

EFEITO IMEDIATO DA ESTIMULAÇÃO ANÓDICA CEREBELAR POR CORRENTE CONTÍNUA NO MOVIMENTO DE ALCANCE DOS MEMBROS SUPERIORES DE CRIANÇA COM SINDROME DE DOWN - RELATO DE CASO

Kelly Katlhen Santos Lima¹

Jamile Benite Palma Lopes¹

Rodolfo Borges Parreira¹

Pedro Augusto Silva Ribeiro¹

Veronica Cimolin²

Daniela Rosana Pedro Fonseca¹

Cláudia Santos Oliveira^{1,3}

Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, Anápolis, Brazil¹

Politecnico di Milano, Department of Electronic- Information and Bioengineering, Milan, Italy²

São Paulo Santa Casa School of Medical Sciences, Health Sciences Program, São Paulo, Brazil³

RESUMO

Introdução: A síndrome de Down (SD) é o distúrbio cromossômico mais comum entre nascidos vivos, causada por uma cópia adicional do cromossomo 21. Caracteriza-se por déficits motores e cognitivos, hipotonia, frouxidão ligamentar e alterações nas interações perceptivo-motoras, resultando em atraso na aquisição de habilidades. Alterações cerebelares podem comprometer o controle motor dos membros superiores, prejudicando a coordenação e dificultando tarefas complexas. A estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) tem sido considerada uma intervenção promissora para modular a atividade cerebral e favorecer o desempenho motor. **Objetivo:** Relatar a análise cinemática durante a gameterapia associada à ETCC em paciente com SD, no movimento de alcance manual. **Método:** Relato de caso de participante do sexo feminino, 12 anos, com diagnóstico de SD. A avaliação inicial do alcance manual foi realizada por meio de análise tridimensional durante a gameterapia. A intervenção consistiu na aplicação de ETCC, com eletrodo anódico no cerebelo e catódico na região supraorbital, em 10 sessões de 20 minutos. Após a estimulação, foi realizada reavaliação pelos mesmos protocolos, possibilitando observar efeitos imediatos no desempenho motor. **Resultado:** A análise tridimensional demonstrou que a ETCC cerebelar associada à gameterapia favoreceu eficiência, planejamento e organização do movimento. **Conclusão:** Os achados sugerem que a ETCC cerebelar, combinada à gameterapia, pode melhorar o controle motor em SD, destacando potencial terapêutico inovador.

Palavras-chave: síndrome de down; estimulação transcraniana por corrente contínua, extremidade superior.

INTRODUÇÃO

A síndrome de Down (SD) é uma doença genética com alta incidência em todo o mundo¹ e é o distúrbio cromossômico mais comum entre nascidos vivos. Esta condição é causada por uma cópia adicional do cromossomo 21 e as crianças afetadas geralmente apresentam anomalias congênitas, incluindo defeitos cardíacos ou gastrointestinais, graus variados de deficiência intelectual, hipotonia e frouxidão ligamentar^{2,3} e às interações entre processos perceptivos e motores durante a produção, correção e compreensão do movimento. A população com SD apresenta déficits no que diz respeito ao processo de aprendizagem e desenvolvimento, o que compromete a aquisição de habilidades motoras e independência funcional^{2,4,5}. Esse comprometimento do desenvolvimento neuropsicomotor provoca atrasos em todas as fases do desenvolvimento, exigindo maior tempo para que as crianças com SD adquiram habilidades motoras, como controlar a cabeça e o tronco, rolar, sentar, engatinhar, andar e correr^{3,6}

A falta de controle motor adequado nos membros superiores, decorrente das alterações cerebelares, pode ser um dos principais fatores responsáveis pelo atraso na aquisição de habilidades motoras específicas. O déficit do controle motor, juntamente com a diminuição da força muscular nesses membros, pode dificultar significativamente o desenvolvimento da coordenação e da força necessárias para movimentos independentes⁷. Além disso, a falta de controle motor adequado nos membros superiores, atribuída às alterações cerebelares características da SD, pode impactar negativamente a aquisição de marcos motores específicos. Essas alterações no cerebelo, uma estrutura cerebral essencial para a coordenação e o aprendizado motor, podem interferir na capacidade de realizar movimentos precisos e coordenados, dificultando a execução de tarefas motoras complexas.

Compreender e abordar os desafios relacionados ao controle motor dos membros superiores em crianças com Síndrome de Down é essencial para o desenvolvimento de estratégias de intervenção eficazes que promovam funcionalidade e independência. Nesse contexto, a estimulação transcraniana por corrente contínua surge como uma abordagem promissora para modular a atividade cerebral e potencializar ganhos motores. Associada a recursos inovadores, como a gameterapia, que estimula o engajamento e a motivação, e a análise tridimensional do movimento,

que possibilita a avaliação objetiva e detalhada do desempenho motor, essa combinação oferece novas perspectivas para o avanço das intervenções terapêuticas.

MATERIAIS E MÉTODOS

RELATO DE CASO

O estudo foi conduzido no Laboratório de Análise do Movimento Humano (LAAMH) da UniEVANGÉLICA, que dispõe de infraestrutura completa para análise tridimensional do movimento, incluindo o sistema SMART-D® (BTS Engineering), computador SMART-D INTEGRATED WORKSTATION® 11 (32 canais analógicos), eletromiógrafo FREEEMG® (BTS Engineering) e dois aparelhos de ETCC (DC-Stimulator, NeuroConn, Germany). A localização da estimulação cerebelar foi definida com base em evidências neurofisiológicas prévias.

A participante, do sexo feminino, 12 anos, com diagnóstico de Síndrome de Down, foi submetida a um protocolo experimental envolvendo ETCC associada à gameterapia.

Para a avaliação foi utilizada a análise tridimensional do movimento do membro superior durante uma tarefa em monitor TOUCH de alcance manual, utilizando oito câmeras infravermelhas (100 Hz) e dezoito marcadores reflexivos de 15 mm posicionados em pontos anatômicos da cabeça, tronco e membros superiores, conforme o protocolo SMARTup. O movimento foi dividido em três fases: ida (alcance), ajuste (precisão) e retorno (posição inicial), com seis ciclos realizados, dos quais três foram selecionados para análise. O processamento e filtragem dos dados foram realizados no software SMART (BTS, Milão, Itália).

Já a intervenções foi realizada com a aplicação da ETCC utilizando o eletrodo anódico sobre o cerebelo e o catódico na região supraorbital, com eletrodos-esponja de 5 × 7 cm umedecidos em solução salina. O protocolo consistiu em 1 sessão com o eletrodo anódico no cerebelo e catódico supraorbital, com intensidade de 1 mA por 20 minutos. Durante a intervenção de estimulação foi realizada a gameterapia utilizando o jogo GENIUS (PATER/EACH-USP), que combina tarefas de alcance motor com desafios cognitivos de atenção e memória, permitindo uma avaliação funcional integrada combinando estímulo motor e cognitivo. Possíveis efeitos adversos (formigamento, dor, sonolência, alterações de humor) foram monitorados ao final de cada sessão por questionário aplicado à participante e ao cuidador.

Imediatamente pós-intervenção a participante foi novamente submetida a avaliação permitindo a comparação do desempenho pré e pós-intervenção e possibilitando a avaliação dos efeitos imediatos da estimulação anódica cerebelar sobre o controle motor do alcance dos membros superiores.

RESULTADOS

A análise tridimensional do alcance manual no jogo GENIUS evidenciou diferenças no desempenho motor da participante com SD após a intervenção com ETCC anódica cerebelar associada à gameterapia. Embora nem todos os alvos tenham sido atingidos de forma consistente, o alvo verde foi utilizado como parâmetro confiável por estar presente em todas as tentativas. Comparando o pré e o pós-intervenção, observou-se redução no tempo das fases de ida, ajuste e retorno, bem como diminuição da média e do pico de velocidade, sugerindo maior eficiência e reorganização no planejamento motor. Esses resultados indicam melhora imediata no controle motor, com movimentos mais precisos e menos impulsivos (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Dados pré ETCC

	PRÉ ETCC					
	LADO ESQUERDO			LADO DIREITO		
	AZUL	VERDE	VERMELHO	AMARELO	VERDE	VERMELHO
<i>Fase de ida [s]</i>	1.09	0.855	0.67	1	0.885	1.04
<i>Fase de ajuste [s]</i>	0.14	0.16	0.355	0.12	0.33	0.265
<i>Fase de retorno [s]</i>	0.82	1.18	1.095	1.08	1.175	1.155
<i>Velocidade média [m/s]</i>	1.139	1.241	1.105	1.167	1.558	1.458
<i>Pico de velocidade [m/s]</i>	3.145	2.939	2.241	2.641	3.655	3.11

Tabela 2. Dados imediatamente após

	Imediatamente após ETCC			
	LADO ESQUERDO		LADO DIREITO	
	VERDE	AMARELO	VERDE	AMARELO
<i>Fase de ida [s]</i>	0.88	0.915	0.78 *	0.725
<i>Fase de ajuste [s]</i>	0.24	0.22	0.1 *	0.165
<i>Fase de retorno [s]</i>	0.73	0.895	0.99*	1.015
<i>Velocidade média [m/s]</i>	1.13	1.249	1.397*	1.369
<i>Pico de velocidade [m/s]</i>	2.711	2.721	2.811 *	2.456

Legenda: * resultados com alterações significativas

CONCLUSÃO

Os resultados preliminares deste estudo de caso sugerem que a ETCC anódica cerebelar associada à gameterapia pode favorecer o desempenho motor de alcance manual em crianças com SD. A redução do tempo e da velocidade nas fases do movimento indica ajustes no planejamento e controle motor, resultando em maior organização dos gestos. Apesar de se tratar de um estudo exploratório com uma única participante, os achados destacam o potencial da combinação entre neuromodulação não invasiva e gameterapia como recurso terapêutico. Estudos futuros, com amostras ampliadas e delineamentos controlados, são necessários para confirmar esses efeitos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Universidade Evangélica de Goiás (UniEVANGÉLICA) fomento por meio da bolsa PIBIC – UniEvangélica e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pelo apoio que possibilitou a realização do presente estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- DE KEGEL A, et al. Validade de construto da avaliação do equilíbrio em crianças com desenvolvimento típico e em crianças com deficiência auditiva. *Fisioterapia*. 2010; 31(2):123-130.
- 2- DESSEN MA, et al. Deficiência mental e familiar: uma análise da produção científica. *Cad Psicol Educ Paidéia*. 2000; 20(40):45-55.
- 3- FERREIRA MD, et al. Funcionalidade de crianças com e sem Síndrome de Down. *Rev Neurociências*. 2009; 17(2):121-129.
- 4- BELL JA, et al. Mortes infantis na Síndrome de Down. Curvas de sobrevivência e causas de morte de um estudo populacional total em Queensland, Austrália, 1976–1985. *Rev Genet Méd*. 1989; 31(5):211-218.
- 5- CURIE A, et al. A duplicação c.429_452 do gene ARX: um modelo de desenvolvimento único de apraxia cinética de membros. *Orphanet J Rare Dis*. 2014; 9(1):102-108.
- 6- GAGE JR, NOVACHEK TF. Uma atualização sobre o tratamento de problemas de marcha na paralisia cerebral. *J Pediatr Orthop B*. 2001; 10(4):265-274.
- 7- TORQUATO JA, LÂNÇA AF, PEREIRA D, CARVALHO FG, SILVA RD. A aquisição da motricidade em crianças portadoras de Síndrome de Down que realizam fisioterapia ou praticam equoterapia. *Fisioter Mov*. 2013; 26(3):515–525.