	0,19	0,13	-0,68	-0,10
	p	0,48	0,55	0,57	0,69	0,02*	0,75
Fa	r	0,22	-0,007	0,29	0,61	-0,30	0,01
	p	0,50	0,98	0,38	0,04*	0,37	0,96
Fb	r	0,38	-0,12	0,55	-0,06	-0,39	0,03
	p	0,23	0,72	0,07	0,85	0,22	0,91
FC	r	-0,21	-0,15	0,30	0,38	-0,71	0,05
	p	0,51	0,64	0,37	0,24	0,01*	0,87
T	r	0,19	0,23	0,20	0,17	-0,01	-0,17
	p	0,57	0,48	0,53	0,60	0,59	0,61
P	r	0,05	0,28	0,21	-0,27	-0,45	-0,27
	p	0,86	0,39	0,51	0,41	0,16	0,41
O	r	-0,06	-0,04	0,05	0,19	-0,60	-0,55
	p	0,84	0,89	0,87	0,56	0,04*	0,07

Teste Spearman, GE: Grupo Experimental, Pré: pré intervenção, Pós: pós intervenção, AF: Canal Ântero Frontal, Fa: Canal Frontal região medial, Fb: Canal Frontal região lateral, FC: Canal Fronto Central, T: região temporal, O: região occipital, EMG: Eletromiografia, EEG: eletroencefalograma, *p<0,05, r: correlação

O GC teve 4 atendimentos e orientação para executar atividades funcionais nos dias que não tivessem atendimentos. O GE teve 10 atendimentos diários. Talvez o número de atendimentos possa interferir nos resultados encontrados.

A limitação do estudo pode estar relacionada ao grupo controle com menor número de atendimentos. O uso do equipamento de EEG com maior número de canais para investigação mais detalhada das áreas cerebrais. As perspectivas futuras é acrescentar na metodologia um grupo placebo, acrescentar avaliação após 15 dias (follow-up).

As implicações dos resultados, do presente estudo, vêm permitir melhor prescrição de exercícios fisioterapêuticos mais acessíveis e de baixo custo e também a importância de realizar atividades sequenciais por um período curto.

CONCLUSÃO

A TRIM modificada associada à contensão de tronco para o membro superior parético apresentou correlação positiva do canal Fa com o músculo extensor de punho e o grupo não treinado apresentou correlação negativa do canal Fa com extensor de punho.

REFERENCIAS

- Li S. Spasticity, Motor Recovery, and Neural Plasticity after Stroke. *Front Neurol.* 2017;8:120. doi: <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00120>
- Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, Benjamin EJ, Berry JD, Baha MJ, et al. Heart disease and stroke statistics – 2014 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 2014;129(3):e28-e292. Doi: <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000441139.02102.80>
- Jones TA. Motor compensation and its effects on neural reorganization after stroke. *Nat Rev Neurosci.* 2017;18(5):267-80. Doi: <https://doi.org/10.1038/nrn.2017.26>
- Taub E, Uswatte G, Mark VW. The functional significance of cortical reorganization and the parallel development of CI therapy. *Front Hum Neurosci.* 2014;8:396. Doi: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00396>
- Cramer SC. Treatments to promote neural repair after stroke. *J Stroke* 2018;20(1):57-70. Doi: <https://doi.org/10.5853/jos.2017.02796>
- Kwakkel G, Veerbeek JM, van Wegen EE, Wolf SL. Constraint-induced movement therapy after stroke. *Lancet Neurol.* 2015;14(2):224-34. Doi: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(14\)70160-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(14)70160-7)
- Greisberger A, Aviv H, Garbade SF, Diermayr G. Clinical relevance of the effects of reach-to-grasp training using trunk restraint in individuals with hemiparesis poststroke: A systematic review. *J Rehabil Med.* 2016;48(5):405-16. Doi: <https://doi.org/10.2340/16501977-2077>
- Bang DH, Shin WS, Choi HS. Effects of modified constraint-induced movement therapy combined with trunk restraint in chronic stroke: a double-blinded randomized controlled pilot trial. *NeuroRehabilitation.* 2015;37(1):131-7. Doi: <https://doi.org/10.3233/NRE-151245>
- Loubinoux I, Brihmat N, Castel-Lacanal E, Marque P. Cerebral imaging of post-stroke plasticity and tissue repair. *Revue Neurologique.* 2017;173(9):577-583. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2017.09.007>
- Nuwer M. Assessment of digital EEG, quantitative EEG, and EEG brain mapping: report of the American Academy of Neurology and the American Clinical Neurophysiology Society. *Neurology.* 1997;49(1):277-92. Doi: <https://doi.org/10.1212/wnl.49.1.277>
- Bastos VH, Cunha M, Veiga H, McDowell K, Pompeu F, Cagy M, et al. Análise da distribuição de potência cortical em função do aprendizado de datilografia. *Rev Bras Med Esporte.* 2004;10(6):494-9. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1517-86922004000600006>
- Kiefer AW, Gualberto Cremades J, Myer GD. Train the brain: novel electroencephalography data indicate links between motor learning and brain adaptations. *J Nov Physiother.* 2014;4(2):198. Doi: <https://doi.org/10.4172/2165-7025.1000198>
- Medved V, Cifrek M. Kinesiological electromyography. In: Klika V. *Biomechanics in applications.* London: IntechOpen; 2011. Doi: <https://doi.org/10.5772/21282>
- Kouzi I, Trachani E, Anagnostou E, Rapidi CA, Ellul J, Sakellaropoulos GC, et al. Motor unit number estimation and quantitative needle electromyography in stroke patients. *J Electromyogr Kinesiol.* 2014;24(6):910-6. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.09.006>
- Hu XL, Tong KY, Wei XJ, Rong W, Susanto EA, Ho SK. The effects of post-stroke upper-limb training with an electromyography (EMG)-driven hand robot. *J Electromyogr Kinesiol.* 2013;23(5):1065-74. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.07.007>
- Folstein MF, Folstein SE, Mchugh PR. Mini Mental State. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiat Res.* 1975;12:189-98. Doi: [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)
- Fugl-Meyer AR, Jääskö L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med.* 1975;7(1):13-31.
- Biering-Sorensen F, Nielsen J B, Klinge K. Spasticity-assessment: a review. *Spinal Cord.* 2006;44(12):708-22. Doi: <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101928>
- Kasner SE. Clinical interpretation and use of stroke scales. *Lancet Neurol.* 2006;5(7):603-12. Doi: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(06\)70495-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(06)70495-1)
- European Recommendations for Surface Electromyography [text on the Internet]. Enschede: SENIAM [cited 2018 Jan 26]. Available from: <http://www.seniam.org/>
- Duvinage M, Castermans T, Petieau M, Hoellinger T, Cheron G, Dutoit T. Performance of the Emotiv Epoc headset for P300-based applications. *Biomed Eng Online.* 2013;12:56. Doi: <https://doi.org/10.1186/1475-925X-12-56>

22. Badcock NA, Mousikou P, Mahajan Y, Lissa P, Thie J, McArthur G. Validation of the Emotiv EPOC(®) EEG gaming system for measuring research quality auditory ERPs. *PeerJ*. 2013;1:e38. Doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.38>
23. Pacheco TBF, Oliveira Rego IA, Campos TF, Cavalcanti FADC. Brain activity during a lower limb functional task in a real and virtual environment: A comparative study. *NeuroRehabilitation*. 2017;40(3):391-400. Doi: <https://doi.org/10.3233/NRE-161426>
24. Koessler L, Maillard L, Benhadid A, Vignal JP, Felblinger J, Vespignani H, Braun M. Automated cortical projection of EEG sensors: anatomical correlation via the international 10-10 system. *Neuroimage*. 2009;46(1):64-72. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.02.006>
25. Jensen O, Mazaheri A. Shaping functional architecture by oscillatory alpha activity: gating by inhibition. *Front Hum Neurosci*. 2010;4:186. Doi: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2010.00186>
26. Barbas H, Mesulam MM. Organization of afferent input to subdivisions of area 8 in the rhesus monkey. *J Comp Neurol*. 1981;200(3):407-31. Doi: <https://doi.org/10.1002/cne.902000309>
27. Oliveira SMS, Medeiros CSP, Pacheco TBF, Bessa NPOS, Silva FGM, Tavares NSA, et al. Electroencephalographic changes using virtual reality program: technical note. *Neurol Res*. 2018;40(3):160-5. Doi: <https://doi.org/10.1080/01616412.2017.1420584>
28. Fang Y, Daly JJ, Sun J, Hvorat K, Fredrickson E, Pundik S, et al. Functional corticomuscular connection during reaching is weakened following stroke. *Clinical Neurophysiology*; 2009;120(5):994-1002. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.02.173>
29. Flament D, Shapiro MB, Kempf T, Corcos DM. Time course and temporal order of changes in movement kinematics during learning of fast and accurate elbow flexions. *Exp Brain Res*. 1999;129(3):441-50. Doi: <https://doi.org/10.1007/s002210050911>
30. Thibaut A, Simis M, Battistella LR, Fanciullacci C, Bertolucci F, Huerta-Gutierrez R, et al. Using brain oscillations and corticospinal excitability to understand and predict post-stroke motor function. *Front Neurol*. 2017;8:187. Doi: <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00187>
31. Demandt E, Mehring C, Vogt K, Schulze-Bonhage A, Aertsen A, Ball T. Reaching movement onset- and end-related characteristics of EEG spectral power modulations. *Front Neurosci*. 2012;6:65. <https://doi.org/10.3389/fnins.2012.00065>
32. Gao Y, Ren L, Li R, Zhang Y. Electroencephalogram-Electromyography Coupling Analysis in Stroke Based on Symbolic Transfer Entropy. *Front Neurol*. 2018;8:716. Doi: <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00716>
33. Luft AR, Smith GV, Larry F, Jill W, Macko RF, Hauser T, et al. Comparing brain activation associated with isolated upper and lower limb movement across corresponding joints. *Human brain mapping* 2002;17:131-40. Doi: <https://doi.org/10.1002/hbm.10058>
34. Hu XL, Tong KY, Song R, Zheng XJ, Lui KH, Leung WW, et al. Quantitative evaluation of motor functional recovery process in chronic stroke patients during robot-assisted wrist training. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009;19(4):639-50. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2008.04.002>
35. Nam C, Rong W, Li W, Xie Y, Hu X, Zheng Y. The Effects of Upper-Limb Training Assisted with an Electromyography-Driven Neuromuscular Electrical Stimulation Robotic Hand on Chronic Stroke. *Front Neurol*. 2017;8:679. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00679>
36. Ivanhoe CB, Reistetter TA. Spasticity: the misunderstood part of the upper motor neuron syndrome. *Am J Phys Med Rehabil*. 2004;83(10 Suppl):S3-9. <https://doi.org/10.1097/01.phm.0000141125.28611.3e>
37. Cauraugh J, Light K, Kim S, Thigpen M, Behrman A. Chronic motor dysfunction after stroke: recovering wrist and finger extension by electromyography-triggered neuromuscular stimulation. *Stroke*. 2000;31(6):1360-4. <https://doi.org/10.1161/01.str.31.6.1360>
38. Pellicciari MC, Bonni S, Pozzo V, Cinnera AM, Mancini M, Casula EP, et al. Dynamic reorganization of TMS-evoked activity in subcortical stroke patients. *Neuroimage*. 2018;175:365-78. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.04.011>
39. Brinkman L, Stolk A, Dijkerman HC, Lange FP, Toni I. Distinct roles for alpha- and beta-band oscillations during mental simulation of goal-directed actions. *J Neurosci*. 2014;34(44):14783-92. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2039-14.2014>