

EFEITO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA TRANSCRANIANA COMBINADA À ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR SOBRE A DOR NEUROPÁTICA RELACIONADA À LESÃO MEDULAR

Palavras-Chave: Doenças da Medula Espinal, Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua, Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea

Autores:

ANA CLARA DIAS PEREIRA, Aluna de Iniciação Científica Faculdade de Medicina – PUCCAMP

ALINE SANTANA JUNCKER, Mestranda FCM – UNICAMP

CEZAR SABINO PEREIRA DA SILVA, Aluno de Iniciação Científica FCM – UNICAMP

EUNYCE FRAGOSO MARTINS, Doutoranda FCM – UNICAMP

VIVIAN SANTOS XAVIER SILVA, Aluna de Iniciação Científica FEF – UNICAMP

Prof. Dr. JEAN MARCOS DE SOUZA (orientador), Docente FCM – UNICAMP

INTRODUÇÃO:

As Lesões Medulares (LMs) são resultado de um impacto severo aplicado à medula espinhal, sendo injúrias neurológicas que levam a deficiências no sistema motor, sensorial e autônomo. A incidência global das LMs varia de 10.4 até 83 casos por milhão de pessoas por ano e possui morbimortalidade significativa, que é causa de ônus econômico para a sociedade e perda do bem-estar físico e psicológico dos indivíduos acometidos (1).

Por conta do dano ao sistema somatossensorial, a dor neuropática crônica é consequência comum das LMs, levando a impactos negativos no humor e qualidade de vida capaz de exceder outras consequências dessas lesões. Nesses casos, a dor é caracterizada por ser abaixo ou no mesmo nível da lesão, podendo ser espontânea ou provocada por estímulo, além de poder ser caracterizada por alodinia, hiperalgesia e/ou disestesia (2).

A causa de dor neuropática não está totalmente esclarecida, mas é postulado que esteja relacionada com fenômenos complexos de hiperexcitação neuronal devido à neuroplasticidade,

mudanças funcionais em receptores e canais de íons, além de disfunções de ativação glial e disfunções de inibição GABA, glicina e outras vias inibitórias. Além disso, aparecimentos de alterações corticais e bioquímicas que existem pós-LM podem ser mecanismos expressivos de dor. Vale ressaltar que os tratamentos medicamentosos para dor neuropática não possuem efeito em uma porcentagem considerável dos pacientes, ou possuem efeitos colaterais inaceitáveis que causam evasão do tratamento (2).

A Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua – ou tDCS (Transcranial Direct Current Stimulation) - consiste na passagem de uma corrente elétrica fraca, comumente por dois ou três eletrodos colocados no couro cabeludo do paciente. Durante a estimulação, a corrente passa pelos dois eletrodos em um circuito completo, sendo a estimulação anódica (terminal positivo) despolarizadora de neurônios e a estimulação catódica (terminal negativo) hiperpolarizante. Portanto, o eletrodo anódico possui efeito excitatório e o eletrodo catódico possui efeito inibitório, fator que pode ser modulado para as diferentes regiões do encéfalo a fim de obter resultados esperados a partir da neurofisiologia e somatotopia conhecida

atualmente. A tDCS é um método não-invasivo, capaz de modular de forma reversível a atividade cerebral, apresentando baixo custo e fácil uso (3).

A tDCS é um método proeminente no tratamento das dores neuropáticas, visto que se demonstrou útil no manejo dos pacientes com dor neuropática refratária. Especificamente, a tDCS foi benéfica no tratamento das dores neuropáticas associadas à diabetes, à fibromialgia e à LM traumáticas propriamente ditas (4–6). No caso da dor neuropática relacionada à LM, os estudos apontam resultados mistos que tendem para apenas um efeito modesto na dor (5). Entretanto, os benefícios dessa abordagem ainda não se encontram totalmente esclarecidos, uma vez que nunca foi avaliada a associação à exercício físico nos pacientes com LM e estudos com pacientes com distúrbios musculoesqueléticos demonstram que a tDCS concomitante a exercício gera um maior efeito analgésico em pacientes com dores musculoesqueléticas quando comparado à neuromodulação isolada (6).

A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é o único método conhecido para controlar a contração muscular de músculos paralisados e, portanto, muito relevante para a reabilitação física pós-LM. A terapêutica consiste em administrar corrente elétrica aos músculos e nervos periféricos, a fim de proporcionar os movimentos musculares (7,8). Além do ganho de movimento e neuroplasticidade, o uso de EENM com a realização de ações em lesados medulares está associado a recuperação de massa óssea, função cardiopulmonar, treinamento da marcha artificial e propriocepção (7).

Tendo em vista a carência de tratamentos efetivos para a dor neuropática e o impacto negativo que esta causa no bem-estar físico e psicológico dos pacientes com LMs, essa pesquisa visa preencher uma lacuna na literatura ao avaliar os efeitos da utilização de tDCS em conjunto com EENM em lesados medulares com dor neuropática

crônica, analisando o impacto do tratamento na dor propriamente dita e na qualidade de vida dos pacientes.

OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo primário avaliar se sessões combinadas de tDCS com EENM são eficientes para melhorar a dor neuropática de pacientes com LM, avaliado através de questionários validados para esse fim.

Como objetivo secundário será avaliado se o estudo produz melhora na qualidade de vida e alterações na escala American Spinal Cord Injury Association (ASIA) Impairment Scale (AIS) (9)*

*Foco do relatório de outro aluno sob tutela do orientador Prof. Dr. Jean Marcos de Souza..

METODOLOGIA:

A pesquisa é um ensaio clínico não controlado (quase experimental) com pacientes lesados medulares com dor neuropática crônica. Os participantes voluntários foram submetidos à avaliação do estado medular pelo AIS (9) e preenchimento de questionários de dor e qualidade de vida. O protocolo de intervenção consistiu em sessões semanais de treino de tDCS concomitante a EENM do tipo funcional (functional electrical stimulation, FES) de grupamentos musculares dos membros por 20 minutos. Após 12 semanas de treinamento, todo o protocolo de avaliação inicial foi repetido.

Os participantes recrutados são pacientes que possuem vínculo com o ambulatório de Ortopedia do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas com lesão medular e dor neuropática. A avaliação da dor para classificação em neuropática foi baseada no questionário Douleur Neuropathique 4 (DN4)¹⁵, sendo os critérios de inclusão: 1) lesão medular de qualquer nível neurológico de C2 a T12 há,

pelo menos, um ano; 2) déficit neurológico estável há, pelo menos, 6 meses; 3) mais de 18 anos de idade; 4) ambos os sexos; e 5) dor no nível neurológico de lesão ou abaixo com $DN \geq 4$.¹⁵ E os critérios de exclusão: 1) comprometimento cognitivo que impeça a realização com segurança do treinamento com eletrodos; 2) dor neuropática prévia à lesão medular; 3) outras síndromes dolorosas crônicas, especialmente fibromialgia e síndrome dolorosa complexa regional; 4) lesões cutâneas extensas que não permitam acoplamento dos eletrodos; 5) transtorno do humor descompensado; 6) epilepsia e 7) uso de marcapasso O tDCS foi realizado com ânodo posicionado no córtex motor primário, de acordo com o hemisfério dominante, e cátodo posicionado em região supraorbitária contralateral, sendo os eletrodos aplicados através de esponjas umedecidas com soro fisiológico fixadas com faixas elásticas e a carga de 2mA.A FES realizada foi do quadríceps femoral bilateral, sendo utilizados eletrodos descartáveis com o ânodo posicionado no terço distal do quadríceps femoral, na região anterior, e o cátodo no terço proximal do quadríceps, também anteriormente. O estimulador elétrico utilizado possui 4 canais e apresenta um sinal de 25 Hz monofásico com pulsos retangulares de 300 300µs de duração, com intensidade de 70-150 V e máxima de 300 V (carga 1kΩ) e entregará cargas intercaladas entre os membros direito e esquerdo, simulando o movimento de marcha. O estímulo será mantido desta maneira

continuamente, de maneira intercalada, pela totalidade da sessão de treino, sem intervalos.

Os questionários utilizados para caracterização e quantificação da dor foram: Neuropathic Pain Symptoms Inventory (NPSI) (10), McGill Pain Questionnaire (MPQ) (11) e Pain Quality Assessment Questionnaire (PQAS) (12).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Até o presente momento, dois participantes finalizaram o protocolo e seis estão passando pelo protocolo de treinos. Nesse relatório serão discutidos somente os resultados dos dois participantes que já finalizaram o protocolo, sendo referidos como Participante 1 e Participante 2 (Quadro 1). Todavia, faz-se aqui um relato de melhoras expressivas em alguns participantes que ainda não finalizaram o protocolo relatadas de forma informal aos pesquisadores, como ausência de dor e melhora do sono. Importante ressaltar que os Participantes 1 e 2 mantiveram adesão semanal ao protocolo e não tiveram efeitos colaterais adversos.

PQAS - Score	Pré	Pós
Paroxístico	30	4
Profunda	17	9
Superficial	18	2
Miscelâneo	8	8

Tabela 1. PQAS - Score Participante 1

Participantes	Idade	Sexo	Nível da lesão	Ano da lesão	Mão dominante	AIS
Participante 1	32 anos	Masculino	T12/L1	2019	Direita	A
Participante 2	57 anos	Masculino	T10	2018	Esquerda	B
Participante 3	49 anos	Feminino	T6	2013	Direita	A
Participante 4	37 anos	Feminino	T4	2020	Direita	A
Participante 5	37 anos	Masculino	C5	2004	Direita	B
Participante 6	37 anos	Masculino	T11-T12	2022	Esquerda	C
Participante 7	35 anos	Masculino	C6-C7	2010	Direita	C
Participante 8	49 anos	Masculino	T7	1997	Direita	A

Quadro 1. Informações sobre participantes

<i>NPSI - Score</i>	Pré	Pós
Queimação espontânea	0	0
Aperto espontâneo	0	0
Tempo	Entre 1 e 3 horas	Menos do que 1 hora
Dor paroxística	10	9
Ataques	Entre 1 e 6	Entre 1 e 6
Dor evocada	12	14,33333333
Disestesia	17	21,16666667

Tabela 2. *NPSI - Score* Participante 1

<i>MPQ - Score</i>	Pré	Pós
Sensorial	22	21
Afetivo	6	3
Avaliativo	3	4
Miscelâneo	8	7

Tabela 3. *MPQ - Score* Participante 1

No caso do Participante 1, houve redução modesta na dor profunda e uma redução expressiva na dor superficial avaliado pelo PQAS (Tabela 1), sendo a dor paroxística apresentada com resultados conflitantes entre PQAS e NPSI (Tabela 2), dificultando conclusões. A duração e recorrência da dor avaliadas pelo NPSI tiveram diminuições modestas, além de estabilização da dor evocada, ataques e disestesia. O MPQ (Tabela 3) demonstrou redução em 50% no componente afetivo da dor e estabilização dos demais componentes.

O PQAS (Tabela 4) do Paciente 2 demonstrou reduções na dor profunda e superficial, com a dor paroxística sofrendo uma redução modesta no PQAS e estabilização no NPSI (Tabela 5), representando resultados conflitantes, assim como o Participante 1. O tempo de duração da dor,

assim como os componentes de queimação e aperto espontâneo, disestesia, evocação da dor e

<i>PQAS - Score</i>	Pré	Pós
Paroxístico	38	27
Profunda	39	26
Superficial	38	23
Miscelâneo	5	5

Tabela 4. *PQAS - Score* Participante 2

<i>NPSI - Score</i>	Pré	Pós
Queimação espontânea	10	8
Aperto espontâneo	10	7
Tempo	Permanentemente	Permanentemente
Dor paroxística	7,5	7
Ataques	Mais de 20	Mais de 20
Dor evocada	3,333333333	0
Disestesia	7,5	6,5

Tabela 5. *NPSI - Score* Participante 2

<i>MPQ - Score</i>	Pré	Pós
Sensorial	27	21
Afetivo	11	10
Avaliativo	4	4
Miscelâneo	10	12

Tabela 6. *MPQ - Score* Participante 2

ataques mantiveram-se estáveis. O MPQ (Tabela 6) demonstrou uma pequena redução no componente sensorial da dor, e estabilização nos demais parâmetros.

Os resultados do Participante 1 demonstram que alguns aspectos da dor do participante sofreram

reduções ou mantiveram-se estáveis quando consideramos medidas diretas de caracterização de dor. Além disso, a redução de 50% no componente afetivo pode indicar uma transformação da dor para um tipo mais benigno. Tal fato pode ser explicado pela possível neuromodulação da sensibilidade no sistema nervoso central promovida pelo tDCS. Outra hipótese é o potencial do tDCS concomitante com a FES conseguir modular a resposta emocional à dor e não somente as características somáticas, consequentemente alterando a percepção do indivíduo frente à sensação dolorosa.

Em discordância do Participante 1, o componente afetivo avaliado pelo MPQ do Participante 2 manteve-se estável, mesmo apresentando uma modesta redução na dor como avaliado pelo PQAS. Ademais, o Participante 2 não obteve mudanças muito significativas nos parâmetros do NPSI e MPQ, tendo sua dor se mantido estável pelas avaliações. Diante disso, pode se hipotetizar que o tDCS não modulou a sensibilidade de maneira tão efetiva quanto do Participante 1, talvez por conta do hemisfério estimulado do participante, no caso o direito, não ser de fato o hemisfério dominante do participante canhoto.

CONCLUSÃO

A terapia com tDCS é segura e viável, enquanto o FES já é estabelecido como uma terapia fundamental na reabilitação dos pacientes com LM. Diante do apresentado, a utilização simultânea desses dois métodos deve ser explorada mais a fundo tendo em vista a redução da dor de ambos participantes. Dessa forma, essa pesquisa visa contemplar a possibilidade da introdução do tDCS concomitante ao FES como terapêutica para pacientes com LM e dor neuropática, uma vez que tratamentos eficazes para esse tipo de dor são escassos.

BIBLIOGRAFIA

1. Eli I, Lerner DP, Ghogawala Z. Acute Traumatic Spinal Cord Injury. *Neurol Clin.* maio de 2021;39(2):471–88.
2. Finnerup NB, Baastrup C. Spinal Cord Injury Pain: Mechanisms and Management. *Curr Pain Headache Rep.* junho de 2012;16(3):207–16.
3. Thair H, Holloway AL, Newport R, Smith AD. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS): A Beginner's Guide for Design and Implementation. *Front Neurosci.* 22 de novembro de 2017;11:641.
4. Cavalli E, Mammana S, Nicoletti F, Bramanti P, Mazzon E. The neuropathic pain: An overview of the current treatment and future therapeutic approaches. *Int J Immunopathol Pharmacol.* janeiro de 2019;33:205873841983838.
5. Mehta S, McIntyre A, Guy S, Teasell RW, Loh E. Effectiveness of transcranial direct current stimulation for the management of neuropathic pain after spinal cord injury: a meta-analysis. *Spinal Cord.* novembro de 2015;53(11):780–5.
6. MGH Institute of Health Professions, Spaulding Neuromodulation Center, Department of Physical Medicine & Rehabilitation, Spaulding Rehabilitation Hospital and Massachusetts General Hospital, Teixeira PEP. The Analgesic Effect of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) combined with Physical Therapy on Common Musculoskeletal Conditions: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Princ Pract Clin Res J.* 21 de maio de 2020;6(1):23–6.
7. Varoto R, Cliquet A. Experiencing Functional Electrical Stimulation Roots on Education, and Clinical Developments in Paraplegia and Tetraplegia With Technological Innovation. *Artif Organs [Internet].* outubro de 2015 [citado 3 de agosto de 2024];39(10). Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aor.12620>
8. Maffiuletti NA, Gondin J, Place N, Stevens-Lapsley J, Vivodtzev I, Minetto MA. Clinical Use of Neuromuscular Electrical Stimulation for Neuromuscular Rehabilitation: What Are We Overlooking? *Arch Phys Med Rehabil.* abril de 2018;99(4):806–12.
9. Kirshblum S, Waring W. Updates for the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* agosto de 2014;25(3):505–17.
10. De Andrade D, Ferreira KA, Nishimura CM, Yeng LT, Batista AF, De Sá K, et al. Psychometric validation of the Portuguese version of the Neuropathic Pain Symptoms Inventory. *Health Qual Life Outcomes.* 2011;9(1):107.
11. Varoli FK, Pedrazzi V. Adapted version of the mcgill pain questionnaire to Brazilian Portuguese. *Braz Dent J.* 2006;17(4):328–35.
12. Carvalho AB, Garcia JBS, Silva TKM, Ribeiro JVF. Translation and transcultural adaptation of Pain Quality Assessment Scale (PQAS) to Brazilian version. *Braz J Anesthesiol Engl Ed.* janeiro de 2016;66(1):94–104.