

Eficiência do campo eletromagnético pulsado e da estimulação elétrica neuromuscular em ombro doloroso após acidente vascular cerebral

Efficiency of pulsed electromagnetic field and neuromuscular electrical stimulation on painful shoulder following stroke

Aradhana Nimesh¹ Varun Singh² Sonu Punia³ Mamta Boora⁴ ^{1,2,4}Guru Jambheshwar University of Science and Technology (Hisar). Haryana, Índia.³Autor para correspondência. Guru Jambheshwar University of Science and Technology (Hisar). Haryana, Índia. sonu.punianeuropt@gmail.com

RESUMO | INTRODUÇÃO: Dor no ombro após acidente vascular cerebral com prevalência de 16–84% geralmente ocorre após 2–3 meses e pode resultar na suspensão de programas de reabilitação, internações hospitalares mais longas e redução da função dos membros, prejudicando qualidade de vida dos pacientes com AVC. O objetivo do presente estudo foi determinar o efeito da PEMF e da EENM na redução da dor no ombro em pacientes com acidente vascular cerebral. **MATERIAL E MÉTODOS:** Um estudo prospectivo, randomizado e controlado incluiu 51 pacientes com dor no ombro pós-AVC. Os pacientes foram divididos aleatoriamente em três grupos (17 pessoas em cada grupo): grupo Campo Eletromagnético Pulsado (PEMF), grupo Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) e grupo Controle. As medidas de resultados foram na Escala Visual Analógica (VAS), Escala de Ashworth Modificada (MAS) e Avaliação de Fugl Meyer – Extremidade Superior (FMA-UE), Amplitude de Movimento (AROM/PROM) foram avaliadas no início do estudo, após seis semanas de tratamento, e após um acompanhamento semanal. **RESULTADOS:** A pontuação VAS para dor mostrada uma alteração média de 1,60, 1,60 e 4,94 na PEMF, EENM e Controle, respectivamente, após 20 sessões. Mostrou melhora significativa entre os três grupos ($p < 0,001$), mas a eficácia do grupo PEMF e EENM foi superior ao grupo Controle. **CONCLUSÃO:** O presente estudo mostrou que PEMF e EENM são eficazes na melhora da dor no ombro pós-AVC, espasticidade, amplitude de movimento e função motora e um novo método para pacientes com AVC em reabilitação. Nossas descobertas indicam que a eficácia da EENM é claramente superior à do PEMF na manutenção da analgesia a longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE: Ensaio Clínico. Dor no Ombro. Acidente Vascular Cerebral. Campo Eletromagnético Pulsado. Estimulação Elétrica Neuromuscular.

ABSTRACT | INTRODUCTION: Shoulder pain after stroke, a complication with a prevalence of up to 16–84% usually occurs after 2–3 months and leads to patients withdrawing from rehabilitation programs, staying in the hospital longer, having less limb function and having a great negative impact on their quality of life. The aim of the present study was to determine the effect of PEMF and NMES in reducing shoulder pain in patients with stroke. **MATERIAL AND METHODS:** A prospective, randomized controlled trial included 51 patients with shoulder pain following stroke. The patients were randomly assigned to three groups (17 people in each group): Pulsed Electromagnetic Field (PEMF), Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) and Control group. The outcome measures were Visual Analogue Scale (VAS), Modified Ashworth Scale (MAS) and Fugl Meyer Assessment–Upper Extremity (FMA-UE), Active and Passive Range of Motion (AROM/PROM) assessed at the baseline, six weeks into the intervention, and one week into the follow-up. **RESULTS:** VAS score for pain showed a mean change of 1.60, 1.60 and 4.94 in PEMF, NMES, and control respectively after 20 sessions. It showed pain was significantly improved in all the groups ($p < 0.001$), but the effectiveness of the PEMF and NMES groups was superior to the control group. **CONCLUSION:** The current literature showed that PEMF & NMES are effective in improving post-stroke shoulder pain, spasticity, range of motion and motor function and a novel method for stroke patients undergoing rehabilitation.

KEYWORDS: Clinical Trial. Shoulder Pain. Stroke. Pulsed Electromagnetic Field. Neuromuscular Electrical Stimulation.

1. Introdução

Um acidente vascular cerebral é uma perda abrupta da função neurológica provocada por uma interrupção no fornecimento de sangue ao cérebro.¹ A ocorrência de acidente vascular cerebral tem a segunda maior taxa de mortalidade e a terceira maior proporção de pessoas com deficiência. Dor no ombro após acidente vascular cerebral, uma complicação com prevalência de até 16–84% geralmente ocorre após 2–3 meses e leva os pacientes a abandonarem os programas de reabilitação, permanecendo mais tempo no hospital, tendo menos função dos membros e tendo um grande impacto negativo na sua qualidade de vida.² O mecanismo da dor no ombro pós-AVC não é totalmente compreendido. Acredita-se que a fraqueza muscular pós-AVC seja a principal causa da dor no ombro.³ A dor no ombro de origem local pode ser causada por uma variedade de fatores e está associada à diminuição da função motora, amplitude de movimento limitada e deficiências somatossensoriais. As causas mais comuns de dor no ombro após um acidente vascular cerebral são conhecidas como consequências pós-lesão, como hemiparesia (forte fraqueza e desconforto muscular), negligência unilateral, lesão dos tendões do manguito rotador, distrofia simpática reflexa, subluxação e espasticidade do ombro ou hipertonia.^{4,5}

O principal objetivo da reabilitação moderna de pacientes após um acidente vascular cerebral era restaurar as funções perdidas, ativando os mecanismos naturais de reorganização funcional. Alongamentos suaves, toxina botulínica e injeção subacromial de corticosteroide são tratamentos específicos para etiologias de dor estabelecidas.^{6,7} Tratamentos alternativos, incluindo acupuntura e terapia do espelho, demonstraram ser eficazes na promoção da recuperação da função do braço e na prevenção do desenvolvimento de problemas secundários. Novas técnicas baseadas em evidências para a prevenção e tratamento da dor e incapacidade relacionadas às consequências pós-AVC devem ser avaliadas.⁶

Na prática clínica, a Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) é a terapia analgésica mais utilizada.⁸ A EENM pode ser usada para estimular a atividade neuromuscular em extremidades paralisadas após acidente vascular cerebral. Isso ocorre porque a excitabilidade elétrica normal é frequentemente

preservada nos neurônios motores inferiores e em seus músculos inervados.^{9,10} A EENM permite contrair e ganhar força para evitar atrofia, melhorar a circulação sanguínea, fornecem nutrição e reeducam os músculos.^{11,12} A EENM pode ter impacto na plasticidade cortical. A EENM pode estar ligada a mudanças simultâneas na fisiologia cerebral, envolvendo ativação das principais regiões sensoriais e motoras, bem como regiões motoras adicionais, redução da inibição intracraniana e aumento na amplitude dos potenciais elétricos.⁹ Para aliviar a dor, acelerar a contração muscular, estimular a reaprendizagem motora e expandir a amplitude de movimento, foi usada frequência de 15–50 Hz com largura de pulso de 200 ms.¹⁰ Além disso, pesquisas substanciais baseadas em evidências sobre a utilidade da EENM no tratamento da dor no ombro ainda são limitadas devido à falta de controles e pequenas número da amostra.

A Terapia com Campo Eletromagnético Pulsado (PEMF) tem potencial para ser usada como tratamento complementar não térmico, não invasivo e de longo prazo durante a recuperação do AVC.^{13,14} Além disso, segundo outros autores, os benefícios da terapia com PEMF estão associados à atividade celular local aprimorada, orientação das fibras de colágeno, elevado teor de oxigênio no tecido e vasos sanguíneos dilatados sem causar aumento na temperatura local.¹² Os benefícios do PEMF como tratamento adjuvante incluem a proteção do tecido cerebral na região penumbral, reduzindo a inflamação e promovendo a neurorestauração pós-AVC. A exposição ao PEMF demonstrou ser segura e tolerável.^{11,15} A eficácia do PEMF no tratamento da dor no ombro pós-AVC não foi demonstrada em estudos anteriores. Portanto, levantou-se a hipótese de que a EENM e a PEMF poderiam ser uma opção de tratamento eficaz que pode ajudar pacientes com AVC e dor no ombro.

2. Material e métodos

2.1 Design de estudo

O presente estudo foi um ensaio clínico cego, randomizado e controlado. O protocolo de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética Institucional (IEC) (ofício nº PTY/2023/174, de 11.04.2023) e registrado no Registro de Ensaios Clínicos da Índia (CTRI/2023/06/054354).

2.2 Participantes

O tamanho da amostra foi calculado usando o valor MCID 4,42 (FMA-UE) de estudos anteriores com poder de 80% ($p \leq 0,05$) e cada grupo tem 17 pacientes (total de 51 pacientes) recrutados, considerando uma taxa de abandono de 20%.¹⁶ De acordo com a Declaração de Helsínquia (2013), o consentimento por escrito foi obtido de cada participante voluntário após fornecer todas as informações do estudo em seu idioma local e compreensível.

Os critérios de inclusão foram pacientes com hemiplegia unilateral, homens e mulheres, duração do AVC superior a 6 meses, pontuação na Escala Visual Analógica (VAS) superior a 4, e paciente com 1–3 graus de espasticidade de acordo com a Escala de Ashworth Modificada (MAS) com faixa etária entre 45 e 70 anos. Os critérios de exclusão foram pacientes que tinham história de lesão traumática no ombro, convulsões não controladas, arritmia grave e história de tuberculose/infecção no ombro, pacientes com espasmo grave ou contratura do membro superior, comprometimento cognitivo grave, marca-passo cardíaco e gravidez.

O investigador principal, AN, coletou os dados no departamento de Fisioterapia, GJUS&T e em clínicas e hospitais privados, mas os investigadores desconheciam a alocação dos grupos. Uma sequência de números aleatórios gerada por um computador foi usada para distribuir os grupos. Todos os sujeitos forneceram consentimento informado por escrito. Eles eram completamente anônimos (cegos) e tinham o direito de retirar-se do estudo a qualquer momento. Os participantes inscritos no estudo foram divididos aleatoriamente em três subgrupos: grupo PEMF, grupo EENM e grupo Controle.

2.3 Procedimento

Os pacientes receberam tratamento com PEMF e EENM durante 30 minutos por dia, 3 vezes por semana durante 6 semanas. Não houve eventos adversos observados em ambos os grupos, como queimaduras ou respostas alérgicas na pele, durante o período do estudo.

2.4 Grupo PEMF

Cada aplicação teve duração de 30 minutos e o equipamento utilizado foi um OMI PEMF previamente calibrado. Era alimentado por adaptador de parede e tinha frequência (50 Hz) e intensidade (20 mT ou 200 G)¹³ e o colchonete foi colocado posteriormente na articulação do ombro com o paciente em posição supina como mostra a Figura 1. Este grupo não recebeu protocolo convencional.

2.5 Grupo EENM

Foi utilizado um estimulador portátil de dois canais alimentado por bateria (Intelect® NMES) com frequência (30-50 Hz) e duração de pulso (300 microssegundos), pois esses parâmetros foram usados anteriormente em ombro hemiplégico.¹⁴ Eletrodos de superfície foram colocados próximos ao feixe medial ou posterior do ombro hemiplégico, músculos deltoide e supraespinhal¹⁰ e o paciente foi mantido na posição sentada (Figura 2).

2.6 Grupo controle

O grupo Controle recebeu protocolo convencional, ou seja, exercícios de alongamento (peitoral maior, grande dorsal), exercícios de amplitude de movimento ativos/assistidos e exercícios passivos de amplitude de movimento com base na revisão da literatura.^{16,17}

Figura 1. Posicionamento da esteira e equipamento PEMF



Fonte: os autores (2023).

Figura 2. Posicionamento dos eletrodos e equipamento de EENM



Fonte: os autores (2023).

2.7 Medidas de resultados

O desfecho primário deste estudo foi VAS (Escala Visual Analógica) para dor¹⁸ e os desfechos secundários foram FMA-UE (Fugl Meyer Assessment-Upper Extremity) para déficits motores¹⁹; o tônus do adutor e rotador interno do ombro foi avaliado pela MAS (Escala de Ashworth Modificada) para espasticidade²⁰ e a amplitude de movimento ativa e passiva (AROM/PROM) de flexão, abdução e rotação externa do ombro foi avaliada por meio de um goniômetro universal. No início do estudo, seis semanas após o início da intervenção e uma semana após o início do acompanhamento, foram avaliadas as medidas de resultados. Um avaliador cego registrou todas as medidas de resultados.

2.8 Análise estatística

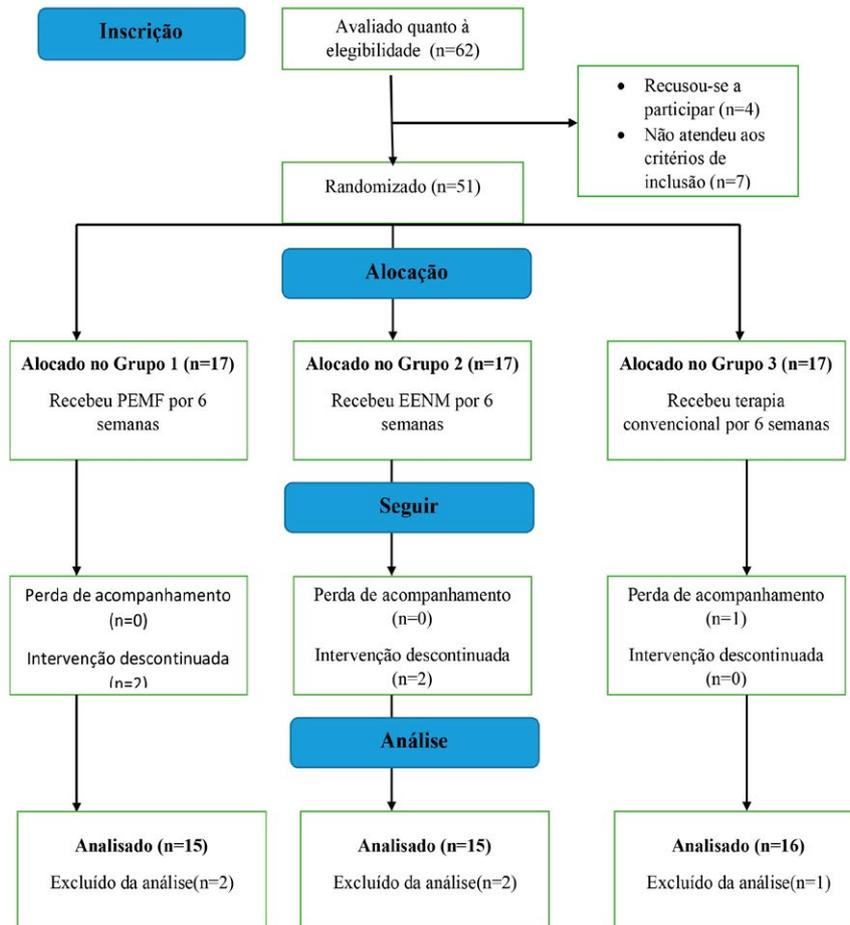
Os dados foram analisados no programa SPSS versão 21.0 (SPSSInc, Chicago, IL, EUA). A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. A eficácia do tratamento foi determinada usando uma análise post-hoc de LSD (diferença menos significativa). Para comparar os grupos, foi utilizada uma ANOVA One-Way. Um teste t pareado foi utilizado para analisar os dados dentro do grupo. Uma ANOVA de medidas repetidas foi utilizada para calcular a eficácia terapêutica dentro de cada grupo.

3. Resultados

3.1 Comparação de linha de base

Participaram do estudo 51 sujeitos, sendo 17 sujeitos alocados em cada grupo. 46 pacientes (Grupo 1=17; Grupo 2=17 e Grupo=16) completaram todas as 18 sessões de tratamento, 5 pacientes foram excluídos da análise final (Grupo 1=2; Grupo 2=2 e Grupo=1) porque não concluíram as sessões de tratamento (dois pacientes citaram motivo de falta de tempo no Grupo 1 e dois pacientes citaram maior distância da residência no Grupo 2 e um por questão pessoal no Grupo 3). A triagem e seleção dos participantes são apresentadas no fluxograma de acordo com as diretrizes do CONSORT (Figura 3).

Figura 3. A triagem e seleção dos participantes são mostradas no fluxograma de acordo com as diretrizes do CONSORT



Fonte: os autores (2023).

Os dados de todos os participantes foram obtidos e analisados. As características basais dos dados (idade, tempo calculado desde a ocorrência do AVC, peso, altura e IMC) são apresentadas na Tabela 1. Os escores pré-intervenção dos três grupos não diferiram significativamente entre si, indicando que todos os três grupos tiveram pontuações iniciais semelhantes. Durante o período de acompanhamento, não foram observados eventos desfavoráveis em nenhum dos grupos.

Tabela 1. Características basais antes da intervenção

Variáveis		PEMF(N=15)	EENM(N=15)	Controle(N=16)	P valor
Idade		60,90±8,47	60,40±6,70	59,50±6,79	0,860
Tempo		11,27±4,07	11,13±4,35	9,81±2,58	0,490
Peso (Kg)		68,56±7,24	68,06±6,38	64,11±7,27	0,162
Altura (cm)		170,40±6,72	168,80±8,82	168,38±10,15	0,796
IMC		23,53±1,24	23,91±1,96	22,60±1,54	0,075
SVA		6,67±0,90	6,93±0,79	6,81±0,91	0,706
FMA		30,93±7,47	33,13±6,50	31,25±5,81	0,617
MAS	Adutores	1,40±0,50	1,67±0,48	1,44±0,51	0,298
	Rotadores Internos	1,53±0,51	1,47±0,51	1,50±0,51	0,939
AROM	Flexão	44,20±11,44	43,80±10,02	46,63±11,12	0,736
	Abdução	26,53±3,92	25,40±3,62	26,50±4,42	0,679
	Rotação Externa	3,93±0,88	3,80±0,77	3,94±0,68	0,859
PROM	Flexão	97,67±20,15	101,67±16,25	104,19±16,99	0,597
	Abdução	89,40±12,83	93,20±11,35	95,19±10,93	0,388
	Rotação Externa	23,40±7,39	24,80±5,77	25,50±4,21	0,607

Fonte: os autores (2023).

A maior alteração média nas pontuações VAS foi mostrada pelo PEMF (MD=5.06±0.46; t14=42.87; p≤0.01) e grupo EENM (MD=5.33±0.48; t14=42.33; p≤0.01*) seguido do grupo Controle (MD=1.87±0.95; t15=7.83; p≤0.01*) após 6 semanas de intervenção. A maior alteração média na FMA foi demonstrada pelo grupo EENM (MD=19.13±1.55; t14=47.73; p≤0.01*) seguido pelo grupo PEMF (MD=-12.46±1.06; t14=-45.54; p≤0.01*) após 4 semana de intervenção. A maior alteração média na MAS foi demonstrada pelo grupo EENM, adutores (1.40±0.50; t14=10.69; p ≤0.01*) e rotadores internos (MD=1.20±0.56; t14=8.29; p≤0.01*) seguido pelo grupo PEMF, adutores (MD=0.66±0.48; t14=5.29; p≤0.01*) e rotadores internos (MD=0.80±0.67; t14=4.58; p≤0.01*). Maior alteração média na AROM foi demonstrada pelo grupo EENM, flexão (MD=-23.20±2.04; t14=-43.99; p≤0.01*), abdução (MD=-22.73±1.75; t14=-50.27; p≤0.01*), rotação externa (MD=-3.20±0.77; t14=-16.00; p≤0.01*) seguido do grupo PEMF, flexão (MD=-13.26±1.66; t14=-30.81; p ≤0.01*), abdução (MD=-17.93±1.58; t14=-43.96; p≤0.01*) rotação externa (MD=-1.46±0.640; t14=-29.66; p≤0.01*). A maior alteração média na PROM foi demonstrada pelo grupo EENM, flexão (MD=-20.00±2.36; t14=-32.81; p≤0.01*), abdução (MD=-13.93±8.53; t14=-6.32; p≤0.01*) rotação externa (MD=-12.40±1.68; t14=-28.55; p ≤0.01*) seguida do grupo PEMF, flexão (MD=-11.53±1.50; t14=-29.66; p≤0.01*), abdução (MD=-1.66±0.90; t14=-50.22; p≤0.01*) rotação externa (MD=-7.400±2.028; t14=-14.13; p≤0.01*). Comparação das variáveis de resultado em todos os três grupos, conforme mostrado na Tabela 2 citada abaixo.

Tabela 2. Comparação das variáveis de desfecho após intervenção e acompanhamento nos três grupos

Variáveis		PEMF	EENM	Controle	Valor F	Valor P	
Pós	SVA	1,60±0,74	1,60±0,63	4,94±0,77	112,88	0,000*	
	FMA	43,40±7,72	52,27±7,06	36,44±5,87	20h37	0,000*	
	MAS	Adutor	0,73±0,70	0,27±0,45	1,06±0,68	6,31	0,004*
		Rotador Interno	0,80±0,67	0,47±0,51	1,13±0,80	3,62	0,035*
	AROM	Flexão	57,47±11,83	67,00±9,41	52,19±10,75	7,55	0,002*
		Abdução	44,47±4,43	48,13±4,47	31,69±4,51	58,16	0,000*
		Rotação Externa	5,40±0,98	7,00±1,00	4,56±0,72	28,54	0,000*
	PROM	Flexão	109,20±20,87	121,67±15,91	108,69±16,19	2,59	0,086 ^{NS}
		Abdução	101,07±13,01	107,13±15,61	99,13±10,85	1,52	0,230 ^{NS}
		Rotação Externa	30,80±7,35	37,20±6,50	29,56±4,06	6,90	0,003*
Follow-up	SVA	1,53±0,64	0,87±0,64	4,94±0,77	157,10	0,000*	
	FMA	44,40±8,06	53,67±6,74	36,63±5,57	24,01	0,000*	
	MAS	Adutor	0,73±0,70	0,27±0,45	1,06±0,68	6,31	0,004*
		Rotador Interno	0,80±0,67	0,47±0,51	1,13±0,80	3,62	0,035*
	AROM	Flexão	58,13±12,10	68,47±9,84	52,13±10,88	8,72	0,001*
		Abdução	45,93±5,23	49,27±4,81	32,13±4,61	54,02	0,000*
		Rotação Externa	6,00±1,25	7,73±1,28	4,56±0,72	31,69	0,000*
	PROM	Flexão	110,13±20,76	123,93±15,45	108,06±15,69	3,75	0,031*
		Abdução	102,13±13,61	108,60±15,72	99,50±11,02	1,83	0,172 ^{NS}
		Rotação Externa	31,27±7,26	38,20±7,20	29,25±3,85	8,58	0,001*

*: Significativo $p \leq 0,05$; NS: Não significativo.
 Fonte: os autores (2023).

Todos os grupos experimentaram uma melhoria estatisticamente maior nas pontuações pós-intervenção e de acompanhamento em relação às pontuações pré-intervenção, de acordo com comparações dentro dos grupos. A pontuação pós-intervenção e a pontuação de acompanhamento não diferiram significativamente. Esses achados sugerem que após o início do tratamento, uma melhora foi observada nos pacientes e continuou durante o período de acompanhamento (Tabela 3).

Tabela 3. Medidas repetidas para pontuações VAS, FMA e MAS de todos os grupos na pré-intervenção, pós-intervenção e acompanhamento após intervenção

Variáveis		PEMF	EENM	Controle	
SVA	Pré	6,66	6,93	6,81	
	Pós	1,60	1,60	4,93	
	Follow-up	1,53	0,86	4,93	
	Teste F	1437,57; p≤0,01*	442,79; p ≤0,01*	61,36; p ≤0,01*	
FMA	Pré	30,93	33,13	31h25	
	Pós	43,40	52,26	36,43	
	Follow-up	44,40	53,66	36,62	
	Teste F	939.905; p ≤0,01*	1744,34; p ≤0,01*	275,59; p ≤0,01*	
MAS	Adutor	Pré	1,40	1,66	1,43
		Pós	0,73	0,26	1,06
		Follow-up	0,73	0,26	1,06
		Teste F	28h00; p ≤0,01*	114,33; p ≤0,01*	9h00; p ≤0,01*
	RotadorInter no	Pré	1,40	1,66	1,50
		Pós	0,73	0,26	1,12
		Follow-up	0,73	0,26	1,12
		Teste F	28h00; p ≤0,01*	114,33; p ≤0,01*	9h00; p ≤0,01*

.*: Significativo p≤0,05; NS: Não significativo.
Fonte: os autores (2023).

Comparações múltiplas da alteração média de VAS, FMA, MAS, AROM e PROM entre diferentes grupos, conforme mostrado na Tabela 4 citada abaixo. Quando a VAS foi comparada entre PEMF, EENM e grupo controle, houve diferenças significativas, exceto o grupo PEMF e EENM. A FMA mostrou diferenças significativas entre o grupo PEMF e EENM, Controle e EENM e Controle. No caso da medida de resultado MAS, os adutores e os rotadores internos não mostraram diferenças significativas entre o grupo PEMF e Controle e os rotadores internos entre o grupo PEMF e EENM; apenas a EENM e o grupo controle apresentaram diferença significativa tanto nos adutores quanto nos rotadores internos.

Tabela 4. Comparações múltiplas de alteração média de VAS, FMA, MAS, AROM e PROM entre diferentes grupos

Variáveis		Grupo Intervenção	Comparação entre grupos	Média (Diferença média)	SE	Significância.	
SVA		PEMF	EENM	0,00	0,26	1h00 ^{NS}	
			Controle	-3,34	0,25	0,00*	
		EENM	Controle	-3,34	0,25	0,00*	
FMA		PEMF	EENM	-8,86	2,52	0,001*	
			Controle	6,96	2,48	0,008*	
		EENM	Controle	15,82	2,48	0,00*	
MAS	Adutor	PEMF	EENM	0,46	0,22	0,04*	
			Controle	-0,32	0,22	0,15 ^{NS}	
		EENM	Controle	-0,79	0,22	0,01*	
	Rotador Interno	PEMF	EENM	0,33	0,24	0,18 ^{NS}	
			Controle	-0,32	0,24	0,19 ^{NS}	
		EENM	Controle	-0,65	0,24	0,01*	
AROM	Flexão	PEMF	EENM	-9,53	3,91	0,01*	
			Controle	5,27	3,85	0,17 ^{NS}	
		EENM	Controle	14,81	3,85	0,00*	
	Abdução	PEMF	EENM	-3,66	1,63	0,03*	
			Controle	12,77	1,60	0,00*	
		EENM	Controle	16h44	1,60	0,00*	
	Rotação Externa	PEMF	EENM	-1,60	0,33	0,00*	
			Controle	0,83	0,32	0,01*	
		EENM	Controle	2,43	0,32	0,00*	
	PROM	Flexão	PEMF	EENM	-12,46	6,48	0,06 ^{NS}
				Controle	0,51	6,38	0,93 ^{NS}
			EENM	Controle	12,97	6,38	0,04*
Abdução		PEMF	EENM	-6,06	4,83	0,21 ^{NS}	
			Controle	1,94	4,76	0,68 ^{NS}	
		EENM	Controle	8h00	4,76	0,10 ^{NS}	
Rotação Externa		PEMF	EENM	-6h40	2,22	0,006*	
			Controle	1,23	2,19	0,57 ^{NS}	
		EENM	Controle	7,63	2,19	0,001*	

*: Significativo p<0,05; NS: Não significativo.
 Fonte: os autores (2023).

Quando AROM (Flexão, Abdução, Rotação Externa) comparada entre PEMF, EENM e grupo controle, houve diferenças significativas, exceto PEMF e grupo controle no caso de AROM (Flexão). Quando PROM (Flexão) foi comparada, apenas diferenças significativas foram mostradas na comparação entre EENM e grupo controle e no caso de PROM (rotação Ext) diferenças significativas entre PEMF e EENM e EENM e grupo Controle.

4. Discussão

Este estudo compara a eficácia do PEMF e da EENM na dor no ombro pós-AVC pela primeira vez. De acordo com os resultados deste ensaio clínico randomizado, os pacientes que tiveram dor no ombro pós-AVC reduziram efetivamente a dor, melhoraram a função motora e aumentaram a amplitude de movimento com PEMF e EENM. Após uma intervenção de seis semanas, todos os resultados melhoraram e os efeitos do tratamento persistiram durante um período de acompanhamento de uma semana.

A diferença média da EVA para o PEMF foi de 5,06, para a EENM foi de 5,33 e para o grupo controle foi de 1,87, o que mostra que o grupo EENM apresentou melhora significativa, comprovada clínica e estatisticamente. A EENM é uma intervenção neuromoduladora capaz de alterar a excitabilidade do sistema nervoso central, o curso da dor no ombro após acidente vascular cerebral envolve mecanismos nociceptivos e neuropatológicos locais e distais. A EENM pode ser usada nos estágios agudos e crônicos após acidente vascular cerebral devido aos seus efeitos na excitabilidade cortical e na fisiologia muscular.²¹

Um estudo realizado por Lin e Yan mostrou que 3 semanas de EENM de longo prazo suplementadas com terapia convencional melhoraram significativamente as habilidades motoras dos membros superiores durante os estágios iniciais do AVC em comparação com a terapia convencional sozinha, e o efeito durou pelo menos 6 meses.²² No presente estudo, a EENM tem efeito na abdução do ombro, estimulando os músculos deltóide e supraespinhal. A maioria dos estudos anteriores em pacientes crônicos não examinou a função dos membros superiores (ou seja, limitação de atividade) ou a persistência do efeito, mas as

evidências mostraram que a EENM pode ajudar a reduzir ou prevenir a subluxação do ombro, aliviar a dor e melhorar a força muscular. O efeito é mantido por até 3 meses após o término do tratamento.²³ Sahin et al. avaliaram a eficácia da EENM (15 minutos; 5 dias/semana durante 4 semanas) na espasticidade e encontraram um efeito significativo na espasticidade ao fortalecer os músculos do antagonista através de rotas da medula espinhal e efeitos neuronais locais.²⁴ A EENM ajuda na recuperação educando o músculo, bem como prevenindo a atrofia, reduzindo espasmos musculares, aumentando o fluxo sanguíneo e fornecendo nutrição aos músculos.⁸

Estudos recentes acrescentaram evidências adicionais que apoiam a eficácia da terapia PEMF na melhoria da comunicação celular e na promoção da cura no corpo, o que leva a uma redução de toxinas na área danificada e a um aumento de nutrientes vitais e endorfinas, reduzindo a sensibilidade dos nociceptores.²⁵ Thomas e outros. fizeram um estudo sobre os efeitos analgésicos da exposição ao PEMF na dor musculoesquelética crônica em humanos e concluíram que o alívio da dor pela EVA era comparável a doses baixas a moderadas de analgésicos opioides em pacientes expostos ao PEMF.²⁶ Não há evidências fortes de que a terapia eletromagnética forneça tratamento adicional e benefícios durante o período agudo da reabilitação do SIS.²⁷ Por exemplo, um estudo randomizado e controlado por placebo mostrou que a terapia com PEMF melhora o limiar de dor e a funcionalidade física em pacientes com osteoartrite de joelho.²⁸ Evidências moderadas apoiam a capacidade do PEMF de acelerar a cura e diminuir a dor.²⁹ Foi demonstrado que a exposição a um campo eletromagnético pulsado reduz o dano tecidual após um acidente vascular cerebral. Em coelhos, a estimulação com PEMF reduziu o tamanho do infarto após isquemia aguda localizada. O estudo concluiu que o PEMF oferece uma ligeira redução da inflamação durante as fases iniciais da recuperação pós-AVC e uma melhor supressão do processo inflamatório durante as fases posteriores.¹¹ No presente estudo, mostramos melhora da dor no ombro após um acidente vascular cerebral em termos de dor, função motora, amplitude de movimento e espasticidade. A terapia PEMF é uma abordagem promissora para o tratamento de uma variedade de doenças porque utiliza campos de energia de baixa frequência para promover processos elétricos e químicos nos tecidos.

É significativo notar que na avaliação de acompanhamento de 1 semana, todos os resultados pós-intervenção permaneceram inalterados. Comparamos duas terapias neste estudo com um grupo de controle para adicionar evidências clínicas que apoiam a eficácia do PEMF e da EENM no tratamento da dor no ombro pós-AVC, os resultados sugeriram que a EENM pode controlar com sucesso o alívio da dor, mantendo um impacto analgésico duradouro e o PEMF não apenas alivia a dor, mas também tem um efeito estimulante nos processos biológicos. Os achados do nosso estudo estão intimamente relacionados com outros estudos que estudaram os efeitos da PEMF^{13,22,30} e da EENM.^{8,10,11}

Existem vários pontos fortes importantes no estudo. Este é o primeiro ensaio clínico randomizado comparando a eficácia do PEMF e da EENM com um grupo controle. Para reduzir o viés, foram utilizados cálculos de cegamento e tamanho amostral. Os resultados não são apenas estatisticamente significativos, mas também clinicamente relevantes.

Existem algumas limitações no estudo. Primeiro, o tamanho da amostra é pequeno. Em segundo lugar, foram estudados apenas participantes pós-AVC com déficits moderados a graves. Avaliações de acompanhamento mais longas são necessárias. Pesquisas futuras empregam amostras grandes e métodos de estimulação semelhantes para adquirir uma melhor compreensão do potencial de promoção da neuroplasticidade funcionalmente benéfica em pacientes com AVC.

5. Conclusão

A terapia de campo eletromagnético pulsado e a estimulação elétrica neuromuscular são eficazes na melhora da dor no ombro pós-AVC, espasticidade, amplitude de movimento e função motora e um novo método para pacientes com AVC em reabilitação. Nossos resultados mostram que a EENM é significativamente mais eficaz que a PEMF na manutenção da analgesia a longo prazo.

Contribuições dos autores

Punia S e Nimesh A participaram da concepção, desenho e coleta de dados. Punia S e Singh V trabalharam na análise dos dados. Punia S, Nimesh A e Boora M contribuíram na redação do artigo. Todos os autores contribuíram para a revisão crítica e aprovação final do artigo.

Conflitos de interesse

Nenhum conflito financeiro, legal ou político envolvendo terceiros (governo, empresas privadas e fundações, etc.) foi declarado para qualquer aspecto do trabalho submetido (incluindo, mas não se limitando a subvenções e financiamento, participação em conselhos consultivos, desenho de estudo, manuscrito preparação, análise estatística, etc.).

Indexadores

A Revista Pesquisa em Fisioterapia é indexada no [DOAJ](#), [EBSCO](#), [LILACS](#) e [Scopus](#).



Referências

1. French BR, Boddepalli RS, Govindarajan R. Acute ischemic stroke: current status and future directions. *Mo Med*. 2016;113(6):480-6. Cited: PMID: [30228538](#).
2. Anwer S, Alghadir A. Incidence, prevalence, and risk factors of hemiplegic shoulder pain: a systematic review. *Int J Environmental Res Public Health*. 2020;17(14):4962. <https://doi.org/10.3390/ijerph17144962>
3. Yang L, Yang J, He C. The effect of kinesiology taping on the hemiplegic shoulder pain: a randomized controlled trial. *J Healthc Eng*. 2018;2018:8346432. <https://doi.org/10.1155/2018/8346432>
4. Souza IG, Souza RF, Barbosa FDS, Scipioni KRDS, Aidar FJ, Zanona AF. Protocols used by occupational therapists on shoulder pain after stroke: systematic review and meta-analysis. *Occup Ther Int*. 2021;2021:8811721. <https://doi.org/10.1155/2021/8811721>

5. Sire A, Moggio L, Demeco A, Fortunato F, Spanò R, Aiello V, et al. Efficacy of rehabilitative techniques in reducing hemiplegic shoulder pain in stroke: Systematic review and meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med*. 2022;65(5):101602. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2021.101602>
6. Langhorne P, Stott DJ, Robertson L, MacDonald J, Jones L, McAlpine C, et al. Medical complications after stroke: a multicenter study. *Stroke*. 2000;31(6):1223-9. <https://doi.org/10.1161/01.str.31.6.1223>
7. Takeda K, Tanino G, Miyasaka H. Review of devices used in neuromuscular electrical stimulation for stroke rehabilitation. *Med Devices*. 2017;10:207-13. <https://doi.org/10.2147/mder.s123464>
8. Chuang LL, Chen YL, Chen CC, Li YC, Wong AMK, Hsu AL, et al. Effect of EMG-triggered neuromuscular electrical stimulation with bilateral arm training on hemiplegic shoulder pain and arm function after stroke: a randomized controlled trial. *J NeuroengRehabil*. 2017;14(1):122. <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0332-0>
9. Sentandreu-Mañó T, Tomás JM, Terrádez JRS. A randomised clinical trial comparing 35 Hz versus 50 Hz frequency stimulation effects on hand motor recovery in older adults after stroke. *Sci Rep*. 2021;11(1):9131. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88607-8>
10. Zhou M, Li F, Lu W, Wu J, Pei S. Efficiency of Neuromuscular Electrical Stimulation and Transcutaneous Nerve Stimulation on Hemiplegic Shoulder Pain: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018;99(9):1730-9. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.04.020>
11. Pena-Philippides JC, Yang Y, Bragina O, Hagberg S, Nemoto E, Roitbak T. Effect of pulsed electromagnetic field (PEMF) on infarct size and inflammation after cerebral ischemia in mice. *Transl Stroke Res*. 2014;5(4):491-500. <https://doi.org/10.1007/s12975-014-0334-1>
12. Özdemir M, Yaşar MF, Yakşi E. Effect of pulsed electromagnetic field therapy in patients with supraspinatus tendon tear. *Rev Assoc Med Bras*. 2021;67(2):282-6. <https://doi.org/10.1590/1806-9282.67.02.20200730>
13. Freitas DG, Marcondes FB, Monteiro RL, Rosa SG, Fucs PMM, Fukuda TY. Pulsed electromagnetic field and exercises in patients with shoulder impingement syndrome: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014;95(2):345-52. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.09.022>
14. Karabıçak GÖ, Talu B. A comparison of taping and neuromuscular electric stimulation outcomes in hemiplegic shoulder: a randomized controlled trial. *J ExercTherRehabil* [Internet]. 2020;7(2):99-108. Disponível em: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jetr/issue/56637/655743>
15. Beaulieu K, Beland P, Pinard M, Handfield G, Handfield N, Goffaux P, et al. Effect of pulsed electromagnetic field therapy on experimental pain: a double-blind, randomized study in healthy young adults. *Electromagn Biol Med*. 2016;35(3):237-44. <https://doi.org/10.3109/15368378.2015.1075409>
16. Bacho Z, Khin NY, Daud DMA. Effect of Core Exercises on Motor Function Recovery in Stroke Survivors with Very Severe Motor Impairment. *J CardiovascDevDis*. 2023;10(2):50. <https://doi.org/10.3390/jcdd10020050>
17. Pain LAM, Baker R, Sohail QZ, Hebert D, Zabjek K, Richardson D, et al. The three-dimensional shoulder pain alignment (3D-SPA) mobilization improves pain-free shoulder range, functional reach and sleep following stroke: A pilot randomized control trial. *DisabilRehabil*. 2020;42(21):3072-83. <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1585487>
18. Sui M, Jiang N, Yan L, Liu J, Luo B, Zhang C, et al. Effect Of Electroacupuncture on Shoulder Subluxation in Poststroke Patients With Hemiplegic Shoulder Pain: A Sham-Controlled Study Using Multidimensional Musculoskeletal Ultrasound Assessment. *Pain Res Manag*. 2021;2021:5329881. <https://doi.org/10.1155%2F2021%2F5329881>
19. Duncan PW, Propst M, Nelson SG. Reliability of the Fugl-Meyer assessment of sensorimotor recovery following cerebrovascular accident. *Phys Ther*. 1983;63(10):1606-10. <https://doi.org/10.1093/ptj/63.10.1606>
20. Li F, Wu Y, Li X. Test-retest reliability and inter-rater reliability of the Modified Tardieu Scale and the Modified Ashworth Scale in hemiplegic patients with stroke. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2014;50(1):9-15. Citado em: PMID: [24309501](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24309501/).
21. Hochsprung A, Domínguez-Matito A, López-Hervás A, Herrera-Monge P, Moron-Martin S, Ariza-Martínez C, et al. Short-and medium-term effect of kinesio taping or electrical stimulation in hemiplegic shoulder pain prevention: A randomized controlled pilot trial. *NeuroRehabilitation*. 2017;41(4):801-10. <https://doi.org/10.3233/nre-172190>
22. Lin Z, Yan T. Long-term effectiveness of neuromuscular electrical stimulation for promoting motor recovery of the upper extremity after stroke. *J Rehabil Med*. 2011;43(6):506-10. <https://doi.org/10.2340/16501977-0807>
23. Chae J, Bethoux F, Bohine T, Dobos L, Davis T, Friedl A. Neuromuscular stimulation for upper extremity motor and functional recovery in acute hemiplegia. *Stroke*. 1998;29(5):975-9. <https://doi.org/10.1161/01.str.29.5.975>
24. Sahin N, Ugurlu H, Albayrak I. The efficacy of electrical stimulation in reducing the post-stroke spasticity: a randomized controlled study. *DisabilRehabil*. 2012;34(2):151-6. <https://doi.org/10.3109/09638288.2011.593679>

25. Karakaş M, Gök H. Effectiveness of pulsed electromagnetic field therapy on pain, functional status, and quality of life in patients with chronic non-specific neck pain: A prospective, randomized-controlled study. *Turk J Phys Med Rehabil.* 2020;66(2):140-6. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2020.5169>
26. Thomas AW, Graham K, Prato FS, McKay J, Forster PM, Moulin DE, et al. A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial using a low-frequency magnetic field in the treatment of musculoskeletal chronic pain. *Pain Res Manag.* 2007;12(4):249-58. <https://doi.org/10.1155/2007/626072>
27. Aktas I, Akgun K, Cakmak B. Therapeutic effect of pulsed electromagnetic field in conservative treatment of subacromial impingement syndrome. *Clin Rheumatol.* 2007;26(8):1234-9. <https://doi.org/10.1007/s10067-006-0464-2>
28. Bagnato GL, Miceli G, Marino N, Sciortino D, Bagnato GF. Pulsed electromagnetic fields in knee osteoarthritis: a double blind, placebo-controlled, randomized clinical trial. *Rheumatology.* 2016;55(4):755-62. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kev426>
29. Peng L, Fu C, Xiong F, Zhang Q, Liang Z, Chen L, et al. Effectiveness of pulsed electromagnetic fields on bone healing: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Bioelectromagnetics.* 2020;41(5):323-37. <https://doi.org/10.1002/bem.22271>
30. Price CI, Pandyan AD. Electrical stimulation for preventing and treating post-stroke shoulder pain: a systematic Cochrane review. *Clin Rehabil.* 2001;15(1):5-19. <https://doi.org/10.1191/026921501670667822>