

## **Efeito imediato da estimulação transcraniana por corrente contínua associada ao treino de marcha em esteira na marcha de um paciente hemiplégico adulto: Relato de caso**

Dumont. A.J. L\*, Araújo. M.C. S\*, Lazzari. R.D\*, Santos. C.A\*, Moura. R.C.F\*\*, Ferreira. L.A. B\*\*, Oliveira. C.S\*\*\*

\* Aluno do Programa de Mestrado em Ciências da Reabilitação, Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP, Brasil

\*\* Aluno do Programa de Doutorado em Ciências da Reabilitação, Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP, Brasil

\*\*\* Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Ciências da Reabilitação, Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP, Brasil

E-mail: csantos@uninove.br

**Resumo:** O Acidente Vascular Encefálico (AVE) é caracterizado pelo início abrupto de sinais e sintomas neurológicos, focais ou globais, caracterizado pela perda total ou parcial da função motora, resultando em vários níveis de comprometimento e incapacidade. **Objetivo:** Verificar os efeitos de única sessão de treino de marcha em esteira associado à estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex motor primário, sobre os aspectos da marcha de um indivíduo pós-acidente vascular encefálico (AVE). **Materiais e Métodos:** A elegibilidade do paciente foi através dos seguintes critérios: o diagnóstico de acidente vascular cerebral dentro de 6 meses a 5 anos; hemiparesia secundária a um único evento unilateral e ser capaz de caminhar independente, confirmado pelos testes: TUG e caminhada de 6 minutos. Para avaliação tridimensional da marcha foi utilizado o sistema SMART-D 140® - BTS Engineering com oito câmeras e duas plataformas de força Kistler Plataforma model 9286BA. Com relação à intervenção, foi realizada em única sessão sendo esta um treino de marcha sobre esteira associado à estimulação transcraniana (intensidade de 2mA) com duração de 20 minutos. **Resultados:** Em uma sessão de treino de marcha em esteira associado à estimulação transcraniana, em um indivíduo pós-AVE, obtivemos efeitos positivos nos seguintes parâmetros: velocidade, cadência e comprimento da passada. **Conclusão:** Os resultados do presente estudo sugerem que o treino de marcha em esteira associado ao uso da estimulação transcraniana por corrente contínua, em indivíduos pós-AVE, promovem melhora nos parâmetros espaço temporais da marcha.

**Palavras-chave:** Acidente vascular encefálico, marcha, estimulação transcraniana.

**Abstract:** Cerebrovascular accident (stroke) is characterized by the abrupt, focal or global onset of neurological signs and symptoms resulting in the partial or complete loss of motor function with various degrees of accompanying impairment and disability. **Objective:** The aim of the present study was to determine the effects

*of a single session of treadmill training combined with transcranial direct current stimulation over the primary motor cortex on aspects of gait in stroke survivors. **Materials and Methods:** The eligibility criteria were a diagnosis of stroke having occurred six months to five years earlier, hemiparesis stemming from a single, unilateral stroke and independent gait confirmed by the Timed Up-and-Go Test and Six-Minute Walk Test. Three-dimensional gait analysis was performed using the eight-camera SMART-D 140® system (BTS Engineering) and two force plates (Kistler, model 9286BA). A single session of treadmill training was performed with concomitant transcranial direct current stimulation (intensity: 2 mA) for 20 minutes. **Results:** Positive effects of combine therapy were found with regard to gait velocity, cadence and stride length. **Conclusion:** The present results suggest that treadmill training combined with transcranial direct current stimulation leads to improvements in spatiotemporal gait variables among stroke survivors with hemiparesis. **Key words:** Stroke, gait, transcranial stimulation*

### **Introdução**

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) é caracterizado pelo início abrupto de sinais e sintomas neurológicos focais ou globais. Patologicamente, o AVE pode ocorrer de duas formas sendo elas isquêmicas e hemorrágicas [1], sendo a principal causa de deficiência motora em adultos [2]. Após o AVE é comum o comprometimento e a incapacidade da marcha, a resistência e a simetria da marcha e uma das principais metas para reabilitação em indivíduos com AVE crônico[3].

Na literatura encontram-se várias modalidades para reabilitação da marcha em indivíduos com sequelas dos AVE, entre elas o treino de marcha sobre esteira. Segundo Kenneth et al., 2000[4], o treino motor pode ser associado a técnicas de estimulação cerebral não invasiva, como por exemplo, a estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS), com a

finalidade de otimizar o resultado funcional, devido a potencialização das mudanças neuroplásticas[5].

Estudos relacionados a estimulação transcraniana em AVE a maioria desses estudos a estimulação e administrada na fase crônica do AVE, sempre associando a estimulação transcraniana a terapias motoras, parâmetros e tempo da aplicação da estimulação observa-se uma heterogeneidade entre os estudos, atualmente encontram-se maior número de estudos focados a membros superiores em indivíduos pós-AVE[6].

Estes resultados incentivam o uso da tDCS sobre regiões motoras e pré-motoras dos membros para melhorar o controle locomotor em pacientes com lesões neurológicas e consequentes transtornos no equilíbrio e na marcha[7].

### Materiais e métodos

O presente estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Nove de Julho sob nº 575.519

**Elegibilidade do paciente:** A elegibilidade do paciente foi através dos seguintes critérios: o diagnóstico de acidente vascular cerebral dentro de 6 meses a 5 anos; hemiparesia secundária a um único evento unilateral e ser capaz de caminhar independente, confirmado pelos testes: TUG e caminhada de 6 minutos. O indivíduo que participou do estudo é do sexo masculino, 66 anos, com diagnóstico de AVE isquêmico à esquerda predomínio braquial incompleto com tempo de lesão de 4 anos.

**Procedimentos:** Foi realizada uma avaliação tridimensional da marcha durante dois momentos, antes e imediatamente após a intervenção (única sessão de treino de marcha sobre esteira associada à estimulação transcraniana). Para avaliação tridimensional da marcha foi utilizado o sistema SMART-D 140®-BTS Engineering com oito câmeras com espectro de resposta sensível ao infravermelho, duas plataformas de força *Kistler Platform model 9286BA* além de um computador SMART-D INTEGRATED WORKSTATION® com 32 canais analógicos. Os marcadores foram fixados conforme protocolo Davis et al., (1991) [8].

**Intervenção:** A estimulação transcraniana foi aplicada com um aparelho tDCS *Transcranial Stimulation (Trans Cranial Technologies, USA)*, por meio de dois eletrodos-esponja de superfície (não metálico) de 5-5 cm<sup>2</sup>, umedecidos em solução salina. Os eletrodos foram posicionados do seguinte modo: O eletrodo ânodo na região do hemisfério cerebral lesionado, seguindo o sistema internacional 10-20 de eletroencefalograma, correspondente ao córtex motor primário [9] e o eletrodo cátodo na região supra orbital contralateral ao ânodo. Uma corrente de 2mA foi aplicada no córtex motor primário durante os 20 minutos. O aparelho utilizado para estimulação elétrica possui um botão que permite que o operador controle a

intensidade da corrente. A estimulação foi elevada até 2mA e diminuída gradualmente no período final de dez segundos.

O treino de marcha foi realizado em uma esteira *Imbramed modelo Milenium ATL (RS, Brasil)*. A velocidade do treino de marcha foi estabelecida através da distância percorrida no teste da caminhada de 6 minutos que foi de 818 metros. Iniciamos o treino com 60% da velocidade máxima 1,3 km/h ao longo do treino aumentamos até chegar 80% da velocidade máxima 1,75 km/h nos dois últimos minutos diminuimos à velocidade gradualmente até chegar a 0 km/h para não interromper abruptamente o treino na esteira. Duração do treino de foi de 20 minutos e distância percorrida durante a sessão 826 m/s. A frequência cardíaca e a pressão arterial foram monitoradas durante a sessão para que não houvesse sobrecarga no sistema cardiovascular.

Os dados apresentados correspondem aos valores espaço-temporais e cinemáticos da marcha do indivíduo pós AVE, antes e imediatamente após a 1 sessão de estimulação transcraniana

### Resultados

Pode-se observar neste estudo de caso que em uma sessão de treino de marcha em esteira associada a estimulação transcraniana em um indivíduo pós AVE, teve algumas mudanças relevantes nos aspectos espaços-temporais da marcha, como por exemplo, um aumento tanto da sua fase de apoio quanto de balanço, correspondendo a uma diminuição na fase de duplo-apoio, bem como um aumento da velocidade da marcha e diminuição da cadência, ou seja, necessitando de menos passos para percorrer uma determinada distância.

Tabela 1: Média correspondente aos dados espaços-temporais da marcha antes e após a estimulação elétrica transcraniana associado ao treino de marcha.

|                            | ANTES TDCS       |            | APÓS TDCS        |            |
|----------------------------|------------------|------------|------------------|------------|
|                            | Lado Hemiplégico | Lado Sadio | Lado Hemiplégico | Lado Sadio |
| Tempo do passo (s)         | 1,45             | 1,45       | 1,51             | 1,55       |
| Fase de Apoio (s)          | 0,72             | 0,88       | 0,78             | 1,03       |
| Fase de Balanço (s)        | 0,62             | 0,45       | 0,73             | 0,51       |
| Fase de Apoio (%)          | 49,25            | 61,03      | 51,57            | 66,66      |
| Fase de Balanço (%)        | 42,67            | 31,32      | 48,43            | 33,34      |
| Fase de duplo apoio (%)    | 22,74            | 13,46      | 18,39            | 15,44      |
| Comprimento do passo (m)   | 0,34             | 0,4        | 0,22             | 0,39       |
| Comprimento da passada (m) | 0,85             | 0,83       | 0,79             | 0,77       |
| Largura do passo (m)       | 0,20             | 0,20       | 0,21             | 0,21       |
| Cadência                   | 83,15            |            | 78,95            |            |
| Velocidade                 | 23,95            |            | 22,43            |            |

Tabela 2: Média correspondente aos dados cinemáticos da marcha antes e após a estimulação elétrica transcraniana associado ao treino de marcha.

| Amplitude de movimento (graus) | ANTES TDCS       |            | APÓS TDCS        |            |
|--------------------------------|------------------|------------|------------------|------------|
|                                | Lado Hemiplégico | Lado Sadio | Lado Hemiplégico | Lado Sadio |
| Tornozelo (flex/ext)           | 18,8°            | 19,7°      | 22,4°            | 19,3°      |
| Progressão do pé               | 9°               | 15,2°      | 12,3°            | 11,5°      |
| Joelho (flex/ext)              | 14,3°            | 51,7°      | 15,4°            | 50,2°      |
| Joelho (abd/add)               | 2,4°             | 17,1°      | 9,7°             | 17,3°      |
| Joelho (RI/RE)                 | 5,5°             | 25,9°      | 10,9°            | 22°        |
| Quadril (flex/ext)             | 28,8°            | 38°        | 29,2°            | 37,4°      |
| Quadril (abd/add)              | 5,9°             | 8,9°       | 7,3°             | 8°         |
| Quadril (RI/RE)                | 2,8°             | 15,4°      | 7,8°             | 16,6°      |
| Tilt Pélvico                   | 6,8°             | 8°         | 7,3°             | 7,6°       |
| Obliquidade Pélvica            | 11°              | 10,1°      | 10,5°            | 11,2°      |
| Rotação Pélvica                | 17,5°            | 15,2°      | 14,3°            | 14,2°      |

## Discussão

Com base nos resultados apresentados, após única sessão de treino de marcha em esteira associado à estimulação transcraniana, em indivíduo pós-AVE, observamos melhora nos parâmetros de marcha, sugerindo assim a eficácia desta técnica na reabilitação clínica deste paciente.

Um número crescente de programas de treinamento com resultados positivos tem sido proposto para a reabilitação de pacientes com sequelas motoras após acidente vascular encefálico (AVE). Segundo Makro, Ivey e Forrester (2005) [10], o treinamento em esteira está fundamentado em dois princípios neurofisiológicos: a melhora da modulação do reflexo da marcha e o treinamento locomotor, envolvendo um grande volume de repetições da tarefa. O uso de esteira (com ou sem suspensão) permite que um grande número de passos seja executado dentro de uma sessão de treinamento, aumentando a prática da tarefa específica [11].

Nos últimos anos, tornou-se evidente que a corrente contínua transcraniana pode influenciar a atividade cortical em humanos. A técnica, com eletrodos posicionados em áreas específicas no couro cabeludo, aplicando correntes diretas de baixa amplitudes que penetram no crânio atingindo o cérebro, pode levar ao aumento da excitabilidade e modular a atividade de células neuronais. Neste contexto, a técnica vem demonstrando efeitos positivos sobre padrões específicos de atividade cerebral pela diminuição da excitabilidade de circuitos encontrados em áreas não lesionadas, e na supressão de padrões da atividade de redes neurais com má adaptação e no restabelecimento do equilíbrio destas redes neurais com má adaptação aumentando a excitabilidade das áreas lesionadas possivelmente via fortalecimento sináptico, promovendo assim um restabelecimento do equilíbrio destas mesmas redes neurais antes mal adaptadas [12].

Pode-se perceber no presente estudo, que o indivíduo, utilizando a associação do treino de marcha

com a estimulação transcraniana, apresentou melhoras evidentes em padrões de marcha, evidenciando o efeito da técnica.

## Conclusão

Com base em resultados apresentados, o estudo sugere que a associação do treino de marcha em esteira e a estimulação transcraniana, em indivíduos pós-AVE, mesmo em única sessão, pode trazer efeitos positivos importantes referentes à melhora da marcha do indivíduo pós-AVE, mais estudos controlados, randomizados com maior número de sujeitos devem ser realizados para confirmar a eficácia da técnica apresentada. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES),

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento à Pesquisa e ao Conselho Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil pelo apoio financeiro para esta pesquisa.

## Referências

- [1] Murra CI, Diz MAR, Barudy DP. Análise cinemática da marcha em indivíduos com Acidente Vascular Encefálico: REV NEUROCIENC. 2008; 16 /4:292-296.
- [2] Hummel F, Celnik P, Giaux P, Floel A, Wu WH, Gerloff C, Cohen LG. Effects of noninvasive cortical stimulation on skilled motor function in chronic stroke: *Brain*; 2005; 128 (3): 490-499.
- [3] Geroin AP, Munari D, Waldner A, Tomelleri C, Smania N. Combined transcranial direct current stimulation and robot-assisted gait training in patients with chronic stroke: a preliminary comparison: *Clin Rehabil* June 2011;25:6537-548.
- [4] Silver KHC, Macko RF, Forrester LW, Goldberg AP, Smith GV. Effect of treadmill training on gait velocity, cadence and gait symmetry in chronic hemiparetic stroke: 2000; 14:65-7.
- [5] Stagg CJ, Bachtar V, O'Shea J, Allman C, Bosnell RA, Kischka U, Matthews PM, Johansen-Berg H. Cortical activation changes underlying stimulation induced behavioral gains in chronic stroke. *Brain*. 2012; 135:276-84.
- [6] Bamidele O. Adeyemo, Marcel Simis, Debora Duarte Macea and Felipe Fregni. Systematic review of parameters of stimulation, clinical trial design characteristics, and motor outcomes in non-invasive

brain stimulation in stroke. *Psychiatry*, 12 November 2012. Volume 3 Article 88.

[7] Kashi D, Quadir S, Patel M, Yousif N, Bronstein AM. Enhanced locomotor adaptation aftereffect in the “broken escalator” phenomenon using anodal tDCS. *J. Neurophysiol.* 2012; 107:2493-2505.

[8] Davis RB, Ounpuu S, Tyburski D, Gage JR, A gait analysis data collection and reduction technique. *Human Movement Science* 1991; 10(5): 575–587.

[9] Homan RW, Herman J, Purdy P. Cerebral location of international 10-20 system electrode placement. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1987; 66(4):376-82.

[10] Macko RF, Ivey FM, Forrester LW. Task oriented aerobic exercise in chronic hemiparetic stroke: training protocols and treatment effects. *Top Stroke Rehabil.* 2005; 12(1): 45-57.

[11] Hesse S, Werner C. Poststroke motor dysfunction and spasticity: novel pharmacological and physical treatment strategies. *CNS Drugs.* 2003; 17(15): 1093-107

[12] Machado S, Velasques B, Cunha M, Basile L, Budde H, Cagy M, Piedade R, Ribeiro P. Aplicações terapêuticas da estimulação cerebral por corrente contínua na neuroreabilitação clínica. *Rev Neurocienc.* 2009; 17(3): 298-300.