

UNIVERSIDADE POTIGUAR
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE FISIOTERAPIA

MARIA PAULA DA SILVA ALMEIDA
NAYRA RAYANNE DIOGENES MAGALHÃES

EFEITOS E APLICAÇÕES DA ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIANA
NO CONGELAMENTO DA MARCHA EM PACIENTES COM DOENÇA DE
PARKINSON

MOSSORÓ/RN

2023

MARIA PAULA DA SILVA ALMEIDA
NAYRA RAYANNE DIOGENES MAGALHÃES

**EFEITOS E APLICAÇÕES DA ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIANA
NO CONGELAMENTO DA MARCHA EM PACIENTES COM DOENÇA DE
PARKINSON**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em
Fisioterapia, Universidade Potiguar –
UNP Campus Mossoró.

Orientador(a): Prof. Me. Gislainy
Luciana Gomes Câmara

MOSSORÓ/RN

2023

SUMÁRIO

1.Introdução	5
2.Metodologia.....	6
3.Resultados.....	8
4.Discussão	13
5.Considerações Finais	15
6.Referências	16

EFEITOS E APLICAÇÕES DA ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIANA NO CONGELAMENTO DA MARCHA EM PACIENTES COM DOENÇA DE PARKINSON¹

EFFECTS AND APPLICATIONS OF TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION IN FREEZING OF GAIT IN PATIENTS WITH PARKINSON'S DISEASE¹

Maria Paula Da Silva Almeida²

Nayra Rayanne Diogenes Magalhães²

Gislainy Luciana Gomes Câmara³

RESUMO

A Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) é uma técnica reabilitadora de lesões diversas do sistema neurológico, incluindo danos de funcionalidade na Doença de Parkinson (DP), em especial os eventos de congelamento da marcha (*FOG -Freezing Of Gait*). **Objetivo:** Identificar na literatura as possíveis aplicações da EMT e seus efeitos prognósticos na marcha e na ocorrência do FOG. **Metodologia:** Revisão integrativa da literatura, realizada nas bases de dados PubMed, SciELO, PEDro, LILACS e MEDLINE, com margem temporal de 2018 e 2023 em inglês; na busca utilizou-se o operador booleano “AND” entre as palavras-chaves para sintetizar os resultados. **Resultados:** Após filtragem com base nos critérios estabelecidos, foram incluídos 10 artigos para análise de resultados que demonstraram em suas aplicações a eficácia da EMT na recuperação da funcionalidade da marcha, redução nos episódios de FOG, tal como em sua duração; diminuição nos riscos de quedas e melhora na qualidade de vida dos indivíduos com DP. **Considerações Finais:** A EMT possui ações a nível neurológico, estimulando a neuroplasticidade e reativação ou inibição de movimentos fundamentais da marcha, sendo eficiente no abrandamento pleno do FOG e suas consequências na funcionalidade e independência dos pacientes.

Palavras-Chaves: Estimulação Magnética Transcraniana; Doença de Parkinson; Marcha

¹ Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial do Título de Bacharel em Fisioterapia

² Graduandas do Curso de Fisioterapia pela Universidade Potiguar – Campus Mossoró

³ Professor(a) – Orientador(a). Me. Docente do Curso de Fisioterapia, Universidade Potiguar

ABSTRACT

Transcranial Magnetic Stimulation (TMS) is a rehabilitation technique for various neurological system injuries, including functional damage in Parkinson's Disease (PD), especially freezing of gait (FOG) events. **Objective:** To identify in the literature the possible applications of EMT and its prognostic effects on gait and the occurrence of FOG. **Methodology:** Integrative literature review, carried out in the PubMed, SciELO, PEDro, LILACS and MEDLINE databases, with a time frame of 2018 and 2023 in English; the search used the Boolean operator "AND" between the keywords to synthesize the results. **Results:** After filtering based on the established criteria, 10 articles were included for analysis of results that demonstrated in their applications the effectiveness of EMT in recovering gait functionality, reduction in FOG episodes, as well as in their duration; reduction in the risk of falls and improvement in the quality of life of individuals with PD. **Final considerations:** TMS acts at a neurological level, stimulating neuroplasticity and reactivating or inhibiting fundamental gait movements, and it is effective in fully slowing down FOG and its consequences for patients' functionality and independence.

Keywords: Transcranial Magnetic Stimulation; Parkinson's Disease; Gait.

INTRODUÇÃO

A neuroestimulação tem sido uma prática favorável na neuroreabilitação, especialmente no que diz respeito a sua abordagem específica nos circuitos neurais locomotores, estimulação nervosa positiva e supressão de padrões negativos (Krogh *et al.*, 2022). Uma de suas ferramentas mais eficazes e atuais é a Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) que se trata de uma técnica não invasiva embasada pelos princípios de indução eletromagnética de Faraday, que atua a nível cerebral fornecendo pulsos magnéticos intensos e correntes elétricas que modificam a atividade cortical (Deng *et al.*, 2022). Sua aplicação repetitiva (EMTr) em alta frequência regularmente tem demonstrado melhoras nos déficits motores em pacientes com Doença de Parkinson (DP), em especial no congelamento da marcha (*FOG -Freezing Of Gait*) (Ma *et al.*, 2019).

O Parkinson é uma patologia crônica, progressiva e degenerativa do sistema nervoso central provocado pelo declínio de neurotransmissores dopaminérgicos na via nigroestriatal dos gânglios da base que auxiliam nos movimentos voluntários do corpo, sendo seus principais sintomas bradicinesia, instabilidade postural, rigidez muscular, tremor em repouso, desvios posturais e distúrbios de marcha como a festinação e FOG (Luna *et al.*, 2020).

O FOG como sintoma marcante da DP caracteriza-se por rápidos e repentinos momentos de pausa e incapacidade de progressão da marcha no início ou em mudança de direção (Ma *et al.* 2019), podendo promover quedas e sequelas, dependência funcional e prejuízos consideráveis na qualidade de vida dos pacientes (Gao *et al.*, 2020). Propõe-se que o FOG seja causado por um colapso intermitente de uma rede neuronal hierarquicamente organizada por estruturas corticais como o Córtex Motor Suplementar (CMS) ou Área Motora Suplementar (AMS) que atua no controle motor, e subcorticais. (Brugger *et al.*, 2020). Mesmo sendo um fenômeno indagável e sua fisiopatologia ainda não estar plenamente estabelecida, devem ser consideradas as alterações motoras, cognitivas e límbicas, em especial do córtex motor (Sun *et al.*, 2023). Assim, a preservação da integridade das redes motoras está diretamente ligada a uma melhor capacidade de locomoção dos indivíduos com DP (Lee *et al.*, 2020).

A EMT envolve a aplicação de uma bobina de em média 7cm a 9cm posicionada sobre o hemisfério focal desejado e conectada a um estimulador magnético bifásico (Ma *et al.*, 2019). Durante a aplicação é gerado um campo magnético de duração curta sobre o córtex subjacente, promovendo estímulos elétricos focais que causam despolarização ou hiperpolarização dos canais iônicos nas membranas celulares gerando excitação neuronal. Essa conexão do pulso com a área cerebral depende da estrutura do córtex, da corrente gerada, condução do tecido e formato da bobina; e suas variáveis ajustáveis são formato de onda do pulso, duração de pulso, amplitude do estímulo, diâmetro da bobina e frequência ≤ 1 Hz (reduzir excitabilidade) ou ≥ 5 Hz (aumentar excitabilidade) (Godeiro *et al.*, 2021).

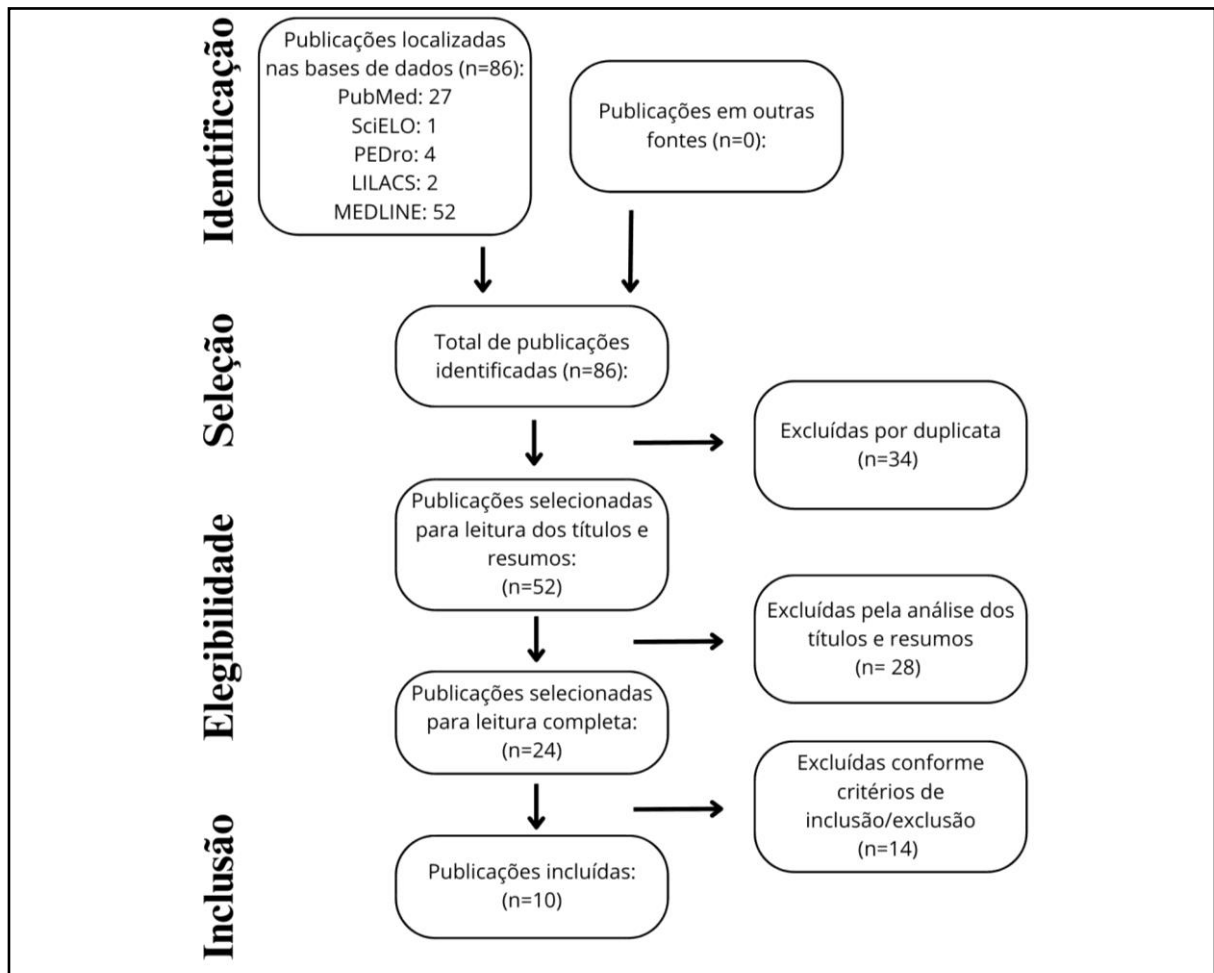
A técnica tem se mostrado eficaz e ainda mais promissora quando associada a outras ferramentas como a fisioterapia e sua abordagem com dicas e pistas funcionais de marcha, explorando diferentes estímulos temporais e ou espaciais para iniciar e manter a deambulação (Gao *et al.*, 2020). No entanto, apesar dos efeitos positivos, há poucos estudos voltados para essa temática o que torna a técnica pouco difundida e utilizada. Sendo assim, O referente estudo tem como objetivo, analisar os efeitos da EMT na marcha e no congelamento da marcha (*FOG -Freezing Of Gait*) em indivíduos com Doença de Parkinson, e suas possíveis aplicações.

METODOLOGIA

A presente pesquisa trata-se de uma revisão bibliográfica, que utilizou das bases de dados PubMed, PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*), SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), MEDLINE (*Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*) e LILACS (*Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde*) com critérios de inclusão:

pesquisas experimentais clínicas que utilizaram a EMT em pacientes com DP e analisaram seus efeitos na marcha e no seu congelamento, publicados entre 2018 e 2023, em inglês. Estando estes disponíveis de forma gratuita na íntegra encontradas a partir dos Descritores em Ciência da Saúde (Decs): *Transcranial Magnetic Stimulation* (Estimulação Magnética Transcraniana), *Parkinson Disease* (Doença de Parkinson), *Gait* (Marcha), onde foi utilizado o operador booleano “AND” para refinar a busca.

QUADRO 01 – Fluxograma



Fonte: dados da pesquisa (2023)

RESULTADOS

QUADRO 02 – Detalhamento dos artigos selecionados para análise na íntegra.

AUTOR/ANO	TÍTULO	METODOLOGIA	PRINCIPAIS CONCLUSÕES
Sun <i>et al.</i> 2023	Cortical Disinhibition Drives Freezing of Gait in Parkinson's Disease and an Exploratory Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Study	Ensaio clínico com amostra de 21 indivíduos saudáveis, 15 sem FOG, 15 DP OFF-FOG e 15 DP ONOFF-FOG. Nos grupos DP-FOG, Non-FOG e Grupo Controle (GC) foram comparadas o EMT, já o grupo DP ONOFF-FOG foi aplicado sobre o córtex motor primário uma sessão no lado contrário ao lado mais afetado e foram observadas as particularidades da marcha.	Constatou-se a aplicação da EMTr demonstrou resultados nos padrões neurofisiológicos e da marcha, aplicada em uma frequência maior na M1-LL unilateral mostrou um acréscimo na rapidez da marcha, distância e frequência da passada. Entre o grupo PD-FOG GCs mostrou que na velocidade da marcha, distância e frequência da passada foram mais extensas em comparação com o grupo PD Não-FOG e GCs.
	Upregulation of the parietal cortex improves freezing	No ensaio clínico 14 pacientes com DP idiopática, virgens de	A estimulação excitatória do CPP pela EMTr regula

Potvin-desrochers <i>et al.</i> 2023	of gait in Parkinson's disease	EMT, foram submetidos a aplicação EMT repetitiva inibitória, excitatória e simulada em quatro sessões com foco no Córtex Parietal Posterior (CPP) para análise de alterações no FOG e excitabilidade cortical antes e depois da aplicação do protocolo.	positivamente e reduz os fenômenos de FOG, devido a potencial redução de carga de entrada cortical nos gânglios da base antes do FOG.
Okada <i>et al.</i> 2021	Concomitant improvement in anti-saccade success rate and postural instability gait difficulty after rTMS treatment for Parkinson's disease	No ensaio clínico foram selecionados 14 pacientes com DP, a EMTr foi aplicada bilateralmente na perna do M1 e todos receberam 1000 pulsos por sessão. Foram aplicadas nos pacientes tarefas diversas de paradigma guiado visualmente e anti-sacada, foram feitos em três blocos sendo 120 ensaios por dia.	Conclui-se que a aplicação com EMTr teve um aumento da capacidade motora dos pacientes e melhorou consideravelmente a taxa de sucesso anti-sacada que foram diminuídas durante o tratamento.

Lench <i>et al.</i> 2021	Paired Inhibitory Stimulation and Gait Training Modulates Supplemental Motor Area Connectivity in Freezing of Gait	Ensaio clínico duplo cego, realizou dois experimentos, durante dez dias, que visaram identificar uma diferença na conectividade AMS entre os grupos. No primeiro foi aplicado uma observação transversal em 54 pacientes com DP para realizar o comparativo entre os que possuíam com e sem FOG e no segundo estudo teve a realização da EMTr com 20 indivíduos com DP.	Conclui-se no primeiro experimento que o estímulo na AMSE dos pacientes com FOG possuiu conectividade com o vermis do cerebelo, já na AMSD apresentou conectividade maior no prosencéfalo basal esquerdo. Portanto foi identificado no segundo experimento uma melhora no tempo no Questionário de Congelamento da Marcha (FOGQ) depois da estimulação da EMTr.
Brugger <i>et al.</i> 2020	Altered activation and connectivity of the supplementary motor cortex at motor initiation in Parkinson's disease patients with freezing.	No ensaio clínico, 12 indivíduos com FOG e sem FOG foram submetidos a avaliação eletrofisiológica de diferentes maneiras, averiguando as	Houve redução quantitativa e qualitativa na atividade do CMS em pacientes com FOG em comparação aos pacientes sem

		sincronias e oscilações beta corticais durante a aplicação da EMT no seu modo Intermitente Theta Burst (iTBS) no CMS e sua influência no início da marcha e na neuroplasticidade.	FOG, que dificulta a ativação da iniciação motora para a marcha.
Lee <i>et al.</i> 2020	Corticomotor excitability changes associated with freezing of gait in people with Parkinson disease	No estudo clínico, 18 participantes adultos com DP + FOG, 15 com DP – FOG e 15 sem deficiências foram avaliados por meio da EMT de pulso único, para análise da excitabilidade corticoespinal e intracortical; e pelo teste de caminhada de dez minutos para checagem da marcha e comparação com os resultados da EMT.	A partir da análise da excitabilidade corticomotora de pacientes com DP + FOG, constatou-se que esse grupo possui um limiar motor de repouso e inibição intracortical curta reduzidos, quando comparados aos grupos – FOG e Controle.
Mi <i>et al.</i> 2020	Repetitive transcranial magnetic stimulation improves Parkinson's freezing of gait via	No estudo clínico, 40 pacientes com DP + FOG, 31 com DP - FOG e 30 indivíduos controles normais de sexo e idades pareados foram	A EMTr de alta frequência aplicada sobre a área motora suplementar promove normalização de padrões funcionais

	normalizing brain connectivity.	randomizados e receberam EMTr de 10 Hz sobre AMS e estimulação simulada, supervisionados por dois biomarcadores com escore motor.	do cérebro relacionados ao congelamento da marcha e a DP em geral.
Ma, <i>et al.</i> 2019	Repetitive transcranial magnetic stimulation does not improve the sequence effect in freezing of gait.	No estudo duplo cego controlado, 28 pacientes com DP após suspensão de 12 horas da medicação antiparkinsoniana foram randomizados para receber aplicação da EMT de alta frequência real ou simulada no córtex motor primário bilateral e na área motora suplementar em dez sessões, durante duas semanas sucessivas para avaliar melhora do FOG.	A EMT repetitiva de alta frequência na área motora suplementar tem efeito prolongado e positivo sobre o FOG, além de melhora nos sintomas motores gerais e na execução da marcha.
	High-frequency rTMS over the supplementary motor area improves freezing of gait in Parkinson's disease:	No ensaio clínico duplo cego, foram selecionados 30 pacientes com DP-FOG, distribuídos de forma aleatória. Realizou-se uma	Observou-se que a EMTr tem um efeito sobre a redução da gravidade do Questionário de Congelamento da

Mi <i>et al.</i> 2019	a randomized controlled trial	sessão por dia durante cinco dias repetidos de EMTr e estimulação simulada durante duas semanas. A EMTr foi aplicada bilateralmente na AMS e no total foram aplicados 1.000 pulsos com 20 minutos de duração.	Marcha (FOGQ), com um progresso na duração do giro, do giro para se sentar, no comprimento e velocidade da passada e no tempo de duração do se sentar para se levantar comparada ao grupo placebo.
Moon <i>et al.</i> 2018	Stimulation in Supplementary Motor Area Versus Motor Cortex for Freezing of Gait in Parkinson's Disease	No ensaio clínico duplo cego, foram incluídos 12 pacientes com DP e FOG, foi aplicada a EMTr durante dois dias repetidos sobre o Córtex Motor (CM) ou SMA esquerdo. A EMTr foi realizada uma vez em quatro partes com intervalos de dez minutos entre eles e durante os dias também foi realizado o <i>stand-walk-sit</i> (SWS) para analisar os efeitos da EMTr.	Constatou-se após aplicação da EMTr foi observado desde o início que houve menos picos de congelamento na marcha durante o teste SWS e uma melhora na marcha no grupo AMS em comparação com o grupo CM que não apresentou alterações relevantes.

Fonte: dados da pesquisa (2023)

DISCUSSÃO

O efeito FOG e sua ocorrência súbita e breve repercutem diretamente na capacidade dos indivíduos com DP reproduzirem passos para frente e mudanças de direcionamento eficazes, sendo assim um significativo fator de risco para quedas, hipomobilidade e redução da qualidade de vida desses pacientes (Mi *et al.*, 2020). É relatado por Moon *et al.* (2018) que 80% dos pacientes com DP em seu estado avançado possuem FOG; e em fase inicial cerca de 10% a 30%.

Apesar de sua fisiologia não estar plenamente estabelecida, Brugger *et al.* (2020) a partir do seu estudo avaliativo e comparativo que aplicaram a EMT no modo theta burst (iTBS) presumem que, dentre as áreas corticais, a CMS ou AMS compõe uma rede neuronal que implica na síntese de movimentos complexos e de coordenação; acordado com Moon *et al.*, (2018) que destacam ser a região mais apropriada para a aplicação da EMT, pois em seu ensaio clínico observaram redução do tempo de caminhada, menos passos e eventos de congelamento segundo o teste de *stand-walk-sit*. Mi *et al.* (2019), afirmam que houve um aumento da excitabilidade cortical quando a EMT foi aplicada em alta frequência sobre o AMS, mostrando assim efeitos favoráveis nos sintomas motores. Observou-se que pela aplicação da EMT obteve-se uma melhora clínica no FOG, nos scores da Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson III (*Movement Disorders Society - Unified Parkinsons' disease Rating Scale –MDS UPDRS*) e nas características da marcha como o tempo de giro e de giro para sentar.

Ainda, Potvin-desrochers *et al.* (2023) constataram que o Córtex Parietal Posterior (CPP) também pode ser uma área de foco de aplicação da técnica, pois modula a dinâmica corporal por associação das informações sensoriais com a orientação do movimento no ambiente, sendo essencial no processamento visuoespacial; em seu estudo comparativo, aplicaram a EMT excitatória no CPP em 3 diferentes protocolos, que, apesar de não possuírem diferenças significativas entre si, proporcionaram melhora indubitável nos sintomas de FOG, no número de episódios e tempo de congelamento após curtas sessões de 3 minutos de estimulação excitatória.

Lee *et al.* (2020) são pioneiros ao sugerirem em seu estudo que os pacientes com FOG possuem uma redução da inibição intracortical e consequente compensação hiperexcitatória do sistema corticomotor, mesmo durante a fase “ON” da medicação, mostrando que a medicação dopaminérgica não conseguiu estabilizar completamente esse controle inibitório intracortical que afeta o comprimento da passada e velocidade da marcha.

De acordo com Okada *et al.* (2021), em seu estudo avaliativo, a EMT aplicada em alta frequência (5 Hz ou superior) pode alcançar efeitos consideráveis nas alterações motoras quando aplicado no Córtex Motor Primário (M1), demonstrando assim melhor desempenho na marcha, nos sintomas de tremor e da instabilidade postural que foi observada. Podemos ainda levar em consideração que a EMT pode instigar alterações na excitabilidade cortical. Em consonância, Sun *et al.* (2023) observaram que a EMT em alta frequência aplicado no M1-LL (perna) promoveu um aumento relevante na velocidade da marcha, sua duração e comprimento da passada, relatando que durante a aplicação notaram melhora do FOG tanto no local de estimulação quanto por meio de modulações nas áreas cerebrais ligadas. Ambos os estudos destacam que a aplicação da alta frequência pode aumentar a excitabilidade e a inibição cortical enquanto a de baixa frequência é utilizada para suprimi-lo, podendo também ser aplicado de forma preventiva na restauração da atividade cortical normal referentes a pacientes de DP sem FOG.

Lee *et al.* (2020) destacam ainda que apesar das várias técnicas de neuroimagem utilizadas em seu estudo e nos demais, as alterações fisiológicas e de excitabilidade e inibição corticomotora ligadas ao FOG não estão completamente estabelecidas, por isso a importância de associar a técnica com exercícios de alta intensidade. Na DP os circuitos neuronais para movimentos direcionados são mais conservados do que em movimentos autoguiados, sendo fundamental a estimulação conduzida por estratégias de pistas e demarcações (Brugger et al. 2020). Lench, *et al.* (2021) indicaram e aplicaram exercícios de dupla tarefa imediatamente após aplicação da EMT com caminhada de 20 minutos associada a uma atividade cognitiva, acompanhados pelo fisioterapeuta, em que os pacientes foram orientados a focarem mais na tarefa cognitiva do que na caminhada para melhor desenvolvimento da automaticidade da marcha.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há imprescindíveis evidências dos resultados restauradores na neuroplasticidade e reabilitação da marcha, com abrandamento do congelamento em pacientes parkinsonianos submetidos a ferramenta de EMT convencional e suas variações de protocolos, intensidades e periodizações, destacando avanço no processamento motor, visoespacial e funcionalidade da marcha, em especial, regresso dos episódios e durações de FOG, além de independência da mobilidade e qualidade de vida. No mais, transcorre-se a necessidade de abordagem e aplicação

desta técnica e suas diferentes execuções no meio clínico para uma maior ênfase no tratamento do FOG e suas conseqüentes limitações e riscos motores e emocionais na DP. Ademais, a terapia mostrou-se eficaz e resolutive na estimulação de redes neuronais distintas e conectadas a marcha, sendo uma excelente e promissora estratégia a ser integrada nos tratamentos fisioterapêuticos. Percebeu-se uma indubitável redução de ocorrências, frequência e durabilidade do fenômeno FOG concomitante a aplicação. Desse modo, faz-se necessário uma maior disseminação da técnica, tendo em vista seus benefícios, e mais pesquisas sobre a aplicabilidade em diferentes regiões neurológicas.

REFERÊNCIAS

BRUGGER, Florian et al. Altered activation and connectivity of the supplementary motor cortex at motor initiation in Parkinson's disease patients with freezing. **Clinical Neurophysiology**, v. 131, n. 9, p. 2171-2180, 2020

DENG, Shan et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on gait disorders and cognitive dysfunction in Parkinson's disease: A systematic review with meta-analysis. **Brain and Behavior**, v. 12, n. 8, p. e2697, 2022.

GAO, Chao et al. Freezing of gait in Parkinson's disease: pathophysiology, risk factors and treatments. **Translational neurodegeneration**, v. 9, p. 1-22, 2020

GODEIRO, Clecio et al. Use of non-invasive stimulation in movement disorders: a critical review. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 79, p. 630-646, 2021.

KROGH, Søren et al. Efficacy of repetitive transcranial magnetic stimulation for improving lower limb function in individuals with neurological disorders: A systematic review and meta-analysis of randomized sham-controlled trials. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 54, 2022.

LEE, Ya-Yun et al. Corticomotor excitability changes associated with freezing of gait in people with Parkinson disease. **Frontiers in human neuroscience**, v. 14, p. 190, 2020.

LENCH, Daniel H. et al. Paired inhibitory stimulation and gait training modulates supplemental motor area connectivity in freezing of gait. **Parkinsonism & related disorders**, v. 88, p. 28-33, 2021.

LUNA, Natália Mariana Silva et al. Effects of treadmill training on gait of elders with Parkinson's disease: a literature review. **Einstein (São Paulo)**, v. 18, 2020.

MA, Jinghong et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation does not improve the sequence effect in freezing of gait. **Parkinson's Disease**, v. 2019, 2019.

MI, Tao-Mian et al. High-frequency rTMS over the supplementary motor area improves freezing of gait in Parkinson's disease: a randomized controlled trial. **Parkinsonism & Related Disorders**, v. 68, p. 85-90, 2019.

MI, Tao-Mian et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation improves Parkinson's freezing of gait via normalizing brain connectivity. **npj Parkinson's Disease**, v. 6, n. 1, p. 16, 2020.

MOON, Jangsup et al. Stimulation in supplementary motor area versus motor cortex for freezing of gait in Parkinson's disease. **Journal of Clinical Neurology**, v. 14, n. 3, p. 320-326, 2018.

OKADA, Ken-ichi et al. Concomitant improvement in anti-saccade success rate and postural instability gait difficulty after rTMS treatment for Parkinson's disease. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 2472, 2021.

POTVIN-DESROCHERS, Alexandra et al. Upregulation of the parietal cortex improves freezing of gait in Parkinson's disease. **Journal of the Neurological Sciences**, p., 2023.

SUN, Huimin et al. Cortical Disinhibition Drives Freezing of Gait in Parkinson's Disease and an Exploratory Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Study. **Movement Disorders**, 2023.