

# Estimulação vestibular galvânica na lesão medular: efeitos no controle postural e na tarefa de alcance em pacientes paraparéticos e paraplégicos

*Galvanic vestibular stimulation in spinal cord injury: effects on postural control and in the functional reach task in paraparetic and paraplegic patients*

Kathelyn Regina Cursino dos Santos<sup>1</sup>, Sara Brandão Leite<sup>1</sup>, Catarina Costa Boffino<sup>1</sup>

## RESUMO

**Introdução:** O trauma raquimedular (TRM) resulta de lesões na medula espinhal causadas por trauma, doenças ou malformações congênitas. A estimulação vestibular galvânica (EVG) tem sido utilizada em experimentos para ampliar o conhecimento sobre o processamento de sinais vestibulares. **Objetivo:** Avaliar alterações no controle postural, em condições basais e durante o alcance funcional, antes e após a aplicação de EVG associada a exercícios de reabilitação vestibular e fisioterapia neurofuncional, em pacientes com sequelas de paraparesia e paraplegia. **Métodos:** O estudo foi realizado no âmbito do Programa de Iniciação Científica da Universidade Metodista de São Paulo, com participantes avaliados pelas escalas MIF e ASIA, posturografia clínica e teste de alcance funcional (TAF). Os sujeitos realizaram 10 sessões de EVG com exercícios complementares, sendo reavaliados ao final do protocolo. **Resultados:** Houve melhora nos níveis de independência funcional (MIF), alterações nos resultados da escala ASIA, no desempenho do TAF e, principalmente, nas variáveis posturográficas. **Conclusão:** Embora os dados não tenham alcançado significância estatística, possivelmente em razão do tamanho amostral, os resultados indicam que a EVG pode contribuir para intervenções sensorio-motoras e posturais em pacientes com TRM. Recomenda-se a replicação do estudo com amostras ampliadas.

**Palavras-chave:** Sistema vestibular. Trauma raquimedular. Reabilitação. Equilíbrio postural.

## ABSTRACT

**Introduction:** Spinal cord injury (SCI) results from trauma, disease, or congenital malformations affecting the spinal cord. Galvanic vestibular stimulation (GVS) has been used in experimental settings to enhance understanding of vestibular signal processing mechanisms. **Objective:** To assess changes in postural control, under baseline conditions and during functional reach, before and after the application of GVS combined with vestibular rehabilitation exercises and neurofunctional physiotherapy in patients with sequelae of paraparesis and paraplegia. **Methods:** This study was conducted within the Scientific Initiation Program of the Methodist University of São Paulo. Selected participants were evaluated using the MIF and ASIA scales, clinical posturography, and the Functional Reach Test (FRT). They underwent ten sessions of GVS combined with vestibular rehabilitation and neurofunctional physiotherapy, and were reassessed at the end of the protocol. **Results:** Participants showed improvements in functional independence (MIF), changes in ASIA scale classification, better FRT performance, and, most notably, relevant changes in posturographic variables. **Conclusion:** Although statistical significance was not achieved—likely due to the small sample size—the findings suggest that GVS may enhance sensorimotor and postural interventions in individuals with SCI. Replication of the study with larger samples and distinct intervention groups is recommended.

**Keywords:** Vestibular System. Spinal cord injury. Rehabilitation. Postural Balance.

<sup>1</sup> Universidade Municipal de São Caetano do Sul. São Caetano do Sul/SP, Brasil.

## Correspondência

kathelynrcursino@gmail.com

## Direitos autorais:

Copyright © 2025 Kathelyn Regina Cursino dos Santos, Sara Brandão Leite, Catarina Costa Boffino.

## Licença:

Este é um artigo distribuído em Acesso Aberto sob os termos da Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

## Submetido:

19/9/2024

## Aprovado:

23/4/2025

## ISSN:

2446-5410

## INTRODUÇÃO

O trauma raquimedular (TRM) ocorre quando a medula espinhal sofre uma lesão em decorrência de um trauma, doença ou malformação congênita. As manifestações clínicas variam de acordo com a extensão e localização do dano medular. São necessários programas de reabilitação especializados, com equipe multidisciplinar que ofereça as ferramentas necessárias para estabelecer-se um estilo de vida satisfatório e produtivo<sup>1</sup>. Estimativas globais sugerem que, em 2021, aproximadamente 15,4 milhões de pessoas viviam com lesão medular. Homens são mais comumente afetados do que mulheres. As lesões traumáticas por quedas e acidentes de trânsito são as principais causas de TRM, seguidas por violência. As lesões não traumáticas têm aumentado, principalmente na população mais envelhecida, devido ao aumento de doenças como tumores, condições degenerativas e vasculares que podem causar danos à medula espinhal<sup>2</sup>.

A movimentação do corpo está relacionada a participação de alguns circuitos motores geradores de padrões posturais, e, dentre estes circuitos temos os núcleos vestibulares, que são responsáveis em receber as informações da posição da cabeça no espaço. Informações essas que são direcionadas aos motoneurônios da medula espinhal e facilitam o aumento do tônus da musculatura antigravitacional<sup>3</sup>. O labirinto vestibular inclui dois tipos de estruturas: os órgãos otolíticos e os ductos semicirculares. Os órgãos otolíticos – o sáculo e o utrículo – detectam mudanças no ângulo da cabeça, como também a aceleração linear dela. Os ductos semicirculares detectam movimentos de rotação da cabeça, como movimentá-la de um lado para o outro ou no movimento inclinando a cabeça para cima ou para baixo<sup>4</sup>.

O uso da estimulação vestibular galvânica em experimentos com animais e humanos nas últimas décadas contribui para o conhecimento dos princípios básicos do processamento de sinais vestibulares.<sup>5</sup> Uma intensidade de ruído suficiente aumenta a detecção de sinais subscientes em várias funções sensoriais, como auditiva, visual e tátil<sup>6</sup>, podendo induzir um efeito pós-estimulação de longo prazo na melhora da estabilidade postural<sup>7</sup>.

Em estudo de caso clínico prévio, observou-se que o uso de estímulo vestibular através de estimulação vestibular galvânica pode modular o controle postural de paciente com trauma raquimedular, sendo observado através da diminuição da oscilação do centro de pressão e melhora do ajuste postural antecipatório, além de refletir melhora clínica e funcional<sup>8</sup>.

As respostas induzidas pela EVG não são transmitidas exclusivamente pelas vias vestibulo-espinhais, sendo transmitidas também pelo trato reticuloespinal<sup>9</sup>. Sendo o trato retículo espinal importante na regulação do tônus muscular durante o movimento, marcha e ajuste postural antecipatório<sup>10</sup>. A EVG se mostra mais efetiva com o corpo em movimento, seja movimentos voluntários ou em plataformas oscilatórias<sup>11</sup>.

O controle postural ocorre pela interação da tarefa e do ambiente. A habilidade de controlar a posição do nosso corpo no espaço ocorre por meio da interação dos sistemas musculoesquelético e neural. O controle postural envolve a interação dos sistemas sensorial, motor e cognitivo, organizados para manter e recuperar a estabilidade quando se está sentado ou em pé. As exigências variáveis da tarefa e do ambiente modificam o modo como se organizam a atividade muscular e os estímulos sensoriais para o equilíbrio. O controle postural antecipatório garante estabilização prévia a movimentos ocorridos que podem gerar alguma desestabilização no centro de massa e ajuste postural<sup>12</sup>.

Problemas de alcance, apreensão e manipulação têm um impacto em muitas atividades realizadas no cotidiano, como vestir-se, alimentar-se e higienizar-se. Dessa forma, eles são um foco na intervenção na reabilitação de pacientes com patologia neurológica<sup>12</sup>. O nível medular afetado interfere diretamente na aquisição e reabilitação funcional, já que quanto mais alto o nível da lesão mais difícil é o ganho ou recuperação das funções<sup>13</sup>.

As tarefas de alcance, apreensão e manipulação podem estar alteradas pela característica de força e recrutamento neuromuscular dos músculos envolvidos, como por exemplo, os músculos de membro superior nas tetraplegias/tetraparesias, ou por alterações na função de controle postural, como perda de

tônus postural, reações de equilíbrio e ajustes posturais compensatórios e antecipatórios que diminuem a função de orientação e estabilidade postural necessárias à essas funções em atividades de vida diária.

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar e descrever as alterações no controle postural nas condições basais e durante o alcance funcional, antes e após a exposição à Estimulação Vestibular Galvânica juntamente a exercícios de Reabilitação Vestibular e Fisioterapia Neurofuncional, em pacientes com sequela de paraparesia e paraplegia.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo do tipo quase-experimento, intervencional, não controlado, que descreve resultados obtidos antes e depois da intervenção para cada participante e para o grupo. Foi realizado com 3 pacientes com sequela de paraplegia/paraparesia. Realizado com pacientes em atendimento regular na clínica de Fisioterapia da Policlínica da Universidade Metodista de São Paulo.

O estudo realizado foi parte do Programa de Iniciação Científica da Universidade Metodista de São Paulo. Realizado por uma docente e supervisora do estágio de Fisioterapia Neurofuncional que foi a responsável pelo projeto de pesquisa e duas alunas da graduação de Fisioterapia, que estavam participando do Programa de Iniciação Científica para a realização do projeto em questão. As alunas passaram por treinamento com a docente responsável antes de iniciarem as aplicações, realizando a aplicação dos testes e avaliações entre si, além do uso da EVG para entenderem como ocorria a estimulação.

O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Metodista de São Paulo sob número do CEP 6.010.568 e do CAAE

67942323.3.0000.5508, e, registrado como ensaio clínico sob números ReBEC RBR-8w55n2g e UTN U1111-1295-1127 em 14 de agosto de 2023, de acordo com a Declaração de Helsinque. Todos passaram por entrevista com o pesquisador responsável e equipe, foram apresentadas as características da pesquisa e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Todos os pacientes selecionados concordaram com o estudo e assinaram o TCLE.

Foram selecionados 4 pacientes, que possuíam sequelas sensório-motoras pós lesão medular e estavam em atendimento na Policlínica da Universidade Metodista de São Paulo. Os critérios de inclusão foram: ter a sequela sensório-motora do tipo paraparesia ou paraplegia secundária a lesão medular, ser maior que 18 anos, estar em acompanhamento médico, estar seguindo as orientações médicas prescritas. Os critérios de exclusão foram: ter sequela do tipo tetraplegia ou tetraparesia, ter alguma alteração clínica não-compensada, apresentar úlcera de pressão, ter implante metálico no crânio, apresentar episódios de convulsão e possuir marca-passo. Ao final, 1 paciente foi excluído devido ao tipo de sequela sensório-motor ser tetraparesia e, o estudo prosseguiu-se com 3 pacientes que estavam dentro dos critérios de inclusão (Tabela 1).

Material

Foi inicialmente feita uma anamnese e exame clínico neurofuncional em cada paciente. Foram então, aplicadas as escalas: Medida de Independência Funcional (MIF) e *American Spinal Injury Association* (ASIA). Após procedeu-se a avaliação com os testes de Posturografia Clínica, destacando neste estudo a avaliação feita com o Teste de Alcance Funcional.

Realizou-se a avaliação da Posturografia Clínica para mensuração da estabilidade postural na con-

TABELA 1. Características clínicas dos participantes do estudo

Identificação	Sexo	Idade	Tipo da lesão	Meio de locomoção	Postura adotada (condição basal)
Paciente A	Masculino	23	Traumática	Cadeira de rodas	Sedestação (sentado)
Paciente B	Masculino	25	Traumática	Cadeira de rodas	Sedestação (sentado)
Paciente C	Feminino	53	Não traumática	Deambulação	Ortostatismo (em pé)

Fonte: Elaborado pelos autores.

dição basal e no Teste de Alcance Funcional (TAF). Esta avaliação foi realizada através da Plataforma *Wii Balance Board*® acoplada a um computador com *Windows*® com o programa *Brain Blox*® instalado para capturar os dados da plataforma, e tendo o programa *Ellipse*® da Rede Lucy Montoro para processamento do sinal da plataforma captado pelo *software Brain Blox*®, de modo a se extrair os escores das variáveis cinéticas da avaliação postural.

A intervenção contou com a Estimulação Vestibular Galvânica, associada à Reabilitação Vestibular e Fisioterapia Neurofuncional. A EVG foi realizada através do equipamento de Neuromodulação Não-Invasiva da marca NKL®, modelo MicroEstim Tes®, com a corrente *random noise stimulation* (RNS). A intensidade da corrente foi selecionada através da prova terapêutica, onde foi escolhida a dose ideal para cada paciente. Os eletrodos eram de 5x7 cm posicionados nas mastoides, na região atrás da orelha.

## Procedimentos

A fase de aplicação contou com 14 sessões, sendo duas sessões iniciais de avaliação e prova terapêutica, 10 sessões de intervenção e duas sessões de reavaliação final, durando aproximadamente 1 mês e meio (nos meses de junho e julho de 2023). Tanto a avaliação inicial quanto a final contaram com aplicação de anamnese, avaliação clínica, avaliação da Medida de Independência Funcional (MIF) e a escala da *American Spinal Injury Association* (ASIA) realizadas no primeiro dia, e Avaliação Postural, Posturografia Clínica e Prova Terapêutica no segundo dia, cada um com duração de 1 hora. As sessões de avaliação e reavaliação foram realizadas em dois dias para não fadigar o paciente.

Foi aplicada a Estimulação Vestibular Galvânica tipo *random noise* com intensidade crescente no paciente em períodos de 2 minutos cada, iniciando de 0,3 e subindo até o máximo de 1,3 mA. A intensidade foi escolhida com base no relato dos pacientes. No paciente A foi escolhida a dose de 0,7mA, pois durante a prova terapêutica o paciente relatou ter sensação de queimação na sua coxa. Para o paciente B foi escolhida a dose de 0,9mA, pois durante a prova terapêutica relatou ter sentido a musculatura

tibial anterior do membro inferior direito. E no paciente C foi escolhida a dose de 1,1mA pois relatou diminuição de dor muscular e uma sensação de melhor conforto na postura (ortostatismo). Além das intensidades da corrente *random noise stimulation* (RNS) específicas para cada caso, ofertamos estas com as frequências variando de 1 a 100 Hz (frequência 1 de 1 Hz, e frequência 2 de 100 Hz), por um tempo médio de 1h em cada sessão de intervenção.

As variáveis analisadas da Posturografia Clínica foram: o deslocamento da área em elipse, velocidade em X (lâtero-lateral) e velocidade em Y (ântero-posterior). E essas variáveis foram analisadas na condição basal com olhos abertos e sob a plataforma fixa e durante o TAF. Os dados das anamneses e avaliações estão armazenados pelos autores, o acesso aos dados poderá ser liberado mediante contato com os autores responsáveis e justificativa razoável.

As avaliações, as sessões de intervenção e reavaliação, foram conduzidas em diferentes posturas para os pacientes, sendo na postura sentada para os pacientes A e B, e em pé para o paciente C.

Após as avaliações deu-se início às sessões de intervenção com os equipamentos de estimulação vestibular galvânica e exercícios de reabilitação vestibular e fisioterapia neurofuncional customizados. O estudo ocorreu em sessões individuais, três vezes por semana e em horário pré-definido. Toda a intervenção desde a entrevista inicial a reavaliação, foi realizada por no mínimo duas pessoas, sendo a docente responsável por supervisionar os atendimentos e uma das alunas, para garantir a aplicação correta da estimulação e exercícios, garantindo assim uma maior dedicação em cada sessão, anotações descritivas de todos e quaisquer acontecimentos durante o processo de intervenção, para que estes pudessem ser relatados com detalhes no estudo. Realizada no setor de Fisioterapia Neurofuncional da Policlínica da Universidade Metodista de São Paulo, local este que os pacientes já estavam familiarizados e realizavam seu tratamento fisioterapêutico semanalmente.

Durante a intervenção, em cada sessão todos os pacientes foram expostos à EVG, realizaram exercícios padronizados de reabilitação vestibular, sendo estes: X1 (deveria mover a cabeça de um lado para



o outro, mantendo o olhar fixo em uma caneta que estava à sua frente) e X2 (deveria manter o olhar fixo em uma caneta, enquanto o objeto se movimentava para um lado e sua cabeça para o lado oposto). E relacionado a fisioterapia neurofuncional os exercícios foram de alcance funcional e arremessos de bolas, estes para controle postural com movimento balístico, trabalhando ajustes tônico, compensatório e antecipatório e, também exercícios de mobilidade na postura mais alta de cada participante.

Houve uma taxa de adesão de 100%. Todos os participantes compareceram nas sessões em seus dias e horários pré-agendados. As sessões foram realizadas integralmente, aplicando sempre a EVG, reabilitação vestibular e fisioterapia neurofuncional. Nenhum participante apresentou o interesse em desistir da participação e aderiram bem ao estudo proposto.

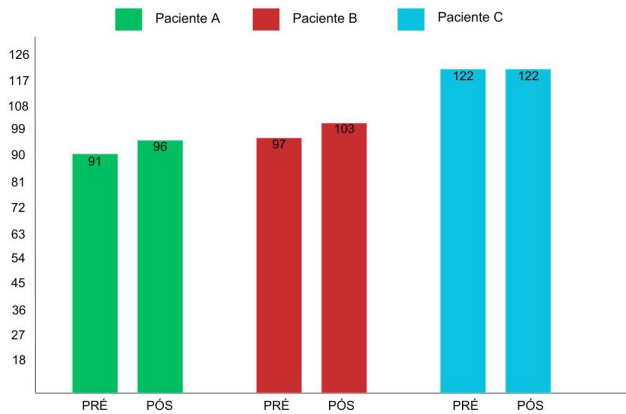
RESULTADOS

A análise dos dados foi realizada de forma descritiva e analítica comparando a avaliação inicial e final das escalas e testes. Os resultados foram descritos comparando o antes e depois de cada paciente isoladamente. O estudo não contou com um grupo

controle e, dessa forma, não foi possível aplicar um teste estatístico comparativo.

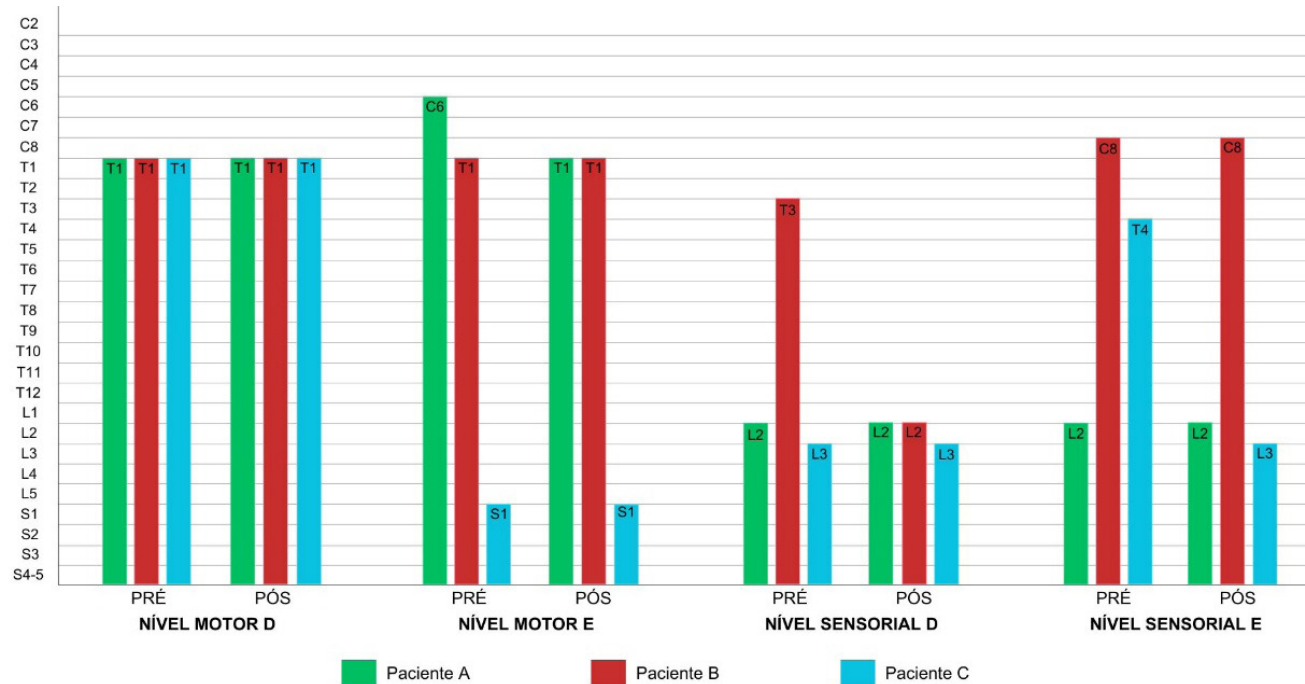
Os pacientes apresentaram alterações nas escalas e testes quando comparados pré e pós-tratamento. Os pacientes A e B demonstraram aumento na escala MIF demonstrando aumento na independência funcional, enquanto paciente C manteve a mesma pontuação (Gráfico 1). Paciente A apresentou alteração em nível motor na escala Asia, enquanto B e C tiveram alteração em nível sensorial (Gráfico 2).

GRÁFICO 1. Resultados da Medida de Independência Funcional (MIF) obtidos pré e pós-intervenção



Fonte: Elaborado pelos autores.

GRÁFICO 2. Resultados da avaliação ASIA obtidos pré e pós-intervenção



Legenda: C = cervical; T = torácica; L = lombar; S = sacral; D = direito; E = esquerdo. Fonte: Elaborado pelos autores.

Na condição basal, A e B apresentaram diminuição da área em elipse e C teve um aumento. Na velocidade em x e y, A e C tiveram aumento e B diminuiu. (Tabela 2)

Na condição durante o TAF, A e B apresentaram aumento da área em elipse e C diminuição. Na velocidade em x, A e B tiveram aumento e C diminuiu e na velocidade em y todos apresentaram aumento. No desempenho do alcance funcional, na primeira tentativa A e C diminuíram e B aumentou, já na segunda tentativa A e B aumentaram e C diminuiu. (Tabela 2).

O teste t pareado foi utilizado para comparar as variáveis entre os dois tempos (antes e depois da intervenção) dos pacientes como um grupo de intervenção. No entanto, os resultados não evidenciaram diferenças estatísticas significativas entre os momentos para as variáveis de posturografia na condição de postura basal e no TAF (Tabela 3). Podemos observar através do comportamento dos escores individuais (Tabela 2) que cada paciente apresentou um tipo de comportamento nas variáveis analisadas comparando os dois momentos.

**TABELA 2.** Resultados da avaliação posturográfica em condição basal e durante a o Teste de Alcance Funcional pré e pós-intervenção

Variáveis	Paciente A		Paciente B		Paciente C	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
<b>Condição basal</b>						
Posturografia área elipse (cm <sup>2</sup> )	0,21	0,2	0,23	0,22	1,08	2,4
Posturografia velocidade em x (cm/s)	0,51	0,55	0,7	0,67	0,51	0,77
Posturografia velocidade em y (cm/s)	0,35	0,36	0,48	0,45	1,1	1,61
<b>Alcance funcional</b>						
Posturografia área elipse (cm <sup>2</sup> )	33,94	43,55	18,83	27,83	32,31	23,85
Posturografia velocidade em x (cm/s)	1,09	1,49	2,04	2,52	3,91	3,41
Posturografia velocidade em y (cm/s)	1,4	1,63	2,63	3,5	3,77	5,12
Teste de alcance funcional (cm) 1ª tentativa	30	29	3	32	21	17
Teste de alcance funcional (cm) 2ª tentativa	30	31	3	30,5	29	24

Fonte: Elaborado pelos autores.

**TABELA 3.** Análise estatística comparando o antes e depois dos resultados obtidos pelo grupo do estudo

Variáveis	Valor de t	gl	p	Média	Desvio padrão	Intervalo de confiança (95%)
<b>Condição basal</b>						
Posturografia área elipse (cm <sup>2</sup> )	-0.977	2.00	0.431	-0.4333	0.4433	< -2.341; 1.474 >
Posturografia velocidade em x (cm/s)	-1.030	2.00	0.411	-0.0900	0.0874	< -0.466; 0.286 >
Posturografia velocidade em y (cm/s)	-0.940	2.00	0.446	-0.1633	0.1737	< -0.911; 0.584 >
<b>Alcance funcional</b>						
Posturografia área elipse (cm <sup>2</sup> )	-0.571	2.00	0.626	-3.383	5.924	< -28.87; 22.107 >
Posturografia velocidade em x (cm/s)	-0.403	2.00	0.726	-0.127	0.314	< -1.48; 1.225 >
Posturografia velocidade em y (cm/s)	-2.517	2.00	0.128	-0.817	0.324	< -2.21; 0.579 >
Teste de alcance funcional (cm) 1ª tentativa	-0.759	2.00	0.527	-8.000	10.536	< -53.33; 37.331 >
Teste de alcance funcional (cm) 2ª tentativa	-0.785	2.00	0.515	-7.833	9.985	< -50.79; 35.127 >

gl= graus de liberdade. H<sub>a</sub>  $\mu$  Medida 1 - Medida 2  $\neq$  0. Teste *t-Student* para amostras pareadas. Fonte: Elaborado pelos autores.

## DISCUSSÃO

Neste estudo observamos e descrevemos alterações posturais nos pacientes expostos à EVG. O objetivo foi alcançado, visto que, foi possível avaliar as oscilações no controle postural antes e após intervenção. Este estudo demonstra que ocorreram alterações oscilatórias posturais nos pacientes na condição basal e durante TAF, após período de aplicação da estimulação vestibular galvânica (EVG).

O paciente A, em condição basal, apresentou diminuição em área de oscilação em elipse após tratamento e, aumento em velocidades em x e y. Na avaliação durante o TAF, após tratamento, apresentou aumento em todas as variáveis e menor alcance na 1ª tentativa e maior na 2ª, quando comparados ao pré-tratamento. É importante relatar que o paciente A, na 8ª sessão do estudo, realizou marcha em barra paralela, ocorrendo uma mudança de sua condição anterior (ele não conseguia deambular desde o momento de instalação do trauma raquimedular). O que pode apresentar um ganho no ajuste postural para a mudança de posturas, visto que este é necessário para as transferências de postura e para o início do passo.

O Paciente B, em condição basal, apresentou após o tratamento diminuição em área de oscilação em elipse e nas velocidades em x e y. Na avaliação durante o TAF, no pós-tratamento, apresentou aumento em todas as variáveis cinéticas e, maior alcance funcional, tendo sido essa a maior diferença encontrada, mudando a medida do escore. O paciente B ao início do estudo apresentava quedas ao direcionar seu tronco anteriormente, impactando no seu alcance funcional. No decorrer do estudo demonstrou melhor alinhamento, mantendo controle de tronco e, pudemos ver isso com a melhora do seu desempenho durante o TAF.

O Paciente C, em condição basal, apresentou após o tratamento aumento da área de oscilação em elipse e das velocidades em x e y. Na avaliação durante o TAF, no pós-tratamento apresentou diminuição na área de oscilação em elipse e na velocidade em x e aumento da velocidade em y e, obteve menor alcance funcional. Paciente apresentou diminuição em seu TAF no pós-tratamento, mas apresentou também uma diminuição na sua área

de oscilação. Pode-se relacionar tal feito com uma mudança no controle postural, onde anteriormente apresentava uma maior oscilação e grande risco de queda durante, conseguindo assim um alcance também maior e, com a diminuição da sua área, seu alcance foi menor, porém, paciente o realizou de forma mais controlada e com maior segurança durante a execução, possivelmente.

Para avaliar o controle postural avaliamos a oscilação do corpo, podendo ser qualitativa ou quantitativa. Esse tipo de avaliação costuma ser realizada com pacientes em ortostatismo e postura ereta.<sup>14</sup> Avaliamos as oscilações de forma quantitativa e, modificamos de acordo com as características dos pacientes, sendo aplicadas duas variáveis, postura ereta e durante o TAF, em sedestação para dois pacientes e ortostatismo para um.

Não podemos classificar se mais ou menos oscilação é o ideal já que isso variará com a atividade executada e as limitações do indivíduo, mas podemos afirmar que alterações oscilatórias ocorreram em conjunto a melhora do equilíbrio postural e a execução de tarefas com deslocamento de tronco. Os autores Forssberg e Hirshfeld<sup>12</sup> observaram que os movimentos para a frente da plataforma, fazendo o corpo balançar para trás, demonstraram respostas bem-organizadas e coerentes nos músculos do quadríceps, abdominais e flexores do pescoço. Evidenciamos, que a preservação dessas musculaturas nos indivíduos com lesão medular, afetam diretamente o controle de tronco e do movimento de alcance funcional ao se deslocar anteriormente. Quanto mais ativada essa musculatura, maior a chance de um alcance funcional ser controlado e o paciente apresentar menor risco de queda.

Em estudo prévio Medola *et al.*<sup>15</sup>, observou em pacientes com lesão medular classificada como paraplegia alta (Entre T1 e T8), que o alcance funcional variava num escore de 6,9cm a 49,2cm e, na paraplegia baixa (abaixo de T8) com escores de 10,8cm a 37cm. Quando comparado ao paciente B (nível de lesão T3-T4), os autores relataram alcance de 8,1cm a 10cm no seu estudo e, no nosso caso o paciente inicialmente possuía um alcance de 3cm passando para 30cm ao final do estudo. O estudo de Medola *et al.*<sup>15</sup>, demonstrou em pacientes com lesão medular em nível de T12 um alcance variando de

17,3cm a 37cm, então quanto ao paciente A do nosso estudo observou-se que este se encontra na mesma faixa de variação de desempenho. Comparando com os resultados da paciente C, o comportamento do alcance funcional demonstrou-se diferente ao do estudo de Medola *et al.*<sup>15</sup>, e dos pacientes A e B, por ser realizado em uma postura com características possivelmente diferentes (em pé) para o alcance funcional, uma vez que esta mostrou uma diminuição no escore de oscilação postural e no desempenho do TAF.

Assim como no estudo de Pavlik *et al.*<sup>16</sup>, também entendemos que cada indivíduo pode ter um limiar de resposta diferente perante a estimulação, então foram estabelecidos diferentes parâmetros da EVG para cada paciente, de acordo com os relatos deles. Percebeu-se que os efeitos da EVG no controle postural se deram durante a realização de movimentos corporais, então durante todo o período do estímulo os pacientes eram desafiados com tarefas e atividades que exigissem mais do seu controle postural, como deslocamentos latero-laterais e ântero-posteriores, sempre em solo estável.

O uso da EVG resulta em neuromodulação excitatória dos potenciais motores nos músculos dos membros inferiores<sup>9</sup>. Acreditamos que provavelmente houve uma maior ativação desses músculos nos pacientes, principalmente quando vemos resultados na marcha, onde paciente A obteve o ganho dessa função e paciente C passou a realizá-la de forma mais segura e com diminuição do risco de queda.

O resultado na escala de avaliação MIF pode nos apresentar o ganho de independência funcional dos pacientes quando comparado início e final, após intervenção com a EVG. Os pacientes A e B apresentaram aumento no seu escore da MIF, enquanto o paciente C manteve sua pontuação, visto que atingiu o teto de acordo com suas limitações. Podemos entender com isso que a melhora no controle postural trouxe um aumento na independência funcional destes pacientes. Conforme citado por Silva GA *et al.*<sup>17</sup>, o uso da escala permite o acompanhamento da evolução do paciente em seu processo de reabilitação.

Consideramos como limitações para este estudo a pequena quantidade de pacientes ativos na clínica

e dentro dos critérios para o estudo, visto que 4 foram selecionados, mas apenas 3 estavam dentro dos critérios de inclusão. A heterogeneidade dos participantes, onde cada paciente apresentava lesões de nível esquelético e neurológicos -motores e sensoriais- diferentes. Também a falta de dados na literatura para efeitos comparativos dos resultados obtidos. Estes pontos nos impossibilitou a realização do estudo com um grupo controle, além de também nos limitar na avaliação estatística para análise dos resultados do antes e depois da intervenção.

## CONCLUSÃO

A análise dos dados nos mostrou diferentes resultados nas condições avaliadas para cada participante. Foi possível observar e descrever alterações principalmente do controle postural destes. A análise estatística não nos trouxe resultados positivos, mas entendemos que a nossa amostra era pequena, o que pode não trazer impactos significativos quando analisados.

O presente estudo demonstrou-se necessário, visto que nos permitiu analisar as alterações posturais após à exposição à EVG. Mesmo com diferentes resultados dos participantes a EVG se apresenta como um recurso que pode aumentar as possibilidades de intervenções já existentes para pacientes com lesão medular, já que trabalha principalmente nos componentes sensório-motores e ajustes posturais. Recomendamos fortemente que este estudo seja replicado, com amostragens maiores e diferentes grupos de intervenção, para possibilitar o aumento do leque comparativo dos resultados com outros estudos.

## REFERÊNCIAS

1. Umphred DA. Reabilitação neurológica. 5ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010.
2. World Health Organization. Spinal cord injury [Internet]. Geneva: WHO; 2024 [citado 2024 maio 18]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury>



3. Faria MS, Silva C, Pimenta D, et al. Fisiologia humana. Florianópolis: Biologia/EAD/UFSC; 2009.
4. Bear MF, Connors BW, Paradiso MA. Neurociências: desvendando o sistema nervoso. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2017.
5. Długaiczek J, Gensberger KD, Straka H. Galvanic vestibular stimulation: from basic concepts to clinical applications. *J Neurophysiol.* 2019 Jun;122(6):2614–25. doi: 10.1152/jn.00035.2019.
6. Fujimoto C, Yamamoto Y, Kamogashira T, et al. Noisy galvanic vestibular stimulation induces a sustained improvement in body balance in elderly adults. *Sci Rep.* 2016;6:37575. doi: 10.1038/srep37575.
7. Fujimoto C, Egami N, Kawahara T, et al. Noisy galvanic vestibular stimulation sustainably improves posture in bilateral vestibulopathy. *Front Neurol.* 2018;9:900. doi: 10.3389/fneur.2018.00900.
8. Nascimento TN, Boffino CC. Case report: galvanic vestibular stimulation in the chronic spinal cord injury patient. *Front Rehabil Sci.* 2022;3:779846. doi: 10.3389/fresc.2022.779846.
9. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Controle motor: teoria e aplicações práticas. 3ª ed. São Paulo: Manole; 2010.
10. Silva GA da. Independência funcional de pessoas portadoras de paraplegia em programa de reabilitação: resultados e fatores associados [dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2006 [citado 2024 maio 18]. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/1960>
11. Duarte M, Freitas SMSF. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Braz J Phys Ther.* 2010;14(3):183–92. doi: 10.1590/S1413-35552010000300003.
12. Medola FO, Castelo GLM, Freitas LNF, Busto RM. Avaliação do alcance funcional de indivíduos com lesão medular espinhal usuários de cadeira de rodas. *Movimenta [Internet].* 2018 [citado 2024 maio 18];2(1):12–6. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/movimenta/article/view/7202>
13. Pavlik AE, Inglis JT, Lauk M, Oddsson L, Collins JJ. The effects of stochastic galvanic vestibular stimulation on human postural sway. *Exp Brain Res.* 1999;124(3):273–80. doi: 10.1007/s002210050623.
14. Hlavacka F, Shupert CL, Horak FB. The timing of galvanic vestibular stimulation affects responses to platform translation. *Brain Res.* 1999;821(1):8–16. doi: 10.1016/S0006-8993(98)01356-0.
15. Sayenko DG, Atkinson DA, Mink AM, et al. Vestibulospinal and corticospinal modulation of lumbosacral network excitability in human subjects. *Front Physiol.* 2018;9:1746. doi: 10.3389/fphys.2018.01746.
16. Takakusaki K. Functional neuroanatomy for posture and gait control. *J Mov Disord.* 2017;10(1):1–17. doi: 10.14802/jmd.16062.
17. Silva GA da, Schoeller SD, Gelbcke FL, Carvalho ZMF, Silva EMJP da. Avaliação funcional de pessoas com lesão medular: utilização da escala de independência funcional - MIF. *Texto Contexto Enferm.* 2012;21(4):929–36. doi: 10.1590/S0104-07072012000400025.

## DECLARAÇÕES

### Contribuição dos autores

Concepção: KRCS, SBL, CCB. Investigação: KRCS, SBL, CCB. Metodologia: KRCS, SBL, CCB. Coleta de dados: KRCS, SBL, CCB. Tratamento e análise de dados: KRCS, SBL, CCB. Redação: KRCS, SBL, CCB. Revisão: KRCS, SBL, CCB. Aprovação da versão final: KRCS, SBL, CCB. Supervisão: KRCS, SBL, CCB.

### Financiamento

O artigo contou com financiamento próprio.

### Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

### Aprovação no comitê de ética

O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Metodista de São Paulo sob número do CEP 6.010.568 e do CAAE 67942323.3.0000.5508.

### Disponibilidade de dados de pesquisa e outros materiais

Dados de pesquisa e outros materiais podem ser obtidos por meio de contato com os autores.

### Editores responsáveis

Carolina Fiorin Anhoque, Blima Fux, Ana Paula Ferreira Nunes.

### Endereço para correspondência

Rua Doutor Cincinato Braga, 691, Planalto, São Bernardo do Campo/SP, Brasil, CEP: 09890-300.