

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FONOAUDIOLÓGICAS

Anna Paula Batista de Ávila Pires

**ESTIMULAÇÃO VESTIBULAR GALVÂNICA NA REABILITAÇÃO DA
INSTABILIDADE POSTURAL NA DOENÇA DE PARKINSON**

Belo Horizonte - MG

2023

ANNA PAULA BATISTA DE ÁVILA PIRES

**ESTIMULAÇÃO VESTIBULAR GALVÂNICA NA REABILITAÇÃO DA
INSTABILIDADE POSTURAL NA DOENÇA DE PARKINSON**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Fonoaudiológicas da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientadora:
Prof.^a. Dra. Denise Utsch Gonçalves
Coorientadores:
Prof. Dr. Paulo Pereira Christo
Prof.^a. Dra. Ludimila Labanca

Belo Horizonte

2023

P667e Pires, Anna Paula Batista de Avila.
Estimulação Vestibular Galvânica na reabilitação da instabilidade postural na Doença de Parkinson [recursos eletrônicos]. / Anna Paula Batista de Avila Pires. - - Belo Horizonte: 2023.
83f.: il.
Formato: PDF.
Requisitos do Sistema: Adobe Digital Editions.

Orientador (a): Denise Utsch Gonçalves.
Coorientador (a): Paulo Pereira Christo; Ludimila Labanca.
Área de concentração: Ciências Fonoaudiológicas.
Tese (doutorado): Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina.

1. Doença de Parkinson. 2. Doenças do Sistema Nervoso Central. 3. Estimulação Elétrica. 4. Equilíbrio Postural. 5. Dissertação Acadêmica. I. Gonçalves, Denise Utsch. II. Christo, Paulo Pereira. III. Labanca, Ludimila. IV. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina. V. Título.

NLM: WL 359



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE MEDICINA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FONOAUDIOLÓGICAS
ATA DE DEFESA DE TESE

Às 08:30 horas do dia 06 de novembro de 2023, na sala 526 da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, realizou-se a sessão pública para a defesa da TESE de ANNA PAULA BATISTA DE ÀVILA PIRES, número de registro 2019711707, graduada no curso de MEDICINA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIAS FONOAUDIOLÓGICAS. A presidência da sessão coube à professora Ludimila Labanca, coorientadora. Inicialmente, a presidente fez a apresentação da Comissão Examinadora assim constituída: Prof(a). Denise Utsch Gonçalves- ORIENTADORA (UFMG), Prof(a). Ludimila Labanca - coorientadora (UFMG), Prof. Paulo Pereira Christo - coorientador (UFMG), Prof. Marco Aurélio Rocha Santos (HC-UFMG), Prof. Marco Túlio Gualberto Cintra (UFMG), Prof(a). Karen de Carvalho Lopes (UNIFESP), Prof. Fernando Freitas Ganança (UNIFESP). Em seguida, a candidata fez a apresentação do trabalho que constitui sua Tese de Doutorado, intitulada: **ESTIMULAÇÃO VESTIBULAR GALVÂNICA NA REABILITAÇÃO DA INSTABILIDADE POSTURAL NA DOENÇA DE PARKINSON**. Seguiu-se a arguição pelos examinadores e logo após, a Comissão reuniu-se, sem a presença da candidata e do público e decidiu considerar APROVADA a TESE DE DOUTORADO. O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pela presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, a presidente encerrou a sessão e lavrou a presente ata que, depois de lida, se aprovada, será assinada pela Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 06 de novembro de 2023.

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por Marco Tulio Gualberto Cintra, Professor do Magistério Superior, em 18/12/2023, às 08:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Ludimila Labanca, Professora do Magistério Superior, em 18/12/2023, às 09:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Karen de Carvalho Lopes, Usuária Externa, em 18/12/2023, às 10:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Marco Aurelio Rocha Santos, Médico, em 18/12/2023, às 10:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Fernando Freitas Ganança, Usuário Externo, em 22/12/2023, às 17:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Galton Carvalho Vasconcelos, Professor do Magistério Superior, em 02/01/2024, às 23:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Denise Utsch Goncalves, Professora do Magistério Superior, em 02/02/2024, às 15:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Paulo Pereira Christo, Professor do Magistério Superior, em 03/02/2024, às 11:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 2908806 e o código CRC C534E112.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Reitora: Prof.^a Sandra Regina Goulart Almeida

Vice-reitor: Prof. Alessandro Fernandes Moreira

Pró-reitora de Pós-Graduação: Prof.^a Isabela Almeida Pordeus

Pró-reitor de Pesquisa: Prof. Fernando Marcos dos Reis

FACULDADE DE MEDICINA

Diretora da Faculdade de Medicina: Prof.^a Alamanda Kfoury Pereira

Vice-diretora da Faculdade de Medicina: Prof.^a Cristina Gonçalves Alvim

Coordenadora Geral do Centro de Pós-Graduação: Prof.^a Ana Cristina Simões e
Silva

Subcoordenadora Geral do Centro de Pós-Graduação: Prof.^a Teresa Cristina de
Abreu Ferrari

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FONOAUDIOLÓGICAS

Professora Dra. Patrícia Cotta Mancini – Coordenadora

Professora Dra. Adriane Mesquita de Medeiros – Subcoordenadora

COLEGIADO

Adriane Mesquita de Medeiros – titular

Ana Cristina Côrtes Gama – suplente

Aline Mansueto Mourão – titular

Ludimila Labanca – suplente

Luciana Macedo de Resende – titular

Renata Maria Moreira Moraes Furlan – suplente

Letícia Caldas Teixeira – titular

Ualisson Nogueira do Nascimento – suplente

Juliana Preisser de Godoy e Silva – discente titular

Isa Mourão Carvalho – discente suplente

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Santa Casa de Belo Horizonte – MG e aos colegas do ambulatório de neurologia e distúrbios do movimento pela ajuda no recrutamento dos pacientes e por todo aprendizado sobre doença de Parkinson adquirido ao longo desses anos.

Ao departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais pela oportunidade de realizar esse projeto de doutorado e pelo aprendizado ao longo desse processo de elaboração, execução e defesa da tese.

À minha orientadora profa. Dra. Denise Utsch Gonçalves, pela dedicação sem defeitos a esse projeto. Fonte de inspiração e exemplo para um pesquisador! A minha eterna gratidão pela paciência e troca de conhecimentos.

À minha coorientadora profa. Dra. Ludimila Labanca por toda ajuda com a parte técnica e teórica do projeto, trazendo informações e experiência imprescindíveis para a elaboração, execução e defesa da tese. Sem palavras para expressar a minha gratidão!

Às minhas queridas colegas Jordana Carvalhais Barros e Renata Cordeiro, parceiras de projeto e de estudos, pelo convívio e amizade.

Às bolsistas de iniciação científica do curso de fonoaudiologia da Universidade Federal de Minas Gerais, Maria Luiza Diniz, Paula Gabriela Zeferino Meireles e Stéfane Laura Brandão, por todo empenho e dedicação na coleta dos dados e realização da estimulação galvânica.

Aos meus pais, pelo incentivo e exemplo de dedicação e perseverança. Esse caminho de pós-graduação não seria possível sem o apoio de vocês.

Ao Bruno, meu companheiro de vida, pela paciência, compreensão e ajuda na formatação da tese.

Aos meus irmãos, Joana e André, meus sobrinhos, José Mikhael, Miguel e Gabriel, por serem fonte inesgotável de suporte e incentivo.

RESUMO

Introdução: A instabilidade postural associada a doença de Parkinson (DP) tem sido associada a uma resposta limitada a terapia dopaminérgica. A Estimulação Vestibular Galvânica (EVG) é um método não invasivo e de baixo custo que tem sido utilizado para reabilitar o equilíbrio corporal por meio de estimulação elétrica de curta duração e baixa amperagem nos ossos da mastoide, criando um dipolo que estimula o trato vestibulo-espinhal. **Objetivo:** O objetivo foi avaliar a segurança do uso da EVG e a resposta do equilíbrio em pacientes com DP e instabilidade postural atendidos no ambulatório de Neurologia da Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte – MG. **Método:** Como parte de um estudo comparativo intragrupo para avaliação antes e após a intervenção, 25 pacientes com DP e instabilidade postural na fase ON foram avaliados por meio da Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), teste Time Up and Go (TUG) e posturografia estática na plataforma de força. A intensidade da corrente elétrica entre as mastoides foi aumentada progressivamente de 1,0 miliamperes (mA) para 3,5 mA até a 6ª sessão e depois mantida até a 8ª sessão. O tempo de estimulação foi aumentado progressivamente de 9 minutos na 1ª sessão para 30 minutos na 3ª sessão e depois mantido até a 8ª sessão. **Resultados:** Comparando as avaliações antes e depois da EVG, os resultados mostraram melhora na EEB ($p = 0,00001$) e nos escores do TUG ($p = 0,00003$). Na posturografia foi observado aumento na área do limite de estabilidade ($p = 0,026$) e no índice de equilíbrio geral ($p = 0,001$). Nenhum participante apresentou queixas ou efeitos colaterais associados à intervenção. **Conclusões:** A EVG foi uma ferramenta útil e segura para melhorar a instabilidade postural em pacientes com DP. No atual contexto terapêutico de manejo da instabilidade postural associada à DP, a EVG é uma opção atrativa, considerando sua segurança, possibilidade de uso domiciliar e fácil aprendizado no manejo da técnica. Novos estudos devem ser realizados para avaliar a permanência dos efeitos benéficos após a finalização da EVG.

Palavras-chave: Doença de Parkinson; Doenças do Sistema Nervoso Central; Equilíbrio Postural; Estimulação Elétrica.

ABSTRACT

Postural instability associated with Parkinson's disease (PD) has been associated with limited response to dopaminergic therapy. Galvanic Vestibular Stimulation (GVS) is a non-invasive and low-cost method that has been used to rehabilitate body balance through short-term electrical stimulation and low current in the mastoid bones, creating a dipole that stimulates the vestibulospinal tract. **Objective:** The objective was to evaluate the safety and balance response to GVS in patients with PD and postural instability treated at the Neurology clinic of Santa Casa de Misericórdia in Belo Horizonte, Brazil. **Methods:** As part of a comparative intragroup study to evaluate before and after the intervention, 25 patients with PD and postural instability in the ON phase were evaluated using the Berg Balance Scale (BBS), Time Up and Go test (TUG) and static posturography on the force platform. The intensity of the electrical current between the mastoids was progressively increased from 1.0 milliamps (mA) to 3.5 mA until the sixth session and then maintained until the eighth session. Stimulation time was progressively increased from 9 minutes in the first session to 30 minutes in the third session and then maintained until the eighth session. **Results:** Comparing the evaluations before and after GVS, the results showed improvement in BBS ($p = 0.00001$) and in TUG ($p = 0.00003$) scores. In posturography, an increase in the stability limit area ($p = 0.026$) and in the general balance index ($p = 0.001$) was observed. No participant had any complaints or side effects associated with the intervention. **Conclusions:** GVS was a useful and safe tool to improve postural instability in PD patients. In the current therapeutic context of managing postural instability associated with PD, GVS is an attractive option, considering its safety, possibility of home use and easy learning to manage the technique. It remains to be assessed whether the balance gain is maintained after GVS is discontinued.

Keywords: Parkinson's disease; Central nervous system diseases; Postural balance; Electric Stimulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Plataforma de força Horus	33
Figura 2: Diagrama funcional do sistema Horus	34
Figura 3: Teste Timed Up and Go: tempo que o indivíduo realiza a tarefa de levantar de uma cadeira, caminhar três metros, virar, voltar rumo à cadeira e se sentar novamente.	35
Figura 4: Aplicação da EVG: 1) indivíduo sentado, descalço, com olhos fechados e sem qualquer objeto que possa conduzir eletricidade; 2) eletrodos de estimulação; 3) equipamento gerador da EVG; 4) software para controle do tempo e intensidade da estimulação.....	36
Figura 5: Fluxograma da pesquisa.	38
Figura 6: Análise comparativa do Time Up and Go (TUG) [£] e Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) ^ß antes e após oito sessões de estimulação vestibular galvânica. £ - tempo medido em segundos. ß - maior pontuação indica percepção de melhor equilíbrio. Teste de Wilcoxon.....	40
Figura 7: Comparação entre a área limite de estabilidade (mm ²) antes e após oito sessões de estimulação vestibular galvânica. Teste de Wilcoxon.	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Protocolo da intervenção Estimulação Vestibular Galvânica (EVG) de uma sessão semanal durante oito semanas.	36
Tabela 2: Avaliações objetivas da velocidade média da trajetória de oscilação (VMT) e do comprimento médio da trajetória de oscilação (CT) em cada uma das condições do Teste de Organização Sensorial (TOS) antes e após oito sessões de EVG.....	42
Tabela 3: Avaliações objetivas da área de elipse de confiança de 95% (EC) e do índice de equilíbrio (IE) em cada uma das condições do Teste de Organização Sensorial (TOS) antes e após oito sessões de EVG.....	42
Tabela 4: Avaliações objetivas do índice vestibular, índice visual, índice somatossensorial e índice de equilíbrio geral, antes e após oito sessões de EVG...	43

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

DP	Doença de Parkinson
EVG	Estimulação Vestibular Galvânica
EEB	Escala de Equilíbrio de Berg
TUG	Teste <i>Timed Up and Go</i>
mA	miliampères
SNC	Sistema Nervoso Central
NPP	Núcleo Pedúnculo Pontino
GABA	Ácido Gamaminobutínico
EMT	Estimulação Elétrica Transcraniana
ECP	Estimulação Cerebral Profunda
UPDRS	Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson
AVDs	Atividades de Vida Diária
PDC	Posturografia Dinâmica Computadorizada
AP	Anteroposterior
ML	Médio-lateral
CoP	Centro de Pressão de Massa Corporal
EC	Elipse de Confiança
VMT	Velocidade Média Total
CT	Comprimento da Trajetória
IE	Índice de equilíbrio
ECLE	Razão entre Elipse de Confiança e a Área Limite de Estabilidade
IMC	Índice de Massa Corporal
DHI	<i>Dizziness Handicap Inventory</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
TOS	Teste de Organização Sensorial
ALE	Área Limite de Estabilidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Diagnóstico da Instabilidade Postural	18
2.2	Escala de Equilíbrio de Berg (EEB)	18
2.3	Teste Timed Up and Go (TUG)	19
2.4	Posturografia Computadorizada (PC)	20
2.5	Instabilidade postural na Doença de Parkinson	21
2.5.1	<i>Abordagem clínica</i>	23
2.6	Reabilitação vestibular	25
2.7	Estimulação Vestibular Galvânica	25
3	OBJETIVOS	29
3.1	Objetivo geral	29
3.2	Objetivos específicos	29
4	MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1	Aspectos éticos	30
4.2	Delineamento do estudo	30
4.3	Participantes	30
4.4	Critérios de inclusão	31
4.5	Critérios de exclusão	31
4.6	Etapas do estudo	31
4.6.1	<i>Pré-intervenção</i>	31
4.6.1.1	Avaliação clínica, neurológica e otorrinolaringológica	31
4.6.1.2	Testes que avaliam o equilíbrio	32
4.6.2	<i>Intervenção</i>	35
4.6.2.1	Estimulação Vestibular Galvânica	35
4.6.3	<i>Pós-intervenção</i>	36
4.7	Análise de dados	37
5	RESULTADOS	39
6	DISCUSSÃO	44
7	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
	ANEXOS	58

Anexo 1 – Escala de Equilíbrio de Berg (EEB)	58
Anexo 2 – Comitê de Ética e Pesquisa da UFMG (CEP)	63
Anexo 3 – Comitê de Ética e Pesquisa da Santa Casa (CEP)	64
APÊNDICE	65
Apêndice 1 – Artigo submetido para a revista Frontiers in Neuro-Otology	65
Apêndice 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	82

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este trabalho apresenta os resultados das atividades referentes ao meu projeto de Doutorado em Ciências Fonoaudiológicas. A organização do volume segue as normas da resolução 11/2020, de 04 de junho de 2020, do Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Ciências Fonoaudiológicas da Faculdade de Medicina da UFMG.

A temática da minha pesquisa envolveu o uso da estimulação vestibular galvânica (EVG) na reabilitação da instabilidade postural da Doença de Parkinson. O uso da EVG é descrito em estudos como uma ferramenta auxiliar no processo de reabilitação de vestibulopatias periféricas e centrais, lesões centrais isquêmicas, mielopatias motoras, distúrbios de ansiedade, cognição e memória. Publicamos recentemente uma revisão sistemática sobre o uso da EVG no *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*.

A minha trajetória na otoneurologia começou logo após o término da minha residência em otorrinolaringologia, realizada na Santa Casa de Belo Horizonte – MG no período de 2005 a 2007. Fiz o *fellowship* na Escola Paulista de Medicina (EPM) – UNIFESP, no período de 2008 a 2010, juntamente com o meu mestrado em Ciências da Saúde. Esse foi um período intenso de aprendizado e crescimento. O tema da minha dissertação de mestrado foi a avaliação vestibular em pacientes após acidente vascular cerebral do território carotídeo. Ao retornar para Belo Horizonte, no ano de 2011, passei a me dedicar basicamente ao atendimento de pacientes otoneurológicos. O resultado do tratamento de pacientes com tontura de origem central sempre me frustrou e sempre procurei alternativas que pudessem potencializar a melhora do equilíbrio desses pacientes. No ano de 2015, tive a oportunidade de começar a trabalhar no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais e, em 2018, assumi o cargo de coordenadora do ambulatório de otoneurologia com atividades de assistência e preceptoria dos residentes de otorrinolaringologia. Sempre tive paixão por ensinar. A Profa. Denise Utsch e a Profa. Ludimila Labanca desenvolviam a linha de pesquisa em estimulação vestibular galvânica, e me interessei pelo tema. Talvez estivesse ali a resposta para a minha inquietude em relação ao tratamento dos pacientes com tontura de origem central. Em parceria com o Prof. Paulo Christo, neurologista da Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte e meu coorientador, iniciamos a pesquisa com os pacientes com doença de Parkinson acompanhados na Santa Casa de Belo Horizonte. Tive a honra de fazer parte da

primeira turma de doutorado do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Minas Gerais. Atravessamos a pandemia da covid-19, superamos vários obstáculos e seguimos com o nosso objetivo. Apresento neste volume e na publicação submetida ao periódico *Frontiers in Neuro-Otology* o resultado do meu trabalho.

No presente estudo, a minha pretensão foi aprofundar os conhecimentos sobre o uso da EVG e observar seus efeitos na reabilitação da instabilidade postural na doença de Parkinson. Meu objetivo foi compreender os efeitos de seu uso como uma estratégia de reabilitação do equilíbrio em pacientes com doença de Parkinson que mantêm instabilidade postural mesmo em tratamento medicamentoso adequado para o controle da doença.

1 INTRODUÇÃO

A Doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa mais frequente na população, com estudos de prevalência variando entre 100 e 200 casos para cada 100.000 habitantes em estudos de todo o mundo e incidência anual de cerca de 15 casos para cada 100.000 habitantes, com maior incidência na população idosa. O aparecimento da doença é, na maioria dos casos, por volta dos 65-70 anos de idade. O surgimento precoce, antes dos 40 anos de idade, corresponde a menos de 5% dos casos. Acomete ambos os sexos, sendo ligeiramente mais comum em homens (TYSNES; STORSTEIN, 2017).

A DP é caracterizada pela presença de alterações degenerativas do sistema nervoso central e periférico. As alterações anatomopatológicas estão presentes décadas antes das primeiras manifestações motoras. São caracterizadas pelo comprometimento dos plexos mioentéricos de Meissner e Auerbach, do bulbo olfatório e porção inferior do tronco cerebral, evoluindo com acometimento do locus ceruleus, substância negra, prosencéfalo basal e sistema límbico. A presença de corpos de Lewy nas áreas corticais associativas caracterizam o estágio neuropatológico tardio (BRAAK *et al.*, 2004).

O processo degenerativo na DP parece ter uma progressão caudo-cranial, iniciando-se no tronco cerebral inferior (fase pré-motora), evoluindo de forma ascendente, passando pelo mesencéfalo (fase motora) até atingir estruturas corticais que integram funções cognitivas (fase avançada) (BRAAK *et al.*, 2003). Dessa maneira, manifestações não-motoras da DP como hiposmia, constipação intestinal, depressão, fadiga e transtorno do sono REM estão presentes antes do surgimento das dificuldades motoras (BARBOSA, 2010).

O diagnóstico da DP é clínico, e os exames complementares são realizados com o intuito de descartar diagnósticos diferenciais. Os sintomas cardinais que definem o início da fase motora e que permitem o diagnóstico clínico da DP são bradicinesia, tremor de repouso e rigidez muscular (MARSILI; RIZZO; COLOSIMO, 2018). Esses sintomas se relacionam à deficiência dopaminérgica. A instabilidade postural é outra manifestação clínica do tipo motor de grande importância, na medida em que se associa à dependência funcional e ao aumento da morbimortalidade (FALL *et al.*, 2003). O seu início é tardio na evolução da doença (HELY *et al.*, 2005). A

bradicinesia, tremor de repouso e rigidez respondem adequadamente à terapia dopaminérgica, enquanto a instabilidade postural apresenta uma menor resposta ao tratamento com levodopa e agonistas dopaminérgicos (OLANOW; STERN; SETHI, 2009). Estudos prévios observaram que as quedas na DP ocorrem apesar do tratamento com doses elevadas de levodopa, sugerindo que a perda do controle postural nas fases mais tardias seja resistente ao tratamento com levodopa (BOONSTRA *et al.*, 2008; HELY *et al.*, 2008).

A participação de déficits no sistema vestibular foi considerada na instabilidade postural da DP (ARAVAMUTHAN; ANGELAKI, 2012; BOHNEN *et al.*, 2019; CRONIN; ARSHAD; SEEMUNGAL, 2017; PASTOR; DAY; MARSDEN, 1993). Isso porque, além de desempenhar um importante papel na manutenção do equilíbrio corporal, o sistema vestibular central mantém íntima relação com os núcleos da base através da via vestibulo-tálamo-estriatal, que são acometidos na DP (CRONIN; ARSHAD; SEEMUNGAL, 2017; LAI *et al.*, 2000). Desse modo, o envolvimento indireto do sistema vestibular e, conseqüentemente, a alteração dos reflexos vestibulares eferentes pode ser considerada parte integrante da fisiopatologia da instabilidade postural na DP. Um tratamento que contribua para melhorar a instabilidade postural na DP tem impacto positivo na qualidade de vida do paciente e reduz a morbimortalidade (MARTIGNONI *et al.*, 2004).

Intervenções terapêuticas que têm se mostrado úteis para melhorar as manifestações motoras na fase tardia da DP, com resultados variáveis para a instabilidade postural, são a Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) e a Estimulação Cerebral Profunda (ECP). A EMT apresenta resultados positivos para o tratamento das alterações motoras associadas a DP e alterações do humor (HELMICH *et al.*, 2006; POL *et al.*, 2021). Já a ECP trata as manifestações motoras de pacientes que já não respondem à levodopa e que têm a cognição e o humor preservados (OKUN, 2012; RAMIREZ-ZAMORA; OSTREM, 2018; ZITMAN *et al.*, 2021). Para ambos os tratamentos, a bradicinesia, a rigidez e o tremor são controlados de forma satisfatória, enquanto a instabilidade postural apresenta resposta limitada (OKUN, 2012; POL *et al.*, 2021; RAMIREZ-ZAMORA; OSTREM, 2018; ZITMAN *et al.*, 2021).

Como opção, a estimulação vestibular galvânica (EVG) é um método não invasivo que possui o efeito de modular o Sistema Nervoso Central (SNC) através de

estímulo elétrico, criando novas ligações neuronais que permitem a recuperação parcial ou total da função perdida no caso de uma desordem neurológica (BENSE *et al.*, 2001; FERRÈ *et al.*, 2013). A EVG em animais e humanos produz complexa resposta motora, ocular e perceptual que auxiliam no processo de reabilitação do equilíbrio (KIM, 2009; 2013).

Diante do exposto, propomos avaliar a resposta postural de pacientes com DP e instabilidade postural submetidos a EVG

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Diagnóstico da Instabilidade Postural

O diagnóstico da instabilidade postural se baseia nos sintomas clínicos associados a um exame clínico cuidadoso, com atenção para a função cardiovascular, para a avaliação neurológica e para a avaliação otoneurológica. A confirmação da instabilidade é baseada em vários testes clínicos, escalas de avaliação, marcadores biomecânicos e técnicas de previsibilidade de marcha desenvolvidos para diagnosticar e mensurar a instabilidade postural (JACOBS *et al.*, 2006). Testes clínicos, como o teste de *Romberg*, teste da marcha cronometrada (*Timed Up and Go*) e testes de alcance funcional estão entre os mais utilizados. Instrumentos como plataformas de força e posturografia clínica são utilizados para avaliar objetivamente o equilíbrio corporal com enfoque na relação da função vestibular com a visão e propriocepção (NUTT; HORAK; BLOEM, 2011). Estudos indicam que vários testes de equilíbrio associados fornecem uma avaliação mais fidedigna da instabilidade postural (JACOBS *et al.*, 2006).

As escalas mais comumente utilizadas para avaliação do equilíbrio na DP são a Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), que avalia o impacto da instabilidade postural nas atividades da vida diária (AVDs) do indivíduo, e a Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (UPDRS), também utilizada para pontuar a gravidade clínica da doença (JACOBS *et al.*, 2006). A EEB foi validada para uso no Brasil, sendo um instrumento útil para correlacionar o equilíbrio corporal com o estágio da DP e com o nível de independência (SCALZO *et al.*, 2009). A UPDRS é a mais utilizada para avaliar o comprometimento funcional causado pela DP, sendo de aplicação relativamente fácil e com boa confiabilidade interexaminador (GOETZ *et al.*, 2008).

2.2 Escala de Equilíbrio de Berg (EEB)

A EEB foi desenvolvida em 1992 para medir alterações no equilíbrio funcional ao longo do tempo em idosos frágeis (BERG *et al.*, 1992). Tem como objetivo avaliar o equilíbrio por meio da realização de atividades de vida diárias (AVDs), medindo as habilidades observadas durante tarefas envolvendo mudanças de posição

(MIYAMOTO *et al.*, 2004). Possui 14 itens que classificam cada função numa escala ordinal que varia de 0 (pior) a 4 (melhor) pontos. A pontuação total é de 56; resultados acima de ou igual a 45 são considerados satisfatórios, enquanto resultados abaixo dessa pontuação estão associados a um maior risco de quedas. As pontuações totais são indicativas das habilidades de equilíbrio, principalmente estático, e indicam risco de quedas (BERG *et al.*, 1992; BERG; WOOD-DAUPHINEE; WILLIAMS, 1995).

A EEB utiliza um formato de escala quantitativa de simples administração e boa confiabilidade inter e intraexaminadores em diferentes populações de pacientes, incluindo indivíduos com lesão cerebral, acidente vascular cerebral e pacientes geriátricos (STEVENSON, 2001; TELENIUS; ENGEDAL; BERGLAND, 2015). Scalzo *et al.* (2009) realizaram a validação da versão brasileira da EEB para pacientes com DP (SCALZO *et al.*, 2009).

2.3 Teste Timed Up and Go (TUG)

O teste quantifica em segundos a mobilidade funcional por meio do tempo que o indivíduo leva para realizar a tarefa de levantar de uma cadeira, caminhar três metros, virar, voltar rumo à cadeira e se sentar novamente. Ele foi desenvolvido a partir de um grupo de idosos e tem sido utilizado em investigações sobre uma doença determinada, uma certa condição física ou mental específica, uma queixa de desequilíbrio, de queda, uma faixa etária ou sexo ou usando grupo-controle (BRETAN *et al.*, 2013; BUATOIS *et al.*, 2010; GAZZOLA *et al.*, 2006; SHUMWAY-COOK; BRAUER; WOOLLACOTT, 2000; MUIR *et al.*, 2010; PODSIADLO; RICHARDSON, 1991).

Para a aplicação do teste, o paciente senta-se em uma cadeira com braços e recebe ordem de levantar-se e caminhar para frente até uma marca no piso, localizada a uma distância de três metros da cadeira, girar de volta, retornar e sentar-se na mesma cadeira (PODSIADLO; RICHARDSON, 1991). O tempo dispendido é medido com cronômetro a partir da ordem de “vá”. Valores de tempo de menos de 10 segundos sugerem indivíduos totalmente livre e independentes; os pacientes que realizam o teste entre 10 e 19 segundos são independentes, pois têm razoável equilíbrio e velocidade de marcha e a maioria caminha livremente mais de 500 metros, sobe escadas e sai de casa sozinha. Aqueles que dispendem entre 20 e 29 segundos

estão em uma “zona cinzenta”, isto é, demonstram dificuldades para as tarefas de vida diária, que variam muito, dependendo das diferentes situações que se apresentam ao indivíduo, exigindo bom equilíbrio, velocidade da marcha adequada (no mínimo 0,5 m/s) e capacidade funcional. Os sujeitos com escore de tempo de 30 ou mais segundos tendem a ser totalmente dependentes para muitas atividades básicas e instrumentais da vida diária (levantar-se de uma cadeira, alimentar-se, trocar de roupa, tomar banho, caminhar) (PODSIADLO; RICHARDSON, 1991).

2.4 Posturografia Computadorizada (PC)

O exame de posturografia é realizado em uma plataforma de força sobre a qual o indivíduo é posicionado, sendo capaz de detectar as microvariações de pressão podal do paciente e assim proporcionar uma leitura de alteração de equilíbrio. Isso deve-se graças a sua extrema sensibilidade aos movimentos, realizado por sensores de cristal líquido na base de uma plataforma de força, que mede os movimentos nos eixos anteroposterior (AP) e médio-lateral (ML) em relação à projeção vertical do centro de pressão da massa corporal (CoP) do indivíduo analisado (FERREIRA *et al.*, 2020).

Nessa base, é feita a marcação da área referência da elipse de confiança (EC), que é a área na qual ocorre a variação da pressão podal com o indivíduo em inclinação, mas mantendo o equilíbrio. A EC é demarcada pela pressão podal que o indivíduo exerce sobre a plataforma de força e, dentro desta área, encontraremos pelo menos 95% de todos os pontos de pressão que são estabelecidos de acordo com as características individuais (HUURNINK *et al.*, 2013)

A plataforma de força permite uma medida objetiva das seguintes variáveis relacionadas à postura:

- a) A Velocidade Média Total (VMT) em mm/s do movimento oscilatório de equilíbrio que o indivíduo realiza sobre a plataforma nos distintos eixos de força;
- b) Comprimento da Trajetória (CT) em mm sobre os eixos AP e ML do movimento realizado pelo indivíduo sobre a plataforma;
- c) Razão entre a Elipse de Confiança e a área limite de estabilidade (ECLE), representa estatisticamente a razão entre uma equação de correlação e

regressão e, nesse caso, das duas áreas confluentes. Situações em que a Elipse de Confiança ultrapassa a área limite de estabilidade identificam queda do indivíduo.

Os parâmetros de altura, peso e índice de massa corporal (IMC) são individuais e determinantes nos cálculos (SOLOVYKH *et al.*, 2011).

Aumento da oscilação, principalmente médio-lateral, é associado com quedas em algumas condições, dentre as quais a DP. Anormalidades do equilíbrio podem ser encontradas em pacientes com DP em fase inicial, antes da introdução do tratamento (BŁASZCZYK *et al.*, 2007). Em fase avançada, a posturografia pode ser útil como método mais apropriado para identificar essas alterações de equilíbrio e sua resposta a intervenções terapêuticas, tanto clínicas quanto cirúrgicas (BŁASZCZYK; ORAWIEC, 2011).

2.5 Instabilidade postural na Doença de Parkinson

A estabilidade postural é a habilidade de manter o equilíbrio em condições estáticas e dinâmicas, como durante o repouso, perturbações e preparação de movimentos. O controle do equilíbrio postural é uma atividade multifatorial e não voluntária. A coordenação adequada do sistema sensorial e motor para preparar, ajustar (percepção do esquema corporal) e executar um movimento é necessária para manter a postura estável (BRONTE-STEWART *et al.*, 2002). A estabilidade postural depende da integração sensorial, motora, visual, vestibular e cognitiva. A interrupção de qualquer um desses fatores integrativos pode levar à instabilidade postural (HORAK; NUTT; NASHNER, 1992; NUTT; HORAK; BLOEM, 2011).

Os gânglios da base (corpo estriado, globo pálido, núcleo subtalâmico e substância negra) são estruturas importantes para o controle do movimento corporal. Com a deficiência de dopamina nos gânglios da base, ocorrem as manifestações clínicas da DP. Em se tratando da instabilidade postural, alguns pacientes permanecem sem resposta às terapias de reposição de dopamina, o que fomentou outras suposições para explicar a instabilidade postural na DP. A teoria do envolvimento não dopaminérgico explica a instabilidade postural a partir da neurodegeneração multissistêmica. Além da deficiência dopaminérgica, ocorre deposição de substância amiloide no córtex (BOHNEN; JAHN, 2013), ruptura

diferencial de fibras do corpo caloso (CHAN *et al.*, 2014) e hiperintensidade da substância branca periventricular (NOVAK *et al.*, 2009). Todos esses fatores podem interferir no controle postural.

O processo degenerativo na DP se estende aos sistemas serotoninérgico, noradrenérgico e colinérgico (OLANOW; STERN; SETHI, 2009; TOLOSA *et al.*, 2009). Existe uma interrelação da atividade dos sistemas colinérgicos dependentes das projeções dos núcleos do prosencéfalo basal e do núcleo pedúnculo-pontino (NPP) com a estabilidade postural (BOHNEN *et al.*, 2009). De fato, alteração do NPP tem sido considerada como uma causa importante da instabilidade postural na DP (FERRAYE *et al.*, 2011). O NPP está localizado na junção do mesencéfalo com a ponte e é formado por neurônios colinérgicos, liberadores de acetilcolina, e neurônios não colinérgicos, liberadores principalmente de ácido gamaminobutínico (GABA) (ÁLVAREZ *et al.*, 2013). Está relacionado com o controle do ciclo sono-vigília (JONES, 1991), locomoção, e o comportamento motivacional e cognitivo (GARCIA-RILL, 1986). Todas as relações anatômicas do núcleo fazem dele uma estrutura privilegiada no desenvolvimento de impulsos motores. Nesse sentido, foi proposto que o NPP processa informações de centros motores superiores, incluindo os gânglios do córtex basal e motor (OLSZEWSKI; BAXTER, 1954). Diferentes estudos em modelos animais demonstraram que esse núcleo está envolvido na iniciação, aceleração, desaceleração e conclusão do movimento (OLSZEWSKI; BAXTER, 1954), desempenhando um papel importante na fisiopatologia da DP (PAHAPILL; LOZANO, 2000).

A DP é heterogênea em sua apresentação clínica. Os pacientes diferem na apresentação clínica dos sintomas, história natural da doença, idade de surgimento, velocidade de progressão da doença e resposta ao tratamento. Essa heterogeneidade vem sendo usada para categorizar os pacientes. De acordo com os fenótipos clínicos, os pacientes podem ser categorizados em 4 subtipos principais: a) tremor dominante; b) instabilidade postural e dificuldade de marcha; c) rigidez de movimento; e d) misto (MARRAS; LANG, 2013). A instabilidade postural foi anteriormente identificada como uma característica da DP em estágio avançado, marcando o início do estágio de moderada a grave, conforme dimensionado no critério de Hoehn & Yahr (HOEHN; YAHR, 1967). Atualmente, a instabilidade postural é considerada como um sintoma

manifesto do subtipo motor, frequentemente associado à dificuldade de marcha e às quedas (PALAKURTHI; BURUGUPALLY, 2019).

A instabilidade postural ocorre em cerca 16% dos pacientes com DP e está associada a um agravamento das limitações motoras e aumento da mortalidade (FALL *et al.*, 2003; GU *et al.*, 2014). O risco de quedas aumenta com a progressão da instabilidade postural. As quedas ocorrem em cerca de 60% dos pacientes com DP e são responsáveis por cerca de 75% das internações desses pacientes (CHOU *et al.*, 2011; PICKERING *et al.*, 2007).

2.5.1 Abordagem clínica

Cerca de 77% dos pacientes com DP têm melhora das manifestações motoras com o uso do precursor ou análogos de dopamina, mas esses pacientes são refratários quanto à melhora da instabilidade postural (BEUTER *et al.*, 2008). Intervenções farmacológicas com o uso de inibidores de acetilcolinesterase, intervenções pela neurocirurgia funcional sobre o NPP por meio da técnica de ECP e estimulação magnética transcraniana (EMT) têm sido realizadas como tentativas de obter melhor controle da instabilidade postural (FERRAYE *et al.*, 2011; ROSENBERG-KATZ *et al.*, 2015).

Os inibidores de acetilcolinesterase parecem melhorar o equilíbrio corporal na DP. Chung *et al.* (2010) mostraram que a donepezila melhorou a atividade colinérgica em todo o encéfalo e reduziu o número de quedas (CHUNG *et al.*, 2010).

A cirurgia ECP para controle da DP vem sendo usada de maneira crescente para manejo das complicações do tratamento com levodopa. É um procedimento minimamente invasivo e reversível que vem substituindo e se tornando a melhor opção cirúrgica para o tratamento da DP (RAMIREZ-ZAMORA; OSTREM, 2018). A estimulação de núcleo subtalâmico ou do globo pálido promove efeitos clínicos semelhantes ao efeito da levodopa, sem flutuações. Isso permite a redução da dose das drogas de ação dopaminérgica, com subsequente controle das discinesias. A bradicinesia, a rigidez e o tremor são controlados de forma satisfatória por longo prazo, enquanto a instabilidade postural apresenta resposta variável (OKUN, 2012; RAMIREZ-ZAMORA; OSTREM, 2018).

Em um estudo de revisão de 272 procedimentos de ECP no núcleo subtalâmico, 62% dos pacientes não apresentaram nenhuma complicação durante o procedimento, 30% tiveram uma complicação e 8% tiveram mais de uma complicação. As principais complicações foram: mal posicionamento dos eletrodos (2,2%), hemorragia intracraniana (3,3%) e convulsão (4,7%) (SEIJO *et al.*, 2007). A cirurgia para colocação de eletrodos para ECP é um método efetivo e seguro para tratamento da DP avançada, com baixa incidência de efeitos colaterais permanentes.

Efeitos adversos neurológicos e neuropsicológicos foram relatados após a ECP. Alguns desses efeitos são relacionados à implantação do dispositivo e podem exigir a realocação do eletrodo. Em alguns casos, pode ser necessária a suspensão permanente da ECP. Efeitos colaterais neurológicos da ECP incluem comprometimento cognitivo, déficits de memória, dificuldades com a fala, desequilíbrio, disfagia e distúrbios motores e sensoriais. Efeitos colaterais emocionais ou psicológicos incluíram mania, depressão, apatia, pânico, medo, ansiedade e ideação suicida (TEMEL, 2010). Os pacientes selecionados para ECP devem ser avaliados antes e após o procedimento sobre ideação suicida e impulsividade (por exemplo, jogos de azar, compras impulsivas e hipersexualidade) (MOUM *et al.*, 2012). Uma meta-análise revelou que o efeito colateral cognitivo mais comum da ECP foi um decréscimo na fluência verbal (PARSONS *et al.*, 2006).

A EMT apresenta resultados positivos para o tratamento das alterações motoras associadas a DP e alterações do humor (HELMICH *et al.*, 2006; POL *et al.*, 2021). É uma técnica de estimulação cerebral não invasiva, na qual uma corrente magnética de fraca intensidade é aplicada através do couro cabeludo do paciente, promovendo a despolarização e hiperpolarização de neurônios de áreas corticais cerebrais específicas, na dependência do distúrbio para o qual se deseja realizar o tratamento (NITSCHKE; PAULUS, 2000). Trata as manifestações motoras de pacientes que já não respondem à levodopa, é de baixo custo e tem efeitos colaterais mínimos e reversíveis. É contraindicada em pacientes com epilepsia ou que possuam dispositivos metálicos em qualquer parte do corpo. Assim como na ECP, a bradicinesia, a rigidez e o tremor são controlados de forma satisfatória, enquanto a instabilidade postural apresenta resposta limitada (OKUN, 2012; POL *et al.*, 2021; RAMIREZ-ZAMORA; OSTREM, 2018; ZITMAN *et al.*, 2021).

2.6 Reabilitação vestibular

A reabilitação vestibular consiste em um programa de exercícios que compreende movimentos de olhos, cabeça e movimentos corporais para estimular o sistema vestibular periférico e mecanismos de compensação do sistema nervoso central. Estudos demonstram que a reabilitação vestibular é efetiva em pacientes com alterações vestibulares periféricas e centrais (BROWN *et al.*, 2006; HILLIER; MCDONNELL, 2007).

Estudos avaliando os efeitos da reabilitação vestibular em pacientes com DP são escassos. Rossi-Izquierdo *et al.* (2009) observaram resultados positivos nas atividades do dia a dia, velocidade da marcha, equilíbrio e redução do risco de quedas ao final de um mês da administração de exercícios de reabilitação realizados através da posturografia dinâmica computadorizada em 10 pacientes com DP e risco de queda (ROSSI-IZQUIERDO *et al.*, 2009). Em um estudo realizado por Zeigelboim *et al.* (2009), foi observada uma diminuição subjetiva da instabilidade postural, avaliada através da escala de equilíbrio *Dizzinnes Handicap Inventory* (DHI), aplicada em 12 pacientes após fazerem os exercícios de reabilitação vestibular padrão (Cawthorne-Cooksey) (ZEIGELBOIM *et al.*, 2009). Em estudo realizado por Canning *et al.* (2015), 231 pacientes com DP moderada e severa foram submetidos a um programa de exercícios visando treinamento do equilíbrio, força das pernas e treinamento da marcha. Redução significativa do número de quedas não foi observada, mas houve melhora da saúde física e psicológica. As quedas foram reduzidas em pessoas com doença mais branda, mas não naqueles com DP mais grave (CANNING *et al.*, 2015). Enfim, séries de exercícios aplicadas para a melhora do equilíbrio corporal não se mostraram efetivas para a DP.

2.7 Estimulação Vestibular Galvânica

A Estimulação Vestibular Galvânica (EVG) é um método não invasivo utilizado para estimular o sistema vestibular, incluindo os sensores vestibulares, as vias neurais, os núcleos vestibulares e as áreas corticais que recebem entradas vestibulares integradas. Envolve a modulação das aferências vestibulares através da polarização dos núcleos vestibulares, o que significa o acúmulo de cargas elétricas

positivas (cátodo) e negativas (ânodo) em regiões distintas, criando um dipolo. Esse processo ativa os canais semicirculares, órgãos otolíticos e nervos vestibulares adjacentes (PAN *et al.*, 2008). Desse modo, a EVG modula a postura e a relação do equilíbrio com as respostas oculomotoras e a orientação espacial (MOORE *et al.*, 2006).

Na EVG, eletrodos de superfície são fixados nas mastoides, e o estímulo elétrico aplicado é caracterizado por uma corrente contínua pulsada de baixa intensidade, com cátodo em uma mastoide e ânodo na outra (PAN *et al.*, 2008). Esse dipolo elétrico gera a estimulação das aferências vestibulares de um lado, enquanto, ao mesmo tempo, gera inibição contralateral. A rápida alternância no dipolo elétrico modula as projeções corticais que compõem o córtex vestibular para uma melhor resposta postural, sendo considerado um processo de reabilitação vestibular (BALTER *et al.*, 2004; CRONIN; ARSHAD; SEEMUNGAL, 2017; LIECHTI *et al.*, 2008; UTZ *et al.*, 2010; IWASAKI *et al.*, 2014). Embora os estimuladores usados para gerar a EVG sejam essencialmente semelhantes, as mudanças na percepção corporal, movimento e localização espacial que a EVG produz são baseadas na configuração da onda, polaridade, intensidade, duração, tempo e frequência da estimulação (FITZPATRICK; DAY, 2004).

As mudanças na entrada vestibular de cátodo para ânodo e vice-versa exercem forte influência na postura do sujeito (KATAOKA *et al.*, 2022; MICHELI; CERSÓSIMO; PIEDIMONTE, 2005; VITALE *et al.*, 2011) e no equilíbrio podal (TAX *et al.*, 2013). Além de seu papel no controle postural, o sistema vestibular está envolvido em algumas funções cognitivas e no processamento emocional (LOPEZ, 2016; MACDOWELL *et al.*, 2018). Alguns estudos revelaram um efeito modulador da estimulação vestibular no estado de humor, controle emocional e nível de ansiedade (BLINI *et al.*, 2018; KUMAR; RAJAGOPALAN; MUKKADAN, 2016; WINTER *et al.*, 2012).

Na atualidade, a EVG vem sendo utilizada como recurso para diagnóstico e reabilitação de distúrbios vestibulares. Para diagnóstico, a EVG é usada para a avaliação eletrofisiológica da via vestibulo-espinhal (CAPORALI *et al.*, 2016; 2018; CHANG *et al.*, 2017; CHEN *et al.*, 2021; CHENG *et al.*, 2022; CUNHA *et al.*, 2014; DLUGAICZYK; GENSBERGER; STRAKA, 2019; LABANCA *et al.*, 2018; MUROFUSHI *et al.*, 2003; ROSENGREN *et al.*, 2007; VAILLEAU *et al.*, 2011;

WELGAMPOLA *et al.*, 2013). Para reabilitação, a EVG tem aplicação nas doenças vestibulares periféricas: neurite vestibular (VAILLEAU *et al.*, 2011), doença de Ménière (VAILLEAU *et al.*, 2011), vestibulopatias bilaterais (FUJIMOTO *et al.*, 2018; KO *et al.*, 2020; SPRENGER *et al.*, 2020) e schwannoma vestibular (WELGAMPOLA *et al.*, 2013). Dentre as doenças centrais, destaca-se o uso da EVG na reabilitação do equilíbrio na doença de Parkinson (CAI *et al.*, 2018; KATAOKA *et al.*, 2016; KHOSHNAM *et al.*, 2018; LIU *et al.*, 2021; OKADA *et al.*, 2015; PAL; ROSENGREN; COLEBATCH, 2009), lesões centrais isquêmicas (SAJ; HONORÉ; ROUSSEAU, 2006) e mielopatias motoras (ČOBELJIĆ *et al.*, 2018). A EVG também é aplicada nos distúrbios de ansiedade (PASQUIER *et al.*, 2019) e na melhora da cognição (DILDA *et al.*, 2012) e memória (HILLIARD *et al.*, 2019). Esse avanço em pesquisas sobre o uso da EVG na prática clínica decorre de características favoráveis para a sua utilização, tais como objetividade, segurança, fácil execução, baixo custo, rapidez e mínimo desconforto para o paciente (PIRES *et al.*, 2022).

Na DP, estudos recentes apontam para uma provável aplicabilidade clínica da EVG como um método não invasivo de neuromodulação do equilíbrio corporal. Uma revisão sistemática e posterior metanálise selecionou cinco estudos que avaliaram o uso da EVG para melhorar a instabilidade postural na DP (KATAOKA *et al.*, 2016; OKADA *et al.*, 2015; PAL; ROSENGREN; COLEBATCH, 2009; SAMOUDI *et al.*, 2015; TRAN *et al.*, 2018).

O estudo realizado por Pal *et al.* (2009) foi o primeiro a avaliar qual intensidade da EVG seria capaz de promover uma melhora da instabilidade postural nos pacientes com DP. Foram realizadas avaliações utilizando intensidades de 0,1 mA, 0,3 mA e 0,5 mA, e a instabilidade postural foi avaliada através de posturografia. Foram avaliados 20 indivíduos saudáveis e cinco pacientes com DP. Houve uma melhora dos parâmetros posturográficos com os olhos abertos e fechados nos pacientes com DP em todas as intensidades da EVG, sem alterações significativas nos parâmetros dos indivíduos normais. O tamanho da amostra foi uma limitação do estudo (PAL; ROSENGREN; COLEBATCH, 2009). Posteriormente, Okada *et al.* (2015) avaliaram sete pacientes com DP, e todos receberam EVG e estímulo placebo em diferentes momentos do estudo. A avaliação da instabilidade postural foi feita através da captura do ângulo de flexão anterior do tronco, utilizando câmeras e realizada com olhos abertos e fechados. Os resultados apresentaram uma redução significativa da medida

do ângulo de flexão anterior do tronco após o uso da EVG, nas duas condições. A melhora foi mais representativa com a realização da medida com olhos fechados. Limitações do estudo foram em relação ao tamanho da amostra e a falta de seguimento a longo prazo, com o objetivo de avaliar a persistência da melhora após interrupção da estimulação. Considerando o uso da levodopa como uma variável do estudo, Samoudi *et al.* (2015) avaliaram a eficácia da EVG na melhora da instabilidade postural com e sem o efeito da levodopa. Através de testes clínicos de equilíbrio e posturografia, dez pacientes com DP foram avaliados durante a fase de melhor efeito da medicação e durante a fase de menor efeito da levodopa. Os melhores parâmetros posturográficos de equilíbrio postural estiveram presentes nos pacientes que receberam a estimulação durante o período de melhor efeito da medicação. No entanto, houve uma melhora dos padrões de equilíbrio após a EVG no momento de menor efeito da medicação, sugerindo que a EVG é eficaz na redução dos sintomas posturais que acontecem durante o período de flutuação do efeito terapêutico medicamentoso ao longo do dia. Uma limitação do estudo foi o tamanho da amostra. Em outro estudo sobre reabilitação, Kataoka *et al.* (2016) testaram a eficácia da EVG em cinco pacientes com DP, sendo que dois pacientes receberam um estímulo placebo. Os pacientes que receberam a EVG tiveram uma redução significativa da instabilidade postural, avaliada através de testes clínicos. Limitações desse estudo foram a pequena amostra e o fato de os testes clínicos utilizados não representarem objetivamente a melhora postural. Comparando com indivíduos sem DP, Tran *et al.* (2018) avaliaram 13 pacientes com DP e 12 indivíduos saudáveis através de posturografia para avaliar a eficácia da EVG no tratamento da instabilidade postural. Foram utilizados a EVG e estímulo placebo. Indivíduos normais não tiveram alterações significativas na posturografia com placebo e com a EVG, enquanto indivíduos com DP tiveram melhora significativa dos parâmetros posturográficos apenas com EVG, sem mudança significativa com o uso de placebo. O tamanho da amostra foi uma limitação do estudo.

A EVG levou a melhora da instabilidade postural nesses pacientes, embora as evidências tenham sido fracas devido ao baixo poder estatístico, heterogeneidade dos padrões de estimulação e metodologia falha de randomização dos grupos (MAHMUD *et al.*, 2022)

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar o uso da EVG na reabilitação da instabilidade postural na DP.

3.2 Objetivos específicos

Avaliar a resposta antes e após intervenção com EVG através da Posturografia Computadorizada (PC), teste *Timed up and go* (TUG) e Escala de equilíbrio de Berg (EEB).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Aspectos éticos

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Minas Gerais sob o número 28850619.9.0000.5149 (ANEXO 2) e da Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte sob o número 28850619.9.3001.5138 (ANEXO 3).

A pesquisa foi conduzida de acordo com as determinações estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde – Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (ANEXO 4). Durante a realização da pesquisa, todos os indivíduos identificados com alterações foram convidados a participar do estudo de intervenção terapêutica, mas os participantes tiveram a liberdade de aceitar ou não participar e retirar o consentimento de participação do estudo a qualquer momento.

4.2 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo clínico com controle cego intragrupo comparando o equilíbrio corporal antes e após a aplicação da EVG. Os participantes selecionados foram pacientes com instabilidade postural associada à DP.

4.3 Participantes

Os pacientes são oriundos do ambulatório de neurologia da Santa Casa de Belo Horizonte – MG. Eles eram acompanhados no centro de referência para DP, e não havia sido feita mudança da medicação para DP nos 30 dias que precederam a aplicação da EVG. Os testes e a EVG foram realizados com o paciente sob efeito da medicação – estado ON.

4.4 Critérios de inclusão

- a) pacientes com doença ou síndrome de Parkinson;
- b) diagnóstico de instabilidade postural baseado nos critérios:
 - Teste *Timed up and go* (TUG) maior ou igual a 15 segundos;
 - Duas ou mais quedas no último ano;
 - Pontuação menor ou igual a 49 pontos na Escala de Equilíbrio de Berg.

4.5 Critérios de exclusão

- a) episódios recorrentes de vertigem ou episódio único de vertigem com duração maior que 30 minutos ou história de doença vestibular já diagnosticada previamente;
- b) indivíduos que apresentaram histórico de mielite ou acidente vascular encefálico;
- c) pacientes com síndrome da imobilidade (uso de cadeira de rodas ou dispositivo de auxílio à marcha);
- d) uso de marca-passo ou qualquer dispositivo que possa sofrer alterações decorrentes do uso da EVG;
- e) comorbidades ortopédicas ou neurológicas que alteram o equilíbrio corporal.

4.6 Etapas do estudo

O estudo contemplou as seguintes fases:

4.6.1 Pré-intervenção

4.6.1.1 Avaliação clínica, neurológica e otorrinolaringológica

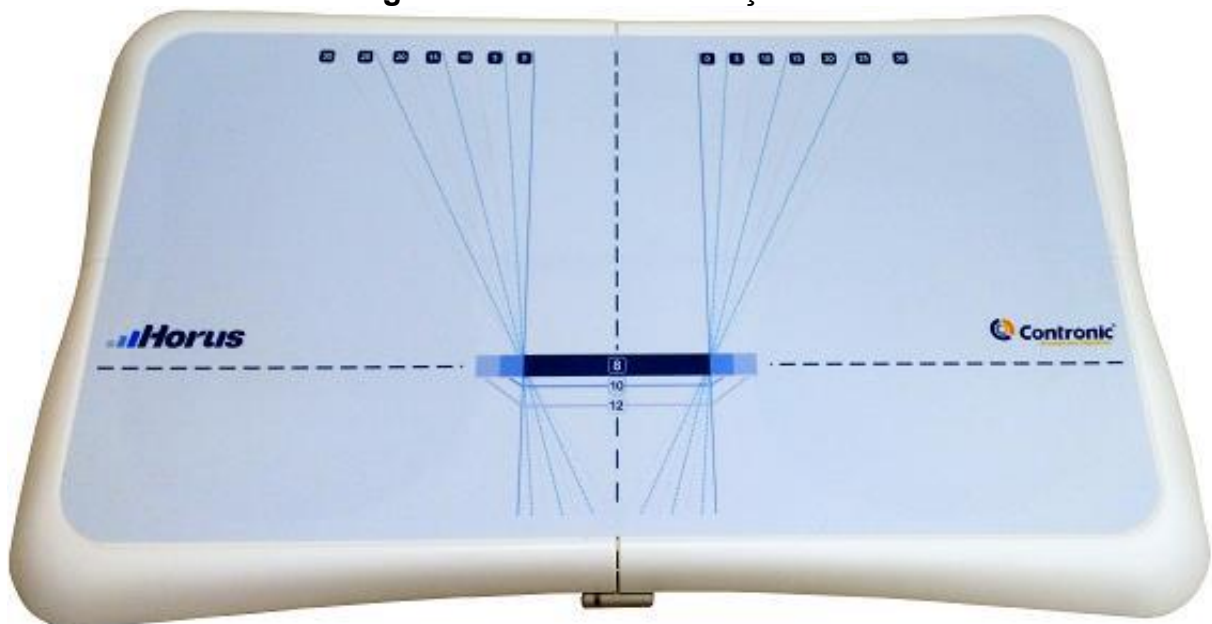
O objetivo dessa avaliação inicial é obter dados da saúde geral, dos aspectos neurológicos, dos aspectos otoneurológicos e selecionar os participantes do grupo do estudo de acordo com os critérios de inclusão.

4.6.1.2 Testes que avaliam o equilíbrio

Posturografia computadorizada (PC) – Realizada através de uma plataforma de força (HORUS - CONTRONIC®, Brasil), avalia de forma objetiva a representatividade no equilíbrio corporal dos estímulos visual, somatossensorial e vestibular (Figura 1). Na aplicação, os participantes foram avaliados no plano de deslocamento anteroposterior (AP) e no plano médio-lateral (ML) em relação à movimentação do corpo (Figura 2) . Avaliou-se a área limite de estabilidade (ALE), pedindo-se ao participante para realizar um deslocamento corporal máximo em sentido anteroposterior e lateral com a estratégia de tornozelo, sem empregar estratégias de tronco e movimentação dos pés. Posteriormente os participantes realizaram as provas do Teste de Organização Sensorial (TOS) sobre a plataforma, nas seguintes condições: 1) olhos abertos com alvo fixo na superfície estável; 2) olhos fechados em superfície estável (Romberg); 3) olhos abertos com conflito visual em superfície estável (túnel optocinético com palavras); 4) olhos abertos com alvo fixo em superfície instável (sobre almofada); 5) olhos fechados em superfície instável; e 6) olhos abertos com conflito visual em superfície instável (FARALDO-GARCÍA *et al.*, 2016). O TOS fornece dados quantitativos a respeito da funcionalidade da visão, propriocepção e labirinto no controle do equilíbrio corporal (ODA; GANANÇA, 2015). As medidas de movimento corporal decorrentes de cada estimulação foram feitas em um intervalo não inferior a 30 segundos e não superior a 1 minuto, dando-se preferência para o intervalo de 45 segundos. Os parâmetros medidos foram: Elipse de Confiança 95% (EC), Comprimento da Trajetória (CT), Velocidade Média Total (VMT), índice de equilíbrio somatossensorial, índice de equilíbrio visual, índice de equilíbrio vestibular e índice de equilíbrio geral. A EC refere-se à área que engloba 95% dos pontos do centro de pressão do indivíduo na plataforma de força durante as provas. Quanto menor a EC, menor foi o deslocamento corporal do indivíduo, demonstrando maior estabilidade corporal. O CT refere-se ao comprimento total da trajetória do centro de pressão do indivíduo durante as provas. A VMT refere-se ao comprimento da trajetória do centro de pressão através da plataforma de força dividido pelo tempo de medição. Quanto menores o CT e a VMT, maior a estabilidade do indivíduo durante a realização da prova. O índice de equilíbrio geral é calculado através de uma fórmula que considera a razão entre a Elipse de Confiança e a área

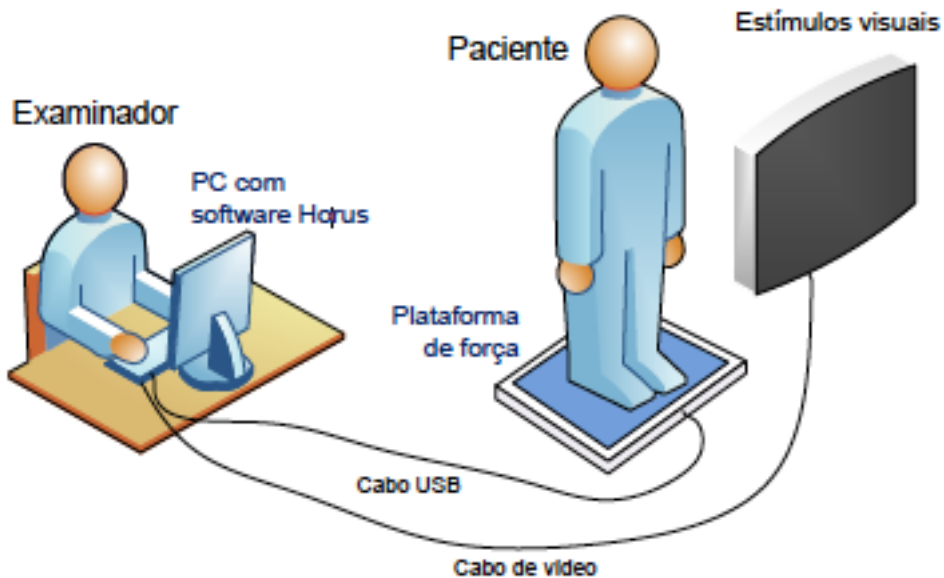
limite de estabilidade 95% (ECLE) em cada uma das condições do TOS. O índice de equilíbrio geral representa a participação dos sistemas visual, vestibular e somatossensorial, sem priorizar a participação maior de um ou outro sistema. Os índices vestibular, visual e somatossensorial priorizam os valores obtidos nas condições do TOS em que cada um desses sistemas predomina em comparação aos demais. O índice vestibular prioriza os dados obtidos na condição 5 do TOS. O índice visual prioriza os dados obtidos na condição 4 do TOS. O índice somatossensorial prioriza os dados obtidos na condição 2 do TOS. Todos os dados foram lançados de forma automatizada pelo software do equipamento (CONTRONIC, 2017).

Figura 1: Plataforma de força Horus



Fonte: CONTRONIC (2017)

Figura 2: Diagrama funcional do sistema Horus



Fonte: CONTRONIC (2017)

Escala de equilíbrio de Berg (EEB) – A aplicação da EEB avalia a percepção em relação à independência funcional nas atividades de vida diária. Escores entre 0 e 20 pontos referem-se a indivíduos restritos à cadeira de rodas; entre 21 e 40 pontos, indivíduos que necessitam de assistência durante a marcha; e maior ou igual a 41 pontos, indivíduos independentes, sendo 56 a maior pontuação (Anexo 1). Assim, existe uma correlação entre menor pontuação e maior gravidade da doença, com maior risco de queda (MIYAMOTO *et al.*, 2004; SCALZO *et al.*, 2009). A escolha do valor de corte baseou-se em estudo validando o uso da versão brasileira da EEB em pacientes com DP. O valor menor ou igual a 49 pontos está associado a um estágio mais avançado da doença e maior risco de queda (SCALZO *et al.*, 2009).

Teste *Timed Up and Go* (TUG) – O teste quantifica em segundos a mobilidade funcional por meio do tempo que o indivíduo realiza a tarefa de levantar de uma cadeira, caminhar três metros, virar, voltar rumo à cadeira e se sentar novamente (Figura 3). O tempo igual ou superior a 15 segundos foi considerado alterado. O ponto de corte se baseou em estudo comparando o TUG de pacientes com DP clinicamente estáveis e no estado ON da medicação e de indivíduos sem DP, pareados em relação a idade e altura (MORRIS; MORRIS; IANSEK, 2001).

Figura 3: Teste Timed Up and Go: tempo que o indivíduo realiza a tarefa de levantar de uma cadeira, caminhar três metros, virar, voltar rumo à cadeira e se sentar novamente.



Fonte: Madhushri et al. (2016).

4.6.2 Intervenção

4.6.2.1 Estimulação Vestibular Galvânica

Para a intervenção, foi utilizado o equipamento EVP4 da Contronic®. Foram utilizados eletrodos de superfície autoadesivos descartáveis de 3 cm de diâmetro (marca Valutrode, modelo CF3200), fixados em ambos os processos mastoideos, oferecendo uma estimulação binaural e bipolar. O estímulo foi gerado por um estimulador de corrente constante, que consiste em uma corrente direta, unifásica, retangular, com intensidade que variou de 1 a 3,5 mA, com aumento progressivo do tempo de estímulo, que variou de 1 a 2 min, e em ciclos de repetição que variaram entre 3 e 5 vezes. O início da intervenção foi definido pela menor voltagem, menor tempo de estímulo e menor número de repetições, que foram aumentados progressivamente ao longo do tratamento, durante uma mesma sessão e ao longo das sessões, de acordo com a tolerância do paciente. Os pacientes foram submetidos a EVG semanalmente por 8 semanas. Durante a aplicação do EVG, os indivíduos foram orientados a se sentar em uma cadeira, retirar os calçados e os objetos que pudessem ser bons condutores de eletricidade e a permanecer com os olhos fechados (Figura 4). O protocolo de estimulação utilizado neste estudo está descrito na Tabela 1.

Figura 4: Aplicação da EVG: 1) indivíduo sentado, descalço, com olhos fechados e sem qualquer objeto que possa conduzir eletricidade; 2) eletrodos de estimulação; 3) equipamento gerador da EVG; 4) software para controle do tempo e intensidade da estimulação



Fonte: Os autores (2023)

Tabela 1: Protocolo da intervenção Estimulação Vestibular Galvânica (EVG) de uma sessão semanal durante oito semanas.

EVG	Sessão semanal							
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
	[1.0/1/3]	[2.0/2/3]	[2.0/2/5]	[2.5/2/5]	[2.5/2/5]	[2.5/2/5]	[3.0/2/5]	[3.0/2/5]
Série	[1.5/1/3]	[2.5/2/3]	[2.5/2/5]	[3.0/2/5]	[3.0/2/5]	[3.0/2/5]	[3.0/2/5]	[3.5/2/5]
	[2.0/1/3]	[2.5/2/3]	[2.5/2/5]	[3.0/2/5]	[3.0/2/5]	[3.5/2/5]	[3.5/2/5]	[3.5/2/5]

Legenda: sem = semana; [voltagem em miliampere/tempo de duração do estímulo em minutos/número de repetições do estímulo]. A intensidade da corrente de estimulação, o tempo de duração do estímulo e/ou o número de repetições foram aumentando progressivamente dentro de uma mesma sessão, de acordo com a tolerância do paciente. Cada sessão contou com três séries de estimulação.

4.6.3 Pós-intervenção

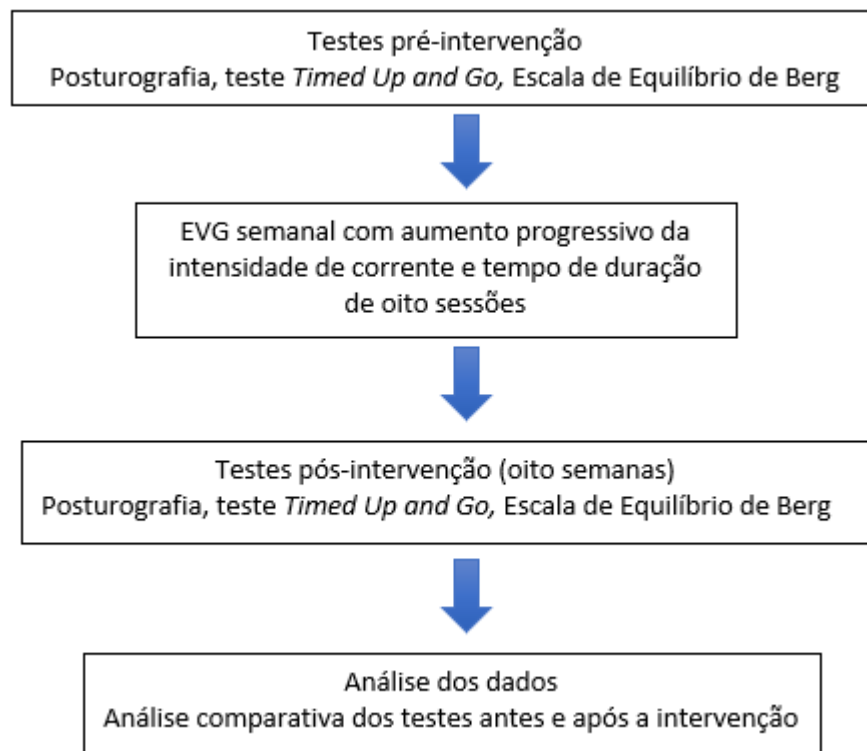
Imediatamente após o término da fase de intervenção (oitava sessão), os pacientes foram submetidos a bateria de testes para reavaliação do equilíbrio. Todos os testes que avaliam o equilíbrio postural foram avaliados antes e após a intervenção e foram realizados por um mesmo examinador. Os resultados dos testes foram analisados por um segundo examinador, que não sabia se os testes eram anteriores ou posteriores à intervenção.

4.7 Análise de dados

A análise estatística foi realizada por meio do *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 23. As variáveis contínuas foram apresentadas por meio de medidas de tendência central e variabilidade. As variáveis categóricas foram apresentadas por meio de medidas de frequência. A análise da distribuição das variáveis contínuas foi realizada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Para comparar as variáveis categóricas antes e depois do EVG, foi utilizado o teste de Wilcoxon. O nível de significância adotado foi 5% ($p \leq 0,05$).

As variáveis dependentes são:

- a) - Posturografia: área limite de estabilidade (ALE) obtida antes da realização das provas do TOS; área da elipse de confiança 95% (EC), velocidade média da trajetória de oscilação (VMT), comprimento médio da trajetória de oscilação (CT) e índice de equilíbrio (IE), obtidos em cada uma das condições do TOS (olhos abertos/olhos fechados, túnel optocinético com palavras, superfície firme/almofada); índice de equilíbrio geral, índice de equilíbrio visual, índice de equilíbrio vestibular e índice de equilíbrio somatossensorial, calculados automaticamente pelo software, considerando as provas onde a participação de cada sistema é mais relevante.
- b) - tempo necessário para realizar a prova de TUG;
- c) - pontuação total da EEB.

Figura 5: Fluxograma da pesquisa.

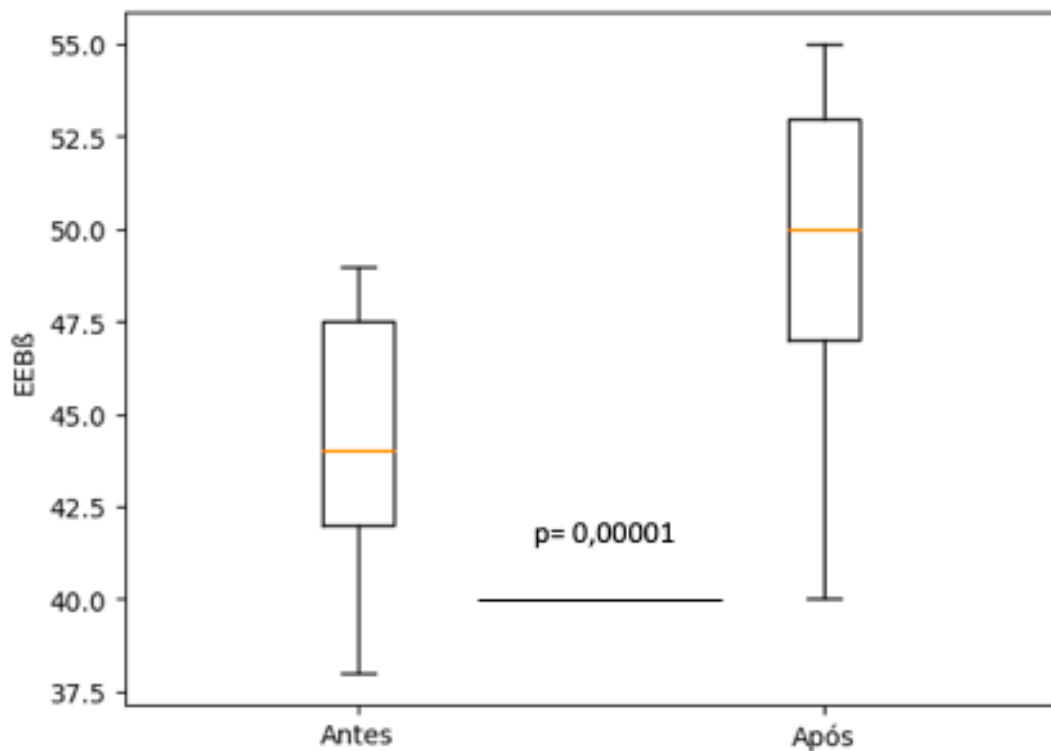
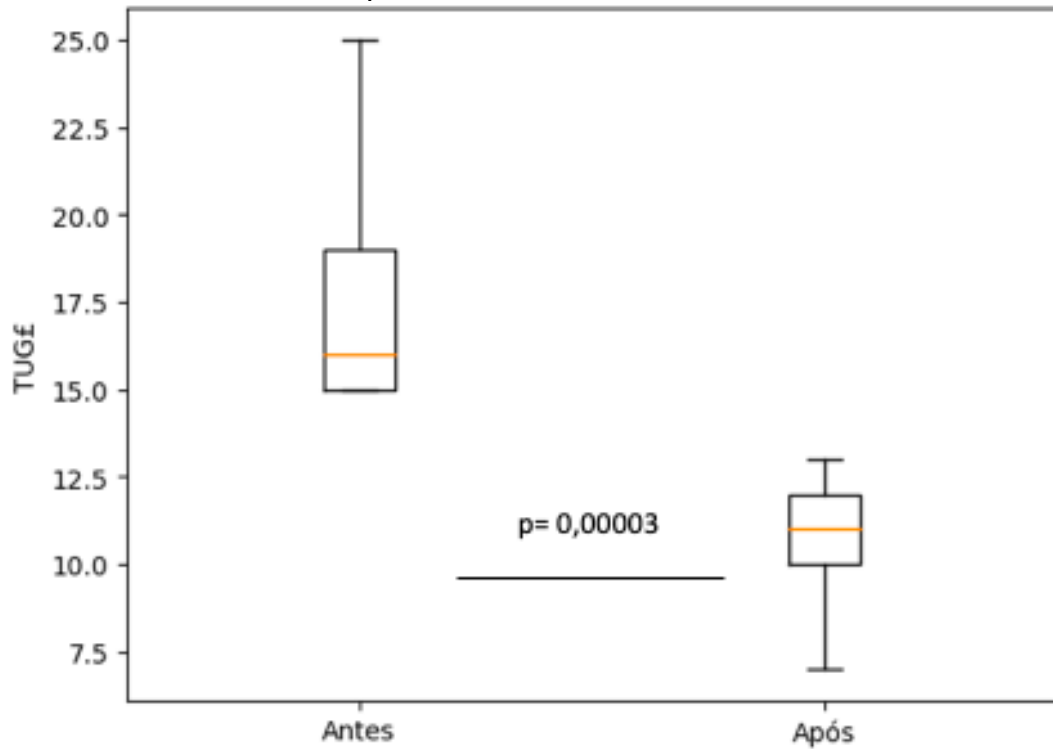
Fonte: Os autores (2023)

5 RESULTADOS

Participaram do estudo 25 pacientes, idade média de 68 (dp = 10) anos, sendo 17 (68%) homens. O tempo médio de início da instabilidade postural na DP foi de 9 (dp = 3) anos, variando de 5 a 16 anos. Todos os pacientes incluídos faziam uso regular de levodopa. Todos os participantes completaram o protocolo de estimulação e foram avaliados pelos testes antes e após a intervenção.

Os resultados das avaliações EEB e TUG antes e após a intervenção estão descritos na Figura 5. Observamos uma melhora na pontuação da EEB e no tempo do TUG na comparação antes e após a EVG.

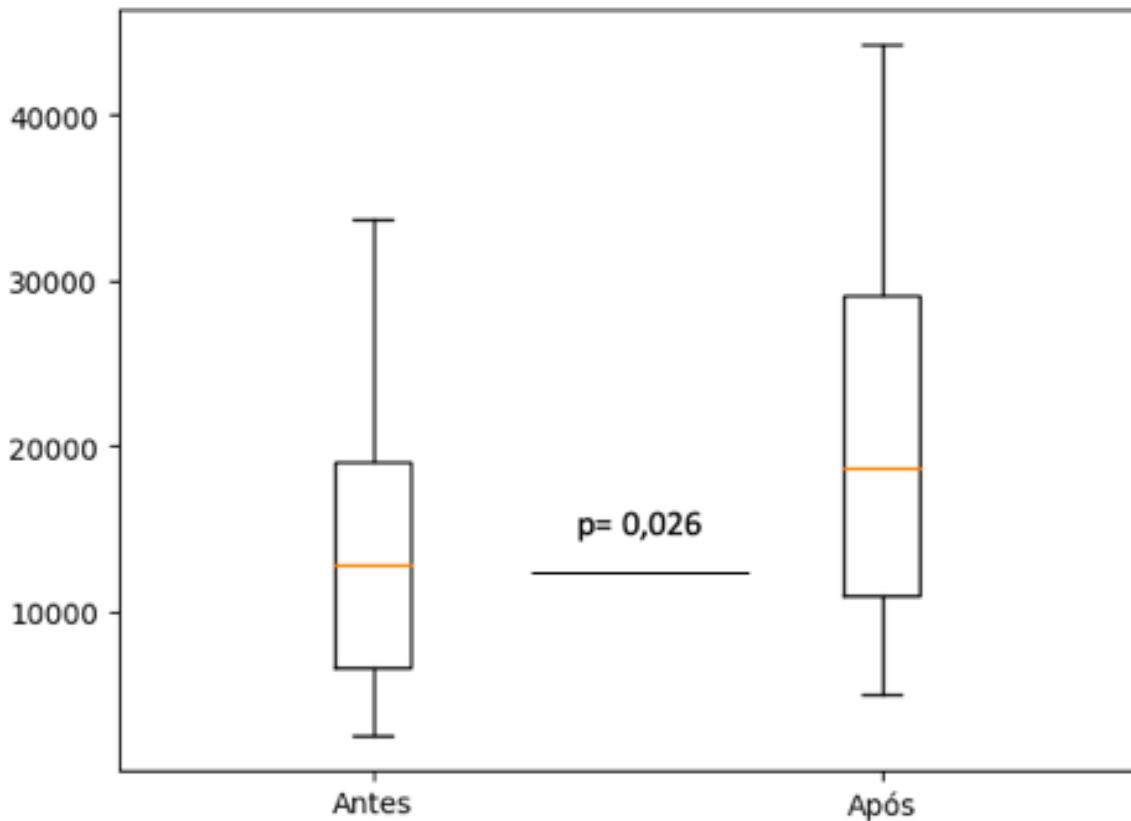
Figura 6: Análise comparativa do Time Up and Go (TUG)[£] e Escala de Equilíbrio de Berg (EEB)^β antes e após oito sessões de estimulação vestibular galvânica. £ - tempo medido em segundos. β - maior pontuação indica percepção de melhor equilíbrio. Teste de Wilcoxon.



Fonte: Os autores (2023)

O resultado da avaliação objetiva do limite de estabilidade realizada na plataforma de força antes e após intervenção está descrito na Figura 6.

Figura 7: Comparação entre a área limite de estabilidade (mm^2) antes e após oito sessões de estimulação vestibular galvânica. Teste de Wilcoxon.



Fonte: Os autores (2023)

Observamos um aumento na área limite de estabilidade na comparação antes e após a EVG.

Os resultados da avaliação objetiva da velocidade média da trajetória de oscilação (VMT) e do comprimento médio da trajetória de oscilação (CT) em cada uma das provas do TOS realizadas na plataforma de força antes e após intervenção estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Avaliações objetivas da velocidade média da trajetória de oscilação (VMT) e do comprimento médio da trajetória de oscilação (CT) em cada uma das condições do Teste de Organização Sensorial (TOS) antes e após oito sessões de EVG.

TOS Condição	VMT		Valor de p	CT		Valor de p
	Antes	Após		Antes	Após	
1	16 (12/36)	14 (9/24)	0,520	626 (436/1501)	548 (358/902)	0,270
2	21 (14/43)	22 (13/32)	0,660	738 (537/1518)	689 (474/1021)	0,240
3	21 (12/70)	15 (12/33)	0,490	729 (498/2377)	597 (440/1320)	0,220
4	28 (22/46)	25 (18/30)	0,340	1039 (783/1539)	781 (688/967)	0,090
5	55 (38/85)	34 (27/47)	0,001	1570 (1190/2433)	1110 (969/1513)	0,005
6	34 (24/75)	25 (21/39)	0,080	1420 (882/2315)	960 (695/1302)	0,047

Valores em mediana (1º/3º quartis). VMT (mm/s) e CT (mm). Teste de Wilcoxon

Observamos uma redução significativa da VMT na condição 5 e do CT nas condições 5 e 6 do TOS.

Os resultados da avaliação objetiva da área elipse de confiança de 95% (EC) e do índice de equilíbrio (IE) em cada uma das provas do TOS, realizadas na plataforma de força antes e após intervenção, estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3: Avaliações objetivas da área de elipse de confiança de 95% (EC) e do índice de equilíbrio (IE) em cada uma das condições do Teste de Organização Sensorial (TOS) antes e após oito sessões de EVG.

TOS Condição	EC		Valor de p	IE		Valor de p
	Antes	Após		Antes	Após	
1	848 (383/2041)	423 (236/1143)	0,310	94 (86/97)	97 (94/99)	0,030
2	773 (469/1797)	671 (262/1156)	0,670	91 (86/97)	97 (91/99)	0,130
3	782 (489/3552)	578 (274/1361)	0,080	90 (71/96)	97 (91/99)	0,010
4	2090 (1470/4007)	1334 (1171/2047)	0,020	80 (65/90)	92 (83/95)	0,002
5	4378 (2860/5962)	2370 (1517/3112)	0,001	68 (31/84)	89 (76/93)	0,001
6	2902 (1613/4623)	1760 (1253/2620)	0,040	76 (49/90)	91 (80/95)	0,002

Valores em mediana (1º/3º quartis). EC (mm²). Teste de Wilcoxon

Observamos uma redução significativa da EC nas condições 4, 5 e 6 do TOS e do IE nas condições 1, 3, 4, 5 e 6 do TOS.

Os resultados da avaliação objetiva dos índices de equilíbrio geral, índice vestibular, índice visual e índice somatossensorial na plataforma de força antes e após intervenção estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4: Avaliações objetivas do índice vestibular, índice visual, índice somatossensorial e índice de equilíbrio geral, antes e após oito sessões de EVG.

Índices Posturográficos	Estimulação Vestibular		Valor de p
	Pré	Pós	
Vestibular	76 (49/87)	91 (84/97)	0,00002
Visual	90 (79/93)	94 (88/97)	0,007
Somatossensorial	96 (92/100)	99 (97/100)	0,276
Equilíbrio geral	84 (59/91)	94 (85/95)	0,001

Valores em mediana (1º/3º quartis). Teste de Wilcoxon

Observamos um aumento do índice de equilíbrio geral, índice vestibular e índice visual. O índice somatossensorial não apresentou diferença estatística na comparação antes e após a intervenção.

6 DISCUSSÃO

Na DP, estudos recentes apontam para uma provável aplicabilidade clínica da EVG como um método não invasivo de neuromodulação do equilíbrio corporal (KATAOKA *et al.*, 2016; OKADA *et al.*, 2015; PAL; ROSENGREN; COLEBATCH, 2009; SAMOUDI *et al.*, 2015; TRAN *et al.*, 2018). Uma revisão sistemática e posterior metanálise selecionou os estudos que avaliaram o uso da EVG para melhorar a instabilidade postural na DP (OKADA *et al.*, 2015; PAL; ROSENGREN; COLEBATCH, 2009; KATAOKA *et al.*, 2016; SAMOUDI *et al.*, 2015; TRAN *et al.*, 2018). A EVG levou à melhora da instabilidade postural nesses pacientes, embora as evidências tenham sido fracas devido ao baixo poder estatístico, heterogeneidade dos padrões de estimulação e metodologia falha de randomização dos grupos (MAHMUD *et al.*, 2022).

Na presente análise, os participantes informaram que a instabilidade postural se iniciou, em média, nove anos após o início da DP, o que confirma o início tardio da instabilidade postural na evolução da doença (FALL *et al.*, 2003; HELY *et al.*, 2005). Com base na EEB, os participantes relataram maior facilidade e segurança para realizar as atividades da vida diária após as sessões de EVG. Uma redução do tempo gasto para realizar o TUG foi observado após as sessões de estimulação (Figura 5), sendo este semelhante ao tempo gasto pelos indivíduos sem DP (MORRIS; MORRIS; IANSEK, 2001).

A posturografia estática mostrou uma melhora do limite de estabilidade após as sessões de EVG (Figura 6) e conseqüente melhora do equilíbrio geral (Tabela 4). A maior representatividade do índice vestibular após o período de estimulação foi o principal responsável pela melhora do índice de equilíbrio geral, sendo que, ao se comparar a visão, propriocepção e a função vestibular, o componente somatossensorial teve a menor contribuição (Tabela 4). De fato, o principal alvo da EVG é as aferências vestibulares (BALTER *et al.*, 2004; UTZ *et al.*, 2010). O sistema vestibular participa da via eferente de estabilização da visão durante os movimentos de cabeça, através do reflexo vestibulo-ocular. A contribuição também significativa do índice visual na melhora do índice de equilíbrio geral justifica-se por um maior engajamento do reflexo vestibulo-ocular decorrente da EVG.

Comparando-se a EVG com outros métodos de estimulação transcraniana para tratar DP, a EMT atua na estimulação das áreas motoras do córtex cerebral

relacionadas à marcha. Embora seja um método não invasivo, de baixo custo e com baixo risco de efeitos colaterais, tais como cefaleia, sensação de queimação, formigamento e coceira, a EMT apresenta resultados heterogêneos em relação à estimulação de áreas relacionadas à estabilidade postural. Novos protocolos utilizando a EMT são necessários para conclusões mais sistemáticas em relação ao papel da EMT na melhora da instabilidade postural (POL *et al.*, 2021).

A ECP é um outro método de estimulação transcraniana que surgiu como alternativa de tratamento para sintomas motores que não respondem satisfatoriamente ao uso de levodopa (ZITMAN *et al.*, 2021). Envolve a realização de um procedimento cirúrgico minimamente invasivo e reversível, porém de alto custo e passível de efeitos colaterais e complicações. As principais complicações relacionadas ao procedimento cirúrgico incluem infecções (5,1%) e hemorragia intracraniana sintomática (1,6%). Efeitos colaterais não relacionados ao procedimento cirúrgico incluem ganho de peso (36%) relacionado a alterações comportamentais de compulsão, dificuldades com a fala (20%), alterações de memória, comprometimento cognitivo e outras alterações de comportamento como mania, depressão e apatia (FRANÇA *et al.*, 2022). A bradicinesia, a rigidez e o tremor são controlados de forma satisfatória por longo prazo, enquanto a instabilidade postural apresenta resposta variável (FRANÇA *et al.*, 2022; OKUN, 2012; RAMIREZ-ZAMORA; OSTREM, 2018).

A EVG aparece como uma alternativa de melhora da instabilidade postural através da estimulação, via sistema vestibulo-tálamo-estriatal, de áreas colinérgicas relacionadas à instabilidade postural na DP (INAGAKI *et al.*, 2022). A importante contribuição do aumento do índice vestibular no equilíbrio geral após EVG sugere um importante papel das vias vestibulares na melhora da instabilidade postural na DP. Assim, a EVG surge como uma alternativa para estimulação das vias neuronais relacionadas ao equilíbrio. É um método seguro, barato, de fácil execução e com poucos efeitos adversos, que são transitórios e relacionados ao momento da estimulação. As principais queixas são leve coceira e formigamento no local de estimulação, descritas em torno de 10% dos pacientes (PIRES *et al.*, 2022). No presente estudo, os participantes não relataram qualquer desconforto.

As limitações do presente estudo devem ser levadas em consideração. A avaliação da resposta a EVG foi realizada sem a presença de um grupo controle de comparação. Trata-se de um estudo com controle intragrupo antes e após a

estimulação. O estudo foi realizado com 25 pacientes, uma amostra pequena, porém suficiente para avaliar a segurança em ensaio clínico de fase 1 (MUGLIA; DIGIOVANNA, 1998). Meta-análise recente referente aos estudos publicados sobre EVG na DP incluiu 5 estudos com tamanho amostral variando entre cinco e 13 pacientes com DP (MAHMUD *et al.*, 2022). Outra limitação foi o método de seleção amostral não randomizado. Todos os pacientes que chegavam ao centro de referência para o atendimento de rotina e preenchiam os critérios de inclusão foram convidados para participar do estudo. Possivelmente, ocorreu um viés para a seleção de indivíduos proativos e com menos comorbidades, como, por exemplo, distúrbios de humor. A exclusão de indivíduos que necessitavam de dispositivos para marcha foi também uma limitação. A posturografia estática depende da postura ereta para a sua execução, e esse foi um parâmetro de análise no presente estudo. Tais limitações podem ter contribuído para a seleção de uma amostra de pacientes em melhores condições de equilíbrio. No entanto, mesmo com esses possíveis vieses, todos os participantes incluídos referiam instabilidade e melhoraram a partir de uma análise cega antes e após a intervenção. Ao se considerar a importância de se melhorar o equilíbrio em uma fase da vida em que o paciente com DP ainda se encontra funcional, conclui-se que os resultados foram muito favoráveis por oferecer uma melhora subjetiva e objetiva do equilíbrio corporal.

A EVG mostrou-se uma ferramenta útil para melhorar a instabilidade postural de pacientes com DP. Dessa maneira, a EVG apresenta-se como um método seguro, podendo ser capaz de promover uma redução do número de quedas e morbimortalidade, o que vai contribuir para melhorar a funcionalidade e qualidade de vida dos pacientes com DP. No atual contexto terapêutico de manejo da instabilidade postural associada à DP, a EVG é uma opção atrativa, considerando sua segurança, possibilidade de uso domiciliar e fácil aprendizado no manejo da técnica. Novos estudos devem ser realizados para avaliar a permanência dos efeitos benéficos após a finalização da EVG.

7 CONCLUSÃO

Esse estudo permitiu avaliar o uso da EVG na reabilitação da instabilidade postural em pacientes com DP.

Através do teste TUG, da EEB e da PC, foi possível avaliar a resposta antes e após a EVG nesse grupo de pacientes. Encontramos uma redução no tempo do teste TUG, medido em segundos. Encontramos um aumento nos valores da EEB, na qual a maior pontuação indica percepção de melhor equilíbrio. Encontramos um aumento da área do limite de estabilidade, aumento do índice de equilíbrio geral, índice vestibular e índice visual. O índice somatossensorial não apresentou diferença estatística na comparação antes e após a intervenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, A. M. A. *et al.* Núcleo pedúnculo pontino, y su relación con la fisiopatología de la Enfermedad de Parkinson. **Acta Neurológica Colombiana**, v. 29, n. 3, p. 180–190, 2013.
- ARAVAMUTHAN, B. R.; ANGELAKI, D. E. Vestibular responses in the macaque pedunculo pontine nucleus and central mesencephalic reticular formation. **Neuroscience**, v. 223, p. 183–199, 25 out. 2012.
- BALTER, S. G. T. *et al.* Habituation to galvanic vestibular stimulation. **Acta Otolaryngologica**, v. 124, n. 8, p. 941–945, 2004.
- BARBOSA, E. R. Manifestaciones premotoras de la enfermedad de Parkinson. **Revista de Neurologia**, v. 50, p. 9–11, 2010.
- BENSE, S. *et al.* Multisensory Cortical Signal Increases and Decreases During Vestibular Galvanic Stimulation (fMRI). **Journal of Neurophysiology**, v. 85, n. 2, p. 886–889, fev. 2001.
- BERG, K. O. *et al.* Measuring Balance in the Elderly: Validation of an Instrument. **Canadian Journal of Public Health**, v. 83, p. 7–11, 1992.
- BERG, K.; WOOD-DAUPHINEE, S.; WILLIAMS, J. I. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. **Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 27, n. 1, p. 27–36, mar. 1995.
- BEUTER, A. *et al.* Postural sway and effect of levodopa in early Parkinson's disease. **Canadian Journal of Neurological Sciences**, v. 35, n. 1, p. 65–68, 2008.
- BŁASZCZYK, J. W. *et al.* Assessment of postural instability in patients with Parkinson's disease. **Experimental Brain Research**, v. 183, n. 1, p. 107–114, out. 2007.
- BŁASZCZYK, J. W.; ORAWIEC, R. Assessment of postural control in patients with Parkinson's disease: Sway ratio analysis. **Human Movement Science**, v. 30, n. 2, p. 396–404, abr. 2011.
- BLINI, E. *et al.* Probing the role of the vestibular system in motivation and reward-based attention. **Cortex**, v. 103, p. 82–99, 1 jun. 2018.
- BOHNEN, N. I. *et al.* History of falls in Parkinson disease is associated with reduced cholinergic activity. **Neurology**, v. 73, n. 20, p. 1670–1676, nov. 2009.
- BOHNEN, N. I. *et al.* Cholinergic system changes of falls and freezing of gait in Parkinson's disease. **Annals of Neurology**, v. 85, n. 4, p. 538–549, 1 abr. 2019.

BOHNEN, N. I.; JAHN, K. Imaging: What can it tell us about parkinsonian gait? **Movement Disorders**, v. 28, n. 11, p. 1492–1500, 15 set. 2013.

BOONSTRA, T. A. *et al.* Gait disorders and balance disturbances in Parkinson's disease: clinical update and pathophysiology. **Current Opinion in Neurology**, v. 21, n. 4, p. 461–471, ago. 2008.

BRAAK, H. *et al.* Staging of brain pathology related to sporadic Parkinson's disease. **Neurobiology of Aging**, v. 24, n. 2, p. 197–211, mar-abr. 2003.

BRAAK, H. *et al.* Stages in the development of Parkinson's disease-related pathology. **Cell and Tissue Research**, v. 318, n. 1, p. 121–134, out. 2004.

BRETAN, O. *et al.* Risk of falling among elderly persons living in the community: Assessment by the timed up and go test. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 79, n. 1, p. 18–21, fev. 2013.

BRONTE-STEWART, H. M. *et al.* Postural instability in idiopathic Parkinson's disease: the role of medication and unilateral pallidotomy. **Brain**, v. 125, n. 9, p. 2100–2114, set. 2002.

BROWN, K. E. *et al.* Physical therapy for central vestibular dysfunction. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 87, n. 1, p. 76–81, jan. 2006.

BUATOIS, S. *et al.* A simple clinical scale to stratify risk of recurrent falls in community-dwelling adults aged 65 years and older. **Physical Therapy & Rehabilitation Journal**, v. 90, n. 4, p. 550-560, abr. 2010.

CAI, J. *et al.* Galvanic Vestibular Stimulation (GVS) Augments Deficient Pedunculopontine Nucleus (PPN) Connectivity in Mild Parkinson's Disease: fMRI Effects of Different Stimuli. **Frontiers in Neuroscience**, v. 12, p. 101, 28 fev. 2018.

CANNING, C. G. *et al.* Exercise for falls prevention in Parkinson disease: A randomized controlled trial. **Neurology**, v. 84, n. 3, p. 304–312, jan. 2015.

CAPORALI, J. F. M. *et al.* Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP) Triggered by Galvanic Vestibular Stimulation (GVS): A Promising Tool to Assess Spinal Cord Function in Schistosomal Myeloradiculopathy. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 10, n. 4, p. e0004672, 29 abr. 2016.

CAPORALI, J. F. M. *et al.* Intrarater and interrater agreement and reliability of vestibular evoked myogenic potential triggered by galvanic vestibular stimulation (galvanic-VEMP) for HTLV-1 associated myelopathy testing. **PLoS ONE**, v. 13, n. 9, p. e0204449, 1 set. 2018.

CHAN, L. L. *et al.* Transcallosal diffusion tensor abnormalities in predominant gait disorder parkinsonism. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 20, n. 1, p. 53–59, jan. 2014.

CHANG, C. M. *et al.* Degeneration of the vestibular nerve in unilateral Meniere's disease evaluated by galvanic vestibular-evoked myogenic potentials. **Clinical Neurophysiology**, v. 128, n. 9, p. 1617–1624, 1 set. 2017.

CHEN, Z. C. *et al.* Retro-labyrinthine lesion site detected by galvanic vestibular stimulation elicited vestibular-evoked myogenic potentials in patients with auditory neuropathy. **Current Medical Science**, v. 41, n. 4, p. 695–704, 1 ago. 2021.

CHENG, Y. *et al.* Effectiveness of galvanic vestibular evoked myogenic potential for evaluation of Meniere's disease. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 88, p. S66–S72, 1 nov. 2022.

CHOU, K. L. *et al.* Hospitalization in Parkinson disease: A survey of National Parkinson Foundation Centers. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 17, n. 6, p. 440–445, jul. 2011.

CHUNG, K. A. *et al.* Effects of a central cholinesterase inhibitor on reducing falls in Parkinson disease. **Neurology**, v. 75, n. 14, p. 1263–1269, set. 2010.

ČOBELJIĆ, R. D. *et al.* Does galvanic vestibular stimulation decrease spasticity in clinically complete spinal cord injury? **International Journal of Rehabilitation Research**, v. 41, n. 3, p. 251–257, 1 set. 2018.

CONTRONIC. **Manual do Usuário**. 2017. Disponível em: www.contronic.com.br. Acesso em 27 jul. 2023.

CRONIN, T.; ARSHAD, Q.; SEEMUNGAL, B. M. Vestibular deficits in neurodegenerative disorders: Balance, dizziness, and spatial disorientation. **Frontiers in Neurology**, v. 8, p. 538, 26 out. 2017.

CUNHA, L. *et al.* Contribution of galvanic vestibular stimulation for the diagnosis of HAM/TSP. **Retrovirology**, v. 11, supl. 1, p. 27, jan. 2014.

DILDA, V. *et al.* Effects of Galvanic vestibular stimulation on cognitive function. **Experimental Brain Research**, v. 216, n. 2, p. 275–285, jan. 2012.

DLUGAICZYK, J.; GENSBERGER, K. D.; STRAKA, H. Galvanic vestibular stimulation: from basic concepts to clinical applications. **Journal of Neurophysiology**, v. 121, n. 6, p. 2237–2255, jun. 2019.

FALL, P. A. *et al.* Survival time, mortality, and cause of death in elderly patients with Parkinson's disease: A 9-year follow-up. **Movement Disorders**, v. 18, n. 11, p. 1312–1316, nov. 2003.

FARALDO-GARCÍA, A. *et al.* Postural changes associated with ageing on the sensory organization test and the limits of stability in healthy subjects. **Auris Nasus Larynx**, v. 43, n. 2, p. 149–154, 1 abr. 2016.

FERRAYE, M. U. *et al.* Subthalamic nucleus versus pedunculopontine nucleus stimulation in Parkinson disease: Synergy or antagonism? **Journal of Neural Transmission**, v. 118, n. 10, p. 1469–1475, 2011.

FERRÈ, E. R. *et al.* How the vestibular system interacts with somatosensory perception: A sham-controlled study with galvanic vestibular stimulation. **Neuroscience Letters**, v. 550, p. 35–40, 29 ago. 2013.

FERREIRA, E. C. M. F. *et al.* Proposal of standardization of Horus® computerized posturography in adults. **CoDAS**, v. 32, n. 6, 2020.

FITZPATRICK, R. C.; DAY, B. L. Probing the human vestibular system with galvanic stimulation. **Journal of Applied Physiology**, v. 96, n. 6, p. 2301-2316, jun. 2004.

FRANÇA, C. *et al.* Deep brain stimulation in Parkinson's disease: state of the art and future perspectives. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 80, supl. 1, p. 105–115, 1 maio 2022.

FUJIMOTO, C. *et al.* Noisy galvanic vestibular stimulation sustainably improves posture in bilateral vestibulopathy. **Frontiers in Neurology**, v. 9, p. 900, 22 out. 2018.

GARCIA-RILL, E. The Basal Ganglia and the Locomotor Regions. **Brain Research Reviews**, v. 11, n. 1, p. 47–63, 1986.

GAZZOLA, J. M. *et al.* Functional balance associated factors in the elderly with chronic vestibular disorder. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 72, n. 5, p. 683-690, out. 2006.

GOETZ, C. G. *et al.* Movement Disorder Society-sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS): Scale presentation and clinimetric testing results. **Movement Disorders**, v. 23, n. 15, p. 2129-2170, nov. 2008.

GU, Q. *et al.* Greater loss of white matter integrity in postural instability and gait difficulty subtype of Parkinson's disease. **Canadian Journal of Neurological Sciences**, v. 41, supl. 6, p. 763–768, 4 nov. 2014.

HELMICH, R. C. *et al.* Repetitive transcranial magnetic stimulation to improve mood and motor function in Parkinson's disease. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 248, n. 1–2, p. 84–96, 25 out. 2006.

HELY, M. A. *et al.* Sydney Multicenter Study of Parkinson's disease: Non-L-dopa-responsive problems dominate at 15 years. **Movement Disorders**, v. 20, n. 2, p. 190–199, fev. 2005.

HELY, M. A. *et al.* The Sydney Multicenter Study of Parkinson's disease: The inevitability of dementia at 20 years. **Movement Disorders**, v. 23, n. 6, p. 837–844, 30 abr. 2008.

HILLIARD, D. *et al.* Noisy galvanic vestibular stimulation modulates spatial memory in young healthy adults. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 9310, 1 dez. 2019.

HILLIER, S. L.; MCDONNELL, M. Vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular dysfunction. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 4, p. 248–249, out. 2007.

HOEHN, M. M.; YAHR, M. D. Parkinsonism: onset, progression, and mortality. **Neurology**, v. 17, n. 5, p. 427–442, 1967.

HORAK, F. B.; NUTT, J. G.; NASHNER, L. M. Postural inflexibility in parkinsonian subjects. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 111, n. 1, p. 46–58, 1992.

HUURNINK, A. *et al.* Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks. **Journal of Biomechanics**, v. 46, n. 7, p. 1392–1395, abr. 2013.

INAGAKI, H. K. *et al.* A midbrain-thalamus-cortex circuit reorganizes cortical dynamics to initiate movement. **Cell**, v. 185, n. 6, p. 1065–1081.e23, 17 mar. 2022.

IWASAKI, S. *et al.* Noisy vestibular stimulation improves body balance in bilateral vestibulopathy. **Neurology**, v. 82, n. 11, p. 969–975, 2014.

JACOBS, J. V. *et al.* Multiple balance tests improve the assessment of postural stability in subjects with Parkinson's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, v. 77, n. 3, p. 322–326, 2006.

JONES, B. E. Paradoxical sleep and its chemical/structural substrates in the brain. **Neuroscience**, v. 40, n. 3, p. 637–656, 1991.

KATAOKA, H. *et al.* Can Postural Instability Respond to Galvanic Vestibular Stimulation in Patients with Parkinson's Disease? **Journal of Movement Disorders**, v. 9, n. 1, p. 40–43, 2016.

KATAOKA, H. *et al.* Effect of galvanic vestibular stimulation on axial symptoms in Parkinson's disease. **Journal of Central Nervous System Disease**, v. 14, p. 11795735221081599, fev. 2022.

KHOSHNAM, M. *et al.* Effects of galvanic vestibular stimulation on upper and lower extremities motor symptoms in Parkinson's disease. **Frontiers in Neuroscience**, v. 12, p. 633, 11 set. 2018.

KIM, J. Short-term habituation of eye-movement responses induced by galvanic vestibular stimulation (GVS) in the alert guinea pig. **Brain Research Bulletin**, v. 79, n. 1, p. 1–5, 6 abr. 2009.

KIM, J. Tonic eye movements induced by bilateral and unilateral galvanic vestibular stimulation (GVS) in guinea pigs. **Brain Research Bulletin**, v. 90, n. 1, p. 72–78, jan. 2013.

KO, L. W. *et al.* Noisy galvanic vestibular stimulation (Stochastic resonance) changes electroencephalography activities and postural control in patients with bilateral vestibular hypofunction. **Brain Sciences**, v. 10, n. 10, p. 1–15, out. 2020.

KUMAR, S. S.; RAJAGOPALAN, A.; MUKKADAN, J. K. Vestibular stimulation for stress management in students. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 10, n. 2, p. CC27–CC31, 1 fev. 2016.

LABANCA, L. *et al.* Vestibular-evoked myogenic potential triggered by galvanic vestibular stimulation may reveal subclinical alterations in human T-cell lymphotropic virus type 1-associated myelopathy. **PLoS ONE**, v. 13, n. 7, p. e0200536, 1 jul. 2018.

LAI, H. *et al.* Morphological evidence for a vestibulo-thalamo-striatal pathway via the parafascicular nucleus in the rat. **Brain Research**, v. 872, n. 1-2, p. 208–214, jul. 2000.

LIECHTI, M. *et al.* Vestibulospinal responses in motor incomplete spinal cord injury. **Clinical Neurophysiology**, v. 119, n. 12, p. 2804–2812, dez. 2008.

LIU, A. *et al.* Galvanic vestibular stimulation improves subnetwork interactions in Parkinson's disease. **Journal of Healthcare Engineering**, v. 2021, p. 6632394, 2021.

LOPEZ, C. The vestibular system: Balancing more than just the body. **Current Opinion in Neurology**, v. 29, n. 1, p. 74-83, fev 2016.

MACDOWELL, S. G. *et al.* The impact of symptoms of anxiety and depression on subjective and objective outcome measures in individuals with vestibular disorders. **Journal of Vestibular Research**, v. 27, n. 5–6, p. 295–303, fev. 2018.

MAHMUD, M. *et al.* The effect of galvanic vestibular stimulation on postural balance in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 442, p. 120414, 15 nov. 2022.

MADHUSHRI, P. *et al.* An mHealth tool suite for mobility assessment. **Information**, v. 7, n. 3, p. 47, 2016.

MARRAS, C.; LANG, A. Parkinson's disease subtypes: Lost in translation? **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, v. 84, n. 4, p. 409–415, 2013.

MARSILI, L.; RIZZO, G.; COLOSIMO, C. Diagnostic criteria for Parkinson's disease: From James Parkinson to the concept of prodromal disease. **Frontiers in Neurology**, v. 9, p. 156, 23 mar. 2018.

MARTIGNONI, E. *et al.* Comorbid disorders and hospitalisation in Parkinson's disease: A prospective study. **Neurological Sciences**, v. 25, n. 2, p. 66–71, 2004.

MICHELI, F.; CERSÓSIMO, M. G.; PIEDIMONTE, F. Camptocormia in a patient with Parkinson disease: beneficial effects of pallidal deep brain stimulation. **Journal of Neurosurgery**, v. 103, n. 6, p. 1081-1083, 2005.

MIYAMOTO, S. T. *et al.* Brazilian version of the Berg balance scale. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 37, n. 9, p. 1411–1421, set. 2004.

MOORE, S. T. *et al.* Modeling locomotor dysfunction following spaceflight with Galvanic vestibular stimulation. **Experimental Brain Research**, v. 174, n. 4, p. 647–659, out. 2006.

MORRIS, S.; MORRIS, M. E.; IANSEK, R. Reliability of measurements obtained with the Timed “Up & Go” Test in people with Parkinson disease. **Physical Therapy**, v. 81, n. 2, p. 810-818, fev. 2001.

MOUM, S. J. *et al.* Effects of STN and GPi deep brain stimulation on impulse control disorders and dopamine dysregulation syndrome. **PLoS ONE**, v. 7, n. 1, 25 jan. 2012.

MUGLIA, J. J.; DIGIOVANNA, J. J. Phase 1 Clinical Trials **Journal of Cutaneous Medicine and Surgery**, v. 2, n. 4, p. 236-241, 1998.

MUIR, S. W. *et al.* Balance impairment as a risk factor for falls in community-dwelling older adults who are high functioning: A prospective study. **Physical Therapy**, v. 90, n. 3, p. 338–347, mar. 2010.

MUROFUSHI, T. *et al.* The site of lesion in “vestibular neuritis”: Study by galvanic VEMP. **Neurology**, v. 61, n. 3, p. 417–418, 12 ago. 2003.

NITSCHKE, M. A.; PAULUS, W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. **Journal of Physiology**, v. 527, n. 3, p. 633–639, 15 set. 2000.

NOVAK, V. *et al.* White matter hyperintensities and dynamics of postural control. **Magnetic Resonance Imaging**, v. 27, n. 6, p. 752–759, jul. 2009.

NUTT, J. G.; HORAK, F. B.; BLOEM, B. R. Milestones in gait, balance, and falling. **Movement Disorders**, v. 26, n. 6, p. 1166–1174, maio 2011.

ODA, D. T. M.; GANANÇA, C. F. Posturografia dinâmica computadorizada na avaliação do equilíbrio corporal de indivíduos com disfunção vestibular. **Audiology - Communication Research**, v. 20, n. 2, p. 89–95, jun. 2015.

OKADA, Y. *et al.* Galvanic vestibular stimulation may improve anterior bending posture in Parkinson’s disease. **NeuroReport**, v. 26, n. 7, p. 405–410, 22 abr. 2015.

OKUN, M. S. Deep-brain stimulation for Parkinson’s disease. **New England Journal of Medicine**, v. 367, n. 16, p. 1529–1538, 18 out. 2012.

OLANOW, C. W.; STERN, M. B.; SETHI, K. The scientific and clinical basis for the treatment of Parkinson disease (2009). **Neurology**, v. 72, n. 21, Suppl. 4, p. S1–S136, maio 2009.

OLSZEWSKI, J.; BAXTER, D. **Cytoarchitecture of the human brain stem**. Basle & New York: S. Karger, 1954. 199 p.

PAHAPILL, P. A.; LOZANO, A. M. The pedunculo-pontine nucleus and Parkinson's disease. **Brain**, v. 123, n. 9, p. 1767–1783, set. 2000.

PAL, S.; ROSENGREN, S. M.; COLEBATCH, J. G. Stochastic galvanic vestibular stimulation produces a small reduction in sway in Parkinson's disease. **Journal of Vestibular Research**, v. 19, n. 3–4, p. 137–142, 2009.

PALAKURTHI, B.; BURUGUPALLY, S. P. Postural instability in Parkinson's disease: A review. **Brain Sciences**, v. 9, n. 9, p. 239, 1 set. 2019.

PAN, W. *et al.* Improvement of motor functions by noisy vestibular stimulation in central neurodegenerative disorders. **Journal of Neurology**, v. 255, n. 11, p. 1657–1661, nov. 2008.

PARSONS, T. D. *et al.* Cognitive sequelae of subthalamic nucleus deep brain stimulation in Parkinson's disease: a meta-analysis. **Lancet Neurol** **2006**, v. 5, n. 7, p. 578–588, jun. 2006.

PASQUIER, F. *et al.* Impact of galvanic vestibular stimulation on anxiety level in young adults. **Frontiers in Systems Neuroscience**, v. 13, p. 14, 16 abr. 2019.

PASTOR, M. A.; DAY, B. L.; MARSDEN, C. D. Vestibular induced postural responses in Parkinson's disease. **Brain**, v. 116, n. 5, p. 1177–1190, out. 1993.

PICKERING, R. M. *et al.* A meta-analysis of six prospective studies of falling in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 22, n. 13, p. 1892–1900, out. 2007.

PIRES, A. P. B. Á. *et al.* Galvanic vestibular stimulation and its applications: A systematic review. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 88, supl. 3, p. 202–211, nov. 2022.

PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The Timed "Up & Go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 39, n. 2, p. 142–148, fev. 1991.

POL, F. *et al.* The effects of transcranial direct current stimulation on gait in patients with Parkinson's disease: a systematic review. **Translational Neurodegeneration**, v. 10, p. 22, dez. 2021.

RAMIREZ-ZAMORA, A.; OSTREM, J. L. Globus pallidus interna or subthalamic nucleus deep brain stimulation for Parkinson disease: A review. **JAMA Neurology**, v. 75, n. 3, p. 367–372, mar. 2018.

ROSENBERG-KATZ, K. *et al.* Fall risk is associated with amplified functional connectivity of the central executive network in patients with Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, v. 262, n. 11, p. 2448–2456, 1 nov. 2015.

ROSENGREN, S. M. *et al.* Delayed vestibular evoked responses to the eyes and neck in a patient with an isolated brainstem lesion. **Clinical Neurophysiology**, v. 118, n. 9, p. 2112–2116, set. 2007.

ROSSI-IZQUIERDO, M. *et al.* Vestibular rehabilitation with computerised dynamic posturography in patients with Parkinson's disease: Improving balance impairment. **Disability and Rehabilitation**, v. 31, n. 23, p. 1907–1916, 2009.

SAJ, A.; HONORÉ, J.; ROUSSEAUX, M. Perception of the vertical in patients with right hemispheric lesion: Effect of galvanic vestibular stimulation. **Neuropsychologia**, v. 44, n. 8, p. 1509–1512, 2006.

SAMOUDI, G. *et al.* Effects of stochastic vestibular galvanic stimulation and LDOPA on balance and motor symptoms in patients with Parkinson's disease. **Brain Stimulation**, v. 8, n. 3, p. 474–480, maio-jun. 2015.

SCALZO, P. L. *et al.* Validation of the Brazilian version of the Berg Balance Scale for patients with Parkinson's disease. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 67, n. 3b, p. 831–835, set. 2009.

SEIJO, F. J. *et al.* Complications in subthalamic nucleus stimulation surgery for treatment of Parkinson's disease. Review of 272 procedures. **Acta Neurochirurgica**, v. 149, n. 9, p. 867–876, set. 2007.

SHUMWAY-COOK, A.; BRAUER, S.; WOOLLACOTT, M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. **Physical Therapy**, v. 80, n. 9, p. 896–903, set. 2000.

SOLOVYKH, E. A. *et al.* Comparative analysis of methods for evaluation of stabilometry parameters. **Bulletin of Experimental Biology and Medicine**, v. 152, n. 2, p. 266–272, dez. 2011.

SPRENGER, A. *et al.* Effects of perceptible and imperceptible galvanic vestibular stimulation on the postural control of patients with bilateral vestibulopathy. **Journal of Neurology**, v. 267, p. 2383–2397, 1 ago. 2020.

STEVENSON, T. J. Detecting change in patients with stroke using the Berg Balance Scale. **Australian Journal of Physiotherapy**, v. 47, n. 1, p. 29–38, 2001.

TAX, C. M. W. *et al.* The galvanic whole-body sway response in health and disease. **Clinical Neurophysiology**, v. 124, n. 10, p. 2036–2045, out. 2013.

TELENIUS, E. W.; ENGEDAL, K.; BERGLAND, A. Inter-rater reliability of the Berg Balance Scale, 30 s chair stand test and 6 m walking test, and construct validity of

the Berg Balance Scale in nursing home residents with mild-to-moderate dementia. **BMJ Open**, v. 5, n. 9, p. e008321, 2015.

TEMEL, Y. Limbic effects of high-frequency stimulation of the subthalamic nucleus. **Vitamins and Hormones**, v. 82, p. 47–63, 2010.

TOLOSA, E. *et al.* Diagnosis and the premotor phase of Parkinson disease. **Neurology**, v. 72, n. 7, supl. 2, p. S12–S20, fev. 2009.

TRAN, S. *et al.* Subthreshold stochastic vestibular stimulation induces complex multi-planar effects during standing in Parkinson's disease. **Brain Stimulation**, v. 11, n. 5, p. 1180-1182, 1 set. 2018.

TYSNES, O. B.; STORSTEIN, A. Epidemiology of Parkinson's disease. **Journal of Neural Transmission (Vienna)**, v. 124, n. 8, p. 901–905, 1 ago. 2017.

UTZ, K. S. *et al.* Electrified minds: Transcranial direct current stimulation (tDCS) and Galvanic Vestibular Stimulation (GVS) as methods of non-invasive brain stimulation in neuropsychology-A review of current data and future implications. **Neuropsychologia**, v. 48, n. 10, p. 2789-2810, ago. 2010.

VAILLEAU, B. *et al.* Probing residual vestibular function with galvanic stimulation in vestibular loss patients. **Otology & Neurotology**, v. 32, n. 5, p. 863-871, jul. 2011.

VITALE, C. *et al.* Vestibular impairment and adaptive postural imbalance in parkinsonian patients with lateral trunk flexion. **Movement Disorders**, v. 26, n. 8, p. 1458–1463, abr. 2011.

WELGAMPOLA, M. S. *et al.* Asymmetry of balance responses to monaural galvanic vestibular stimulation in subjects with vestibular schwannoma. **Clinical Neurophysiology**, v. 124, n. 9, p. 1835–1839, set. 2013.

WINTER, L. *et al.* Vestibular stimulation on a motion-simulator impacts on mood states. **Frontiers in Psychology**, v. 3, p. 499, 2012.

ZEIGELBOIM, B. S. *et al.* Vestibular rehabilitation: Clinical benefits to patients with Parkinson's disease. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 67, n. 2a, p. 219–223, jun. 2009.

ZITMAN, F. M. P. *et al.* The actual use of directional steering and shorter pulse width in selected patients undergoing deep brain stimulation. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 93, p. 58–61, 1 dez. 2021.

ANEXOS

Anexo 1 – Escala de Equilíbrio de Berg (EEB)

Nome _____ Data _____ Local _____
 Avaliador _____

Descrição do item ESCORE (0-4)

- 1 . Posição sentada para posição em pé _____
 - 2 . Permanecer em pé sem apoio _____
 - 3 . Permanecer sentado sem apoio _____
 - 4 . Posição em pé para posição sentada _____
 - 5 . Transferências _____
 - 6 . Permanecer em pé com os olhos fechados _____
 - 7 . Permanecer em pé com os pés juntos _____
 - 8 . Alcançar a frente com os braços estendidos _____
 - 9 . Pegar um objeto do chão _____
 10. Virar-se para olhar para trás _____
 11. Girar 360 graus _____
 12. Posicionar os pés alternadamente no degrau _____
 13. Permanecer em pé com um pé à frente _____
 14. Permanecer em pé sobre um pé _____
- Total _____

Instruções gerais

Por favor, demonstrar cada tarefa e/ou dar as instruções como estão descritas. Ao pontuar, registrar a categoria de resposta mais baixa, que se aplica a cada item.

Na maioria dos itens, pede-se ao paciente para manter uma determinada posição durante um tempo específico. Progressivamente mais pontos são deduzidos, se o tempo ou a distância não forem atingidos, se o paciente precisar de supervisão (o examinador necessita ficar bem próximo do paciente) ou fizer uso de apoio externo ou receber ajuda do examinador. Os pacientes devem entender que eles precisam manter o equilíbrio enquanto realizam as tarefas. As escolhas sobre qual perna ficar em pé ou qual distância alcançar ficarão a critério do paciente. Um julgamento pobre irá influenciar adversamente o desempenho e o escore do paciente. Os equipamentos necessários para realizar os testes são um cronômetro ou um relógio com ponteiro de segundos e uma régua ou outro indicador de: 5; 12,5 e 25 cm. As cadeiras utilizadas para o teste devem ter uma altura adequada. Um banquinho ou uma escada (com degraus de altura padrão) podem ser usados para o item 12.

1. Posição sentada para posição em pé

Instruções: Por favor, levante-se. Tente não usar suas mãos para se apoiar.

() 4 capaz de levantar-se sem utilizar as mãos e estabilizar-se independentemente
 () 3 capaz de levantar-se independentemente utilizando as mãos () 2 capaz de levantar-se utilizando as mãos após diversas tentativas () 1 necessita de ajuda mínima para levantar-se ou estabilizar-se () 0 necessita de ajuda moderada ou máxima para levantar-se

2. Permanecer em pé sem apoio

Instruções: Por favor, fique em pé por 2 minutos sem se apoiar.

() 4 capaz de permanecer em pé com segurança por 2 minutos () 3 capaz de permanecer em pé por 2 minutos com supervisão () 2 capaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio () 1 necessita de várias tentativas para permanecer em pé por 30 segundos sem apoio () 0 incapaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio

Se o paciente for capaz de permanecer em pé por 2 minutos sem apoio, dê o número total de pontos para o item nº 3. Continue com o item nº 4.

3. Permanecer sentado sem apoio nas costas, mas com os pés apoiados no chão ou num banquinho

Instruções: Por favor, fique sentado sem apoiar as costas com os braços cruzados por 2 minutos.

() 4 capaz de permanecer sentado com segurança e com firmeza por 2 minutos () 3 capaz de permanecer sentado por 2 minutos sob supervisão () 2 capaz de permanecer sentado por 30 segundos () 1 capaz de permanecer sentado por 10 segundos () 0 incapaz de permanecer sentado sem apoio durante 10 segundos

4. Posição em pé para posição sentada

Instruções: Por favor, sente-se.

() 4 senta-se com segurança com uso mínimo das mãos () 3 controla a descida utilizando as mãos () 2 utiliza a parte posterior das pernas contra a cadeira para controlar a descida () 1 senta-se independentemente, mas tem descida sem controle () 0 necessita de ajuda para sentar-se

5. Transferências

Instruções: Arrume as cadeiras perpendicularmente ou uma de frente para a outra para uma transferência em pivô. Peça ao paciente para transferir-se de uma cadeira com apoio de braço para uma cadeira sem apoio de braço, e vice-versa. Você poderá utilizar duas cadeiras (uma com e outra sem apoio de braço) ou uma cama e uma cadeira.

() 4 capaz de transferir-se com segurança com uso mínimo das mãos () 3 capaz de transferir-se com segurança com o uso das mãos () 2 capaz de transferir-se seguindo orientações verbais e/ou supervisão () 1 necessita de uma pessoa para ajudar () 0 necessita de duas pessoas para ajudar ou supervisionar para realizar a tarefa com segurança

6. Permanecer em pé sem apoio com os olhos fechados Instruções: Por favor, fique em pé e feche os olhos por 10 segundos.

() 4 capaz de permanecer em pé por 10 segundos com segurança () 3 capaz de permanecer em pé por 10 segundos com supervisão () 2 capaz de permanecer em pé por 3 segundos () 1 incapaz de permanecer com os olhos fechados durante 3 segundos, mas mantém-se em pé () 0 necessita de ajuda para não cair

7. Permanecer em pé sem apoio com os pés juntos Instruções: Junte seus pés e fique em pé sem se apoiar.

() 4 capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com segurança () 3 capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com supervisão () 2 capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 30 segundos () 1 necessita de ajuda para posicionar-se, mas é capaz de permanecer com os pés juntos durante 15 segundos () 0 necessita de ajuda para posicionar-se e é incapaz de permanecer nessa posição por 15 segundos

8. Alcançar a frente com o braço estendido permanecendo em pé

Instruções: Levante o braço a 90°. Estique os dedos e tente alcançar a frente o mais longe possível. (O examinador posiciona a régua no fim da ponta dos dedos quando o braço estiver a 90°. Ao serem esticados para frente, os dedos não devem tocar a régua. A medida a ser registrada é a distância que os dedos conseguem alcançar quando o paciente se inclina para frente o máximo que ele consegue. Quando possível, peça ao paciente para usar ambos os braços para evitar rotação do tronco).

() 4 pode avançar à frente mais que 25 cm com segurança () 3 pode avançar à frente mais que 12,5 cm com segurança () 2 pode avançar à frente mais que 5 cm com segurança () 1 pode avançar à frente, mas necessita de supervisão () 0 perde o equilíbrio na tentativa, ou necessita de apoio externo

9. Pegar um objeto do chão a partir de uma posição em pé

Instruções: Pegue o sapato/chinelo que está na frente dos seus pés.

() 4 capaz de pegar o chinelo com facilidade e segurança () 3 capaz de pegar o chinelo, mas necessita de supervisão () 2 incapaz de pegá-lo, mas se estica até ficar a 2-5 cm do chinelo e mantém o equilíbrio independentemente () 1 incapaz de pegá-lo, necessitando de supervisão enquanto está tentando () 0 incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

10. Virar-se e olhar para trás por cima dos ombros direito e esquerdo enquanto permanece em pé

Instruções: Vire-se para olhar diretamente atrás de você por cima do seu ombro esquerdo sem tirar os pés do chão. Faça o mesmo por cima do ombro direito.

(O examinador poderá pegar um objeto e posicioná-lo diretamente atrás do paciente para estimular o movimento)

() 4 olha para trás de ambos os lados com uma boa distribuição do peso () 3 olha para trás somente de um lado, o lado contrário demonstra menor distribuição do peso () 2 vira somente para os lados, mas mantém o equilíbrio () 1 necessita de supervisão para virar () 0 necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

11. Girar 360 graus

Instruções: Gire-se completamente ao redor de si mesmo. Pausa. Gire-se completamente ao redor de si mesmo em sentido contrário.

() 4 capaz de girar 360 graus com segurança em 4 segundos ou menos () 3 capaz de girar 360 graus com segurança somente para um lado em 4 segundos ou menos () 2 capaz de girar 360 graus com segurança, mas lentamente () 1 necessita de supervisão próxima ou orientações verbais () 0 necessita de ajuda enquanto gira

12. Posicionar os pés alternadamente no degrau ou banquinho enquanto permanece em pé sem apoio

Instruções: Toque cada pé alternadamente no degrau/banquinho. Continue até que cada pé tenha tocado o degrau/banquinho quatro vezes.

() 4 capaz de permanecer em pé independentemente e com segurança, completando 8 movimentos em 20 segundos () 3 capaz de permanecer em pé independentemente e completar 8 movimentos em mais que 20 segundos () 2 capaz de completar 4 movimentos sem ajuda () 1 capaz de completar mais que 2 movimentos com o mínimo de ajuda () 0 incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair

13. Permanecer em pé sem apoio com um pé à frente

Instruções: (demonstre para o paciente) Coloque um pé diretamente à frente do outro na mesma linha; se você achar que não irá conseguir, coloque o pé um pouco mais à frente do outro pé e levemente para o lado.

() 4 capaz de colocar um pé imediatamente à frente do outro, independentemente, e permanecer por 30 segundos () 3 capaz de colocar um pé um pouco mais à frente do outro e levemente para o lado, independentemente, e permanecer por 30 segundos () 2 capaz de dar um pequeno passo, independentemente, e permanecer por 30 segundos () 1 necessita de ajuda para dar o passo, porém permanece por 15 segundos () 0 perde o equilíbrio ao tentar dar um passo ou ficar de pé

14. Permanecer em pé sobre uma perna Instruções: Fique em pé sobre uma perna o máximo que você puder sem se segurar.

() 4 capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por mais que 10 segundos () 3 capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por 5-10 segundos () 2 capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por mais que 3 segundos () 1 tenta levantar uma perna, mas é incapaz de permanecer por 3 segundos, embora permaneça em pé independentemente () 0 incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair

RESULTADO:

() Escore total (Máximo = 56)

Anexo 2 – Comitê de Ética e Pesquisa da UFMG (CEP)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do uso da estimulação vestibular galvânica no tratamento da instabilidade postural e na melhora cognitiva na doença de Parkinson

Pesquisador: Denise Utsch Gonçalves

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 28850619.9.0000.5149

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.134.003

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo clínico, randomizado, de corte prospectivo cuja intervenção no grupo experimental será a realização do estimulação vestibular galvânica (EVG) como proposta de tratamento para a instabilidade postural e para melhorar o estado cognitivo e humor. O numero proposto de 60 indivíduos com doença de Parkinson e instabilidade, sendo 30 indivíduos que serão submetidos à EVG (grupo experimental), G2 - 30 indivíduos que não serão submetidos à EVG (grupo controle).

Objetivo da Pesquisa:

Avallar o uso da EVG no tratamento da instabilidade postural e das alterações cognitivas causadas pela doença de parkinson.

Avaiiação dos Riscos e Benefícios:

Quanto aos riscos:1.A estimulação galvânica é um "choque elétrico fraco" usado regularmente em algumas áreas da saúde e sua segurança está bem comprovada. Esse estímulo elétrico tem voltagem muito baixa (2 miliamperes) com duração de cerca de ½ segundo que é repetido várias vezes durante 5 minutos. Durante o estímulo, existe o risco de você sentir um leve formigamento no couro cabeludo e um desequilíbrio passageiro. Após o término da estimulação, você pode ficar um pouco enjoado por causa da estimulação do labirinto pelo choque elétrico, mas isso não é uma queixa comum.quanto

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos,6627 2ª Ad SI 2005

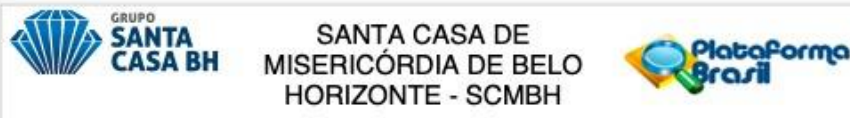
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3403-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Anexo 3 – Comitê de Ética e Pesquisa da Santa Casa (CEP)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Elaborado pela Instituição Coparticipante

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do uso da estimulação vestibular galvânica no tratamento da instabilidade postural e na melhora cognitiva na doença de Parkinson

Pesquisador: Denise Utsch Gonçalves

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 28850619.9.3001.5138

Instituição Proponente: SANTA CASA DE MISERICORDIA DE BELO HORIZONTE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.165.733

Apresentação do Projeto:

Resumo: A Doença de Parkinson (DP) é o distúrbio motor mais comum associado à doença dos núcleos da base e interfere tanto nos movimentos voluntários como nos automáticos. Na DP, a instabilidade postural e as alterações cognitivas são frequentes, assim como os quadros depressivos. Além disso, pode associar-se um comprometimento auditivo que dificulta a interação social e pode predispor para depressão e demência. Enfim, alterações do humor, da cognição, do equilíbrio e da percepção do mundo ao redor são manifestações da DP tão incapacitantes quanto a rigidez e o tremor. A estimulação vestibular galvânica (EVG) tem se mostrado como uma estratégia útil para o diagnóstico de mielopatias motoras e para o tratamento de instabilidade postural. Possivelmente, a EVG pode auxiliar no tratamento da DP.

Introdução: A Doença de Parkinson (DP) é o distúrbio motor mais comum associado à doença dos núcleos da base e interfere tanto nos movimentos voluntários como nos automáticos¹. Sua incidência ocorre em todos os países, grupos étnicos e classes sócio econômicas, com distribuição igual entre os sexos, baixa prevalência antes dos 50 anos de idade, ocupando a segunda posição entre as doenças neurodegenerativas mais comuns, perdendo apenas para a doença de Alzheimer. Na DP, a instabilidade postural e as alterações cognitivas são frequentes, assim como os quadros depressivos, esses com taxa de prevalência entre 20 e 50%. Essas alterações revestem-se de grande importância na medida em que se associam à dependência funcional e ao aumento da

Endereço: Rua Álvares Maciel 611
Bairro: Santa Elgênia **CEP:** 30.150-240
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3238-8933 **Fax:** (31)3238-8933 **E-mail:** comitedeetica@santacasabh.org.br

APÊNDICE

Apêndice 1 – Artigo submetido para a revista *Frontiers in Neuro-Otology*



Galvanic vestibular stimulation in the rehabilitation of postural instability in Parkinson's disease

ANNA PAULA BATISTA DE ÁVILA PIRES¹, Ludimila Labanca¹, Paulo P. Christo¹, Maurício C. Tavares², Jordana C. Barroso¹, Maria Luiza Diniz¹, Denise Utsch Gonçalves^{1*}

¹Federal University of Minas Gerais, Brazil, ²Brazilian National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), Brazil

Submitted to Journal:
Frontiers in Neurology

Specialty Section:
Neuro-Otology

Article type:
Original Research Article

Manuscript ID:
1306017

Received on:
03 Oct 2023

Journal website link:
www.frontiersin.org

Scope Statement

Galvanic vestibular stimulation (GVS) is a noninvasive electric stimulation method for the vestibular system that has been used as either a diagnostic or a vestibular rehabilitation tool. Many publications in the international literature address GVS applicability. Our research group has been using GVS to diagnose and to rehabilitate peripheral and central vestibulopathies with promising results. The methodology presented in this study is innovative and of interest for the professional practice of vestibular rehabilitation, particularly to audiologists and neuro-otologists. This study aimed to assess the impact of GVS on postural balance of individuals with Parkinson's disease (PD). The participants were 25 individuals with PD in ON phase and postural instability that had their postural balance blindly assessed before and after the GVS. They were evaluated using the Berg Balance Scale (BBS), Time Up and Go test (TUG), and posturography. The improvements were evident in BBS ($p=0.00001$) and TUG ($p=0.00003$) scores. In the posturography, an increase in the stability limit area ($p=0.026$) and the general balance index ($p=0.001$) was observed. No participant had any complaint or side effect associated with the intervention. The results indicate that GVS was a method safe and useful to improve postural balance.

Conflict of interest statement

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest

CRedit Author Statement

ANNA PAULA BATISTA DE ÁVILA PIRES: Formal Analysis, Investigation, Methodology, Writing - original draft, Writing - review & editing. **Denise Utsch Gonçalves:** Conceptualization, Data curation, Formal Analysis, Funding acquisition, Investigation, Methodology, Project administration, Resources, Supervision, Validation, Visualization, Writing - original draft, Writing - review & editing. **Jordana Carvalhais Barroso:** Investigation, Writing - review & editing. **Ludimila Labanca:** Conceptualization, Data curation, Formal Analysis, Investigation, Methodology, Project administration, Supervision, Validation, Visualization, Writing - review & editing. **Maria Luiza Diniz:** Investigation, Writing - review & editing. **Maurício Campelo Tavares:** Funding acquisition, Software, Visualization, Writing - review & editing. **Paulo Pereira Christo:** Supervision, Writing - review & editing.

Keywords

Parkinson's disease, neurodegenerative disease, Postural Balance, Electric Stimulation, Rehabilitation

Abstract

Word count: 272

Background: Postural instability associated with Parkinson's disease (PD) has been associated with limited response to dopaminergic therapy. Galvanic Vestibular Stimulation (GVS) is a non-invasive and low-cost method that has been used to rehabilitate body balance through short-term electrical stimulation and low current in the mastoid bones creating a dipole that stimulates the vestibulospinal tract. The objective was to evaluate the balance response to GVS in patients with PD and postural instability. **Methods:** As part of a before and after comparison study, 25 patients with PD and postural instability in the ON phase were submitted to GVS and were evaluated using the Berg Balance Scale (BBS), Time Up and Go test (TUG), and posturography testing on a force platform. The intensity of the electrical current between the mastoids was increased gradually from 1.0 milliamps (mA) to 3.5 mA until the 6th session and held until the 8th session. Stimulation time was progressively increased from 9 minutes in the 1st session to 30 minutes in the 3rd session and kept until the 8th session. **Results:** In a blindly comparison of the evaluations before and after GVS, the results showed improvement in BBS ($p=0.00001$) and in TUG ($p=0.00003$) scores. In the posturography, an increase in the stability limit area ($p=0.026$) and in the general balance index ($p=0.001$) was observed. **Discussion:** In the current therapeutic context of managing postural instability associated with PD, GVS was shown to be an attractive complementary strategy to improve balance, considering its safety, possibility of home use and easy learning to handle the technique. It remains to be assessed whether the balance gain is maintained after the interruption of GVS.

Funding statement

The author(s) declare that no financial support was received for the research, authorship, and/or publication of this article.

Ethics statements**Studies involving animal subjects**

Generated Statement: No animal studies are presented in this manuscript.

Studies involving human subjects

Generated Statement: The studies involving humans were approved by Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (CAAE: 28850619.9.0000.5149) and Comitê de Ética em Pesquisa da Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte (CAAE: 28850619.9.3001.5138). The studies were conducted in accordance with the local legislation and institutional requirements. The participants provided their written informed consent to participate in this study.

Inclusion of identifiable human data

Generated Statement: Written informed consent was obtained from the individual(s) for the publication of any potentially identifiable images or data included in this article.

In review



Galvanic vestibular stimulation in the rehabilitation of postural instability in Parkinson's disease

Anna Paula Batista de Ávila Pires^{1,2}, Ludimila Labanca^{1,3}, Paulo Pereira Christo^{4,5}, Maurício Campelo Tavares⁶, Jordana Carvalhais Barroso¹, Maria Luiza Diniz¹, Denise Utsch Gonçalves^{1,2*}

1. Postgraduate Program in Speech-Language-Hearing Sciences, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil

2. Medical School, Department of Otorhinolaryngology, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil

3. Medical School, Department of Speech-Language-Hearing Sciences, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil

4. Medical School, Department of Medical Clinic, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil

5. Postgraduate Program in Medicine/Biomedicine, Santa Casa, Teaching and Research Institute, Belo Horizonte, Brazil

6. Scholar in Technological Development and Innovative Extension, Brazilian National Council for Scientific and Technological Development, Brazil

*Corresponding Author:

Denise Utsch Gonçalves

deniseg@medicina.ufmg.br

Keywords: : Parkinson's disease; Neurodegenerative disease; Postural balance; Electric stimulation; Rehabilitation.

Abstract

Background: Postural instability associated with Parkinson's disease (PD) has been associated with limited response to dopaminergic therapy. Galvanic Vestibular Stimulation (GVS) is a non-invasive and low-cost method that has been used to rehabilitate body balance through short-term electrical stimulation and low current in the mastoid bones creating a dipole that stimulates the vestibulospinal tract. The objective was to evaluate the balance response to GVS in patients with PD and postural instability. **Methods:** As part of a before and after comparison study, 25 patients with PD and postural instability in the ON phase were submitted to GVS and were evaluated using the Berg Balance Scale (BBS), Time Up and Go test (TUG), and posturography testing on a force platform. The intensity of the electrical current between the mastoids was increased gradually from 1.0 milliamps (mA) to 3.5 mA until the 6th session and held until the 8th session. Stimulation time was progressively increased from 9 minutes in the 1st session to 30 minutes in the 3rd session and kept until the 8th session. **Results:** In a blindly comparison of the evaluations before and after GVS, the results showed improvement in BBS ($p=0.00001$) and in TUG ($p=0.00003$) scores. In the posturography, an increase in the stability limit area ($p=0.026$) and in the general balance index ($p=0.001$) was observed. **Discussion:** In the current therapeutic context of managing postural instability associated with PD, GVS was shown to be an attractive complementary strategy to improve balance, considering its safety, possibility of home use and easy learning to handle the technique. It remains to be assessed whether the balance gain is maintained after the interruption of GVS.

Introduction

Postural instability is a clinical motor manifestation with usually late onset in the progress of Parkinson's disease (PD) (1–3). Bradykinesia, tremor at rest, and muscle stiffness, the cardinal symptoms that define the beginning of the motor phase, can improve with dopaminergic therapy. In contrast, postural instability does not respond as well (1,4) and is the main responsible for falls in PD (4,5).

Vestibular system dysfunction is intrinsically related to postural instability in PD (6–9). In addition to vestibular nuclei's important role in maintaining body balance, they are also closely related to basal ganglia through the vestibular-thalamic-striatal pathway, which is affected by PD (9,10). The pedunculopontine nucleus, compromised in PD patients (9,13), is related to locomotion and balance as it increases the input of cholinergic stimuli to the thalamus (11,12), which modulates body balance (12,13). Thus, the indirect involvement of the vestibular system and the consequent changes in efferent vestibular reflexes may be considered an integral part of the physiopathology of postural instability in PD. Treatments that help improve postural instability in PD positively impact the quality of life and reduce the number of falls, the main responsible for PD patient hospitalization (14).

Transcranial magnetic stimulation (TMS) and deep brain stimulation (DBS) are two therapeutic interventions helpful to improve motor manifestations in later PD phases, with variable results in postural instability. TMS had positive results in treating motor changes associated with PD and mood changes (15,16), while DBS treats motor manifestations in patients who no longer respond to levodopa and whose cognition and mood are intact (17–19). Bradykinesia, stiffness, and tremors are satisfactorily controlled in both treatments, while postural instability has limited responses (16–19).

Galvanic vestibular stimulation (GVS) is a noninvasive method to stimulate the vestibular system, including vestibular sensors, neural pathways, vestibular nuclei, and cortical areas that receive integrated vestibular input. It involves the modulation of vestibular afferents by polarizing vestibular nuclei – i.e., accumulating positive (cathode) and negative (anode) electrical charges in different regions, creating a dipole. This process activates the semicircular canals, otolithic organs, and adjacent vestibular nerves (20), thus modulating posture and the relationship between balance, oculomotor responses, and spatial orientation (21).

In GVS, surface electrodes are fixed on the mastoids (cathode on one mastoid and anode on the other), applying electrical stimulus with low-intensity pulsating direct current (20). This electrical dipole stimulates vestibular afferents on one side with simultaneous contralateral inhibition. The rapid alternation in the electrical dipole modulates the cortical projections of the vestibular cortex to better postural responses, which is considered a vestibular rehabilitation process (9,22–25). Although GVS stimulators are essentially alike, changes in body perception, movements, and spatial localization produced by GVS depend on the stimulation wave, polarity, intensity, duration, time, and frequency configuration (26).

Changes in the vestibular cathode and anode input and vice-versa strongly influence posture (27–29) and foot balance (30). Besides its role in postural control, the vestibular system involves some cognitive functions and emotional processing (31,32). Some studies have revealed a modulating effect of vestibular stimulation on mood status, emotional control, and anxiety level (33–35).

GVS has been currently used as a resource to diagnose and rehabilitate vestibular disorders. In diagnosis, GVS has been used in the electrophysiological assessment of the vestibulospinal pathway (36–47). In rehabilitation, GVS has been used in peripheral vestibular diseases such as vestibular neuritis (39), Ménière's disease (39), bilateral vestibulopathies (48–50), vestibular schwannoma (40); in central diseases, GVS has been used in PD (51–56), central ischemic lesions (57) and motor myelopathies (58). GVS is also applied to anxiety disorders (59) and to improve cognition (60) and

memory (61). Research on the use of GVS in clinical practice has been advancing thanks to its favorable characteristics, such as objectivity, safety, ease of use, low cost, quickness, and minimum discomfort to the patient (62).

Recent studies point to the likely GVS clinical applicability in PD as a noninvasive method to neuromodulate body balance. A systematic review and posterior meta-analysis selected five studies that assessed the GVS use to improve postural instability in PD (51,53,54,63,64). These patients' postural instability improved with GVS, although the evidence was weak due to the low statistical power, heterogeneous stimulation patterns, and flawed group randomization methods (65).

The present study assessed GVS the applicability to postural instability in PD with blind intragroup control before and after stimulation.

Material and Methods

This is an intragroup before and after comparative study about evaluation of body balance in patients with PD and postural instability submitted to GVS. They were followed up at a PD reference center, and the PD dopaminergic medications had remained the same for 30 days before GVS. The tests and GVS were performed in the "on" phase of the dopaminergic medication.

Patients met the following criteria to diagnose postural instability: 1) Timed up and go test (TUG) greater than or equal to 15 seconds; 2) score lower than or equal to 49 points on the Berg Balance Scale (BBS); 3) two or more falls in the previous year. The exclusion criteria were as follows: 1) having recurrent vertigo episodes, a single vertigo episode lasting more than 30 minutes, or a history of previously diagnosed vestibular disease; 2) having a history of myelitis or stroke; 3) having immobility syndrome (using a wheelchair or walking aid device); 4) using a pacemaker or any device that may be affected by GVS; 5) having orthopedic or neurological comorbidities that affect body balance.

TUG, BBS, and force platform posturography were performed before and after GVS by the same examiner, and the test results were analyzed by a second examiner who did not know whether they were from before or after the intervention.

TUG quantifies functional mobility in seconds, recording the time the individual takes to stand up from a chair, walk 3 meters, turn, walk back to the chair, and sit again. Times equal to or higher than 15 seconds were considered abnormal. The cutoff point was based on a study that compared TUG performance between clinically stable PD patients in the "on" phase of the medication and individuals without PD, matched for age and height (66).

BBS assesses the perception of functional independence in activities of daily living. Scores between 0 and 20 points refer to patients who use wheelchairs continually; between 21 and 40 points to individuals who need gait assistance; and 41 or more points to independent individuals; the maximum score is 56. Hence, lower scores and greater disease severity are correlated with a greater risk of falls (67,68). The cutoff points were based on the study that validated the use of the Brazilian BBS version in PD patients. Values lower than or equal to 49 points are associated with a more advanced stage of the disease and a greater risk of falls (67).

Posturography performed on a force platform (HORUS - Contronic®, Brazil) objectively assesses the representativity of visual, somatosensory, and vestibular stimuli on body balance. Participants were assessed on the anteroposterior (AP) and mediolateral (ML) displacement planes regarding body movement. The stability limit was assessed by asking participants to displace their bodies as much as possible in the anteroposterior and lateral directions with the ankle strategy, not using the trunk strategy or foot movement. Then, they underwent sensory organization tests on the platform in the following conditions: 1) eyes open with a fixed target on a stable surface; 2) eyes closed on a stable surface (Romberg); 3) eyes open with visual conflict on a stable surface (optokinetic training with words); 4) eyes open with a fixed target on an unstable surface (cushion); 5) eyes closed on an

unstable surface; and 6) eyes open with visual conflict on an unstable surface (69). Sensory organization tests furnish quantitative data on visual, proprioceptive, and labyrinth functioning on body balance control (70). Body movements with each stimulation were measured at intervals of at least 30 seconds, at most 1 minute, and preferably 45 seconds. The following parameters were measured: stability limit area (SLA); 95% confidence ellipse (CE); path length (PL); total mean velocity (TMV); somatosensory balance index; visual balance index; vestibular balance index; and general balance index.

SLA is the maximum limit of body displacement in the anteroposterior and mediolateral directions with the ankle strategy, without using the trunk strategy or foot movement. CE is the area that encompasses 95% of the points of the person's center of pressure on the force platform during the tests. The lower the CE, the smaller the person's body displacement, indicating greater body stability. PL is the total length of the path from the person's center of pressure during the tests. TMV is the path length from the center of pressure over the force platform divided by the measurement time. The lower the PL and TMV, the greater the person's stability during the tests. The general balance index represents the participation of the visual, vestibular, and somatosensory systems, not giving priority to any of them. The vestibular, visual, and somatosensory systems indices emphasize the values obtained in the tests in which each system predominates. All data were automatically entered by the equipment software (71).

GVS (Contronic®, Brazil) used self-adhesive, disposable circular surface electrodes measuring 3 cm in diameter (Valutrode – model CF3200), fixed on both mastoid processes. They provide binaural and bipolar stimulation generated by a constant-current stimulator with a rectangular single-phase direct current whose intensity ranges from 1 to 3.5 mA. The stimulation time gradually increased from 1 to 2 min, and the repetition cycles ranged from 3 to 5 times. The intervention began with the lowest current, shorter stimulation time, and fewest repetitions, which gradually increased throughout the treatment, according to the patient's tolerance. The participants underwent GVS weekly for eight weeks. During GVS, they were instructed to sit on a chair, remove their shoes and any objects that might be good electrical conductors, and keep their eyes closed (Figure 1). The stimulation protocol used in this study is described in Table 1.

The statistical analysis was conducted using the *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), version 23. The continuous variables were presented using measures of central tendency and variability. the categorical variables were presented using measures of frequency. The analysis of the distribution of continuous variables was carried out using the Shapiro wilk test. To compare the study variables before and after EVG, the Wilcoxon test was used. The adopted level of significance was 5% ($p \leq 0.05$).

Results

The study had 25 participating patients – 17 (68%) men – with a mean age of 68 (SD = 10) years. The mean time of postural instability onset in PD was 9 (SD = 3) years, ranging from 5 to 16 years, with a median of 9 (quartiles 1/3 = 7/10) years.

BBS and TUG results before and after the intervention are described in Figure 2. Both BBS scores and TUG times improved after GVS. The results of the objective stability limit assessment on a force platform before and after the intervention are described in Figure 3. SLA increased after GVS, which suggests improved postural balance. The results of the balance index, visual index, vestibular index, and somatosensory index are described in Table 2. The overall balance, vestibular, and visual indexes increased after GVS. Database is available as a supplementary material in Table 3.

Discussion

Recent studies have considered the clinical applicability of GVS as a noninvasive method to neuromodulate body balance in PD (51,53,54,63,64). A systematic review and posterior meta-analysis selected the studies that assessed using GVS to improve postural instability in PD (51,53,54,63,64). The studies showed that GVS improved postural stability, although the evidence needed to be more robust due to the low statistical power, heterogeneous stimulation patterns, and flawed group randomization methods (65).

In the present analysis, postural instability began at a mean of 9 years after PD onset, confirming that this clinical manifestation begins late in the progress of the disease (2,3). Based on BBS, participants reported greater easiness and confidence in doing activities of daily living after the GVS sessions. Also, the TUG time decreased after the stimulation sessions (Figure 2), becoming similar to the time spent by individuals without PD (66).

The static posturography showed an improved stability limit after the GVS sessions (Figure 3) and improved overall balance (Table 2). The greater representativity of the vestibular index after the stimulation was mainly responsible for the improved balance index. Compared with the visual, proprioceptive, and vestibular functions, the somatosensory one made a minor contribution (Table 2). Accordingly, GVS aims mainly at the vestibular afferents (23,24). The vestibular system participates in the efferent pathway of vision stabilization during head movements through the vestibular-ocular reflex. Likewise, the visual index significantly contributed to improving the overall balance index, which can be justified by the greater engagement of the vestibular-ocular reflex in GVS.

Comparing GVS with other transcranial stimulation methods to treat PD, TMS stimulates motor areas in the brain cortex related to gait. Even though it is a noninvasive, low-cost method that poses little risk of side effects (e.g., headache, heartburn, tingling, and itching), TMS has heterogeneous results of stimulating areas related to postural stability. New protocols using TMS are needed to reach more systematic conclusions regarding the role of TMS in improving postural instability (16).

DBS is another transcranial stimulation method that appeared as an alternative to treat motor symptoms that do not respond satisfactorily to levodopa (18). It involves a minimally invasive reversible surgical procedure, though expensive and prone to side effects and complications – mainly infections (5.1%) and symptomatic intracranial hemorrhage (1.6%). Side effects unrelated to the surgical procedure include weight gain (36%) due to compulsion behavioral changes, speech difficulties (20%), memory changes, cognitive impairment, and other behavioral changes such as mania, depression, and apathy (72). Bradykinesia, stiffness, and tremor are satisfactorily controlled in the long run, whereas postural instability has a variable response (17,19,72).

GVS is an alternative to improve postural instability through stimulation via the vestibular-thalamic-striatal system of cholinergic areas related to postural instability in PD (11). The important contribution of the increased vestibular index to the overall balance after GVS suggests a vital role of the vestibular pathways in improving postural instability in PD. GVS is an alternative to stimulate neuronal pathways related to balance. It is a safe, inexpensive, easily applied method with few transitory adverse effects related to the moment of stimulation. The main complaints are mild itching and tingling on the stimulation site, described by about 10% of the patients (62). In the present study, the participants did not report any discomfort.

The limitations of this study have to be considered. The response to GVS was assessed without a comparison to a placebo group – the study had an intragroup control before and after the stimulation. The sample size consisted of 25 participants, and all had a before and after comparison. A recent meta-analysis of GVS in PD included five studies whose sample sizes ranged from 5 to 13 PD patients (65). The selection of the participants was not randomized. All patients who attended the reference center for routine treatment and met the inclusion criteria were invited to participate in the study. There may have been a selection bias of proactive individuals with fewer comorbidities, such

as mood disorders. The exclusion of individuals who needed walking aid devices was also a limitation. Static posturography, one of the study analysis parameters, depends on an upright posture. These limitations may have helped select a sample of patients in better balance conditions. However, despite these biases, all participants reported instability, which improved after the intervention, according to the blind analysis. Given the importance of improving balance in a phase of life in which PD patients are still functional, the study results were quite favorable as it subjectively and objectively improved body balance. It is important to know whether the gain in body balance is maintained after the interruption of GVS. More studies are necessary to answer this question.

GVS was shown to be a valuable tool to improve postural instability in PD patients. Hence, GVS is a safe method that can decrease the number of falls and morbimortality and improve PD patients' functioning and quality of life.

References

1. Marsili L, Rizzo G, Colosimo C. Diagnostic criteria for Parkinson's disease: From James Parkinson to the concept of prodromal disease. *Front Neurol* (2018) 9:156. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00156>
2. Fall PA, Saleh A, Fredrickson M, Olsson JE, Granérus AK. Survival time, mortality, and cause of death in elderly patients with Parkinson's disease: A 9-year follow-up. *Mov Disord* (2003) 18(11):1312-6. DOI: <https://doi.org/10.1002/mds.10537>
3. Hely MA, Morris JGL, Reid WGJ, Trafficante R. Sydney Multicenter Study of Parkinson's disease: Non-L-dopa-responsive problems dominate at 15 years. *Mov Disord* (2005) 20(2):190-9. DOI: <https://doi.org/10.1002/mds.20324>
4. Hely MA, Reid WGJ, Adena MA, Halliday GM, Morris JGL. The Sydney Multicenter Study of Parkinson's disease: The inevitability of dementia at 20 years. *Mov Disord* (2008) 23(6):837-44. DOI: <https://doi.org/10.1002/mds.21956>
5. Boonstra TA, Kooij H, Munneke M, Bloem BR. Gait disorders and balance disturbances in Parkinson's disease: clinical update and pathophysiology. *Curr Opin Neurol* (2008) 21(4):461-71. DOI: 10.1097/WCO.0b013e328305bdaf
6. Pastor MA, Day BL, Marsden CD. Vestibular induced postural responses in Parkinson's disease. *Brain* (1993) 116(5):1177-90. DOI: <https://doi.org/10.1093/brain/116.5.1177>
7. Bohnen NI, Kanel P, Zhou Z, Koeppe RA, Frey KA, Dauer WT et al. Cholinergic system changes of falls and freezing of gait in Parkinson's disease. *Ann Neurol* (2019) 85(4):538-49. DOI: <https://doi.org/10.1002/ana.25430>
8. Aravamuthan BR, Angelaki DE. Vestibular responses in the macaque pedunculopontine nucleus and central mesencephalic reticular formation. *Neuroscience* (2012) 223:183-99. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2012.07.054>
9. Cronin T, Arshad Q, Seemungal BM. Vestibular deficits in neurodegenerative disorders: Balance, dizziness, and spatial disorientation. *Front Neurol* (2017) 8:538. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00538>
10. Lai H, Tsumori T, Shiroyama T, Yokota S, Nakano K, Yasui Y. Morphological evidence for a vestibulo-thalamo-striatal pathway via the parafascicular nucleus in the rat. *Brain Res* (2000) 872:208-14. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0006-8993\(00\)02457-4](https://doi.org/10.1016/S0006-8993(00)02457-4)
11. Inagaki HK, Chen S, Ridder MC, Sah P, Li N, Yang Z et al. A midbrain-thalamus-cortex circuit reorganizes cortical dynamics to initiate movement. *Cell* (2022) 185(6):1065-81. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2022.02.006>

12. Müller MLTM, Albin RL, Kotagal V, Koeppe RA, Scott PJH, Frey KA et al. Thalamic cholinergic innervation and postural sensory integration function in Parkinson's disease. *Brain* (2013) 136(11):3282-9. DOI: <https://doi.org/10.1093/brain/awt247>
13. Bohnen NI, Müller MLTM, Koeppe RA, Studenski SA, Kilbourn MA, Frey KA et al. History of falls in Parkinson disease is associated with reduced cholinergic activity. *Neurology* (2009) 73:1670-6. DOI: <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181c1ded6>
14. Martignoni E, Godi L, Citterio A, Zangaglia R, Riboldazzi G, Calandrella D et al. Comorbid disorders and hospitalisation in Parkinson's disease: A prospective study. *Neurol Sci* (2004) 25(2):66-71. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10072-004-0232-5>
15. Helmich RC, Siebner HR, Bakker M, Münchau A, Bloem BR. Repetitive transcranial magnetic stimulation to improve mood and motor function in Parkinson's disease. *J Neurol Sci* (2006) 248(1-2):84-96. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jns.2006.05.009>
16. Pol F, Salehinejad MA, Baharlouei H, Nitsche MA. The effects of transcranial direct current stimulation on gait in patients with Parkinson's disease: a systematic review. *Transl Neurodegener* (2021) 10(1):1-19. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40035-021-00245-2>
17. Ramirez-Zamora A, Ostrem JL. Globus pallidus interna or subthalamic nucleus deep brain stimulation for Parkinson disease a review. *JAMA Neurol* (2018) 75(3):367-72. DOI: [doi:10.1001/jamaneurol.2017.4321](https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2017.4321)
18. Zitman FMP, Janssen A, Gaag NA, Hoffmann CFE, Zutt R, Contarino MF. The actual use of directional steering and shorter pulse width in selected patients undergoing deep brain stimulation. *Parkinsonism Relat Disord* (2021) 93:58-61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2021.11.009>
19. Okun MS. Deep-Brain Stimulation for Parkinson's Disease. *N Engl J Med* (2012) 367(16):1529-38. DOI: [10.1056/NEJMct1208070](https://doi.org/10.1056/NEJMct1208070)
20. Pan W, Soma R, Kwak S, Yamamoto Y. Improvement of motor functions by noisy vestibular stimulation in central neurodegenerative disorders. *J Neurol* (2008) 255(11):1657-61. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00415-008-0950-3>
21. Moore ST, MacDougall HG, Peters BT, Bloomberg JJ, Curthoys IS, Cohen HS. Modeling locomotor dysfunction following spaceflight with galvanic vestibular stimulation. *Exp Brain Res* (2006) 174(4):647-59. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00221-006-0528-1>
22. Liechti M, Müller R, Lam T, Curt A. Vestibulospinal responses in motor incomplete spinal cord injury. *Clin Neurophysiol* (2008) 119(12):2804-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.05.033>
23. Utz KS, Dimova V, Oppenländer K, Kerkhoff G. Electrified minds: Transcranial direct current stimulation (tDCS) and galvanic vestibular stimulation (GVS) as methods of non-invasive brain stimulation in neuropsychology-A review of current data and future implications. *Neuropsychologia* (2010) 48(10):2789-810. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.06.002>
24. Balter SGT, Stokroos RJ, Eterman RMA, Paredis SAB, Orbons J, Kingma H. Habituation to galvanic vestibular stimulation. *Acta Otolaryngol* (2004) 124(8):941-5. DOI: <https://doi.org/10.1080/00016480410017350>
25. Iwasaki S, Yamamoto Y, Togo F, Kinoshita M, Yoshifuji Y, Fujimoto C. Noisy vestibular stimulation improves body balance in bilateral vestibulopathy. *Neurology* (2014) 82(11):969-75. DOI: [10.1212/WNL.0000000000000215](https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000000215)
26. Fitzpatrick RC, Day BL. Probing the human vestibular system with galvanic stimulation. *J Appl Physiol* (2004) 96(6):2301-16. DOI: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00008.2004>
27. Kataoka H, Okada Y, Kiriya T, Kita Y, Nakamura J, Shomoto K et al. Effect of galvanic vestibular stimulation on axial symptoms in Parkinson's disease. *J Cent Nerv Syst Dis* (2022) 14:117957352210815. DOI: <https://doi.org/10.1177/11795735221081599>

28. Vitale C, Marcelli V, Furia T, Santangelo G, Cozzolino A, Longo K et al. Vestibular impairment and adaptive postural imbalance in Parkinsonian patients with lateral trunk flexion. *Mov Disord* (2011) 26(8):1458-63. DOI: <https://doi.org/10.1002/mds.23657>
29. Micheli F, Cersósimo MG, Piedimonte F. Camptocormia in a patient with Parkinson disease: Beneficial effects of pallidal deep brain stimulation: Case report. *J Neurosurg* (2005) 103(6):1081-3. DOI: <https://doi.org/10.3171/jns.2005.103.6.1081>
30. Tax CMW, Bom AP, Taylor RL, Todd N, Cho KKJ, Fitzpatrick RC et al. The galvanic whole-body sway response in health and disease. *Clin Neurophysiol* (2013) 124(10):2036-45. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2012.12.041>
31. MacDowell SG, Wellons R, Bissell A, Knecht L, Naquin C, Karpinski A. The impact of symptoms of anxiety and depression on subjective and objective outcome measures in individuals with vestibular disorders. *J Vestib Res* (2018) 27(5-6):295-303. DOI: 10.3233/VES-170627
32. Lopez C. The vestibular system: Balancing more than just the body. *Curr Opin Neurol* (2016) 29(1):74-83. DOI: 10.1097/WCO.0000000000000286
33. Kumar SS, Rajagopalan A, Mukkadan JK. Vestibular stimulation for stress management in students. *J Clin Diagn Res* (2016) 10(2):CC27-31. DOI: <https://doi.org/10.7860%2FJCDR%2F2016%2F17607.7299>
34. Blini E, Tilikete C, Farnè A, Hadj-Bouziane F. Probing the role of the vestibular system in motivation and reward-based attention. *Cortex* (2018) 103:82-99. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.02.009>
35. Winter L, Kruger THC, Laurens J, Engler H, Schedlowski M, Straumann D et al. Vestibular stimulation on a motion-simulator impacts on mood states. *Front Psychol* (2012) 3:499. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00499>
36. Cunha L, Labanca L, Carneiro-Proietti ABF, Carvalho LN, Fernandes DR, Starling ALB et al. Contribution of galvanic vestibular stimulation for the diagnosis of HAM/TSP. *Retrovirology* (2014) 11(S1):P27. DOI: <https://doi.org/10.1186/1742-4690-11-S1-P27>
37. Caporali JFM, Labanca L, Florentino KR, Souza BO, Gonçalves DU. Intrarater and interrater agreement and reliability of vestibular evoked myogenic potential triggered by galvanic vestibular stimulation (galvanic-VEMP) for HTLV-1 associated myelopathy testing. *PLoS One* (2018) 13(9): e0204449. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204449>
38. Labanca L, Caporali JFM, Carvalho SAS, Lambertucci JR, Carneiro-Proietti ABF, Romanelli LCF et al. Vestibular-evoked myogenic potential triggered by galvanic vestibular stimulation may reveal subclinical alterations in human T-cell lymphotropic virus type 1-associated myelopathy. *PLoS One* (2018) 13(7): e0200536. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200536>
39. Vailleau B, Qu'hen C, Vidal PP, Waele C. Probing residual vestibular function with galvanic stimulation in vestibular loss patients. *Otol Neurol* (2011) 32(5): 863-71. DOI: 10.1097/MAO.0b013e318213418e
40. Welgampola MS, Ramsay E, Gleeson MJ, Day BL. Asymmetry of balance responses to monaural galvanic vestibular stimulation in subjects with vestibular schwannoma. *Clin Neurophysiol* (2013) 124(9):1835-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.03.015>
41. Długaiczek J, Gensberger KD, Straka H. Galvanic vestibular stimulation: from basic concepts to clinical applications. *J Neurophysiol* (2019) 121(6):2237-55. DOI: <https://doi.org/10.1152/jn.00035.2019>
42. Rosengren SM, Nogajski JH, Cremer PD, Colebatch JG. Delayed vestibular evoked responses to the eyes and neck in a patient with an isolated brainstem lesion. *Clin Neurophysiol* (2007) 118(9):2112-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.05.068>

43. Chen ZC, Zhang YZ, Zhao HD, Wei X, Murofushi T, Hu J et al. Retro-labyrinthine Lesion Site Detected by Galvanic Vestibular Stimulation Elicited Vestibular-evoked Myogenic Potentials in Patients with Auditory Neuropathy. *Curr Med Sci* (2021) 41(4):695-704. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11596-021-2411-5>
44. Chang CM, Young YH, Jaw FS, Wang CT, Cheng PW. Degeneration of the vestibular nerve in unilateral Meniere's disease evaluated by galvanic vestibular-evoked myogenic potentials. *Clin Neurophysiol* (2017) 128(9):1617-24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2017.06.004>
45. Cheng Y, Zhang Y, Chen Z, Ma W, Chen Y, Zhang Q et al. Effectiveness of galvanic vestibular evoked myogenic potential for evaluation of Meniere's disease. *Braz J Otorhinolaryngol* (2022) 88(Suppl 3):S66-72. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2021.11.010>
46. Caporali JFM, Gonçalves DU, Labanca L, Oliveira LD, Trindade GVM, Pereira TA et al. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) triggered by galvanic vestibular stimulation (GVS): A promising tool to assess spinal cord function in schistosomal myeloradiculopathy. *PLoS Negl Trop Dis* (2016) 10(4): e0004672. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004672>
47. Murofushi T, Monobe H, Ochiai A, Ozeki H. The site of lesion in "vestibular neuritis": Study by galvanic VEMP. *Neurology* (2003) 61(3):417-8. DOI: <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000076480.11463.17>
48. Ko LW, Chikara RK, Chen PY, Jheng YC, Wang CC, Yang YC et al. Noisy galvanic vestibular stimulation (Stochastic resonance) changes electroencephalography activities and postural control in patients with bilateral vestibular hypofunction. *Brain Sci* (2020) 10(10):1-15. DOI: <https://www.mdpi.com/2076-3425/10/10/740#>
49. Sprenger A, Spliethoff P, Rother M, Machner B, Helmchen C. Effects of perceptible and imperceptible galvanic vestibular stimulation on the postural control of patients with bilateral vestibulopathy. *J Neurol* (2020) 267(8):2383-97. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00415-020-09852-x>
50. Fujimoto C, Egami N, Kawahara T, Uemura Y, Yamamoto Y, Yamasoba T et al. Noisy galvanic vestibular stimulation sustainably improves posture in bilateral vestibulopathy. *Front Neurol* (2018) 9:900. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00900>
51. Okada Y, Kita Y, Nakamura J, Kataoka H, Kiriya T, Ueno S et al. Galvanic vestibular stimulation may improve anterior bending posture in Parkinson's disease. *Neuroreport* (2015) 26(7):405-10. DOI: <https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000000360>
52. Khoshnam M, Häner DMC, Kuatsjah E, Zhang X, Menon C. Effects of galvanic vestibular stimulation on upper and lower extremities motor symptoms in Parkinson's disease. *Front Neurosci* (2018) 12:633. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00633>
53. Pal S, Rosengren SM, Colebatch JG. Stochastic galvanic vestibular stimulation produces a small reduction in sway in Parkinson's disease. *J Vestib Res* (2009) 19(3-4):137-42. DOI: <https://doi.org/10.3233/VES-2009-0360>
54. Kataoka H, Okada Y, Kiriya T, Kita Y, Nakamura J, Morioka S et al. Can postural instability respond to galvanic vestibular stimulation in patients with Parkinson's disease? *J Mov Disord* (2016) 9(1):40-3. DOI: <https://doi.org/10.14802%2Fjmd.15030>
55. Cai J, Lee S, Ba F, Garg S, Kim LJ, Liu A et al. Galvanic vestibular stimulation (GVS) augments deficient pedunclopontine nucleus (PPN) connectivity in mild Parkinson's disease: fMRI effects of different stimuli. *Front Neurosci* (2018) 12:101. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00101>
56. Liu A, Bi H, Li Y, Lee S, Cai J, Mi T et al. Galvanic vestibular stimulation improves subnetwork interactions in Parkinson's disease. *J Healthc Eng* (2021) 2021:1-11. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/6632394>

57. Saj A, Honoré J, Rousseaux M. Perception of the vertical in patients with right hemispheric lesion: Effect of galvanic vestibular stimulation. *Neuropsychologia* (2006) 44(8):1509-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.11.018>
58. Čobeljić RD, Ribarič-Jankes K, Aleksić A, Popović-Maneski LZ, Schwirtlich LB, Popović DB. Does galvanic vestibular stimulation decrease spasticity in clinically complete spinal cord injury? *Int J Rehabil Res* (2018) 41(3):251-7. DOI: 10.1097/MRR.000000000000297
59. Pasquier F, Denise P, Gauthier A, Bessot N, Quarck G. Impact of galvanic vestibular stimulation on anxiety level in young adults. *Front Syst Neurosci* (2019) 13:14. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnsys.2019.00014>
60. Dilda V, MacDougall HG, Curthoys IS, Moore ST. Effects of galvanic vestibular stimulation on cognitive function. *Exp Brain Res* (2012) 216(2):275-85. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2929-z>
61. Hilliard D, Passow S, Thurm F, Schuck NW, Garthe A, Kempermann G et al. Noisy galvanic vestibular stimulation modulates spatial memory in young healthy adults. *Sci Rep* (2019) 9(1):9310. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45757-0>
62. Pires APBÁ, Silva TR, Torres MS, Diniz ML, Tavares MC, Gonçalves DU. Galvanic vestibular stimulation and its applications: A systematic review. *Braz J Otorhinolaryngol* (2022) 88(Suppl 3):S202-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2022.05.010>
63. Samoudi G, Jivegard M, Mulavara AP, Bergquist F. Effects of stochastic vestibular galvanic stimulation and LDOPA on balance and motor symptoms in patients with Parkinson's disease. *Brain Stimul* (2015) 8(3):474-80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.brs.2014.11.019>
64. Tran S, Shafiee M, Jones CB, Garg S, Lee S, Pasman EP et al. Subthreshold stochastic vestibular stimulation induces complex multi-planar effects during standing in Parkinson's disease. *Brain Stimul* (2018) 11(5):1180-2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.04.020>
65. Mahmud M, Hadi Z, Prendergast M, Ciocca M, Saad AR, Pondeca Y et al. The effect of galvanic vestibular stimulation on postural balance in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *J Neurol Sci* (2022) 442:120414. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jns.2022.120414>
66. Morris S, Morris ME, Iansek R. Reliability of measurements obtained with the Timed "Up & Go" Test in people with Parkinson disease. *Phys Ther* (2001) 81(2):810-8. DOI: <https://doi.org/10.1093/ptj/81.2.810>
67. Scalzo PL, Nova IC, Perracini MR, Sacramento DRC, Cardoso F, Ferraz HB et al. Validation of the Brazilian version of the Berg Balance Scale for patients with Parkinson's disease. *Arq Neuropsiquiatr* (2009) 67(3b):831-5. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2009000500010>
68. Miyamoto ST, Lombardi Junior I, Berg KO, Ramos LR, Natour J. Brazilian version of the Berg Balance Scale. *Braz J Med Biol Res* (2004) 37(9):1411-21. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2004000900017>
69. Faraldo-García A, Santos-Pérez S, Crujeiras R, Soto-Varela A. Postural changes associated with ageing on the sensory organization test and the limits of stability in healthy subjects. *Auris Nasus Larynx* (2016) 43(2):149-54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anl.2015.07.001>
70. Oda DTM, Ganança CF. Computerized dynamic posturography in the assessment of body balance in individuals with vestibular dysfunction. *Audiology – Communication Research* (2015) 20(2):89-95. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2317-64312015000200001469>
71. Contronic. Horus – Sistema para Posturografia e Reabilitação Postural - Manual do Usuário, Rev. 4, 2017. Available online at: www.contronic.com.br (accessed July 27, 2023)

72. França C, Carra RB, Diniz JM, Munhoz RP, Cury RG. Deep brain stimulation in Parkinson's disease: State of the art and future perspectives. *Arq Neuropsiquiatr* (2022) 80(5 Suppl 1):105-15. DOI: <https://doi.org/10.1590/0004-282X-ANP-2022-S133>

Acknowledgments

The authors thank Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (PRPQ/UFMG) for the financial contribution to pay part of the publication fee and to support MLD with the research scholarship for undergraduate students; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for the senior research grant to DUG.

Figure captions

Figure 1. Galvanic vestibular stimulation: 1) individuals remained seated, barefoot, eyes closed, wearing no object that might conduct electricity; 2) stimulation electrodes; 3) GVS generating equipment; 4) software to control the stimulation time and intensity.

Figure 2. Comparative analysis of the Timed Up and Go Test (TUG)[£] and Berg Balance Scale (BBS)^β before and after eight sessions of galvanic vestibular stimulation. £ - time in seconds. β – higher scores indicate a perception of better balance. Wilcoxon's test.

Figure 3. Comparison of stability limit area (mm²) before and after eight sessions of galvanic vestibular stimulation. Wilcoxon's test.

Tables

Table 1: Galvanic Vestibular Stimulation (GVS) in 8 sessions, 1 session per week, 3 series per session, totaling 8 weeks of stimulation.

GVS	Session							
	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	6 th	7 th	8 th
Series	[1.0/1/3]	[2.0/2/3]	[2.0/2/5]	[2.5/2/5]	[2.5/2/5]	[2.5/2/5]	[3.0/2/5]	[3.0/2/5]
	[1.5/1/3]	[2.5/2/3]	[2.5/2/5]	[3.0/2/5]	[3.0/2/5]	[3.0/2/5]	[3.0/2/5]	[3.5/2/5]
	[2.0/1/3]	[2.5/2/3]	[2.5/2/5]	[3.0/2/5]	[3.0/2/5]	[3.5/2/5]	[3.5/2/5]	[3.5/2/5]

[current in mA/stimulus duration in minutes/number of stimulus repetitions]. The intensity of the stimulation current, and/or the duration of the stimulus, and/or the number of repetitions were progressively increased within the same session, according to the patient's tolerance.

Table 2: Posturographic parameters of the visual index, the vestibular index, the somatosensory index and the overall balance index before and after eight sessions of Galvanic Vestibular Stimulation.

POSTUROGRAPHIC PARAMETERS	GALVANIC VESTIBULAR STIMULATION		P VALUE
	BEFORE	AFTER	
Vestibular index	76 (49/87)	91 (84/97)	0.00002
Visual index	90 (79/93)	94 (88/97)	0.007
Somatosensory index	100 (95/103)	99 (97/100)	0.276
Balance index	84 (59/91)	94 (85/95)	0.001

Values in median (quartiles 1/3). Wilcoxon's test.

Figure 1.TIF



TUG^ε

Figure 2.JPEG

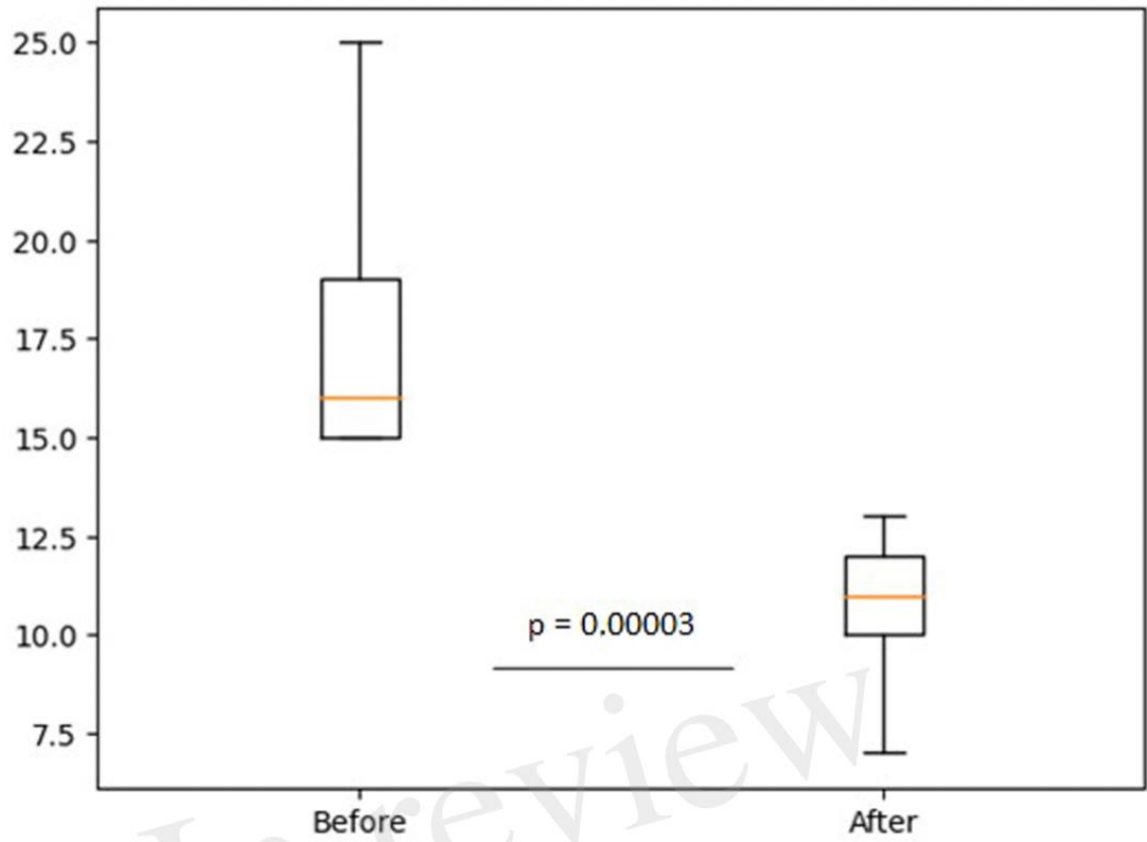
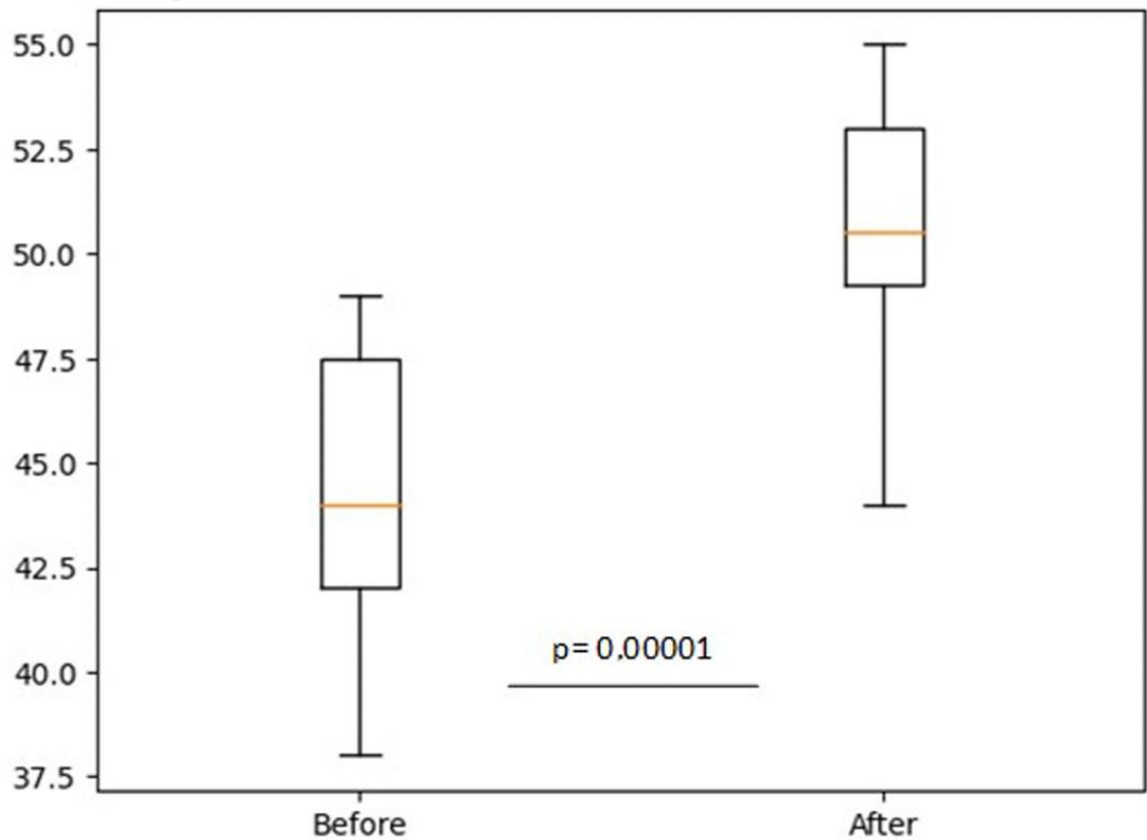
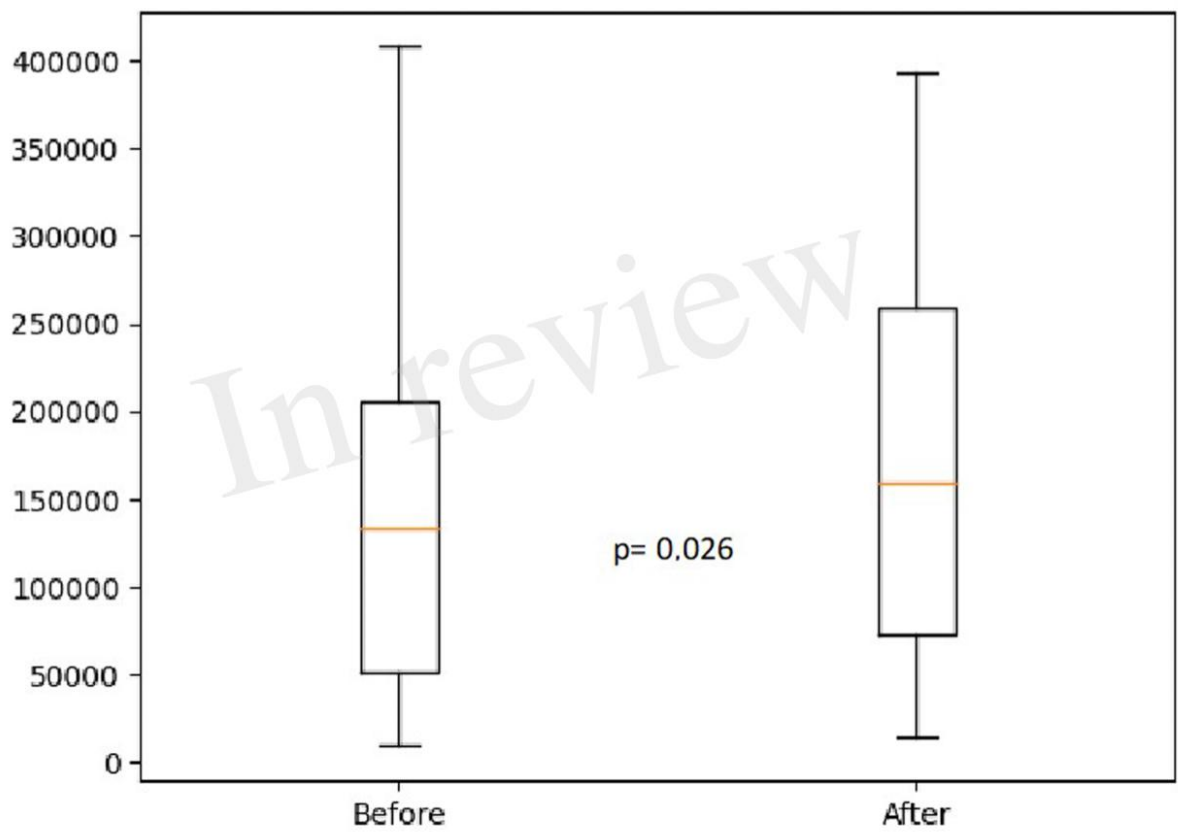
EEB^β

Figure 3.JPEG



Apêndice 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Participação no Estudo

Pesquisadores: Profa. Denise Utsch Gonçalves (orientadora)

Aluna de doutorado: Anna Paula Batista de Ávila Pires

Instituição: Escola de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Endereço: Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia da UFMG – Av. Prof. Alfredo Balena, 190 – sala199/ Santa Efigênia, Belo Horizonte - MG, 30130-100.

Fone: 3134099767

O(a) Senhor(a) está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa: **“Avaliação do uso da estimulação vestibular galvânica na reabilitação da instabilidade postural na doença de Parkinson”**. O objetivo dessa pesquisa é avaliar se o tratamento da instabilidade postural por meio da estimulação vestibular galvânica poderá trazer benefícios à qualidade de vida dos participantes. Antes de tomar qualquer decisão, você deve ler esse documento que explica os detalhes da pesquisa. Seu tratamento e acompanhamento clínico não serão de forma alguma afetados pela sua decisão de participar ou não desta pesquisa.

SUA PARTICIPAÇÃO

Sua participação consistirá em fazer exames que avaliam o equilíbrio e a memória da seguinte forma: 1) responderá um questionário sobre equilíbrio e memória; 2) vai andar alguns metros para avaliarmos se a marcha está normal; 3) ficará de pé sobre uma plataforma para avaliarmos o seu equilíbrio; 4) vai fazer uma audiometria e um exame para confirmar se você compreende bem as palavras que se chama P300; 4) receberá um estímulo elétrico fraco atrás da orelha. O objetivo mais importante desse estudo é ver se o estímulo elétrico pode ou não melhorar o seu equilíbrio e a sua memória. Como é uma pesquisa, haverá um grupo de pacientes que receberá o tratamento que achamos que vai melhorar e um outro grupo que receberá

um estímulo parecido com o estímulo usado para tratar, mas que não tem valor para tratar. Isso se chama placebo. Como a divisão dos grupos que vai receber o tratamento e que vai receber o placebo é aleatória, você poderá receber um ou outro.

É importante ressaltar que, se ao término do estudo, concluirmos que o estímulo elétrico ajuda no equilíbrio corporal e na memória, você terá o tratamento disponível para você. Esse é o nosso compromisso com você enquanto pesquisadores. Os detalhes dos procedimentos serão explicados pelo pesquisador antes da assinatura deste termo.

Os dados das pesquisas serão analisados e os resultados serão divulgados em revistas científicas e congressos da área de interesse. Para assegurar seu anonimato, todas as suas respostas e dados serão confidenciais. Para isso, o(a) senhor(a) receberá um número de identificação ao entrar no estudo e o seu nome nunca será revelado em nenhuma situação. Quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer evento ou revista científica, o(a) senhor(a) não será identificado.

RISCOS E BENEFÍCIOS DA PARTICIPAÇÃO

A estimulação galvânica é um “choque elétrico fraco” usado regularmente em algumas áreas da saúde e sua segurança está bem comprovada. Esse estímulo elétrico tem voltagem muito baixa (2 miliamperes) com duração de cerca de ½ segundo que é repetido várias vezes durante 5 minutos. Durante o estímulo, existe o risco de você sentir um leve formigamento no couro cabeludo e um desequilíbrio passageiro. Após o término da estimulação, você pode ficar um pouco enjoado por causa da estimulação do labirinto pelo choque elétrico, mas isso não é uma queixa comum. **ATENÇÃO:** Se você é portador de **MARCA-PASSO**, você não pode participar do estudo, pois o exame pode interferir no funcionamento do dispositivo. Os outros procedimentos da pesquisa são: responder um questionário, testes de habilidades motoras e fazer um exame para avaliar a sua audição. Esses exames não causam desconforto ou cansaço.

Quanto aos benefícios, o objetivo é melhorar o equilíbrio corporal e a memória de pessoas que têm doença de Parkinson. Com isso, será possível oferecermos

melhor assistência a você e aos demais pacientes que serão beneficiados pelo avanço das técnicas e procedimentos desenvolvidos nesta pesquisa.

A sua participação neste estudo é inteiramente voluntária, e o(a) senhor (a) é livre para recusar participar ou abandonar o estudo a qualquer momento. O(a) senhor(a) poderá fazer perguntas ou solicitar informações atualizadas sobre o estudo a qualquer momento também. O(a) senhor(a) não receberá qualquer pagamento pela sua participação. Por outro lado, o(a) senhor não terá qualquer custo com transporte ou alimentação e os pesquisadores vão arcar com todos os custos envolvidos neste estudo.

Depois de ter lido as informações sobre o estudo “Avaliação do uso da estimulação vestibular galvânica na reabilitação da instabilidade postural na doença de Parkinson” se for de sua vontade participar, por favor, preencha o termo de consentimento.

Declaro que li e entendi as informações referentes à minha participação no estudo. Todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e eu recebi uma via deste formulário de consentimento. Desta forma, eu,

concordo em participar deste estudo.

Assinatura do participante

Assinatura de testemunha

Assinatura do pesquisador

Data: ____/____/____

Qualquer esclarecimento, entrar em contato com:
Prof.^a Denise Utsch Gonçalves – telefone: 31-988872533
Anna Paula Batista de Avila Pires
Rua Marechal Bitencourt 325/802 Gutierrez Belo Horizonte – MG
Telefone (31) 991911541
Email: annapauladeavila@yahoo.com.br

O Comitê de Ética poderá ser acionado sempre que surgirem dúvidas quanto aos procedimentos éticos da pesquisa.

Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG - Av. Antônio Carlos, 6627 Unidade Administrativa II, 2º andar, sala 2005, Campus Pampulha. Telefone: (31) 3409-4592

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ensino e Pesquisa da Santa Casa de Belo Horizonte – IEP - R. Domingos Viêira, 590 - Santa Efigênia, Belo Horizonte - MG, 30150-240. Telefone: (31)3238-8980.