

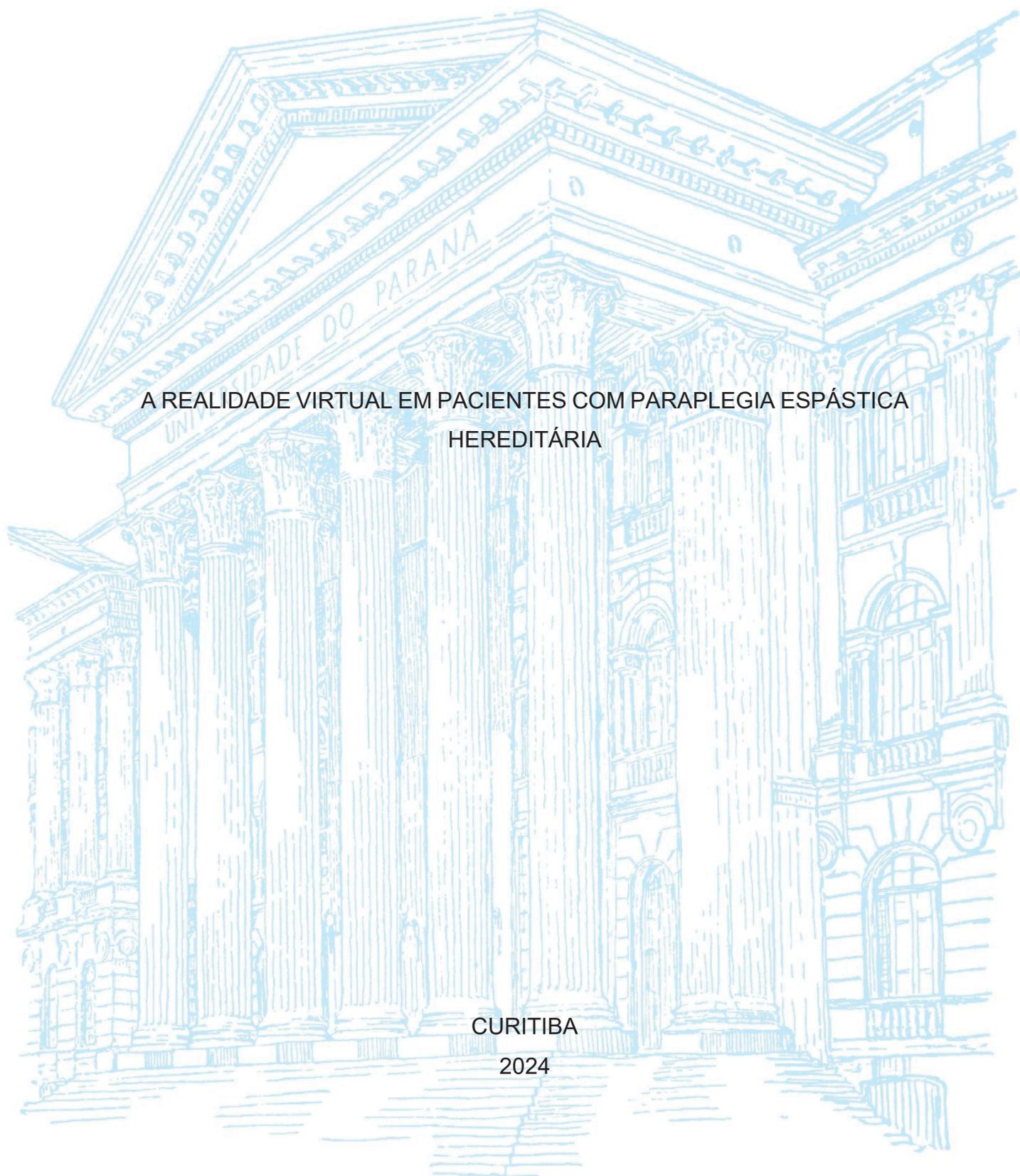
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARIA IZABEL RODRIGUES SEVERIANO

A REALIDADE VIRTUAL EM PACIENTES COM PARAPLEGIA ESPÁSTICA  
HEREDITÁRIA

CURITIBA

2024



MARIA IZABEL RODRIGUES SEVERIANO

A REALIDADE VIRTUAL EM PACIENTES COM PARAPLEGIA ESPÁSTICA  
HEREDITÁRIA

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Medicina Interna e Ciências da Saúde, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Medicina Interna e Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Hélio Afonso Ghizoni Teive  
Coorientadora: Profa. Dra. Bianca Simone Zeigelboim

CURITIBA

2024

S498 Severiano, Maria Izabel Rodrigues  
A realidade virtual em pacientes com paraplegia espástica hereditária [recurso eletrônico] / Maria Izabel Rodrigues Severiano. – Curitiba, 2024.

Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Medicina Interna e Ciências da Saúde. Setor de Ciências da Saúde. Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Hélio Afonso Ghizoni Teive  
Coorientadora: Profa. Dra. Bianca Simone Zeigelboim

1. Espasticidade muscular. 2. Paraplegia espástica hereditária. 3. Qualidade de vida. 4. Reabilitação. 5. Realidade Virtual. I. Teive, Hélio Afonso Ghizoni. II. Zeigelboim, Bianca Simone. III. Programa de Pós-Graduação em Medicina Interna. Setor de Ciências da Saúde. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MEDICINA INTERNA E  
CIÊNCIAS DA SAÚDE - 40001016012P1

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação MEDICINA INTERNA E CIÊNCIAS DA SAÚDE da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **MARIA IZABEL RODRIGUES SEVERIANO** intitulada: **A REALIDADE VIRTUAL EM PACIENTES COM PARAPLEGIA ESPÁSTICA HEREDITÁRIA**, sob orientação do Prof. Dr. **HÉLIO AFONSO GHIZONI TEIVE**, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de doutora está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 10 de Setembro de 2024.

Assinatura Eletrônica  
10/09/2024 14:05:59.0  
**HÉLIO AFONSO GHIZONI TEIVE**  
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica  
13/09/2024 22:24:08.0  
**SIMONE CARREIRO VIEIRA KARUTA**  
Avaliador Externo (FACULDADES PEQUENO PRÍNCIPE)

Assinatura Eletrônica  
10/09/2024 16:45:47.0  
**RENATO PUPPI MUNHOZ**  
Avaliador Externo (UNIVERSITY OF TORONTO - CANADA)

Assinatura Eletrônica  
11/09/2024 10:21:29.0  
**EVELISE DIAS ANTUNES**  
Avaliador Externo (DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA)

Assinatura Eletrônica  
10/09/2024 17:13:02.0  
**ALESSANDRA ZANATTA**  
Avaliador Externo (COMPLEXO HOSPITAL DE CLÍNICAS)

Assinatura Eletrônica  
10/09/2024 14:17:40.0  
**ELCIO JULIATO PIOVESAN**  
Avaliador Externo (DEPARTAMENTO DE CLÍNICA MÉDICA/UFPR)

Dedico este trabalho a minha família que me incentiva todos os dias, escuta minhas lamentações e reclamações e me ajudam a superar, ou ficam com raiva junto comigo! Que sempre estão me esperando quando chego em casa para contar sobre meu dia, sendo ele bom ou ruim, suportando muitas vezes o estresse desta árdua tarefa. Vocês, Gerson, Raíssa, Arthur e Paloma, são minha força diária e minha inspiração para ser sempre minha melhor versão.

## AGRADECIMENTOS

A Deus que me permitiu concluir mais uma etapa da minha vida.

Aos pacientes que tornaram esta pesquisa possível.

Aos meus pais, Aracy e Joaquim (in memoriam), cujo amor e dedicação me fizeram chegar até aqui.

Aos meus orientadores por todo o apoio e orientações recebidas ao longo deste processo, Dra. Bianca Simone Zeigelboim e Dr. Hélio Afonso Ghizoni Teive, sou extremamente grata pelos ensinamentos, pela confiança em mim e neste projeto.

À Universidade Federal do Paraná pela minha formação acadêmica e à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Medicina Interna e Ciências da Saúde da UFPR, a todos os professores pela dedicação na formação de qualidade dos alunos de Pós-graduação e aos funcionários e monitores deste programa pela incansável ajuda e paciência.

Ao Instituto Federal do Paraná, pela oportunidade do afastamento para cursar o doutorado e pela coparticipação no estudo cedendo suas instalações.

A Geslaine Janaina dos Santos pela convivência, cooperação e amizade, nas horas difíceis e fatigantes para efetivarmos a conclusão de nosso doutorado.

Agradeço aos professores Anderson Ulbrich (UFPR), Marcia Olandowski (PUC), Cristiano Miranda de Araujo e Flávio Magno Gonçalves(UTP) pela paciência nas reuniões da estatística.

À Sandra Regina Rodrigues Klosovski, minha irmã, pelo apoio emocional e incentivo, além da valorosa correção da língua portuguesa.

Ao amigo Antonio Pedro Brasil pelas traduções e incentivo ao trabalho.

A realização desta tese foi possível porque muitas pessoas colaboraram, envolveu esforços múltiplos, assim é com imensa gratidão que compartilho este trabalho com todos que nos ajudaram na sua conclusão!

MUITO OBRIGADA!!

Adestrei-me com o vento e minha festa é a tempestade.

(CECILIA MEIRELES)

## RESUMO

A Paraplegia Espástica Hereditária (PEH) é um grupo heterogêneo de doenças neurodegenerativas que resultam em paraparesia espástica e fraqueza progressiva nos membros inferiores. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da Reabilitação Vestibular (RV) com realidade virtual (RVi) utilizando o Questionário de Qualidade de Vida (QV) da Organização Mundial da Saúde (WHOQOL-bref), avaliações com o dinamômetro Lafayette, o questionário ABC (escala de confiança). Foi realizado um ensaio clínico piloto randomizado e controlado, registrado na Plataforma Rebec (ensaio RBR-3JMX67), envolvendo 16 pacientes adultos diagnosticados com PEH, independentemente do tipo (pura ou complicada). Os participantes foram alocados aleatoriamente em dois grupos: Grupo de Equilíbrio (GE) e Grupo de Força (GF). Todos os participantes foram submetidos à anamnese, avaliações otorrinolaringológicas e labirínticas, e foram avaliados com o WHOQOL-bref em três momentos: T0 (antes da RV), T1 (após 10 sessões) e T2 (após 20 sessões). Os resultados mostraram melhorias significativas na QV, particularmente no GF, nos domínios físico, psicológico, ambiental e geral da QV ( $p \leq 0,009$ ). Ambos os grupos apresentaram melhoras nas pontuações dos jogos ( $p \leq 0,005$ ), validando a eficácia da reabilitação com RVi. A avaliação com o dinamômetro revelou aumentos significativos na força máxima ( $p=0,006$ ) e na força média na abdução do quadril ( $p=0,001$ ), ambos os grupos demonstraram uma melhora na percepção de equilíbrio, de acordo com o questionário ABC. Esses achados sugerem que a RVi é uma ferramenta eficaz e de baixo custo para melhorar a capacidade funcional, o equilíbrio e a QV em pacientes com PEH. O WHOQOL-bref foi instrumental na quantificação dos efeitos da terapia, e a natureza interativa da RV proporcionou motivação e feedback rápido. No entanto, são necessários estudos adicionais com amostras maiores e períodos de treinamento mais longos para explorar outras variáveis físicas, psicológicas e sociais e para compreender plenamente o potencial dessa abordagem terapêutica.

**Palavras-chave:** Espasticidade muscular; paraplegia espástica hereditária; qualidade de vida; reabilitação; realidade virtual.

## ABSTRACT

Hereditary Spastic Paraplegia (HSP) is a heterogeneous group of neurodegenerative diseases that result in spastic paraparesis and progressive weakness in the lower limbs. This study aimed to evaluate the effects of Vestibular Rehabilitation (VR) with virtual reality (VRi) using the World Health Organization Quality of Life (QoL) Questionnaire (WHOQOL-bref), assessments with the Lafayette dynamometer, the ABC questionnaire (confidence scale). A pilot randomized controlled clinical trial was conducted, registered on the Rebec Platform (trial RBR-3JMX67), involving 16 adult patients diagnosed with HSP, regardless of type (pure or complicated). Participants were randomly allocated into two groups: Balance Group (BG) and Strength Group (SG). All participants underwent anamnesis, otorhinolaryngological, and labyrinthine evaluations, and were assessed with the WHOQOL-bref at three time points: T0 (before VR), T1 (after 10 sessions), and T2 (after 20 sessions). The results showed significant improvements in QoL, particularly in SG, across the physical, psychological, environmental, and general QoL domains ( $p \leq 0.009$ ). Both groups demonstrated improvements in game scores ( $p \leq 0.005$ ), validating the effectiveness of VRi rehabilitation. The dynamometer assessment revealed significant increases in maximum strength ( $p=0.006$ ) and mean strength in hip abduction ( $p=0.001$ ), both groups showed improved balance perception according to the ABC questionnaire. These findings suggest that VRi is an effective and low-cost tool for improving functional capacity, balance, and QoL in patients with HSP. The WHOQOL-bref was instrumental in quantifying the effects of therapy, and the interactive nature of VR provided motivation and rapid feedback. However, further studies with larger samples and longer training periods are needed to explore additional physical, psychological, and social variables and to fully understand the potential of this therapeutic approach.

**Keywords:** Hereditary spastic paraplegia, Muscle spasticity, Quality of life, Rehabilitation, Virtual reality

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	DISFUNÇÃO BIOLÓGICA EM PEH.....	23
FIGURA 2	EVOLUÇÃO DOS ESTUDOS SOBRE DISTÚRBIOS DA PEH .....	25
FIGURA 3	ERNST ADOLF GUSTAV GOTTFRIED VON STRÜMPELL(1853-1923).....	25
FIGURA 4	FLUXOGRAMA.....	32
FIGURA 5	DIAGRAMA DE FLUXO (CONSORT, 2010).....	33
FIGURA 6	DINAMÔMETRO PORTÁTIL LAFAYETTE.....	37
FIGURA 7	AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE ABDUÇÃO DE QUADRIL (ABQ).....	38
FIGURA 8	AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE ADUÇÃO DE QUADRIL (AQ)..	39
FIGURA 9	AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE EXTENSÃO DE QUADRIL (EQ).....	39
FIGURA 10	AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE FLEXÃO DE QUADRIL (FQ) ...	39
FIGURA 11	AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE FLEXÃO DE JOELHO (FJ).....	40
FIGURA 12	AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE EXTENSÃO DE JOELHO (EJ)	40
FIGURA 13	AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE PLANTIFLEXÃO OU FLEXÃO PLANTAR (PF) .....	41
FIGURA 14	AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE DORSIFLEXÃO (DF).....	41
FIGURA 15	JOGO SOCCER HEADING®.....	45
FIGURA 16	JOGO TABLETILT® .....	45
FIGURA 17	TIGHTROPE WALK® .....	46
FIGURA 18	PENGUIN SLIDE®.....	46
FIGURA 19	PERFECT 10®.....	47
FIGURA 20	SINGLE LEGEXTENSION®. ....	47
FIGURA 21	TORSO TWIST® .....	48
FIGURA 22	SIDEWAYSLEGLIFT®.....	48
FIGURA 23	SINGLE LEGTWIST®.....	49

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	QUEIXAS RELATADAS POR GRUPO (%) .....	52
GRÁFICO 2	COMPARAÇÃO ENTRE T0, T1 E T2 DO TESTE ABC, SEPARADO POR GRUPOS.....	54

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	LISTA DE MANIFESTAÇÕES CLÍNICAS PREVALENTES OBSERVADAS NA PEH PURA E COMPLEXA.....	24
----------	---	----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DA AMOSTRA .....	51
TABELA 2	COMPARAÇÃO ENTRE OS GRUPOS GE E GF COM A DIFERENÇA ENTRE T1 E T0 ( $\Delta 1$ ) E COM A DIFERENÇA ENTRE T2 E T0 ( $\Delta 2$ ) NA ANÁLISE DO WHOQOL-BREF, E POR DOMÍNIOS .....	53
TABELA 3	COMPARAÇÃO ENTRE T0, T1 E T2 COM CADA DOMÍNIO DO WHOQOL-BREF, SEPARADOS POR GRUPO EQUILÍBRIO E GRUPO FORÇA .....	53
TABELA 4	COMPARAÇÃO ENTRE T0, T1 E T2 DAS VARIÁVEIS DINAMÔMETRO LAFAYETE, SEPARADAS POR GRUPOS.....	55
TABELA 5	COMPARAÇÃO ENTRE T1 E T2 PARA OS JOGOS DE RVI, SEPARADOS POR GRUPO ESTUDADO .....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABC	Activities-Specific Balance Confidence Scale - Escala de confiança
ABQ	Abdução quadril
AD – PEH	Paraplegia espástica hereditária do tipo autossômica dominante
AR – PEH	Paraplegia espástica hereditária do tipo autossômica recessiva
AQ	Adução quadril
AVD's	Atividades da vida diária
CEP/IFPR	Comitê de ética em pesquisa do Instituto Federal do Paraná
CPE/HC	Comitê de ética em pesquisa do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná
CHC – UFPR	Complexo do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná
CIVM	Contração isométrica voluntária máxima
DF	Dorsiflexores
EIFO	Efeito inibidor da fixação ocular
EJ	Extensão joelho
EQ	Extensão quadril
EVA	Escala Visual Analógica
FJ	Flexão joelho
FM	Força muscular
FQ	Flexão quadril
GF	Grupo força
GE	Grupo equilíbrio
IFPR	Instituto Federal do Paraná
IQR	Intervalo interquartil
MMII	Membros inferiores
MMSS	Membros superiores
PEH	Paraplegia espástica hereditária
PEH – C	Paraplegia espástica hereditária complexa ou complicada
PEH – S	Paraplegia espástica hereditária pura ou simples
PF	Plantiflexores ou Flexão Plantar
QV	Qualidade de vida
RV	Reabilitação vestibular

RVi	Realidade virtual
SNC	Sistema Nervoso Central
SV	Síndrome vestibular
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
UFPR	Universidade Federal do Paraná
VENG	Vectoeletronistagmografia
WHOQOL – bref	Questionário de qualidade de vida

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	19
1.2 OBJETIVOS .....	21
1.2.1 Objetivo Geral .....	21
1.2.2 Objetivos específicos.....	21
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>22</b>
2.1 PARAPLEGIA ESPÁSTICA HEREDITÁRIA - PEH .....	22
2.2 ESTUDOS E PESQUISAS: BREVE HISTÓRICO .....	25
2.3 EQUILÍBRIO CORPORAL.....	27
2.4 REABILITAÇÃO VESTIBULAR .....	28
2.5 REALIDADE VIRTUAL .....	29
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>30</b>
3.1 DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA .....	30
3.2 CRITÉRIOS .....	31
3.2.1 Critérios de Inclusão .....	31
3.2.2 Critérios de Exclusão.....	31
3.3 CONDUTAS METODOLÓGICAS.....	32
3.4 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....	34
3.4.1 Anamnese .....	34
3.4.2 Avaliação Otoneurológica – Vectoeletronistagmografia (VENG).....	34
3.4.3 Avaliação Cognitiva .....	35
3.4.4 Avaliação de Força Muscular (FM).....	36
3.4.4.1 Dinamômetro Portátil Lafayette .....	37
3.4.4.2 Avaliação da Qualidade de Vida (QV) .....	41
3.4.4.3 Avaliação de Equilíbrio .....	42
3.4.4.4 Reabilitação Vestibular (Rv) com Realidade Virtual (Rvi).....	43
<b>4 ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	<b>50</b>
4.1 ARMAZENAMENTO DE DADOS .....	50
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>51</b>
<b>6 DISCUSSÃO</b> 57	

6.1 ARTIGO 1 “EVALUATION OF THE QUALITY OF LIFE OF PATIENTS WITH HEREDITARY SPASTIC PARAPLEGIA AFTER INTERVENTION: A PILOT STUDY” .....	63
6.1.1 Artigo Original 1 Severiano MIR <i>et al.</i> .....	64
6.2 ARTIGO 2 “EFFECT OF VIRTUAL REALITY IN HEREDITARY SPASTIC PARAPLEGIA: PILOT RANDOMIZED CLINICAL TRIAL.” .....	75
6.2.1 Artigo Original 2 Severiano MIR <i>et al.</i> .....	75
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	<b>90</b>
7.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	92
7.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....	92
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>93</b>
<b>APENDICE 1 TCLE</b> .....	<b>102</b>
<b>APENDICE 2 FICHA DE ANAMNESE</b> .....	<b>104</b>
<b>ANEXO 1 PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP – SOCIEDADE EVANGÉLICA BENEFICENTE DE CURITIBA – PR</b> .....	<b>106</b>
<b>ANEXO 2 PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP – HC UFPR</b> .....	<b>111</b>
<b>ANEXO 3 PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP – IFPR</b> .....	<b>118</b>
<b>ANEXO 4 MINIEXAME DO ESTADO MENTAL (MEEM)</b> .....	<b>126</b>
<b>ANEXO 5 QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA WHOQOL – BREF</b> .....	<b>128</b>
<b>ANEXO 6 ESCALA DE CONFIANÇA NO EQUILÍBRIO ESPECÍFICO PARA AVD’S</b> .....	<b>132</b>
<b>ANEXO 7 LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RELATÓRIOS PARA ENSAIOS CLÍNICOS RANDOMIZADOS</b> .....	<b>133</b>
<b>REPORTING CHECKLIST FOR RANDOMIZED TRIAL</b> .....	<b>133</b>
<b>INSTRUCTIONS TO AUTHORS</b> .....	<b>133</b>
<b>ANEXO 8 E- MAIL DA SUBMISSÃO DO ARTIGO 1</b> .....	<b>136</b>
<b>ANEXO 9 OUTRAS PRODUÇÕES</b> .....	<b>137</b>
<b>ANEXO 10 CARTA DE ACEITE DO ARTIGO 1</b> .....	<b>143</b>
<b>ANEXO 11 E-MAIL SUBMISSÃO DO ARTIGO 2 – REALIITY VIRTUAL</b> .....	<b>144</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As doenças neurodegenerativas são um grupo heterogêneo de doenças debilitantes e incuráveis que afetam atualmente mais de 30 milhões de indivíduos em todo o mundo, com consequências devastadoras para os pacientes e suas famílias. Estas doenças são causadas pela perda progressiva de neurônios do sistema nervoso, resultando em alterações funcionais gradativas. Caracterizam-se como incuráveis, debilitantes, de início insidioso e progressão crônica. Neste grande grupo de doenças, as mais conhecidas são a doença de Alzheimer, doença de Parkinson e Esclerose Lateral Amiotrófica, além das Ataxias Hereditárias e a Paraplegia Espástica Hereditária (PEH) que será abordada neste estudo. Os sinais fisiológicos típicos das condições neurodegenerativas são desmielinização, perda de dendritos e morte neuronal. Embora as doenças neurodegenerativas sejam mais prevalentes em idosos, elas podem ocorrer em pacientes de todas as idades. Seus sintomas são de caráter multifatorial, como as vestibulopatias, que estão associadas às causas de desconforto e de perda da qualidade de vida (Rekatsina *et al.*, 2020, Guedes da Paz *et al.*, 2021 e de Marchi *et al.*, 2021).

A PEH é um grupo heterogêneo de doenças degenerativas hereditárias, caracterizadas por distúrbios de um único gene, resultando em degeneração progressiva das fibras axonais longas dos tratos corticoespinhais da medula espinhal (Klimpe *et al.*, 2012; Finsterer *et al.*, 2012; Fink, 2013; Faber *et al.*, 2014). As PEHs são doenças neurodegenerativas que causam espasticidade e fraqueza progressiva dos membros inferiores (Fink, 2014; Klebe, Stevanin, Depienne, 2015; Tesson, Koht, Stevanin e Delving, 2015; Lo Giudice *et al.*, 2014).

Em algumas doenças neurodegenerativas, ocorre comprometimento do processamento dos sinais vestibulares, visuais e proprioceptivos pelo SNC, afetando o equilíbrio. A reabilitação vestibular (RV) modifica o sistema de controle postural por meio de exercícios específicos, atuando nos mecanismos de neuroplasticidade para compensação vestibular (Zeigelboim, Ganança e Ganança, 2013). A RV com ferramentas de realidade virtual (RVi) envolve a imersão em ambientes artificiais que alteram a percepção, potencializando os efeitos das intervenções tradicionais (Garcia *et al.*, 2013). Os jogos virtuais em reabilitação trazem benefícios ao adaptar cenários e protocolos terapêuticos, melhorando o equilíbrio, a coordenação motora e a independência (De Bruin *et al.*, 2010).

A espasticidade dos membros inferiores, característica da PEH, leva a um padrão de marcha distinto, que pode ser avaliado para entender a interferência da espasticidade no equilíbrio funcional. A marcha espástica reduz a amplitude de movimento das articulações inferiores, causando tropeços e quedas (de Niet *et al.*, 2013; Ollenschläger *et al.*, 2023). Em uma revisão sistemática, Bellofatto *et al.* (2019) encontraram poucos estudos sobre o tratamento da PEH, destacando a necessidade de mais pesquisas para avaliar a eficiência de outros tratamentos.

Este estudo piloto visa verificar os benefícios da Reabilitação Vestibular com Realidade Virtual em indivíduos com Paraplegia Espástica Hereditária.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Ruano *et al.*, (2014) avaliaram a distribuição global e a prevalência de ataxias cerebelares hereditárias e das PEHs, por meio de uma revisão sistemática e metanálise de estudos de prevalência. A forma mais comum em todas as populações foi a paraplegia espástica, autossômica dominante (AD-PEH) tipo 4 – PEH 4, seguida por PEH 3A, enquanto na paraplegia espástica, autossômica recessiva (AR-PEH), a forma mais frequente foi PEH 11, seguida pela PEH 15. Em estudos de base populacional, o número de famílias sem diagnóstico genético após testes sistemáticos variou de 45-67% no AD-PEH e 71-82% nos grupos AR-PEH. Apesar dos avanços na pesquisa genética das últimas décadas, do aperfeiçoamento dos diagnósticos e de novas possibilidades de prevenção e tratamentos futuros, ainda há grande incerteza em relação à sua epidemiologia global.

Sabe-se que o início dos sintomas pode ocorrer em qualquer idade, da infância até a senilidade. A progressão da doença, considerando a velocidade e o grau em que a deficiência funcional aumenta, é de caráter variável, podendo ocorrer desde a estabilidade até o aumento dos déficits. Essa variável está relacionada à interação de fatores múltiplos como a neurodegeneração e a neuroplasticidade, o que justifica a pesquisa de outras intervenções à exemplo da contribuição da RV com RVi no tratamento das PEHs (Zeigelboim, Ganança e Ganança, 2013 in Zeigelboim e Jurkiewicz, 2013).

A evolução da doença impacta a habilidade de executar movimentos essenciais como levantar-se, sentar-se e andar de forma satisfatória, ou seja, a capacidade de realização das atividades de vida diárias (AVD's). Para conquistar tal

desempenho é crucial que o indivíduo desenvolva habilidades avançadas de controle postural, considerando que a espasticidade, principal característica da PEH, tende a prejudicar essa competência. A habilidade de controlar a postura, que está intimamente ligada ao equilíbrio do corpo, é essencial para realizar as AVD's (Jacobson e Newman, 1990).

A manutenção da postura depende do equilíbrio corporal, que é influenciado por informações do sistema visual, vestibular e proprioceptivo e podem ser afetados por degenerações do SNC. É crucial ter um diagnóstico preciso e garantir a reabilitação dos transtornos de equilíbrio para evitar problemas como instabilidade, desequilíbrio, medo de cair, sensação de flutuação e vertigem. A terapia de RV é uma forma de promover a saúde individual, com impacto também na comunidade (Zanoni e Ganança, 2010).

Os benefícios da pesquisa sobre a RV, por meio de experimentos com a realidade virtual, levam em consideração a necessidade de investigar efeitos e respostas decorrentes de estímulos que visam promover a estabilização e melhorar a interação vestibulo-visual, ampliar a estabilidade postural estática e dinâmica (Ali *et al.*, 2023). A melhoria do equilíbrio, por exemplo, pode levar o paciente com PEH a restabelecer a confiança em si mesmo, reduzindo a ansiedade e promovendo seu convívio social. A realidade virtual, baseada em jogos projetados para ambientes digitais simulados, foge dos exercícios fisioterapêuticos convencionais, proporcionando novos desafios aos pacientes (Clark e Kraemer, 2009).

Para Williams *et al.* (2010) o índice de participação e a baixa taxa de abandono do programa de reabilitação baseado em sistemas de RV é bastante elevado, o que colabora em maior adesão ao tratamento e, conseqüentemente, maior possibilidade de ganhos. Os benefícios associados a esse tratamento descritos na literatura incluem correção do equilíbrio e da postura, melhoria da locomoção, da funcionalidade de membros superiores e inferiores e da coordenação motora, além de ativar o aprendizado motor pela modificação da arquitetura cerebral, o que contribui para o aumento da independência locomotora e neurológica, promovendo maior motivação para o paciente na realização dos exercícios (Garcia *et al.*, 2013).

Em uma revisão sistemática abrangente sobre o tratamento da PEH, Bellofatto *et al.* (2019) encontraram apenas 27 artigos, dentre os quais 17 referiam-se a terapias farmacológicas. Já nas terapias que enfocavam os tratamentos físicos não foi possível esclarecer abordagens terapêuticas eficientes, havendo a necessidade de

avanços nas pesquisas e métodos de avaliação da eficácia de outros tratamentos, o que justifica a abordagem experimental apresentada neste estudo.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho objetiva verificar os benefícios da reabilitação vestibular com o uso da realidade virtual como ferramenta terapêutica experimentada por indivíduos com Paraplegia Espástica Hereditária (PEH).

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Verificar as alterações de força muscular relacionadas a marcha em pacientes diagnosticados com PEH;
- Averiguar aspectos relacionados à melhoria da qualidade de vida de pacientes com PEH pós-reabilitação com RVi;
- Avaliar a confiança dos pacientes na realização de AVD's após a reabilitação com RVi.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PARAPLEGIA ESPÁSTICA HEREDITÁRIA - PEH

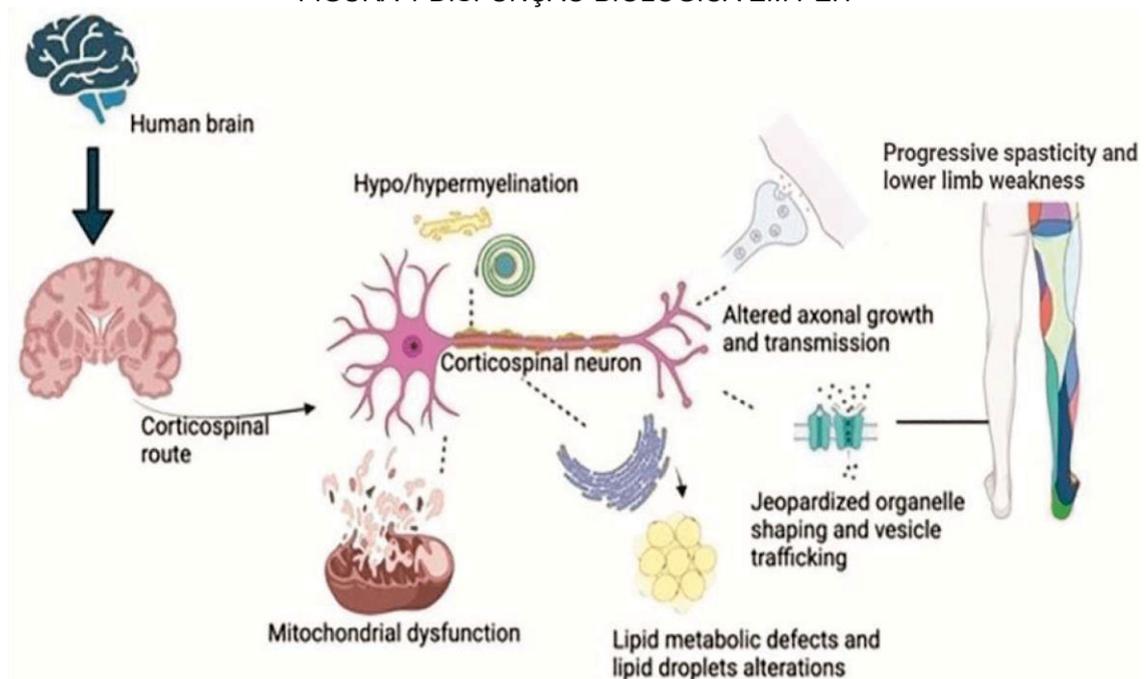
As PEHs constituem um grupo clínica e geneticamente heterogêneo de doenças neurodegenerativas caracterizadas predominantemente por fraqueza insidiosa progressiva e espasticidade dos membros inferiores, podendo estar associadas a outras manifestações neurológicas ou não neurológicas (Bellofatto *et al.*, 2019).

A PEH é causada por mutações em genes que codificam proteínas envolvidas na manutenção de neurônios do trato corticoespinal (Burguez *et al.*, 2017). Essas mutações causam axonopatia distal dos axônios mais longos do trato corticoespinal, às vezes afetando os tratos espinocerebelares. A heterogeneidade clínica e genética resulta da diversidade de funções celulares envolvidas no metabolismo neuronal (Finsterer *et al.*, 2012).

Mutações genéticas na região neuronal causam malformações de mielina, atrofia cerebelar, degeneração axonal corticoespinal, distúrbios do desenvolvimento, redução do diâmetro da medula espinhal e adelgaçamento do corpo caloso, sinais clássicos de anormalidade do desenvolvimento nas PEHs. A disfunção biológica na PEH ocorre devido a mutações nos neurônios corticoespinais que afetam a formação e o transporte de organelas, levando à disfunção mitocondrial (Figura 1). Algumas mutações resultam em transmissão axonal defeituosa e degeneração da bainha de mielina, enquanto outras afetam o retículo endoplasmático, prejudicando o metabolismo e a formação de gotículas de lipídios. Esses fatores levam à espasticidade e fraqueza dos membros inferiores, caracterizando os fenótipos da PEH (Murala, Nagarajan e Bollu, 2021; Meyyazhagan e Orlacchio, 2022).

Também chamadas de paraplegias espásticas familiares, foram denominadas inicialmente como doença de Strümpell-Lorrain, nome dado em referência aos médicos que no final do século 19 descreveram as principais características da doença: espasticidade lenta e progressiva associada a graus variados de fraqueza muscular nos membros inferiores (Faber *et al.*, 2017).

FIGURA 1 DISFUNÇÃO BIOLÓGICA EM PEH



FONTE: Meyyazhagan e Orlacchio (2022).

O grupo das PEHs é dividido clinicamente em formas puras (ou simples) e complexas (ou complicadas), de acordo com a coexistência de outras manifestações clínicas e neurológicas subjacentes à ampla variante fenotípica, a qual revela uma numerosa mutação genética que permanece em contínua descoberta. Na forma pura, apresenta história familiar, com quadro clínico predominante dos sintomas de paraparesia progressiva com distúrbios de marcha e achados de hiperreflexia, sinal de Babinski presente, clônus e aumento de tônus nos membros inferiores. Na forma complexa a paraplegia espástica é simplesmente uma característica de um fenótipo muito mais complexo e se associa a outros sinais como: deficiência mental, ataxia e sinais cerebelares, neuropatia periférica, crises epiléticas, surdez, atrofia ótica, retinopatia, ictiose, entre outros (Teive *et al.*, 2001; Faber *et al.*, 2014; Winner, *et al.*, 2014). No Quadro 1, Meyyazhagan e Orlacchio (2022) apresentam um resumo da divisão das principais manifestações clínicas da forma pura e complicada.

QUADRO 1 LISTA DE MANIFESTAÇÕES CLÍNICAS PREVALENTES OBSERVADAS NA PEH PURA E COMPLICADA

PEH PURO	PEH COMPLICADA
Fraqueza espástica progressiva dos membros inferiores Dificuldade para andar — necessidade de bengalas, andadores ou cadeiras de rodas Leve diminuição da sensação de vibração dos membros inferiores Distúrbio hipertônico da bexiga urinária Possível urgência urinária Parestesias dos membros inferiores Força e destreza normais dos membros superiores Sem comprometimento da fala, mastigação ou deglutição Sintomas incapacitantes sem redução da expectativa de vida	Deficiências presentes na PEHs PURA, além de outros achados neurológicos como:  ataxia convulsões  deficiência intelectual demência  atrofia muscular  distúrbio extrapiramidal  neuropatia periférica  Sintomas incapacitantes que podem reduzir a expectativa de vida

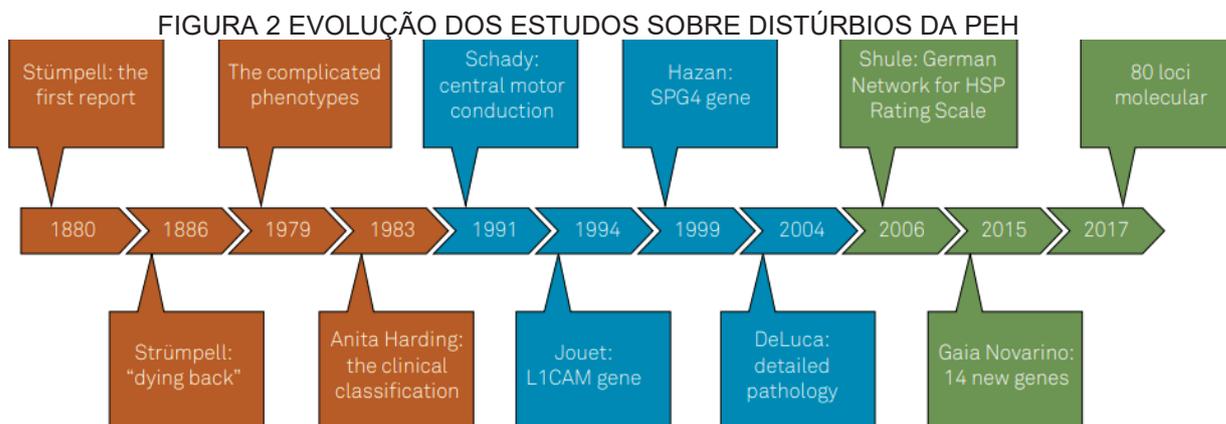
FONTE: Adaptado de Meyyazhagan e Orlacchio (2022).

Outras formas de herança monogênica também foram descritas: autossômica dominante, autossômica recessiva ligada ao X e mitocondrial. Estudos recentes indicam que alterações no transporte axonal estão associadas à degeneração de axônios motores longos do sistema nervoso central (SNC). Assim, tal como acontece com outros grandes grupos de doenças geneticamente heterogêneas, a variabilidade na gravidade dos componentes principais da síndrome (espasticidade e fraqueza dos membros inferiores) e anormalidades neurológicas adicionais, às vezes sistêmicas, resultam em variabilidade clínica e tipos genéticos na PEH (Fink, 2013; Faber *et al.*, 2014).

Os sintomas podem começar em qualquer idade, desde a primeira infância até a oitava década de vida. Geralmente as dificuldades para caminhar que começam na infância pioram muito lentamente ao longo de vários anos. Estudos post-mortem identificam consistentemente degeneração axonal do trato corticoespinal, máximo na medula espinhal torácica, e fibrodegeneração do fascículo grácil, máximo na região cervicomedular. Até o momento, mais de 83 tipos genéticos (ou genes) foram identificados. A maioria dos tipos de PEH recebe o nome de seus loci genéticos (locus - lugar ou posição fixa e específica em um cromossomo, onde está localizado determinado gene ou marcador genético), a exemplo da "paraplegia espástica" [PEH] 1- 83, que é numerada na ordem em que seus cromossomos são encontrados (Tesson, 2015).

## 2.2 ESTUDOS E PESQUISAS: BREVE HISTÓRICO

Na Figura 2 pode-se verificar uma breve cronologia da investigação clínica relacionada com a PEH.



FONTE: Faber *et al* (2017).

O neurologista Ernst Adolf von Strümpell (Figura 3), em 1880, publicou a primeira descrição considerada tangível de PEH, um delineamento do quadro clínico, do padrão de herança e os primeiros achados neuropatológicos da PEH "pura". Ele relatou sobre dois irmãos que manifestaram paraparesia espástica aos 37 e 56 anos de idade. Após a morte de um dos irmãos, o exame neuropatológico mostrou degeneração do trato corticoespinal lateral, fascículo grácil e trato espinocerebelar (Faber *et al.*, 2017; Parodi, Fenu, Stevanin e Durr, 2017; Reid, 1997).

FIGURA 3 ERNST ADOLF GUSTAV GOTTFRIED VON STRÜMPELL(1853- 1923)



FONTE: Faber *et al* (2017).

Após oito anos (1888), Maurice Lorrain descreveu casos similares relatados em sua tese: “Contribuição para o estudo da Paraplegia Espástica Familiar”, uma análise mais detalhada dos aspectos clínicos e patológicos da PEH. No entanto Gee (1889), Ormerod (1904), Ballet e Holmes (1905) e Rhein (1916), foram os primeiros a descrever a presença de características neurológicas adicionais discrepantes das descrições originais (*apud* Araujo, 2022).

Schwarz (1952) após uma extensa revisão literária sobre a análise patológica das PEH, destacou as contribuições de Newmark, Jakob e Kahlstorf, e estabeleceu o fato de que inicialmente as lesões são restritas à medula espinhal afetando particularmente o trato corticoespinhal e posterior, dando uma diferenciação entre outras alterações neurológicas, como ataxias cerebelares e desordens do neurônio motor, e a doença de Strümpell-Lorrain.

Em 1967 Pratt confirmou a diversidade clínica e genética das PEH, demonstrando, em sua publicação, as múltiplas formas de manifestação, mesmo dentro de uma família, e confirmando ser uma doença complexa, com características amplamente sobrepostas e pouco conhecidas (Araujo, 2022). Nesta época quase todos os estudos epidemiológicos basearam-se em registros post-mortem ou de hospitalização.

Na década de 1980 Anita Harding, professora de neurologia na Universidade de Londres, publicou uma série de trabalhos inovadores abordando PEH, sendo uma pioneira no campo da neurogenética molecular. Ela apresentou a maior investigação sobre PEHs pura, com 22 famílias estudadas. Dezoito apresentavam PEH do tipo autossômica dominante (AD - PEH), três eram autossômicas recessivas (AR - PEH) e, nas famílias restantes a herança era incerta devido à escassez de indivíduos afetados. Consolidando assim o conhecimento de que os subtipos puros da doença são quase sempre herdados de forma dominante (Faber *et al.*, 2017).

Ela também reforçou que a principal causa de incapacidade é a espasticidade e não a fraqueza, aspecto ainda muito útil para diferenciar a PEH de outras mielopatias. Sua principal contribuição para o estudo da PEH foi publicada na revista *The Lancet*. em 1983, com o título “Classificação das ataxias e paraplegias hereditárias”, uma diferenciação precisa entre ataxias e PEH, fornecendo uma base viável para as investigações etiológicas que viriam posteriormente. Harding definiu que, além da paraparesia espástica, sinais leves adicionais, como vibração e déficits no sentido de posição segmentar, leve amiotrofia distal e disfunção esfínteriana

também estavam concebivelmente presentes no fenótipo puro, contribuindo significativamente para a atual classificação clínica da PEH em formas puras e complicadas (Faber *et al.*, 2017).

Atualmente, reconhece-se que as formas puras são mais prevalentes que as complicadas e é possível compreender as formas prevalentes como doenças com um ciclo clínico sem riscos e que não afetam a expectativa de vida dos pacientes. Esta evolução dos estudos sobre a doença contribuiu muito para ampliar e aperfeiçoar os subdiagnósticos realizados até a década de 1980.

### 2.3 EQUILÍBRIO CORPORAL

O equilíbrio corporal é essencial para manutenção da postura e está relacionado às informações sobre a orientação do corpo no espaço fornecidas ao SNC pelo sistema vestibular e os demais sistemas visual e proprioceptivo. Entretanto, as alterações neurológicas e o envelhecimento podem afetar as células ciliadas labirínticas e células ganglionares dos receptores vestibulares, dificultando ao SNC lidar com informações sensoriais reduzidas ou conflitantes, causando transtornos de equilíbrio. A reabilitação destes transtornos é muito importante para alcançar a segurança e evitar instabilidades, quedas, sensação de flutuação, vertigem, entre outros (Sousa *et al.*, 2011).

O comprometimento do equilíbrio e os distúrbios de marcha causados por fraqueza e aumento do tônus dos membros inferiores são sintomas que têm um impacto muito negativo na capacidade dos pacientes com PEH de trabalhar e viver de forma independente, ficando propensos a quedas e a riscos de lesões graves. A gravidade da doença tem um impacto muito negativo na qualidade de vida relacionada à perda da capacidade de andar causada pela espasticidade dos membros inferiores. Os programas de reabilitação necessitam abordar esses problemas em qualquer fase da doença, prestando especial atenção aos aspectos que afetam negativamente a saúde e a qualidade de vida do paciente (Bertolucci *et al.*, 2015).

Até o momento, não existe tratamento específico para prevenir ou reverter a degeneração neuronal da PEH, nem uma droga específica para curá-la. Terapias convencionais como fisioterapia, medicamentos antiespasticidade e aparelhos ortopédicos ainda são tratamentos convencionais para tratar sintomas motores em pacientes com todos os tipos de PEH. Infelizmente, os resultados muitas vezes não

são satisfatórios. Trabalhos sobre reabilitação vestibular apoiados em atividades suportadas por realidade virtual com objetivo de melhorar o equilíbrio, reabilitação e a melhoria do desempenho motor da marcha podem ser soluções terapêuticas promissoras para prevenir, amenizar e tratar os efeitos desta doença neurodegenerativa.

## 2.4 REABILITAÇÃO VESTIBULAR

A Reabilitação Vestibular (RV) é um recurso terapêutico que pode ser aplicado no tratamento em pacientes com distúrbios do equilíbrio corporal. Sua proposta se baseia nos mecanismos relacionados à plasticidade neuronal do SNC, promovendo a estabilização visual e melhora da interação vestibulo-visual durante os movimentos da cabeça. Além disso, ampliam a estabilidade postural estática e dinamizam as condições que produzem informações sensoriais conflitantes, diminuindo a sensibilidade individual à movimentação cefálica (Herdman, 2013; Garcia *et al.*, 2013).

Embora os experimentos relacionados à RV suportada por soluções baseadas em RVi sejam escassos, alguns deles vêm se mostrando eficazes em indivíduos com sintomas crônicos. A RVi estimula os movimentos de olhos, cabeça e corpo que beneficia a plasticidade neuronal do SNC, incitando a adaptação de impulsos vestibulares deficientes ou anormais. A prescrição dos exercícios de RVi como modalidade de tratamento para pacientes com disfunções vestibulares tem como propósito melhorar o equilíbrio global e a qualidade de vida dos pacientes com PEH, restaurando a orientação espacial e aproximando-a do padrão fisiológico normal (Matos, Gomes e Sasaki, 2010).

A RVi é uma opção terapêutica recomendada para pacientes que apresentam os distúrbios da PEH, pois visa promover a estabilização e aperfeiçoar a interação entre o sistema vestibular e o visual, além de ampliar a estabilidade postural, tanto em repouso quanto em movimento. Além de melhorar o equilíbrio, a RVi auxilia no restabelecimento da confiança pessoal, reduz a ansiedade e aprimora a interação social. Segundo Garcia *et al.* (2013), as plataformas de RVi permitem que mergulhemos em um mundo ilusório e artificial, cujo efeito é gerar uma percepção do ambiente e causar mudanças reflexas nos sintomas apresentados. Os benefícios deste tratamento, conforme descritos na literatura, englobam a correção do equilíbrio

e da postura, melhorias na locomoção e na funcionalidade dos membros superiores e inferiores, além de motivar os pacientes a se exercitarem mais.

## 2.5 REALIDADE VIRTUAL

A RVi abrange uma série de aplicações tecnológicas criadas para estimular interações e proporcionar experiências imersivas sensoriais visuais, auditivas e táteis entre usuários e ambientes digitalmente simulados em 3D. Ela utiliza dispositivos e controles de movimento para proporcionar aos usuários a sensação de presença em um mundo virtual. De acordo com a International Virtual Reality Association a RVi é uma simulação computadorizada interativa que pode ser semelhante ou completamente diferente do mundo real.

No campo terapêutico, estudos de DeBruin *et al.* (2010) demonstraram que existem vantagens do uso de jogos de RVi para exercícios físicos, em comparação aos treinamentos de equilíbrio convencionais. Os treinamentos físicos com jogos virtuais trazem benefícios terapêuticos devido à capacidade de adaptar cenários e protocolos de tratamento adaptáveis às necessidades e interesses dos pacientes. Isso possibilita ganhos no equilíbrio e coordenação motora, além de estimular o aprendizado motor ao modificar a arquitetura cerebral, aspectos que contribuem para melhorar a independência e motivação na prática de exercícios.

O objetivo do experimento promovido no campo da pesquisa que apoia este trabalho considera estes aspectos e a necessidade de estimular o interesse pelos estudos no campo dos benefícios da reabilitação vestibular com o uso terapêutico da RVi em indivíduos com Paraplegia Espástica Hereditária (PEH).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Este estudo foi um ensaio clínico randomizado piloto com pacientes adultos portadores de PEH oriundos do Ambulatório de Distúrbios do Movimento do Serviço de Neurologia, do Departamento de Clínica Médica, do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba. A amostra do estudo foi composta por 16 pacientes com diagnóstico de paraplegia espástica hereditária (PEH), de ambos os sexos, observados os aspectos éticos, conforme Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Seu protocolo foi registrado e aprovado na plataforma Rebec, ensaio RBR-3JMX67 e publicado por Zeigelboim *et al.* (2021), tendo recebido aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade Evangélica Mackenzie do Paraná n. 3.580.973 (CAAE: 37083714.0.0000.0103) (ANEXO 1-3) e do CEP/HC, instituição coparticipante sob parecer n. 4.909.939/CAAE: 37083714.0.3002.0096 (ANEXO 4), bem como da segunda Instituição coparticipante sob parecer n. 4.980.720/CAAE: 37083714.0.3003.8156 (ANEXO 5).

Os procedimentos foram devidamente esclarecidos aos pacientes e responsáveis elegíveis, procedendo-se à leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APENDICE 1), sob orientação de um profissional, não diretamente envolvido na pesquisa, responsável pela formalização dos termos.

Antes da intervenção, os voluntários foram alocados aleatoriamente em dois grupos diferentes. A randomização foi realizada por um pesquisador independente, usando um sistema de loteria simples, com envelopes opacos lacrados imediatamente após a avaliação inicial. Os voluntários foram considerados participantes do estudo a partir do momento em que o envelope foi aberto, sendo randomizados e organizados conforme tipos distintos de intervenção:

- a. Grupo Equilíbrio - GE:** voluntários a serem submetidos à RV com uso da RVi em jogos de equilíbrio, por meio do console Wii®, Wii-Remote e Wii Balance Board (Nintendo).
- b. Grupo Força - GF:** voluntários a serem submetidos à RV com uso da RVi em jogos de equilíbrio e jogos de força muscular, por meio do console Wii®, Wii-Remote e Wii Balance Board (Nintendo).

## 3.2 CRITÉRIOS

A seleção foi realizada de maneira consecutiva (Hulley *et al.*, 2013), durante o período de fevereiro a setembro de 2022.

### 3.2.1 Critérios de Inclusão

- pacientes adultos com diagnóstico de PEH de ambos os sexos;
- ter idade  $\geq$  de 18 anos;
- ser residente no município de Curitiba/PR e região metropolitana;
- não possuir alteração musculoesquelética significativa que pudesse impossibilitar a realização da avaliação e reabilitação vestibular;
- apresentar marcha independente, com ou sem equipamento assistivo;
- obter 18/19 pontos (indivíduos analfabetos) e 24/25 (indivíduos com instrução escolar) no MEEM – miniexame de estado mental.

### 3.2.2 Critérios de Exclusão

- com alteração otológica que pudesse interferir na realização do exame vestibular;
- incapazes de atender e compreender comandos verbais simples; obtenção inferior a 18 pontos (indivíduos analfabetos) e 24 (indivíduos com instrução escolar) no MEEM – miniexame de estado mental;
- com déficit visual grave;
- com impossibilidade de manter a posição ortostática.

Os 16 pacientes com diagnóstico de PEH avaliados e incluídos na pesquisa, independentemente do tipo e tempo de tratamento da doença, foram divididos nos grupos GE – constituído de 8 pacientes; e GF – constituído de 8 pacientes.

Os riscos durante a pesquisa foram inexistentes durante a realização das avaliações e da reabilitação. Não se observou desconfortos, mesmo os decorrentes da interferência direta sobre o sistema vestibular responsável pelo equilíbrio, assim não houve a necessidade de interromper quaisquer sessões.

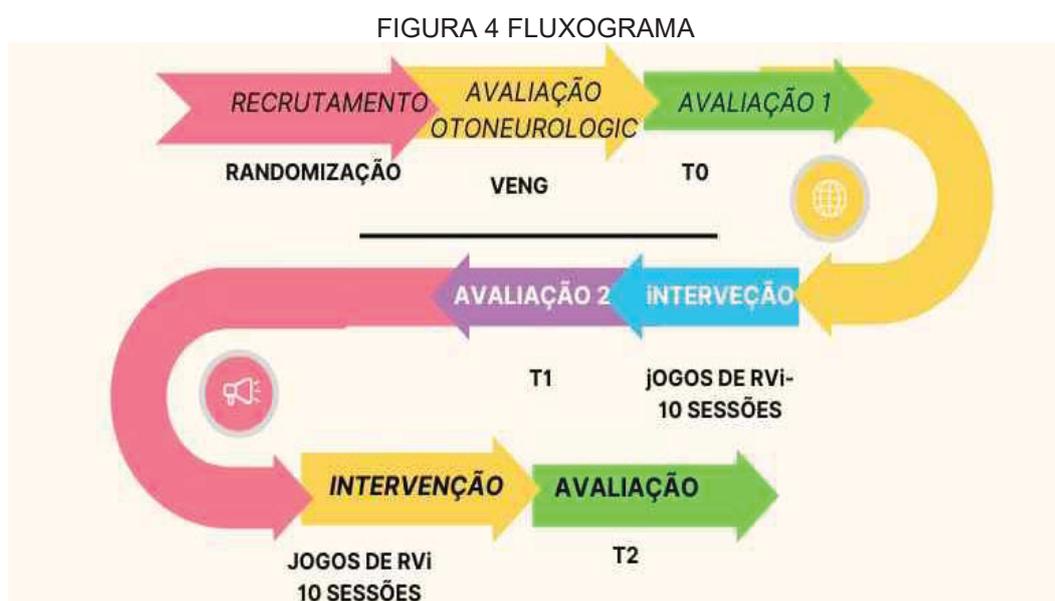
Também, é preciso esclarecer que os participantes foram avaliados por um investigador independente, o qual não possuía conhecimento sobre os critérios e condições de alocação dos grupos. O protocolo de tratamento, por sua vez, foi realizado por dois profissionais habilitados na área de Fisioterapia/Educação Física com conhecimento e práticas anteriores relativos aos pacientes com doenças neurodegenerativas (ataxia espino cerebelar e Parkinson). Aos mesmos não foi dado acesso aos resultados das avaliações iniciais dos pacientes que realizaram a intervenção.

### 3.3 CONDUTAS METODOLÓGICAS

Os pacientes realizaram inicialmente a anamnese, o MEEM e a avaliação otorrinolaringológica (pesquisa de vertigem e dos nistagmos de posição/posicionamento, espontâneo e semiespontâneo) no Setor de Otoneurologia da Universidade Tuiuti do Paraná. As demais avaliações e as sessões de reabilitação no laboratório de massoterapia do Instituto Federal do Paraná.

Estas avaliações incluíram as aplicações dos seguintes procedimentos: testes com o Dinamômetro Manual Lafayette e preenchimento dos questionários WHOQOL – Bref, ABC e EVA.

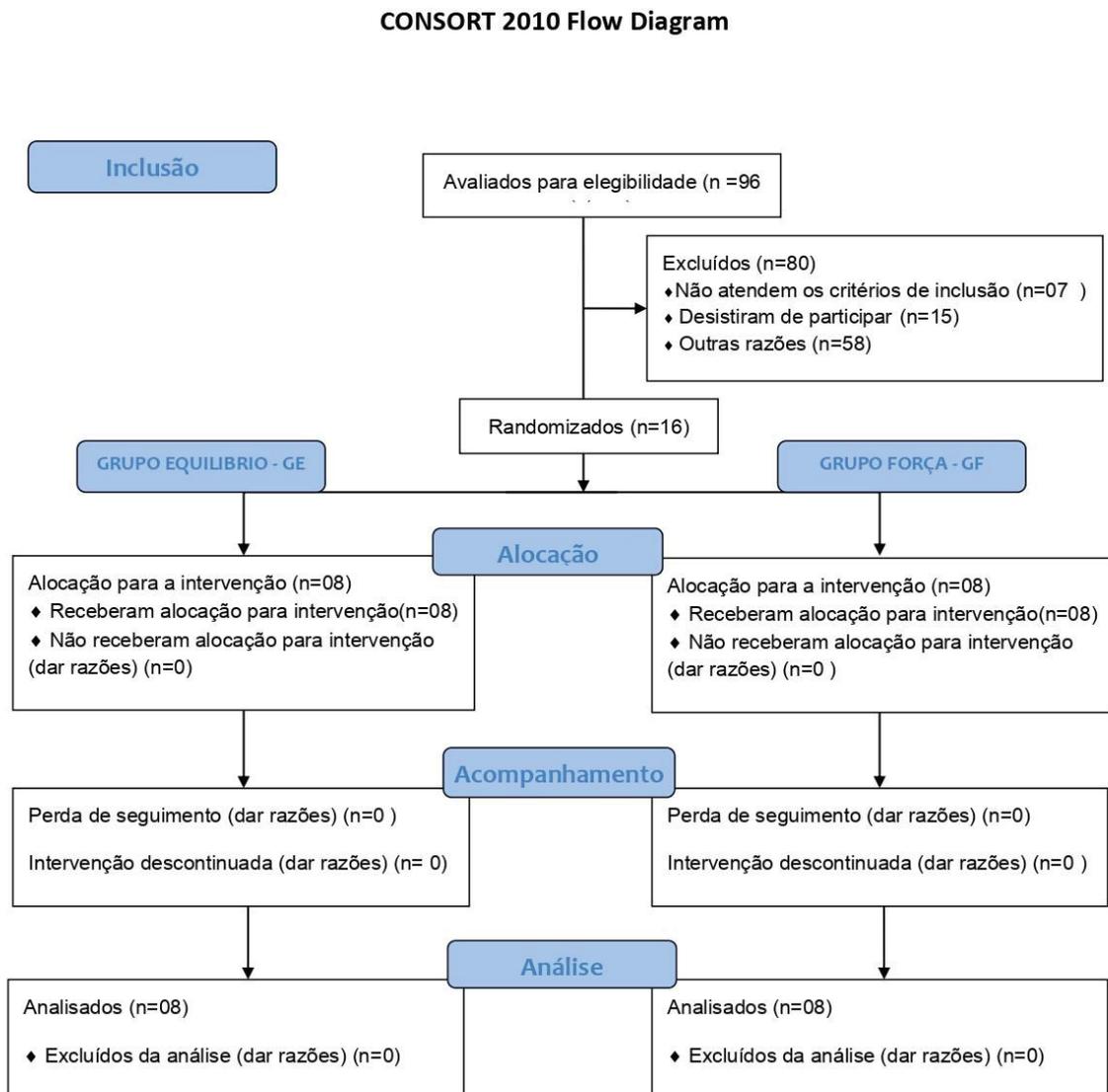
As condutas metodológicas seguiram o fluxograma apresentado na Figura 4.



FONTE: A Autora (2023).

Na Figura 5 temos o diagrama de fluxo e a lista de verificação CONSORT (ANEXO 10) que foram usados na estruturação deste estudo (Schulz, Altman, Moher, 2010).

FIGURA 5 DIAGRAMA DE FLUXO (CONSORT, 2010)



FONTE: Schulz, Altman, Moher(2010).

O desfecho primário foi avaliado em cada um dos instrumentos utilizados, considerando a melhora nos escores de desempenho e comparando os índices de antes e após a reabilitação.

## 3.4 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS

### 3.4.1 Anamnese

A anamnese incluiu a escuta de dados pessoais, idade, dados clínicos e tempo da doença (Apêndice 2) seguida da avaliação otoneurológica.

### 3.4.2 Avaliação Otoneurológica – Vectoeletronistagmografia (VENG)

A avaliação otorrinolaringológica teve como objetivo excluir qualquer alteração que pudesse interferir na pesquisa e na avaliação vestibular. Consistiu na submissão dos pacientes ao exame vestibular que contemplou pesquisa de sintomas e sinais de vertigem e dos nistagmos de posição/posicionamento, espontâneo e semiespontâneo (Zeigelboim *et al.*, 2011).

Para a realização da vectoeletronistagmografia (VENG) utilizou-se um aparelho termosensível com três canais de registro, da marca Berger®, modelo VN316. Foi fixado com pasta eletrolítica um eletrodo ativo no ângulo lateral de cada olho e na linha média frontal, formando uma imagem de um triângulo isósceles que permitiu a identificação dos movimentos oculares, horizontais, verticais e oblíquos, bem como o cálculo da velocidade angular da componente lenta do nistagmo (VACL).

Foi utilizada uma cadeira rotatória pendular decrescente da marca Ferrante®, um estimulador visual modelo EV VEC e um otocalorímetro a ar modelo NGR 05, ambos da marca Neurograff®.

De acordo com critérios propostos por Mangabeira-Albernaz, Ganança e Pontes (1976), foram realizadas as seguintes provas oculares e labirínticas à VENG:

- calibração dos movimentos oculares;
- pesquisa dos nistagmos espontâneo e semiespontâneo;
- pesquisa do rastreo pendular;
- pesquisa dos nistagmos optocinético, pré e pós-rotatórios e pré e pós-calóricos. O tempo de estimulação calórica em cada orelha, com ar a 42°C e 18°C, durou 80s para cada temperatura e as respostas foram registradas, primeiro com os olhos fechados e, em seguida, com os olhos abertos para a observação do efeito inibidor da fixação ocular (EIFO).

Neste procedimento de avaliação otoneurológica o elemento fundamental é o nistagmo que estimula uma série de movimentos oculares com componentes rápidos e lentos, em direções opostas, e que ocorrem alternadamente. O exame vestibular proporciona a mensuração da relação entre o equilíbrio e a função do labirinto vestibular posterior, dos ramos vestibulares do VIII nervo craniano, dos núcleos vestibulares do assoalho do IV ventrículo, principalmente, das vias vestibulares e das interconexões vestibulo-oculomotoras, vestibulocerebelares, vestibulo-espinhais e vestibuloproprioceptivas–cervicais (Zeigelboim, Jurkiewicz, Fukuda e Mangabeira-Albernaz, 2001).

### 3.4.3 Avaliação Cognitiva

A avaliação cognitiva foi realizada pelo Miniexame de Estado Mental – MEEM e teve por objetivo excluir os pacientes que apresentassem déficit cognitivo e que não conseguissem atender a comandos verbais simples.

O MEEM (ANEXO 7) é um teste breve de rastreio cognitivo para identificação de demência. Foi inicialmente desenvolvido por Folstein, Folstein e McHugh (1975) e traduzido e validado por Bertolucci *et al.* (1994). É de fácil aplicação, com duração entre cinco e dez minutos, utilizando apenas folha de papel e lápis.

Constituído de duas partes, uma que abrange orientação, memória e atenção, com pontuação máxima de 21 pontos e outra, que aborda habilidades específicas como nomear e compreender, com pontuação máxima de 9 pontos, totalizando um escore de 30 pontos (Folstein *et al.* 1975). "Os valores mais altos do escore indicam maior desempenho cognitivo. As questões abordadas referem-se à memória recente e registro da memória imediata; orientação temporal e espacial; atenção e cálculo; linguagem – afasia; apraxia e habilidade de construção.

O impacto da escolaridade em nosso meio, verificado em estudos recentes (Bertolucci *et al.*, 1994 e Brucki *et al.*, 2003), mostrou que o nível de escolaridade afeta este tipo de avaliação, além de patologias e da idade dos pacientes. Estes autores adotam notas de corte diferentes para pessoas com distintos graus de instrução.

Na avaliação cognitiva realizada para fundamentar este estudo foram adotados os pontos de corte 18/19 para indivíduos analfabetos e 24/25 para indivíduos com instrução escolar (Lourenço e Veras, 2006).

Na avaliação cognitiva realizada pelo MEEM, os dois grupos estavam dentro do padrão para indivíduos com instrução escolar, alcançando os 24/25 determinados como ponto de corte. Considerando que a disfunção cognitiva é altamente variável na PEH, acredita-se que o perfil cognitivo dependa em grande parte do subtipo genético da PEH. Na literatura não foram localizados grandes estudos para investigar a frequência do transtorno ou caracterizar domínios cognitivos predominantemente afetados pela PEH (Faber, Branco e França Júnior, 2016). Por ser caracterizada como heterogênea, estudos de longo prazo para melhor caracterizar os distúrbios do desenvolvimento, neurodegenerativos, cognitivos e comportamentais são sugeridos por Faber, Branco e França Júnior (2016). O MEEM foi apenas usado como critério de inclusão.

#### 3.4.4 Avaliação de Força Muscular (FM)

Cinco fatores determinam a função musculoesquelética: amplitude de movimento e flexibilidade, força muscular, coordenação, resistência e propriocepção (Gerhardt & Rondinelli, 2001). A função física inclui a função muscular, o desempenho físico e a funcionalidade. A função muscular abrange a força, a potência e a resistência muscular (Beudart *et al.*, 2019).

O desempenho físico mede a função do corpo como um todo, relacionada à mobilidade, e inclui percepção sensorial, capacidade cardiovascular e motivação (Beudart *et al.*, 2019).

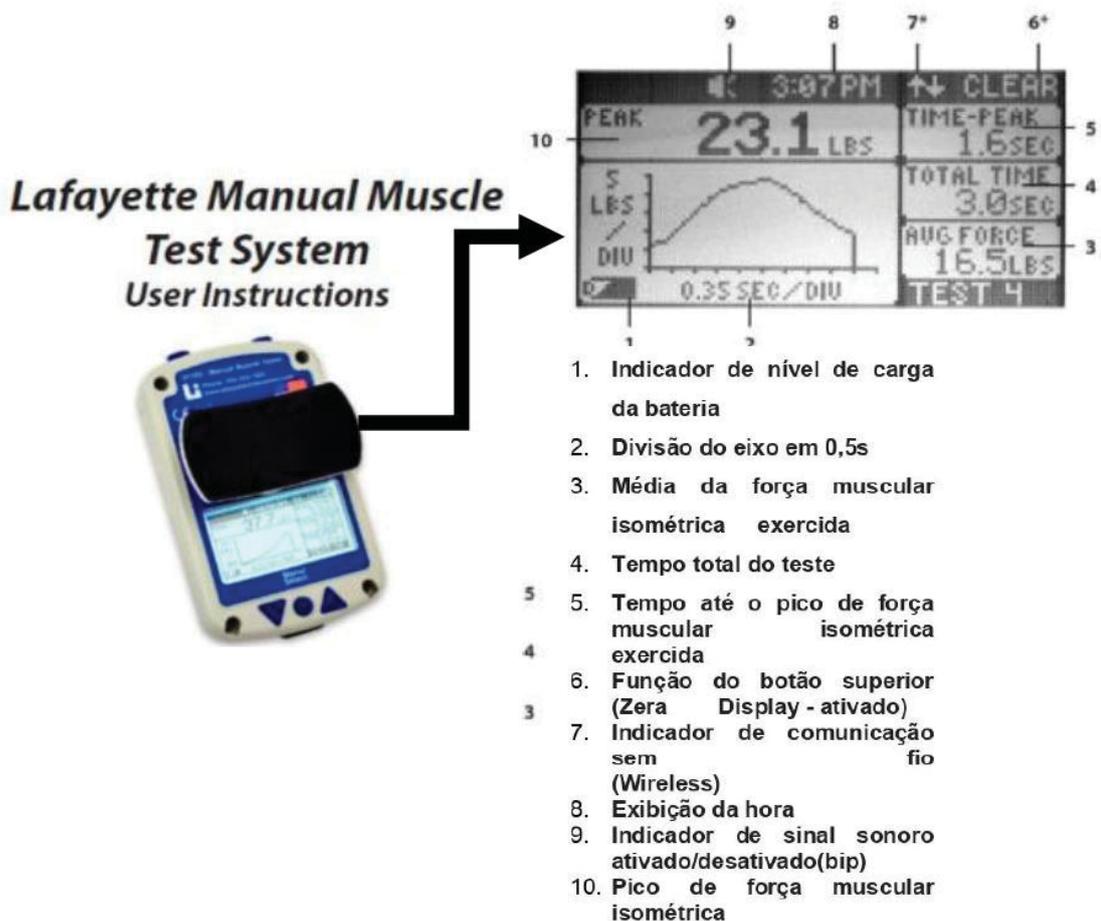
A funcionalidade engloba todas as funções corporais, atividades diárias e participação social. Indivíduos com boa funcionalidade são capacitados para as atividades diárias (OMS, 2004).

A FM é um dos componentes fundamentais que podem contribuir no desempenho físico dos pacientes com PEH. Níveis baixos de FM, por exemplo, podem causar quedas, assim como o histórico de uma ou mais quedas pode limitar os movimentos e, conseqüentemente, diminuir os níveis de FM. Para a avaliação da FM foi utilizado o dinamômetro portátil Lafayette.

### 3.4.4.1 Dinamômetro Portátil Lafayette

O dinamômetro portátil Lafayette (Figura 6) é um dinamômetro de mão (Li *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2009) que possui características ergonômicas capazes de mensurar objetivamente a quantidade de força muscular empreendida por um indivíduo, por meio da avaliação da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) (Sisto *et al.*, 2007).

FIGURA 6 DINAMÔMETRO PORTÁTIL LAFAYETTE



FONTE: Manual do Dinamômetro Lafayette.

O Sistema de Teste Muscular Manual Lafayette apresenta uma unidade de controle com microprocessador (Sisto *et al.*, 2007), um kit de posicionadores anatômicos e um kit de adesivos para higienização. Aplicável em todos os segmentos corporais é capaz de aferir: pico de força; tempo do pico de força; força (kgf) dentro de intervalos selecionados; força média; tempo total do teste e pico de torque.

Nesta avaliação de força isométrica foi utilizado um dinamômetro manual (Handheld Dynamometer, Model 01165 MAN087, Lafayette Instrument Company

Lafayette, IN 47903, USA), com os seguintes padrões de configuração: força para iniciar o teste com 2kg; força para interromper o teste abaixo de 1kg; tempo do teste de 3 segundos; máximo alcance de 136 kg; mínimo alcance de 0kg.

Foram avaliados os movimentos de Adução/ Abdução; Extensão/Flexão de Quadril; Extensão e Flexão De Joelho; de Dorsiflexores e Plantiflexores (Figuras 7 a 14)<sup>1</sup>. Os dados coletados foram pico de força muscular isométrica; força média isométrica e tempo de pico da força muscular isométrica exercida.

Nesta aplicação o dinamômetro foi posicionado de acordo com o movimento a ser executado pelo paciente, enquanto o avaliador se posicionou de modo a impor a ele a força contrária ao movimento a ser realizado.

Os participantes da avaliação foram instruídos a realizar o máximo de força possível durante 5 segundos. Foram realizadas 3 tentativas de força máxima e administrados intervalos de descanso de 1 minuto entre cada tentativa. A primeira foi realizada para familiarização e as outras duas foram consideradas para efeito de avaliar seus resultados.

FIGURA 7 AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE ABDUÇÃO DE QUADRIL (ABQ)



FONTE: A Autora (2023).

---

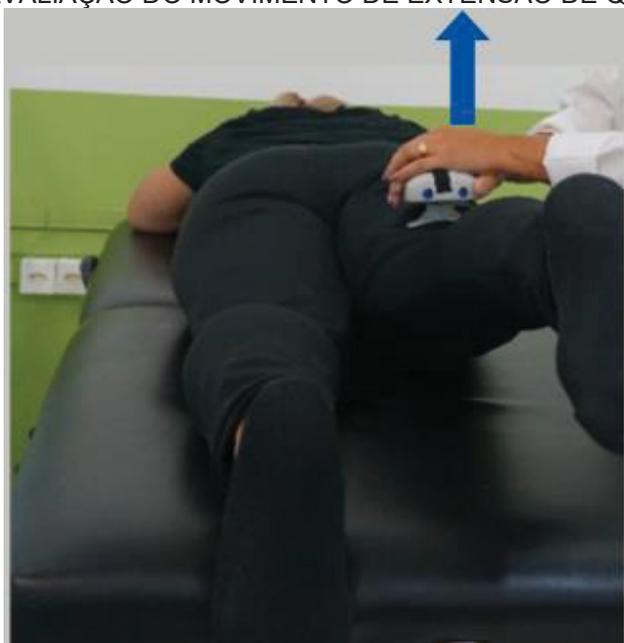
<sup>1</sup>Observar que as flechas adicionadas às figuras indicam o sentido do movimento durante a avaliação.

FIGURA 8 AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE ADUÇÃO DE QUADRIL (AQ)



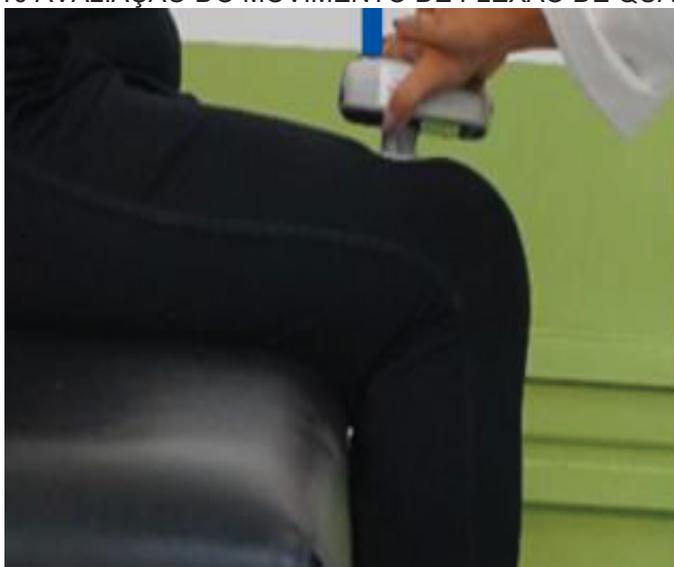
FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 9 AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE EXTENSÃO DE QUADRIL (EQ)



FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 10 AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE FLEXÃO DE QUADRIL (FQ)



Fonte: A Autora (2023).

FIGURA 11 AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE FLEXÃO DE JOELHO (FJ)



FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 12 AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE EXTENSÃO DE JOELHO (EJ)



FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 13 AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE PLANTIFLEXÃO OU FLEXÃO PLANTAR (PF)



FONTE: A Autora (2023).

FIGURA 14 AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO DE DORSIFLEXÃO (DF)



FONTE: A Autora (2023).

#### 3.4.4.2 Avaliação da Qualidade de Vida (QV)

A incapacidade funcional é a dificuldade ou impossibilidade de realizar atividades diárias necessárias para uma vida independente, incluindo deficiências, limitação de atividades ou restrição na participação (OMS, 2004).

A espasticidade do músculo esquelético é um dos principais problemas de saúde dos pacientes com PEH, isto acarreta principalmente limitações de mobilidade, incapacitando o indivíduo funcionalmente e afetando suas atividades de vida diária (AVD), seu trabalho, conseqüentemente impactando sobre sua QV. Para esta avaliação utilizamos o questionário de QV – WHOQOL-bref.

- Questionário de Qualidade de Vida – WHOQOL-bref

Para avaliar a QV foi utilizado o questionário padronizado WHOQOL-Bref (versão em português) segundo Fleck *et al.* (2000). O método de pesquisa WHOQOL-bref (ANEXO 6) possui versão final com 26 itens, sendo a primeira parte sobre qualidade de vida (24) e a segunda sobre a satisfação com a própria saúde (2). Este questionário avalia quatro domínios: físico; psicológico; relações sociais; meio ambiente, além de uma autoavaliação de qualidade de vida e do escore total, podendo ser utilizado tanto para pessoas saudáveis ou não. O WHOQOL-bref é um questionário sobre como o paciente se sente a respeito de sua qualidade de vida, saúde e outras áreas de sua vida. (“Versão em português - UFRGS”) Valoriza a percepção do indivíduo podendo avaliar a qualidade de vida de diferentes grupos e situações (Kluthcovsky; Kluthcovsky, 2009).

Para análise dos escores utilizou-se a estatística descritiva de forma automatizada definindo cada domínio do questionário de acordo com os critérios de Pedroso *et al* (2010) e Pedroso (2020) conforme a descrição abaixo:

- Domínio I – Domínio físico
- Domínio II – Domínio psicológico
- Domínio III – Relações Sociais
- Domínio IV – Meio Ambiente
- Domínio V – Autoavaliação da QV
- Total

#### 3.4.4.3 Avaliação de Equilíbrio

O controle postural é a capacidade de manter o equilíbrio, tanto estático quanto dinâmico, ajustando ou recuperando o centro de massa corporal sobre a base de sustentação, e controlando a posição do corpo no espaço para evitar quedas. A manutenção do equilíbrio envolve diversas estruturas do SNC e do sistema nervoso periférico (SNP). O sistema vestibular é uma estrutura crucial para o equilíbrio, atuando como referência para outros sistemas, como o visual e o somatossensitivo, que também desempenham papéis importantes nessa função. O processamento motor, que inclui componentes musculoesqueléticos e neuromusculares, é essencial para gerar e coordenar as forças que controlam a posição do corpo no espaço. O

controle postural é vital para realizar tarefas simples e complexas e pode ser afetado por mudanças fisiológicas do envelhecimento e doenças crônicas (Leite *et al*, 2009). Para esta avaliação utilizou-se a escala de confiança - ABC.

- Escala de Confiança – ABC

Escala de confiança – ABC (ANEXO 7) é tradução do Activities-Specific Balance Confidence Scale que avalia o equilíbrio em atividades específicas. Os indivíduos autoavaliam sua confiança no equilíbrio em escores que variam de 0 a 100%, durante a realização de 16 atividades e a pontuação dá-se através da média das porcentagens apresentadas no questionário (Braun, 2012).

Kulmala *et al* (2007) considera escores na ABC-16 acima de 80% como altos níveis funcionais, enquanto escores entre 50 e 80% representam função física moderada e pontuações abaixo de 50% indicam baixo nível funcional.

Muito utilizada no meio acadêmico e clínico, a escala ABC-16 foi traduzida e adaptada culturalmente para a população brasileira e mostrou boa ou excelente reprodutibilidade, sendo um instrumento importante para avaliar a autopercepção do equilíbrio por ser considerado de aplicação fácil e rápida.

#### 3.4.4.4 Reabilitação Vestibular (Rv) com Realidade Virtual (Rvi)

A evolução da doença impacta na capacidade de realizar movimentos essenciais como ficar em pé, sentar-se e caminhar de forma satisfatória, o que implica na necessidade de abordagens terapêuticas eficientes, o que justifica este estudo experimental e a seleção de jogos de RV.

A RV foi realizada por meio do sistema Wii Fit Plus® composto pelo console Wii®, marca Nintendo, Wii-Remote e Wii Balance Board (WBB). WBB é uma plataforma que tem como maior característica os sensores que detectam a posição do gamer e para onde ele está apontando na tela. Ou seja, em alguns jogos, o jogador deve realizar os mesmos movimentos que faria em um jogo real.

O objetivo principal foi verificar a evolução dos pacientes que realizaram à RV através da Rvi utilizando o sistema Wii Fit Plus®.

Os participantes da pesquisa realizaram o mesmo número de sessões de RV, com o mesmo intervalo entre as sessões e submetidos à mesma pré e pós avaliação,

porém a RV utiliza sistemas distintos, sendo personalizada a cada paciente, pois está diretamente ligada a fatores tais como capacidade física para a realização dos exercícios, disposição do paciente de realizar o protocolo indicado e seu estado psicológico (Zeigelboim, 2013).

Por se tratar de um estudo se caracterizado como ensaio clínico randomizado piloto e para garantir a qualidade do estudo o protocolo de tratamento será realizada por dois profissionais habilitados. Desta forma, cada grupo será conduzido por uma pesquisadora.

Os jogos tiveram duração de 30 minutos a 1 hora, no total de 20 sessões, duas vezes por semana. Após o término de cada etapa houve a reavaliação de todos os instrumentos WOQOL-bref, dinamômetro portátil Lafayette, ABC (T1 pós 10 sessões e T2 pós 20 sessões).

Os jogos foram selecionados com estratégias que envolviam estímulos sacádicos e optocinéticos; movimentação de cabeça e tronco; equilíbrio estático e dinâmico; coordenação motora; coordenação olho-pé; movimentos pélvicos circulares; flexoextensão de joelho, tornozelo e quadril; deslocamentos de peso (ântero-posterior e lateral) visando alterações no equilíbrio e instabilidade postural.

Foram realizados cinco jogos de equilíbrio (Soccer Heading®, TableTilt®, Tightrope Walk®, Penguin slide® e Perfect 10®) para o GE, enquanto para o GF foram realizados os mesmos jogos de equilíbrio descritos anteriormente, além de quatro exercícios de força muscular: Single legextension®, Torso Twist®, Sidewaysleglift® e Single leg twist®.

Todas as sessões foram realizadas no mesmo local e devidamente preparadas para evitar possíveis quedas. A plataforma Wii foi instalada no chão, e uma maca foi colocada na frente dela para possível apoio. Por questões de segurança, a pesquisadora permaneceu próxima ao paciente durante todas as sessões. Após o início das sessões, não houve desistências.

Na Figura 15 temos a imagem da tela do jogador, para a execução do jogo sobre a WBB realizar transferência de peso ântero-posterior e látero-lateral para “acertar” virtualmente a cabeça na bola (cabecear).

FIGURA 15 JOGO SOCCER HEADING®



FONTE: A Autora (2023).

Na Figura 16, no jogo TableTilt®, o jogador sobre o WBB deve realizar deslocamentos láterolateral e ânteroposterior, simulando estar em uma prancha instável com objetivo de colocar as bolas dentro de buracos. A cada nível atingido somam-se mais 20 segundos, num total de oito possíveis níveis com progressão da dificuldade.

FIGURA 16 JOGO TABLETILT®



FONTE: A Autora (2023).

No jogo Tightrope Walk® (Figura 17) o jogador simula a marcha sobre a WBB alternando os pés, representando o equilíbrio em uma corda bamba, há também simulação de um salto, num rápido movimento de flexo-extensão dos joelhos.

FIGURA17 TIGHTROPE WALK®



FONTE: A Autora (2023).

No jogo Penguin slide®, sobre a WBB, o jogador deve realizar movimentos de deslocamentos látero-lateral e ântero-posterior com o objetivo de pegar o maior número de peixes para alimentar o pinguim, evitando ainda que ele caia na água (Figura 18)

FIGURA 18 PENGUIN SLIDE®



FONTE: A Autora (2023).

Para o jogo Perfect 10® sobre a plataforma WBB realiza-se movimentos de deslocamentos látero-lateral e anteroposterior com o quadril, encostando-se nos números para realizar a operação matemática necessária para ter o resultado igual a 10 pontos (Figura 19).

FIGURA 19 PERFECT 10®



FONTE: A Autora (2023).

Na reabilitação do GF além dos exercícios de equilíbrio acrescentou-se a execução de mais 4 exercícios de força muscular, seguindo o mesmo padrão de avaliação do grupo, T0, T1 e T2.

Para realizar o single legextension® o indivíduo deve permanecer em apoio unipodal sobre a WBB enquanto realiza movimentos de flexo extensão dos MMSS e dos MMII contra lateralmente (Figura 20).

FIGURA 20 SINGLE LEGEXTENSION®.



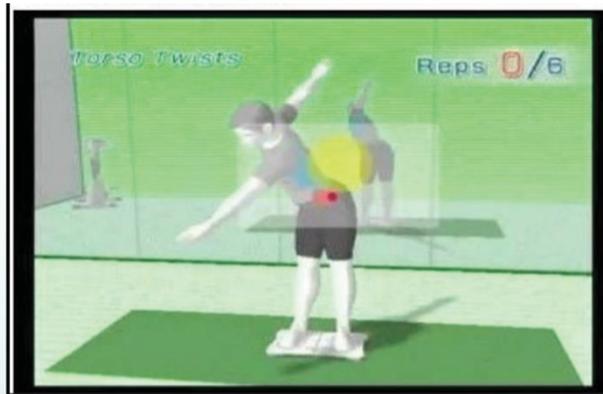
#### OBJETIVO

- **CONTROLE ESTACIONÁRIO DO CENTRO DE MASSA;**
- **TREINO DE EQUILÍBRIO E FM (TRÍCEPS, DORSO E QUADRIL) CONTRA O CENTRO DE GRAVIDADE**

FONTE: A Autora (2023).

Na Figura 21 a execução do torso twist® consiste em rotações do tronco para a direita e esquerda e em seguida associa às rotações a flexão do tronco tocando na maca a sua frente, para ambos os lados.

FIGURA 21 TORSO TWIST®



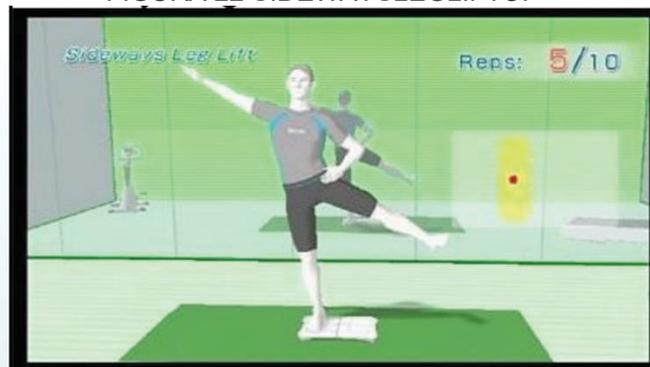
OBJETIVO

- **CONTROLE ESTACIONÁRIO DO CENTRO DE MASSA ENQUANTO A ROTAÇÃO É REALIZADA;**
- **TREINO DE EQUILÍBRIO E FM (ABDOMINAIS)**

FONTE: A Autora (2023).

Para a execução do Sidewaysleglift®, o indivíduo, sobre a plataforma WBB, fica equilibrado sobre uma das pernas e realiza simultaneamente abdução do membro inferior (quadril) e do membro superior (braço), em oposição, braço direito com a perna esquerda e depois inverte (Figura 22).

FIGURA 22 SIDEWAYSLEGLIFT®.



OBJETIVO

- **CONTROLE ESTACIONÁRIO DO CENTRO DE MASSA;**
- **TREINO DE EQUILÍBRIO E FM (ABDOMINAIS E ADUTORES E ABDUTORES DO OMBRO)**

FONTE: A Autora (2023).

Na Figura 23, para o exercício single leg twist®, sobre o WBB o indivíduo deve equilibrar-se em um dos membros inferiores, realizando movimento com o membro

superior que está elevado levando-o ao encontro do joelho do membro inferior(contralateral) em frente ao corpo.

FIGURA 23 SINGLE LEGTWIST®.



OBJETIVO

- **CONTROLE ESTACIONÁRIO DO CENTRO DE MASSA;**
- **TREINO DE EQUILÍBRIO E FM ( ABDOMINAIS E MUSCULOS DA COXA)**

FONTE: A Autora (2023).

## 4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a amostra pesquisada, considerando a análise dos indicadores sociodemográficos e demais características, aplicou-se estatística descritiva (frequência, porcentagem, média e desvio padrão). Os testes utilizados neste estudo incluíram: o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados; o teste t de Student para comparar médias de grupos independentes; o teste U de Mann-Whitney para comparar grupos independentes sem distribuição normal; o teste Wilcoxon signed-rank para comparar dados pareados e o teste ANOVA de Medidas Repetidas para comparar as condições em diferentes momentos. Essa abordagem permitiu uma análise abrangente em conformidade com a natureza dos dados e os objetivos específicos do estudo. O software utilizado para análise foi o JASP 2023 (Version 0.17.2), considerando  $p < 0,05$ .

### 4.1 ARMAZENAMENTO DE DADOS

Todos os dados coletados foram armazenados em local seguro, devidamente identificados pelo nome e sobrenome em pastas individuais. Foi utilizada uma ficha de avaliação (anamnese) semiestruturada (APÊNDICE 2).

## 5 RESULTADOS

A amostra foi de 16 pacientes com diagnóstico de PEH foram divididos nos grupos GE – constituído de 5 pacientes do sexo feminino e 3 do sexo masculino; e GF – constituído de 5 pacientes do sexo feminino e 3 do sexo masculino. O percentual de distribuição de gênero foi igual nos dois grupos: 62,5% sexo feminino e 37,5% sexo masculino. O GE tem uma mediana de idade mais alta em comparação com o GF e a mesma mediana com relação ao tempo da doença. Com relação ao IQR, o GF tem um valor maior em comparação ao GE, sugerindo que a dispersão dos dados no grupo força é maior, indicando uma maior variabilidade nas idades. Resumidamente os grupos diferem em termos de idade mediana e dispersão (IQR), mas compartilham a mesma mediana para o tempo de doença, conforme sugere a Tabela 1.

TABELA 1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA AMOSTRA

Característica	Grupo	Mediana (IQR) / %	p*	
Sexo (%)	Equilíbrio	Masculino	37,5	1,00
		Feminino	62,5	
	Força	Masculino	37,5	
		Feminino	62,5	
Avaliação Vestibular (%)	Equilíbrio	Normal	37,5	0,28
		S.V. Central Deficitária Bilateral	50	
		S.V. Periférica Bilateral	0	
		S.V. Central Irritativa Esquerda	12,5	
	Força	Normal	25	
		S.V. Deficitária Bilateral	25	
		S.V. Periférica Bilateral	37,5	
		S.V. Central Irritativa Esquerda	12,5	
Idade	Grupo equilíbrio	54 (17)	0,14	
	Grupo força	36 (28.5)		
Tempo doença (anos)	Grupo equilíbrio	14 (9)	0,75	
	Grupo força	14 (9.5)		

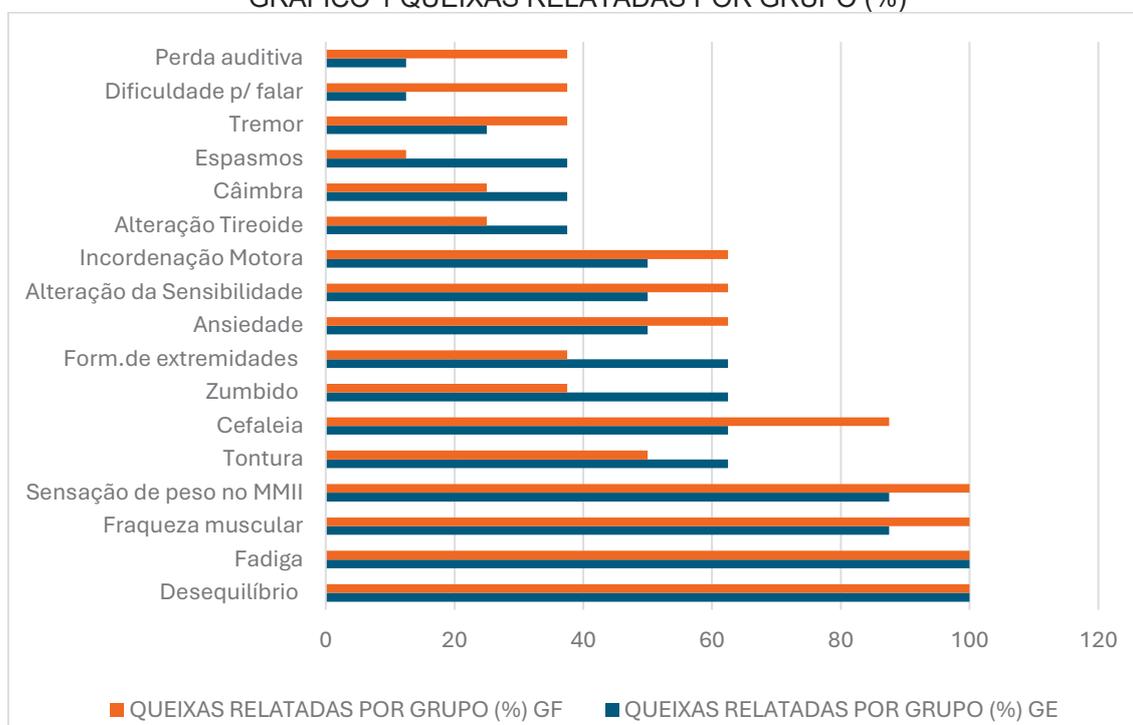
FONTE: Dados coletados.

NOTAS: \*p-valor do Teste Qui-quadrado e U de Mann-Whitney - Nível de significância de 5%, S.V.- Síndrome vestibular

No caso do exame vestibular os dois grupos apresentaram alterações: o GE apresentou 50% de síndrome vestibular – S.V. central deficitária bilateral, 37,5% de exame vestibular normal e 2,5% de S.V. central irritativa esquerda; o GF apresentou 37,5% de S.V. periférica deficitária bilateral, 25% de exame vestibular normal, 25% de S.V. central deficitária bilateral e 12,5% de S.V. central irritativa esquerda.

No Gráfico1 observa-se que o desequilíbrio, fraqueza muscular, fadiga e sensação de peso nos membros inferiores tem um percentual de 87,50% a 100% como queixas importantes relatadas e que impactam diretamente na marcha e na QV dos pacientes.

GRÁFICO 1 QUEIXAS RELATADAS POR GRUPO (%)



FONTE: A Autora (2024).

Quando comparado ambos os grupos (GE e GF) em relação aos diferentes tempos de avaliação (T0 e T1) e (T0 e T2), considerando os resultados gerais do questionário WHOQOL-bref e para cada domínio avaliado, não se observou significância, conforme mostra a TABELA 2.

TABELA 2 COMPARAÇÃO ENTRE OS GRUPOS GE E GF COM A DIFERENÇA ENTRE T1 E T0 ( $\Delta 1$ ) E COM A DIFERENÇA ENTRE T2 E T0 ( $\Delta 2$ ) NA ANÁLISE DO WHOQOL-BREF, E POR DOMÍNIOS

	Grupos	Média (desvio-padrão)	p*
$\Delta 1$	<b>E</b>	0.346 $\pm$ 1.703	0.169
	<b>F</b>	1.442 $\pm$ 1.290	
$\Delta 2$	<b>E</b>	2.077 $\pm$ 3.577	0.879
	<b>F</b>	1.865 $\pm$ 1.479	
$\Delta$ Dom I	<b>E</b>	1.500 $\pm$ 3.728	0.557
	<b>F</b>	2.429 $\pm$ 2.281	
$\Delta$ Dom II	<b>E</b>	1.500 $\pm$ 2.889	0.553
	<b>F</b>	2.250 $\pm$ 1.950	
$\Delta$ Dom III	<b>E</b>	3.000 $\pm$ 4.925	0.219
	<b>F</b>	0.333 $\pm$ 3.167	
$\Delta$ Dom IV	<b>E</b>	2.438 $\pm$ 4.313	0.732
	<b>F</b>	1.875 $\pm$ 1.433	
$\Delta$ Dom V	<b>E</b>	3.000 $\pm$ 4.000	0.207
	<b>F</b>	1.000 $\pm$ 1.512	

FONTE: A Autora (2024).

Notas: \*Teste *t-Student*, ( $p < 0,05$ ).  $\Delta 1$ : QV=T1-T0,  $\Delta 2$ : QV=T2-T0;  $\Delta$ Dom I: Domínio I,  $\Delta$ Dom II: Domínio II,  $\Delta$ Dom3: Domínio 03,  $\Delta$ Dom4: Domínio 04,  $\Delta$ Dom5: Domínio 05 do WHOQOL-Bref. DP: Desvio Padrão.

Na Tabela 3 notaram-se resultados significativos comparando T0, T1 e T2 para os domínios físico, psicológico, meio ambiente e no geral, apontando para um maior nível de percepção de QV para os pacientes que pertenciam ao GF que realizaram exercícios de equilíbrio + exercícios de força. Apenas no domínio 3, relações sociais e na autoavaliação da QV, as diferenças não se confirmaram entre os grupos.

TABELA 3 COMPARAÇÃO ENTRE T0, T1 E T2 COM CADA DOMÍNIO DO WHOQOL-BREF, SEPARADOS POR GRUPO EQUILÍBRIO E GRUPO FORÇA

	Grupos	T0	T1	T2	p*
		Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	
D1	<b>E</b>	12,714 $\pm$ 2,641 <sup>a</sup>	12,571 $\pm$ 2,766 <sup>a</sup>	14,214 $\pm$ 3,475 <sup>a</sup>	0,225
	<b>F</b>	12,929 $\pm$ 3,159 <sup>a</sup>	15,000 $\pm$ 2,154 <sup>b</sup>	15,357 $\pm$ 2,582 <sup>b</sup>	0,008*
D2	<b>E</b>	15,333 $\pm$ 2,760 <sup>a</sup>	15,500 $\pm$ 2,330 <sup>a</sup>	16,833 $\pm$ 1,584 <sup>a</sup>	0,186
	<b>F</b>	12,500 $\pm$ 3,964 <sup>a</sup>	14,333 $\pm$ 2,545 <sup>a</sup>	14,750 $\pm$ 3,054 <sup>b</sup>	0,009*
D3	<b>E</b>	13,000 $\pm$ 3,086 <sup>a</sup>	14,833 $\pm$ 3,376 <sup>a</sup>	16,000 $\pm$ 3,491 <sup>a</sup>	0,115
	<b>F</b>	14,167 $\pm$ 3,487 <sup>a</sup>	15,333 $\pm$ 2,469 <sup>a</sup>	14,500 $\pm$ 3,450 <sup>a</sup>	0,541
D4	<b>E</b>	13,563 $\pm$ 3,406 <sup>a</sup>	13,688 $\pm$ 2,645 <sup>a</sup>	16,000 $\pm$ 2,493 <sup>a</sup>	0,091
	<b>F</b>	13,813 $\pm$ 1,831 <sup>a</sup>	14,625 $\pm$ 1,768 <sup>a</sup>	15,688 $\pm$ 2,344 <sup>b</sup>	0,015*
D5	<b>E</b>	13,000 $\pm$ 3,381 <sup>a</sup>	14,250 $\pm$ 2,915 <sup>a</sup>	16,000 $\pm$ 2,828 <sup>a</sup>	0,064
	<b>F</b>	14,000 $\pm$ 2,828 <sup>a</sup>	15,000 $\pm$ 2,138 <sup>a</sup>	15,000 $\pm$ 3,024 <sup>a</sup>	0,279
Geral		13,481 $\pm$ 2,551 <sup>a</sup>	14,375 $\pm$ 1,886 <sup>ab</sup>	15,452 $\pm$ 2,285 <sup>b</sup>	0,003*

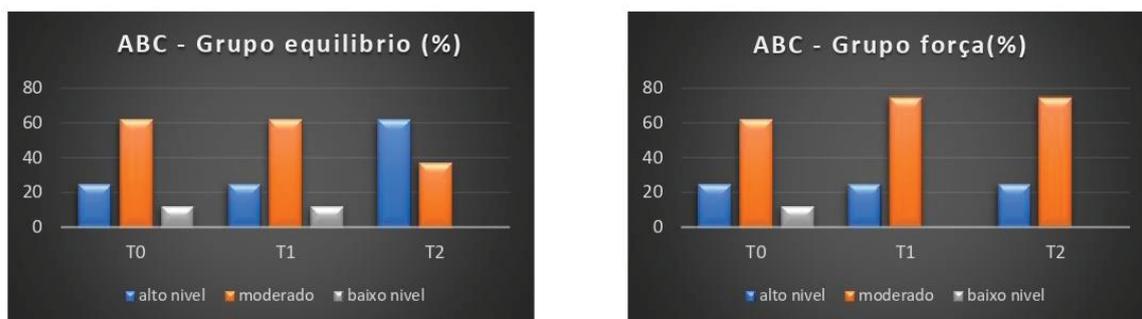
FONTE: A Autora (2024).

Notas: \*Teste *ANOVA Repeated Measure*, ( $p < 0,05$ ). Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças estatisticamente significativas no teste *Post Hoc*. D1: Domínio 01, D2: Domínio 02, D3: Domínio 03, D4: Domínio 04, D5: Domínio 05 do WHOQOL-Bref. T0: Pré-sessões, T1: após 10 sessões e T2: após 20 sessões.

Na avaliação dos níveis funcionais em atividades específicas determinados pelo ABC (Gráfico 2), o GE, antes da intervenção, apresentava 25% dentro da classificação de altos níveis funcionais; 62,5% com função física moderada e 12,5% com baixo nível funcional. Após a intervenção, 62,5% passaram para altos níveis funcionais e 37,5% com função física moderada, indicando uma melhora na percepção do equilíbrio na execução de atividades avaliadas por este instrumento.

No GF os altos níveis funcionais se mantiveram em 25% antes e após a intervenção; na T0, 62,5% apresentaram função física moderada, passando para 75% (T2) após a intervenção. Com baixo nível funcional na T0 - 12,5%, zerando após a intervenção, indicando também melhora neste componente.

GRÁFICO 2 COMPARAÇÃO ENTRE T0, T1 E T2 DO TESTE ABC, SEPARADO POR GRUPOS



FONTE: A Autora (2024).

Notas: ABC – Escala de confiança; T0: Pré-sessões, T1: após 10 sessões e T2: após 20 sessões.

A avaliação do dinamômetro mostrou resultado significativo para a melhora de força de pico ( $p=0,006$ ), na força média na abdução de quadril ( $p=0,001$ ) e na TDF, demonstrando uma tendência a significância para o grupo equilíbrio.

O resultado comparativo entre os movimentos, tempos de avaliação e grupos podem ser visto na Tabela 4.

Na Tabela 5 verificamos os resultados dos jogos utilizados na reabilitação tanto para o grupo GE, quanto para o grupo GF, de equilíbrio (Soccer Heading, TableTilt, Tightrope Walk e Ski Slalom) e de força (Single legextension; Torso Twist; Sidewaysleglift e Single leg Twist). Quando comparados entre T1 (após 10 sessões de reabilitação) e T2 (após 20 sessões de reabilitação) mostraram resultados significativos para todos os jogos de equilíbrio e de força, com exceção do torso twist. A indicação destes jogos pode ser considerada mais eficaz para essa população em relação a reabilitação terapêutica, pois os pacientes perceberam uma melhora que se refletiu na prática diária diante do desconforto causado pela doença.

TABELA 4 COMPARAÇÃO ENTRE T0, T1 E T2 DAS VARIÁVEIS DINAMÔMETRO LAFAYETE, SEPARADAS POR GRUPOS

Movimento	Grupos	Tempo de Pico(s)				Força de Pico(kg)				Força Média(kg)				TDF (kg/s)			
		T0	T1	T2	p*	T0	T1	T2	p*	T0	T1	T2	p*	T0	T1	T2	p*
		Mediana (IQR)	Mediana (IQR)	Mediana (IQR)		Mediana (IQR)	Mediana (IQR)	Mediana (IQR)		Mediana (IQR)	Mediana (IQR)	Mediana (IQR)		Mediana (IQR)	Mediana (IQR)	Mediana (IQR)	
Abdução quadril	Equilíbrio	3.00 (1.00) <sup>a</sup>	3.00 (1.00) <sup>a</sup>	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	0.264	6.50 (2.00) <sup>a</sup>	7.00 (4.00) <sup>b</sup>	9.00 (3.00) <sup>b</sup>	<b>0.006*</b>	6.00 (1.75) <sup>a</sup>	6.00 (2.25) <sup>b</sup>	7.00 (2.00) <sup>b</sup>	<b>0.001*</b>	5.16 (2.41) <sup>a</sup>	5.66 (2.31) <sup>a</sup>	6.24 (2.12) <sup>a</sup>	0.072
	Força	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	3.00 (1.00) <sup>a</sup>	2.00 (1.00) <sup>a</sup>	0.419	6.00 (5.00) <sup>a</sup>	7.00 (4.00) <sup>a</sup>	7.00 (5.00) <sup>a</sup>	0.542	4.50 (3.00) <sup>a</sup>	5.00 (3.00) <sup>a</sup>	5.50 (4.50) <sup>a</sup>	0.792	4.91 (2.93) <sup>a</sup>	5.35 (2.76) <sup>a</sup>	5.10 (2.72) <sup>a</sup>	0.508
Adução de quadril	Equilíbrio	3.00 (1.00) <sup>a</sup>	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	2.50 (1.00) <sup>a</sup>	0.068	7.00 (2.25) <sup>a</sup>	7.00 (3.25) <sup>a</sup>	9.00 (4.75) <sup>a</sup>	0.630	6.00 (1.50) <sup>a</sup>	6.00 (2.00) <sup>a</sup>	7.00 (2.75) <sup>a</sup>	0.965	4.98 (1.59) <sup>a</sup>	5.69 (2.10) <sup>a</sup>	5.49 (3.94) <sup>a</sup>	0.417
	Força	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	3.00 (1.00) <sup>a</sup>	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	0.485	5.50 (3.00) <sup>a</sup>	7.00 (4.00) <sup>a</sup>	8.00 (4.50) <sup>a</sup>	0.798	4.50 (3.00) <sup>a</sup>	6.00 (3.00) <sup>a</sup>	6.50 (3.25) <sup>a</sup>	0.968	4.73 (2.03) <sup>a</sup>	5.16 (2.12) <sup>a</sup>	5.70 (2.38) <sup>a</sup>	0.159
Extensão de quadril	Equilíbrio	2.50 (1.00) <sup>a</sup>	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	3.00 (1.00) <sup>a</sup>	0.135	10.00 (4.75) <sup>a</sup>	10.50 (2.50) <sup>a</sup>	10.00 (7.00) <sup>a</sup>	0.497	8.00 (3.75) <sup>a</sup>	8.00 (2.50) <sup>a</sup>	8.00 (3.50) <sup>a</sup>	0.852	6.97 (3.90) <sup>a</sup>	7.16 (2.50) <sup>a</sup>	7.28 (2.16) <sup>a</sup>	0.882
	Força	3.00 (1.00) <sup>a</sup>	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	0.786	9.00 (4.75) <sup>a</sup>	9.50 (7.00) <sup>a</sup>	9.00 (8.00) <sup>a</sup>	0.565	6.50 (3.25) <sup>a</sup>	7.50 (5.50) <sup>a</sup>	6.50 (5.00) <sup>a</sup>	0.508	6.38 (2.91) <sup>a</sup>	6.83 (3.34) <sup>a</sup>	6.51 (2.93) <sup>a</sup>	0.748
Flexão quadril	Equilíbrio	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	0.497	10.00 (6.00) <sup>a</sup>	9.50 (2.25) <sup>a</sup>	10.00 (4.50) <sup>a</sup>	0.968	7.50 (4.00) <sup>a</sup>	7.00 (2.25) <sup>a</sup>	8.00 (3.25) <sup>a</sup>	0.964	5.63 (5.67) <sup>a</sup>	7.15 (3.49) <sup>a</sup>	6.37 (3.40) <sup>a</sup>	0.882
	Força	2.50 (1.00) <sup>a</sup>	2.00 (1.00) <sup>a</sup>	2.00 (1.00) <sup>a</sup>	0.908	9.50 (5.00) <sup>a</sup>	12.00 (7.50) <sup>a</sup>	9.50 (5.75) <sup>a</sup>	0.368	7.00 (4.50) <sup>a</sup>	9.00 (5.25) <sup>a</sup>	7.50 (4.25) <sup>a</sup>	0.657	6.19 (3.03) <sup>a</sup>	6.59 (3.04) <sup>a</sup>	6.76 (3.43) <sup>a</sup>	0.508
Extensão de Joelho	Equilíbrio	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	0.607	12.50 (7.25) <sup>a</sup>	15.50 (8.00) <sup>a</sup>	15.50 (6.50) <sup>a</sup>	0.422	10.00 (6.50) <sup>a</sup>	10.50 (4.75) <sup>a</sup>	10.50 (4.50) <sup>a</sup>	0.485	9.35 (3.93) <sup>a</sup>	11.4 (5.49) <sup>a</sup>	10.9 (3.97) <sup>a</sup>	0.197
	Força	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	0.304	13.00 (7.50) <sup>a</sup>	16.00 (6.25) <sup>a</sup>	16.00 (4.00) <sup>a</sup>	0.206	9.50 (5.50) <sup>a</sup>	11.00 (4.25) <sup>a</sup>	12.00 (3.25) <sup>a</sup>	0.206	9.66 (3.11) <sup>a</sup>	11.0 (3.71) <sup>a</sup>	11.3 (2.34) <sup>a</sup>	0.197
Flexão Joelho	Equilíbrio	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	3.00 (1.00) <sup>a</sup>	0.174	14.50 (5.50) <sup>a</sup>	14.00 (7.50) <sup>a</sup>	15.50 (5.75) <sup>a</sup>	0.867	10.00 (3.25) <sup>a</sup>	9.50 (5.50) <sup>a</sup>	11.50 (5.25) <sup>a</sup>	0.779	9.61 (3.64) <sup>a</sup>	9.39 (4.25) <sup>a</sup>	9.95 (3.53) <sup>a</sup>	0.687
	Força	2.50 (1.00) <sup>a</sup>	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	0.167	11.50 (7.25) <sup>a</sup>	10.00 (8.00) <sup>a</sup>	11.00 (6.75) <sup>a</sup>	0.786	9.00 (6.50) <sup>a</sup>	9.00 (5.50) <sup>a</sup>	8.00 (5.75) <sup>a</sup>	0.657	7.60 (2.95) <sup>a</sup>	8.42 (4.23) <sup>a</sup>	8.93 (4.59) <sup>a</sup>	0.368
Plantiflexores	Equilíbrio	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	3.00 (1.00) <sup>a</sup>	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	0.264	9.50 (8.25) <sup>a</sup>	11.00 (4.75) <sup>a</sup>	8.50 (5.25) <sup>a</sup>	0.179	8.50 (5.50) <sup>a</sup>	8.00 (2.75) <sup>a</sup>	7.00 (4.00) <sup>a</sup>	0.142	7.05 (3.65) <sup>a</sup>	7.37 (3.43) <sup>a</sup>	6.99 (3.39) <sup>a</sup>	0.417
	Força	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	3.00 (1.00) <sup>a</sup>	0.468	8.00 (5.00) <sup>a</sup>	8.50 (7.50) <sup>a</sup>	8.00 (5.50) <sup>a</sup>	0.303	6.50 (3.50) <sup>a</sup>	6.50 (5.50) <sup>a</sup>	6.50 (4.25) <sup>a</sup>	0.291	5.71 (2.46) <sup>a</sup>	7.12 (4.64) <sup>a</sup>	5.51 (3.09) <sup>a</sup>	0.159
Dorsiflexores	Equilíbrio	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	3.00 (1.00) <sup>a</sup>	2.00 (0.25) <sup>b</sup>	<b>0.041*</b>	13.50 (6.75) <sup>a</sup>	8.50 (5.25) <sup>b</sup>	8.50 (5.00) <sup>b</sup>	<b>0.039*</b>	10.50 (6.25) <sup>a</sup>	6.50 (4.25) <sup>a</sup>	7.00 (4.00) <sup>a</sup>	0.097	8.13 (5.45) <sup>a</sup>	5.81 (2.85) <sup>b</sup>	4.05 (4.83) <sup>b</sup>	<b>0.011*</b>
	Força	2.50 (1.00) <sup>a</sup>	2.50 (1.00) <sup>a</sup>	2.00 (0.00) <sup>a</sup>	0.206	11.50 (6.50) <sup>a</sup>	7.50 (4.00) <sup>b</sup>	6.00 (4.75) <sup>b</sup>	<b>0.044*</b>	9.00 (5.50) <sup>a</sup>	6.00 (3.00) <sup>b</sup>	5.00 (3.50) <sup>b</sup>	<b>0.015*</b>	7.52 (4.56) <sup>a</sup>	4.07 (5.36) <sup>c</sup>	2.71 (4.41) <sup>c</sup>	<b>0.004*</b>

FONTE: A Autora (2024).

Notas: \*Teste Friedman, (p<0,05). TDF – taxa de desenvolvimento de força. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças estatisticamente significativas no teste Post Hoc. T0: Pré-sessões, T1: após 10 sessões e T2: após 20 sessões.

TABELA 5 COMPARAÇÃO ENTRE T1 E T2 PARA OS JOGOS DE RVI, SEPARADOS POR GRUPO ESTUDADO

Jogos	G	T1	T2	p*
		Média ±DP	Média ±DP	
TableTilt	E	55.91±23.51	71.69±31.64	0.002*
	F	52.75±24.99	69.00±21.72	<0.001*
Tightrope Walk	E	28.59±7.20	32.40±4.45	0.029*
	F	24.81±7.81	29.15±6.63	0.016*
Penguin slide	E	51.81±8.48	59.56±15.06	0.019*
	F	56.31±14.27	63.03±15.61	0.029*
Perfect 10	E	13.40±5.13	14.81±4.28	0.012*
	F	13.31±4.18	15.53±3.55	0.001*
Soccer Heading	E	57.56±61.47	116.0±132.3	0.008**
	F	42.90±24.42	89.18±71.56	0.034*
Single legextension	E	-	-	-
	F	92.18±4.45	95.75±3.99	0.007*
Torso Twist	E	-	-	-
	F	73.40±15.01	78.46±13.06	0.086
Sidewaysleglift	E	-	-	-
	F	90.15±9.56	95.50±5.84	0.025*
Single leg twist	E	-	-	-
	F	77.40±15.71	85.96±15.07	0.025*

FONTE: A Autora (2024).

Notas: Teste *t-Student* ( $p < 0,05$ ). \*\*Exceto para o grupo Equilíbrio do jogo Futebol: teste *Wilcoxon signed-rank*, ( $p < 0,05$ ). G: grupo. DP: desvio-padrão. T1: após 10 sessões, T2: após 20 sessões; (-) grupo não fez exercício de força.

## 6 DISCUSSÃO

As principais queixas relatadas pelos pacientes foram desequilíbrio e fadiga para ambos os grupos (100 %), seguido de fraqueza muscular e sensação de peso nos membros inferiores (100 % para o GF e 87,5% para o GE). Este quadro provocador, diminuição da amplitude de movimento, contraturas que comprometem a deambulação, um dos aspectos mais incapacitantes da PEH. Deve-se levar em consideração estas queixas para tentar indicar alternativas de tratamento que atendam às necessidades e reduzam as limitações destes pacientes, como risco de queda. Diante do fato que a PEH não pode ser curada, estratégias de estabilização da espasticidade e das consequências físicas decorrentes da mesma devem ser estudadas de forma a atender as individualidades características de cada tipo de PEH (Van Lith *et al*, 2020).

Os relatos queixosos referem-se diretamente à paraparesia espástica lenta e progressiva e alteração do tônus muscular, predominantemente nos membros inferiores, o que leva a dificuldade progressiva no controle motor e na marcha (Faber *et al*, 2014; Ruano *et al*, 2014; Murala, Nagarajan e Bollu, 2021; Zhang, 2014). Esta espasticidade do músculo esquelético é um dos principais problemas de saúde destes pacientes, pois acarreta complicações graves, limitando a mobilidade e afetando sua independência nas atividades de vida diária (AVD), e trabalho, consequentemente impactando sobre sua QV (McClelland *et al*, 2007; Kesiktas *et al*, 2004).

A progressão da doença e dos sintomas, com base na velocidade e no grau que a deficiência funcional aumenta, é de caráter variável, podendo ocorrer desde a estabilidade até o aumento da deficiência. Essa variável está relacionada à interação de múltiplos fatores, tais como a neurodegeneração e a neuroplasticidade, o que interfere na independência para as AVD, ou seja, no desempenho satisfatório em diversos movimentos, como: levantar-se, flexionar-se e caminhar (Zanoni e Ganança, 2010).

O indivíduo precisa ter o domínio do controle postural quando comprometido pela espasticidade. Este controle está diretamente relacionado com o equilíbrio corporal necessário para a execução dessas atividades. O equilíbrio corporal essencial para manutenção da postura está relacionado a um conjunto de informações fornecidas pelo sistema visual, vestibular e proprioceptivo. A reabilitação dos transtornos de equilíbrio é essencial para obter segurança e evitar instabilidades,

desequilíbrio, quedas, sensação de flutuação, vertigem entre outros. A reabilitação do equilíbrio corporal por meio de realidade virtual, é uma ação de promoção da saúde do indivíduo com reflexos na coletividade (Zanoni e Ganança, 2010; Gaßner *et al*, 2021).

Nos resultados encontrados pelo WHOQOL-bref, para os domínios físico, psicológico, meio ambiente e no geral, ocorreu muita significância para o GF, corroborando com estudos de QV e de doenças neurológicas que demonstraram que os aspectos físicos e mentais da QV se correlacionam significativamente com a gravidade da doença, especialmente com a capacidade de caminhar (Klimpe *et al*, 2012; Severiano *et al*, 2018; Santos *et al*, 2017). Os quesitos motores e emocionais avaliados pelo WHOQOL - Bref trouxeram desfechos clinicamente significativos nesta pesquisa.

O gerenciamento adequado da espasticidade depende da compreensão dos seus mecanismos fisiopatológicos, da história natural da doença e do seu impacto no paciente, permitindo o estabelecimento de uma abordagem adequada com intuito de minimizar complicações, como dores e deformidades, bem como, promover maior funcionalidade (Thompson, 2005; Richardson, 2002).

Intervenções terapêuticas que incluam alongamento, talas, imobilização, neurectomia, colocação de bomba de baclofeno intratecal, injeções de toxina botulínica e estimulação elétrica muscular têm efeito limitado e estima-se que as complicações dos espasmos musculares custem milhões de dólares e como tal, representem um grande desafio médico, com enorme impacto econômico (Lieber *et al*, 2004). A fisioterapia facilita a recuperação funcional por meio de técnicas destinadas a ajustar o tônus, ganhar amplitude de movimento, prevenir contraturas e melhorar os padrões de marcha (Walton, 2003).

Bellofatto *et al*.(2009), na pesquisa de revisão sistemática sobre o manejo dos pacientes com PEH, encontraram cinco estudos relacionando a PEH e a reabilitação utilizando método convencional, hidroterapia, eletroestimulação e treinamento de marcha robótica. Todavia, a eficácia da reabilitação em pacientes com PEH documentada nestes estudos não comprovam a indicação clara e o tipo de fisioterapia mais adequada a PEH, faltando dados precisos sobre as melhorias relatadas.

A avaliação vestibular é realizada através de uma avaliação otoneurológica, que inclui uma série de procedimentos que permitem avaliar a fisiopatologia do sistema vestibular e a sua relação com o sistema nervoso central, com especial

atenção em interligações vestibulo-oculomotores, vestibulocerebelares e cervicais-vestibuloprioceptivas (Costa *et al*, 2015). No exame vestibular, ambos os grupos apresentaram alterações indicando que a reabilitação vestibular pode ser eficaz para a PEH uma vez que é um recurso terapêutico que pode ser usado como tratamento em pacientes com distúrbios do equilíbrio corporal, pois atua baseada nos mecanismos relacionados à plasticidade neuronal do SNC, promovendo a estabilização visual e das condições que produzem informações sensoriais conflitantes e reduzindo a sensibilidade individual à movimentação cefálica (Severiano *et al*, 2018; Costa *et al*, 2015; Manso, Ganança e Caovilla, 2016).

Quanto as avaliações realizadas pelo dinamômetro manual Lafayette pode-se considerar alguns pontos importantes. Primeiramente, que este instrumento é de fácil utilização. Mesmo nos pacientes que tinham muita dificuldade de marcha e mobilidade em geral, todas medições propostas foram efetivadas.

A paresia e a espasticidade das pernas de progressão lenta é comum a todos os subtipos de PEH, o que leva a um padrão de marcha característico desta doença. Esta característica proporciona um modelo clínico muito bom para avaliar a interferência da espasticidade dos membros inferiores no equilíbrio funcional. Do ponto de vista biomecânico, a marcha espástica se caracteriza pela redução da amplitude de movimento das articulações inferiores do corpo, limitando amplitude de movimento da dorsiflexão e plantiflexão, provocando um grau de disfunção na elevação dos pés, o que provoca tropeços e quedas (de Niet *et al*, 2013; Ollenschläger *et al*, 2023).

Lomborg, Dalgas e Hvid (2022), em sua revisão sistemática sobre a TDF (taxa de desenvolvimento de força) destacam a importância significativa dos preditores neuromusculares modificáveis, como a força muscular máxima ( $F_{m\acute{a}x}$ ) e sua relação com a função física em populações afetadas por doenças neurodegenerativas. A pesquisa identifica que esses preditores desempenham um papel crucial na delimitação de estratégias otimizadas de reabilitação e exercício físico para essas populações específicas. Além disso, os resultados indicam que a taxa de desenvolvimento da força (TDF) nos membros inferiores emerge como um indicador particularmente sensível à neurodegeneração, sugerindo sua utilidade como um marcador para monitorar alterações na interação entre o sistema nervoso e muscular, entretanto na avaliação do dinamômetro e no cálculo da TDF, principalmente no movimento da dorsiflexão e plantiflexão, não indicou uma alteração positiva, nos

segmentos avaliados, supostamente pelo avanço da doença e o curto período de avaliação. Outra questão neste sentido é sobre a prescrição dos exercícios físicos adequados para estes pacientes. A literatura de um modo geral não tem especificações para esta população específica, esta falta de especificidade na prescrição e não poder alterar os padrões da plataforma dos jogos, pode ser um indicativo de falta de significância nos resultados. Estudos futuros podem ser priorizados com aumento progressivo de carga e resistência durante a execução dos jogos. O que Hurst *et al* (2022) afirma:

No contexto do treinamento físico, o princípio da especificidade refere-se à ideia de que as respostas agudas do treinamento e as adaptações crônicas do treinamento estão fortemente acopladas ao estímulo derivado do exercício realizado. Como tal, o exercício prescrito deve ser especificamente direcionado para induzir melhorias no resultado desejado. Por exemplo, se um objetivo do programa de exercício resistido é melhorar a capacidade do indivíduo de se levantar de uma cadeira, então devem ser selecionados exercícios que visam os grupos musculares e os padrões de movimento específicos envolvidos nessa atividade. A sobrecarga refere-se à necessidade de o exercício colocar um estresse maior do que o habitual no corpo para que a adaptação ocorra. Ao longo de um programa de treinamento, o corpo se adapta continuamente ao estímulo do exercício fornecido. Como tal, é necessário aumentar sistematicamente o estresse colocado sobre o corpo durante o treinamento para impulsionar a adaptação contínua. Isso é feito através da progressão do estímulo de treinamento (tradução da autora).

Ao realizar uma comparação dos jogos virtuais empregados, observamos resultados estatisticamente significativos ao analisar os escores antes e após a reabilitação, tanto para o grupo equilíbrio (GE) quanto para o grupo de força (GF). As estratégias incorporadas pelos jogos, tais como coordenação motora, equilíbrio estático e dinâmico, coordenação olho-pé, estímulos cinéticos ópticos, flexão e extensão de tornozelos, joelhos e quadril, bem como movimentos laterais e da cintura pélvica, demonstraram eficácia no treinamento de equilíbrio e força nessa população específica. Resultados estatisticamente significativos foram observados após a vigésima sessão de terapia reabilitativa, indicando que tais jogos possuem um elevado potencial terapêutico. Portanto, sugere-se que esses jogos possam ser considerados como uma alternativa viável para o treinamento motor em indivíduos com PEH.

Em particular, uma diminuição na força muscular dos membros inferiores está associada a uma diminuição na capacidade de realizar atividades diárias e afeta o equilíbrio, levando a uma diminuição na velocidade de caminhada, podendo ocasionar quedas. Estudos demonstraram que praticar jogos e exercícios por meio de

videogames proporcionam melhoria do equilíbrio, desempenho nas atividades de vida diária, evitam problemas cognitivos, reduzem sintomas de depressão, diminuem o medo de cair e melhoram a força muscular. A reabilitação vestibular com realidade virtual melhora a confiança no equilíbrio e os efeitos incapacitantes causados pela estabilidade postural (VAN DER BERG *et al*, 2016; Zeigelboim *et al*, 2022; Xie *et al*, 2021). Xie *et al* (2021) em sua revisão sistemática encontrou evidências preliminares para sugerir o benefício da reabilitação vestibular baseada em realidade virtual, ratificando os resultados encontrados nos escores dos jogos de reabilitação vestibular deste estudo piloto.

No presente estudo foi constatado que a Realidade Virtual (RV) desempenhou um papel significativo na melhoria do equilíbrio e da força, resultando em efeitos positivos. Esta tecnologia emergiu como um recurso adicional de grande importância, complementando as abordagens convencionais existentes. Suas aplicações abrangem diversas enfermidades neurológicas e deficiências físicas, representando uma ferramenta crucial na reabilitação neurológica.

Ao enfrentar as limitações inerentes às intervenções tradicionais, a tecnologia de RVi utilizada neste estudo destacou-se como uma ferramenta valiosa na reabilitação neurológica, capaz de superar deficiências físicas. A motivação proporcionada aos pacientes ao perceberem suas limitações e conquistas motoras foi um fator determinante. Os relatos dos pacientes evidenciaram melhorias na propriocepção e na percepção da posição corporal espacial, indicando adaptações positivas aos estímulos visuais e uma coordenação aprimorada dos movimentos, culminando em melhorias no equilíbrio.

Além disso, diante das limitações das intervenções tradicionais, a tecnologia de RVi utilizada neste estudo pode se tornar uma ferramenta importante para a neuroreabilitação, auxiliando na superação das deficiências motoras.

Nos últimos anos, a RVi foi testada como uma ferramenta terapêutica na pesquisa de neuroreabilitação em outras doenças neurodegenerativas, como a doença de Parkinson, por exemplo. Severiano *et al.*, (2018) encontraram resultados melhores dos escores finais no Dizziness Handicap Inventory (DHI), na Escala de Equilíbrio da Berg (EEB), e no Teste de Força (TF) após a reabilitação. O SF-36 demonstrou alteração significativa da capacidade funcional para os jogos Tightrope Walk e Ski Slalom ( $p < 0,05$ ) e da saúde mental para o jogo Ski Slalom ( $p < 0,05$ ), resultando em melhora clínica evidente dos pacientes após reabilitação virtual,

principalmente na melhora do equilíbrio, o que gerou efeitos positivos na autoconfiança dos pacientes, impactando na sua qualidade de vida.

Neste estudo os resultados do Whoopi-Bref indicaram a reabilitação com Rvi como sendo uma excelente alternativa terapêutica, principalmente para o GF demonstrando que os exercícios que priorizaram força muscular são especialmente indicados (Severiano *et al*, 2018).

A tecnologia utilizada mostrou-se uma importante ferramenta de reabilitação em pacientes neurológicos, superando as limitações das intervenções convencionais, principalmente pelo fator motivacional, quando o paciente percebe seus ganhos motores de forma lúdica (Santos *et al*, 2017). Isto corrobora com os resultados observados a partir dos excelentes escores observados em todos os jogos virtuais aplicados após a reabilitação, tanto para o grupo GE quanto para o GF.

Os benefícios da reabilitação por meio de realidade virtual descritos na literatura, incluem correção do equilíbrio e da postura, melhoria da locomoção, da funcionalidade de membros superiores e inferiores, além de promover maior motivação para o paciente na realização dos exercícios, melhorar sua coordenação motora e seu reaprendizado motor, pela modificação da arquitetura cerebral, o que contribui para maior independência corporal (Walton, 2003). O que se pode observar pelo relato dos pacientes, conforme demonstrado no desempenho dos escores dos jogos, foi a estabilização postural estática e dinâmica e melhoria da interação vestibulo-visual. O aumento do equilíbrio ajudou a restabelecer a confiança dos pacientes, reduzindo a ansiedade e melhorando o convívio social.

Os resultados significativos da reabilitação utilizando a RVi e de seu baixo custo, demonstraram que esta terapêutica deve ser mais estudada e efetivamente aplicada em outras doenças.

Pouco se sabe sobre o impacto psicossocial da doença e QV relacionada à saúde em pacientes com PEH, razão pela qual programas de reabilitação devem se concentrar em aumentar a independência do paciente nas AVD, sobretudo porque a percepção individual de bem-estar é um fator importante em pacientes com doenças crônicas e incapacidades (Bellofatto *et al.*, 2019). Merece destaque o impacto positivo do programa de reabilitação inovador proposto neste estudo sobre a saúde subjetiva de pacientes e na QV que é afetada pelo avanço da doença.

Com referência aos indicadores de QV, observaram-se significativos resultados nos pacientes com PEH, para o grupo GF, em comparação ao grupo GE,

indicando que é importante dar maior ênfase aos programas de exercícios que priorizem a força muscular.

Seguindo o modelo sugerido pelo Programa de Pós-graduação em Medicina Interna e Ciências da Saúde, incluiu-se na discussão os artigos resultantes da pesquisa que foram divididos em dois artigos apresentados de acordo com a sequência e objetivos a seguir:

#### 6.1 ARTIGO 1 “EVALUATION OF THE QUALITY OF LIFE OF PATIENTS WITH HEREDITARY SPASTIC PARAPLEGIA AFTER INTERVENTION: A PILOT STUDY”

Este trabalho foi aceito para publicação em 08/08/2024 na edição 2024 no periódico - Fisioterapia em Movimento, v. 37, n. cont., 2024. Qualis Capesna Medicina I – B1, corresponde ao objetivo de averiguar aspectos relacionados à melhoria da qualidade de vida de pacientes com PEH pós-reabilitação com realidade virtual.

## Evaluation of the quality of life of patients with hereditary spastic paraplegia after intervention: a pilot study

*Avaliação da qualidade de vida em pacientes com paraplegia espástica hereditária após intervenção: estudo piloto*

Maria Izabel Rodrigues Severiano <sup>1,2\*</sup>  
Geslaine Janaina Bueno dos Santos <sup>1,2</sup>  
Cristiano Miranda de Araujo <sup>3</sup>  
Flávio Magno Gonçalves <sup>3</sup>  
Bianca Simone Zeigelboim <sup>3</sup>  
Hélio Afonso Ghizoni Teive <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brazil

<sup>2</sup> Instituto Federal do Paraná (IFPR), Curitiba, PR, Brazil

<sup>3</sup> Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Curitiba, PR, Brazil

Date of first submission: December 28, 2023

Last received: April 11, 2024

Accepted: August 8, 2024

Associate editor: Ana Paula Cunha Loureiro

\*Correspondence: maria.severiano@ufpr.br

### Abstract

**Introduction:** Hereditary spastic paraplegia (HSP) encompasses a heterogeneous group of degenerative diseases that cause spastic paraparesis and progressive weakness in the lower limbs. **Objective:** To evaluate the quality of life (QoL) of patients with HSP using the World Health Organization Quality of Life Questionnaire (WHOQOL-bref) applied pre- and post-rehabilitation with virtual reality (VR). **Methods:** This is a pilot randomized controlled clinical trial, registered on the Rebec Platform, test RBR-3JMX67, involving 16 adult diagnosed with HPS, regardless of the type (pure or complicated), randomly allocated into two groups: balance group (BG) and strength group (SG). All were submitted to anamnesis, otorhinolaryngological and labyrinthine evaluation. Next, the WHOQOL-bref questionnaire was applied at three moments: T0 (before rehabilitation with VR), T1 (after 10 sessions) and T2 (after 20 sessions). **Results:** The application of the WHOQOL-bref questionnaire showed differences in the comparison of T0, T1 and T2 in SG for the physical, psychological, environmental, and general QoL domains ( $p \leq 0.009$ ). When comparing T1 and T2, considering the VR game scores, both groups improved their performance ( $p \leq 0.005$ ). **Conclusion:** There was an improvement in QoL, especially in SG, after VR with the Nintendo Wii®, suggesting that the integration of strength exercises + balance exercises can improve balance and QoL. VR is a low-cost tool that improves functional capacity and reduces the risk of falling, which is fundamental for the QoL of patients with HSP. The WHOQOL-Bref quantified the effects of the therapy. Performance in the games provided motivation and rapid feedback.

**Keywords:** Hereditary spastic paraplegia. Muscle spasticity. Quality of life. Rehabilitation. Virtual reality.

# Evaluation of the quality of life of patients with hereditary spastic paraplegia after intervention: a pilot study

*Avaliação da qualidade de vida em pacientes com paraplegia espástica hereditária após intervenção: estudo piloto*

Maria Izabel Rodrigues Severiano <sup>1,2\*</sup>  
Geslaine Janaina Bueno dos Santos <sup>1,2</sup>  
Cristiano Miranda de Araujo <sup>3</sup>  
Flávio Magno Gonçalves <sup>3</sup>  
Bianca Simone Zeigelboim <sup>3</sup>  
Hélio Afonso Ghizoni Teive <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brazil

<sup>2</sup> Instituto Federal do Paraná (IFPR), Curitiba, PR, Brazil

<sup>3</sup> Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Curitiba, PR, Brazil

Date of first submission: December 28, 2023

Last received: April 11, 2024

Accepted: August 8, 2024

Associate editor: Ana Paula Cunha Loureiro

\*Correspondence: maria.severiano@ufpr.br

## Abstract

**Introduction:** Hereditary spastic paraplegia (HSP) encompasses a heterogeneous group of degenerative diseases that cause spastic paraparesis and progressive weakness in the lower limbs. **Objective:** To evaluate the quality of life (QoL) of patients with HSP using the World Health Organization Quality of Life Questionnaire (WHOQOL-bref) applied pre- and post-rehabilitation with virtual reality (VR). **Methods:** This is a pilot randomized controlled clinical trial, registered on the Rebec Platform, test RBR-3JMX67, involving 16 adult diagnosed with HSP, regardless of the type (pure or complicated), randomly allocated into two groups: balance group (BG) and strength group (SG). All were submitted to anamnesis, otorhinolaryngological and labyrinthine evaluation. Next, the WHOQOL-bref questionnaire was applied at three moments: T0 (before rehabilitation with VR), T1 (after 10 sessions) and T2 (after 20 sessions). **Results:** The application of the WHOQOL-bref questionnaire showed differences in the comparison of T0, T1 and T2 in SG for the physical, psychological, environmental, and general QoL domains ( $p \leq 0.009$ ). When comparing T1 and T2, considering the VR game scores, both groups improved their performance ( $p \leq 0.005$ ). **Conclusion:** There was an improvement in QoL, especially in SG, after VR with the Nintendo Wii®, suggesting that the integration of strength exercises + balance exercises can improve balance and QoL. VR is a low-cost tool that improves functional capacity and reduces the risk of falling, which is fundamental for the QoL of patients with HSP. The WHOQOL-Bref quantified the effects of the therapy. Performance in the games provided motivation and rapid feedback.

**Keywords:** Hereditary spastic paraplegia. Muscle spasticity. Quality of life. Rehabilitation. Virtual reality.

## Evaluation of the quality of life of patients with hereditary spastic paraplegia after intervention: a pilot study

*Avaliação da qualidade de vida em pacientes com paraplegia espástica hereditária após intervenção: estudo piloto*

Maria Izabel Rodrigues Severiano <sup>1,2\*</sup>  
Gislaine Janaina Bueno dos Santos <sup>1,2</sup>  
Cristiano Miranda de Araujo <sup>2</sup>  
Flávio Magno Gonçalves <sup>2</sup>  
Bianca Simone Zeigelboim <sup>2</sup>  
Hélio Afonso Ghizoni Teive <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brazil

<sup>2</sup> Instituto Federal do Paraná (IFPR), Curitiba, PR, Brazil

<sup>3</sup> Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Curitiba, PR, Brazil

Date of first submission: December 28, 2023

Last received: April 11, 2024

Accepted: August 8, 2024

Associate editor: Ana Paula Cunha Loureiro

\*Correspondence: maria.severiano@ufpr.br

### Abstract

**Introduction:** Hereditary spastic paraplegia (HSP) encompasses a heterogeneous group of degenerative diseases that cause spastic paraparesis and progressive weakness in the lower limbs. **Objective:** To evaluate the quality of life (QoL) of patients with HSP using the World Health Organization Quality of Life Questionnaire (WHOQOL-bref) applied pre- and post-rehabilitation with virtual reality (VR). **Methods:** This is a pilot randomized controlled clinical trial, registered on the Rebec Platform, test RBR-3JMX67, involving 16 adult diagnosed with HSP, regardless of the type (pure or complicated), randomly allocated into two groups: balance group (BG) and strength group (SG). All were submitted to anamnesis, otorhinolaryngological and labyrinthine evaluation. Next, the WHOQOL-bref questionnaire was applied at three moments: T0 (before rehabilitation with VR), T1 (after 10 sessions) and T2 (after 20 sessions). **Results:** The application of the WHOQOL-bref questionnaire showed differences in the comparison of T0, T1 and T2 in SG for the physical, psychological, environmental, and general QoL domains ( $p \leq 0.009$ ). When comparing T1 and T2, considering the VR game scores, both groups improved their performance ( $p \leq 0.005$ ). **Conclusion:** There was an improvement in QoL, especially in SG, after VR with the Nintendo Wii®, suggesting that the integration of strength exercises + balance exercises can improve balance and QoL. VR is a low-cost tool that improves functional capacity and reduces the risk of falling, which is fundamental for the QoL of patients with HSP. The WHOQOL-Bref quantified the effects of the therapy. Performance in the games provided motivation and rapid feedback.

**Keywords:** Hereditary spastic paraplegia. Muscle spasticity. Quality of life. Rehabilitation. Virtual reality.

# Evaluation of the quality of life of patients with hereditary spastic paraplegia after intervention: a pilot study

*Avaliação da qualidade de vida em pacientes com paraplegia espástica hereditária após intervenção: estudo piloto*

Maria Izabel Rodrigues Severiano <sup>1,2\*</sup>  
Geslaine Janaina Bueno dos Santos <sup>1,2</sup>  
Cristiano Miranda de Araujo <sup>3</sup>  
Flávio Magno Gonçalves <sup>3</sup>  
Bianca Simone Zeigelboim <sup>3</sup>  
Hélio Afonso Ghizoni Teive <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brazil

<sup>2</sup> Instituto Federal do Paraná (IFPR), Curitiba, PR, Brazil

<sup>3</sup> Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Curitiba, PR, Brazil

Date of first submission: December 28, 2023

Last received: April 11, 2024

Accepted: August 8, 2024

Associate editor: Ana Paula Cunha Loureiro

\*Correspondence: maria.severiano@ufpr.br

## Abstract

**Introduction:** Hereditary spastic paraplegia (HSP) encompasses a heterogeneous group of degenerative diseases that cause spastic paraparesis and progressive weakness in the lower limbs. **Objective:** To evaluate the quality of life (QoL) of patients with HSP using the World Health Organization Quality of Life Questionnaire (WHOQOL-bref) applied pre- and post-rehabilitation with virtual reality (VR). **Methods:** This is a pilot randomized controlled clinical trial, registered on the Rebec Platform, test RBR-3JMX67, involving 16 adult diagnosed with HSP, regardless of the type (pure or complicated), randomly allocated into two groups: balance group (BG) and strength group (SG). All were submitted to anamnesis, otorhinolaryngological and labyrinthine evaluation. Next, the WHOQOL-bref questionnaire was applied at three moments: T0 (before rehabilitation with VR), T1 (after 10 sessions) and T2 (after 20 sessions). **Results:** The application of the WHOQOL-bref questionnaire showed differences in the comparison of T0, T1 and T2 in SG for the physical, psychological, environmental, and general QoL domains ( $p \leq 0.009$ ). When comparing T1 and T2, considering the VR game scores, both groups improved their performance ( $p \leq 0.005$ ). **Conclusion:** There was an improvement in QoL, especially in SG, after VR with the Nintendo Wii®, suggesting that the integration of strength exercises + balance exercises can improve balance and QoL. VR is a low-cost tool that improves functional capacity and reduces the risk of falling, which is fundamental for the QoL of patients with HSP. The WHOQOL-Bref quantified the effects of the therapy. Performance in the games provided motivation and rapid feedback.

**Keywords:** Hereditary spastic paraplegia. Muscle spasticity. Quality of life. Rehabilitation. Virtual reality.

# Evaluation of the quality of life of patients with hereditary spastic paraplegia after intervention: a pilot study

*Avaliação da qualidade de vida em pacientes com paraplegia espástica hereditária após intervenção: estudo piloto*

Maria Izabel Rodrigues Severiano <sup>1,2\*</sup>  
Geslaine Janaina Bueno dos Santos <sup>1,2</sup>  
Cristiano Miranda de Araujo <sup>3</sup>  
Flávio Magno Gonçalves <sup>3</sup>  
Bianca Simone Zeigelboim <sup>3</sup>  
Hélio Afonso Ghizoni Teive <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brazil

<sup>2</sup> Instituto Federal do Paraná (IFPR), Curitiba, PR, Brazil

<sup>3</sup> Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Curitiba, PR, Brazil

Date of first submission: December 28, 2023

Last received: April 11, 2024

Accepted: August 8, 2024

Associate editor: Ana Paula Cunha Loureiro

\*Correspondence: maria.severiano@ufpr.br

## Abstract

**Introduction:** Hereditary spastic paraplegia (HSP) encompasses a heterogeneous group of degenerative diseases that cause spastic paraparesis and progressive weakness in the lower limbs. **Objective:** To evaluate the quality of life (QoL) of patients with HSP using the World Health Organization Quality of Life Questionnaire (WHOQOL-bref) applied pre- and post-rehabilitation with virtual reality (VR). **Methods:** This is a pilot randomized controlled clinical trial, registered on the Rebec Platform, test RBR-3JMX67, involving 16 adult diagnosed with HSP, regardless of the type (pure or complicated), randomly allocated into two groups: balance group (BG) and strength group (SG). All were submitted to anamnesis, otorhinolaryngological and labyrinthine evaluation. Next, the WHOQOL-bref questionnaire was applied at three moments: T0 (before rehabilitation with VR), T1 (after 10 sessions) and T2 (after 20 sessions). **Results:** The application of the WHOQOL-bref questionnaire showed differences in the comparison of T0, T1 and T2 in SG for the physical, psychological, environmental, and general QoL domains ( $p \leq 0.009$ ). When comparing T1 and T2, considering the VR game scores, both groups improved their performance ( $p \leq 0.005$ ). **Conclusion:** There was an improvement in QoL, especially in SG, after VR with the Nintendo Wii®, suggesting that the integration of strength exercises + balance exercises can improve balance and QoL. VR is a low-cost tool that improves functional capacity and reduces the risk of falling, which is fundamental for the QoL of patients with HSP. The WHOQOL-Bref quantified the effects of the therapy. Performance in the games provided motivation and rapid feedback.

**Keywords:** Hereditary spastic paraplegia. Muscle spasticity. Quality of life. Rehabilitation. Virtual reality.

**Table 2** - Comparison between the groups for differences between T1 and T0 ( $\Delta 1$ ) and between T2 and T0 ( $\Delta 2$ ) according to the WHOQOL-bref analysis and by domain

Domains	Balance group	Strength group	p-value*
$\Delta 1$	0.35 $\pm$ 1.70	1.44 $\pm$ 1.29	0.169
$\Delta 2$	2.08 $\pm$ 3.58	1.87 $\pm$ 1.48	0.879
$\Delta$ Domain I	1.50 $\pm$ 3.73	2.43 $\pm$ 2.28	0.557
$\Delta$ Domain II	1.50 $\pm$ 2.89	2.25 $\pm$ 1.95	0.553
$\Delta$ Domain III	3.00 $\pm$ 4.93	0.33 $\pm$ 3.17	0.219
$\Delta$ Domain IV	2.44 $\pm$ 4.31	1.88 $\pm$ 1.43	0.732
$\Delta$ Domain V	3.00 $\pm$ 4.00	1.00 $\pm$ 1.51	0.207

Note: WHOQOL-bref = World Health Organization Quality of Life Questionnaire; T0 = before rehabilitation with virtual reality; T1 = after 10 sessions; T2 = after 20 sessions; Domains: I = physical; II = psychological; III = social relations IV = environment V = self-assessment of quality of life. Data presented as mean  $\pm$  standard deviation. \*Student's t test ( $p < 0.05$ ).

## Discussion

The main complaints reported by patients were imbalance and fatigue for both groups (100%), followed by muscle weakness and a feeling of heaviness in the lower limbs (100% for the GF and 87.5% for the GE). This condition causes pain, decreases range of motion, and contractures that impair walking, one of the most disabling aspects of PEH.

The reported complaints directly relate to slow and progressive spastic paraparesis and altered muscle tone, predominantly in the lower limbs, which leads to progressive difficulties in motor control and gait.<sup>4,12,23,24</sup> This spasticity of skeletal muscles is one of the main health problems for these patients, as it leads to serious complications, limiting mobility and impacting their independence in activities of daily living (ADLs) and work, consequently affecting their QoL.<sup>25,26</sup>

The progression of the disease and symptoms, based on the speed and degree of functional disability increase, are variable, ranging from stability to increased disability. This variability is related to the interaction of multiple factors, such as neurodegeneration and neuroplasticity, which interfere with independence in ADLs, i.e., satisfactory performance in various movements such as getting up, bending, and walking.<sup>27</sup>

Individuals with spasticity need to have control over their posture. This control is directly related to the body balance necessary for the execution of these activities. Body balance, essential for maintaining posture, is related to a set of information provided by the visual, vestibular, and proprioceptive systems. Rehabilitation of balance disorders is essential to achieve safety and prevent instabilities, imbalances, falls, floating sensations, and dizziness, among others. Rehabilitation of body balance through VR is an action that promotes the individual's health with repercussions on the community.<sup>27,28</sup>

In the results found by WHOQOL-bref, for the physical, psychological, environmental, and general domains, there was a lot of significance in the SG, corroborating with studies on QoL and neurological diseases that demonstrated that the physical and mental aspects of QoL correlate significantly with the severity of the disease, especially with the ability to walk.<sup>1,15,16</sup> The motor and emotional aspects assessed by the WHOQOL-bref brought clinically significant outcomes in the HSP research.

Reduced mobility substantially negatively impacts an individual's QoL.<sup>27</sup> The proper management of spasticity depends on understanding its pathophysiological mechanisms, natural disease history, and its impact on patients, allowing for an appropriate approach to minimize complications such as pain and deformities and promoting improved functionality.<sup>30,31</sup>

Therapeutic interventions, including stretching, splinting, immobilization, neurectomy, intrathecal baclofen pump placement, botulinum toxin injections, and electrical muscle stimulation, have limited effects, and it is estimated that complications from muscle spasms cost millions of dollars, representing a significant medical challenge with a substantial economic impact.<sup>32</sup> Physical therapy facilitates functional recovery through techniques to adjust muscle tone, increasing range of motion, preventing contractures, and improving gait patterns.<sup>33</sup>

Bellofatto et al.,<sup>34</sup> in a systematic review of the management of patients with spasticity, found five studies that related spasticity and rehabilitation using conventional methods, hydrotherapy, electrical stimulation, and robotic gait training. However, the efficacy of rehabilitation in patients with spasticity documented in these studies does not provide clear indications and the most appropriate type of physical therapy for spasticity, lacking precise data on reported improvements.<sup>34</sup>

**Table 3** - Comparisons between T0, T1, and T2 and each domain of the WHOQOL-BREF score separated by balance group and strength group

Domains	Groups	
	Balance	Strength
<b>Domain I</b>		
T0	12.71 ± 2.64 <sup>a</sup>	12.93 ± 3.16 <sup>a</sup>
T1	12.57 ± 2.77 <sup>a</sup>	15.00 ± 2.15 <sup>b</sup>
T2	14.21 ± 3.48 <sup>a</sup>	15.36 ± 2.58 <sup>b</sup>
p-value	0.225	0.008*
<b>Domain II</b>		
T0	15.33 ± 2.76 <sup>a</sup>	12.50 ± 3.96 <sup>a</sup>
T1	15.50 ± 2.33 <sup>a</sup>	14.33 ± 2.55 <sup>a</sup>
T2	16.83 ± 1.58 <sup>a</sup>	14.75 ± 3.05 <sup>a</sup>
p-value	0.186	0.009*
<b>Domain III</b>		
T0	13.00 ± 3.09 <sup>a</sup>	14.17 ± 3.49 <sup>a</sup>
T1	14.83 ± 3.38 <sup>a</sup>	15.33 ± 2.47 <sup>a</sup>
T2	16.00 ± 3.49 <sup>a</sup>	14.50 ± 3.45 <sup>a</sup>
p-value	0.115	0.541
<b>Domain IV</b>		
T0	13.56 ± 3.41 <sup>a</sup>	13.81 ± 1.83 <sup>a</sup>
T1	13.69 ± 2.65 <sup>a</sup>	14.63 ± 1.77 <sup>a</sup>
T2	16.00 ± 2.49 <sup>a</sup>	15.69 ± 2.34 <sup>a</sup>
p-value	0.091	0.015*
<b>Domain V</b>		
T0	13.00 ± 3.38 <sup>a</sup>	14.00 ± 2.83 <sup>a</sup>
T1	14.25 ± 2.92 <sup>a</sup>	15.00 ± 2.14 <sup>a</sup>
T2	16.00 ± 2.83 <sup>a</sup>	15.00 ± 3.02 <sup>a</sup>
p-value	0.064	0.279
<b>General</b>	<b>Both groups</b>	
T0	13.48 ± 2.55 <sup>a</sup>	
T1	14.38 ± 1.89 <sup>b</sup>	
T2	15.45 ± 2.29 <sup>b</sup>	
p-value	0.003*	

Note: WHOQOL-bref = World Health Organization Quality of Life Questionnaire; T0 = before rehabilitation with virtual reality; T1 = after 10 sessions; T2 = after 20 sessions. Domains: I = physical; II = psychological; III = social relations IV = environment V = self-assessment of quality of life. Data presented as mean ± standard deviation. \*ANOVA Repeated Measure test (p < 0.05). Different letters on the same line indicate statistically significant differences according to the post hoc test.

**Table 4** - Comparison between T1 and T2 for virtual reality games, separated by the studied groups

Games	Groups	
	Balance	Strength
<b>Table tilt</b>		
T1	55.91 ± 23.51	52.75 ± 24.99
T2	71.69 ± 31.64	69.00 ± 21.72
p-value	0.002*	< 0.001*
<b>Tightrope walk</b>		
T1	28.59 ± 7.20	24.81 ± 7.81
T2	32.40 ± 4.45	29.15 ± 6.63
p-value	0.029*	0.016*
<b>Penguin slide</b>		
T1	51.81 ± 8.48	56.31 ± 14.27
T2	59.56 ± 15.06	63.03 ± 15.61
p-value	0.019*	0.029*
<b>Perfect 10</b>		
T1	13.40 ± 5.13	13.31 ± 4.18
T2	14.81 ± 4.28	15.53 ± 3.55
p-value	0.012*	0.001*
<b>Soccer heading</b>		
T1	57.56 ± 61.47	42.90 ± 24.42
T2	116.0 ± 132.3	89.18 ± 71.56
p-value	0.008**	0.034*
<b>Single leg extension</b>		
T1	-	92.18 ± 4.45
T2	-	95.75 ± 3.99
p-value	-	0.007*
<b>Torso twist</b>		
T1	-	73.40 ± 15.01
T2	-	78.46 ± 13.06
p-value	-	0.086
<b>Sideways leg lift</b>		
T1	-	90.15 ± 9.56
T2	-	95.50 ± 5.84
p-value	-	0.025*
<b>Single leg twist</b>		
T1	-	77.40 ± 15.71
T2	-	85.96 ± 15.07
p-value	-	0.025*

Note: T1 = after 10 sessions; T2 = after 20 sessions. Data presented as mean ± standard deviation. \*Student's t test (p < 0.05). \*\*Wilcoxon signed-rank test (p < 0.05). (-) group did not perform strength exercise.

In recent years, VR has been tested as a therapeutic tool in neurorehabilitation research for other neurodegenerative diseases, such as Parkinson's disease. Severiano et al.<sup>15</sup> found better results in final scores on the Dizziness Handicap Inventory, Berg Balance Scale, and Strength Test after rehabilitation. The SF-36 showed a significant change in functional capacity for the Tigh-trope Walk and Ski Slalom games ( $p < 0.05$ ) and mental health for the Ski Slalom game ( $p < 0.05$ ), resulting in evident clinical improvement in patients after virtual rehabilitation, especially in balance improvement, which had positive effects on patients' self-confidence, impacting their QoL.<sup>15</sup> In this study, the WHOQOL-bref results indicated VR rehabilitation as an excellent therapeutic alternative, especially for strength-focused exercises.<sup>15</sup>

The technology used has proven to be an important rehabilitation tool in neurological patients, overcoming the limitations of conventional interventions, mainly due to its motivational factor when patients perceive their motor gains in a playful way.<sup>15,16</sup> This corroborates the results from the excellent scores observed in all virtual games applied after rehabilitation, both for BG and SG.

Ali et al.<sup>35</sup> refers to VR as a safe and efficient tool in the rehabilitation of many diseases due to its potential to improve motor and functional skills through cortical reorganization and neuronal activation. In this review, the authors mention that VR therapies can improve anticipatory postural control and reaction mechanisms, consequently improving locomotor characteristics. This corroborates the present study, that demonstrated that improving balance and strength improved patients' perception in assessing their QoL and improving the execution of their daily tasks.

The benefits of rehabilitation through VR described in the literature include correction of balance and posture, improvement in locomotion, functionality of upper and lower limbs, as well as promoting greater motivation for patients to perform exercises, improving their motor coordination and relearning through modification of brain architecture, contributing to greater bodily independence.<sup>36</sup> What could be observed from the patients' reports, as demonstrated by the performance of game scores, was the stabilization of static and dynamic postural control and improvement in vestibule-visual interaction. The improvement in balance helped restore patients' confidence, reducing anxiety and improving social interaction. The significant results of VR rehabilitation and its low cost demonstrate that this therapy should be further studied and effectively implemented in other diseases.

Little is known about the psychosocial impact of the disease and health related QoL in patients with spasticity, which is why rehabilitation programs should focus on increasing the patient's independence in ADLs, primarily because individual perceptions of well-being are important factors in patients with chronic diseases and disabilities.<sup>37</sup> The positive impact of the rehabilitation program proposed in this study on the subjective health of patients and QoL, which is affected by disease progression, deserves recognition.

The use of VR as an intervention based on activities of daily living may be promising, but this approach is still hotly debated. VR has emerged as a potentially valuable tool in the field of motor and cognitive intervention, providing activities to stimulate neuroplasticity and improve regenerative processes. This brain capacity for change and adaptation in response to experiences and environmental stimuli is stimulated by VR, by the countless ways of playing and interacting with platforms and games.<sup>38</sup> Regarding QoL indicators, significant results were observed in patients with spasticity in the SG compared to the BG, indicating that it is important to emphasize exercise programs that prioritize muscle strength. Although there are challenges and limitations associated with VR, its use in this intervention can significantly improve the QoL of affected individuals.

This study has a limitation regarding its sample size, although the primary outcome had high statistical power. Additionally, the COVID-19 pandemic affected patient recruitment, with 17.70% of eligible patients not returning to the outpatient clinic. Another 39.58% resided in other cities and did not participate due to the need for attendance at 20 rehabilitation sessions, twice a week, and the requirement for assistance from others for transportation, making it challenging to achieve a larger sample size.

## Conclusion

There was an improvement in the perception of QoL in patients with PEH, especially in the SG, after VR using the Nintendo Wii® video game. These results indicate that the use of the platform can be a low-cost tool for improving functional capacity, reducing the risk of falls, one of the main factors that impact the QoL of these patients. SG patients obtained better results in the QoL questionnaire in all domains applied after rehabilitation with VR, indicating that the incorporation of strength

exercises concomitantly with balance exercises through VR needs to be further studied as a mechanism to improve body balance and, consequently, the QoL.

The WHOQOL-bref questionnaire to assess QoL, as well as the positive results in game performance, effectively contributed to quantifying the effect of the applied therapy and its impact on the daily life activities of patients with PEH. Future clinical trials with patients with PHS are needed to evaluate the effects of long-term training, with a larger sample size, encouraging the evaluation of other physical, psychological and social variables in this population.

### Acknowledgments

We would like to thank all the patients, caregivers and staff for participating and supporting this research. In particular, to the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) (BR) - Registration No: 303369/2021-3.

### Authors' contributions

MIRS, GJBS, BSZ and HAGT designed the study protocol; MIRS and GJBS executed the study. MIRS, GJBS and BSZ analyzed and interpreted the findings, while CMA e FMG were responsible for the statistical analysis. HAGT and BSZ performed a critical revision of the manuscript, and all authors approved the final version.

### References

1. Klimpe S, Schüle R, Kassubek J, Otto S, Kohl Z, Klebe S, et al. Disease severity affects quality of life of hereditary spastic paraplegia patients. *Eur J Neurol*. 2012;19(1):168-71. DOI
2. Finsterer J, Löscher W, Quasthoff S, Wanschitz J, Auer-Grumbach M, Stevanin G. Hereditary spastic paraplegias with autosomal dominant, recessive, X-linked, or maternal trait of inheritance. *J Neurol Sci*. 2012;318(1-2):1-18. DOI
3. Fink JK. Hereditary spastic paraplegia: clinico-pathologic features and emerging molecular mechanisms. *Acta Neuropathol*. 2013;126(3):307-28. DOI
4. Faber I, Servelhere KR, Martínez ARM, D'Abreu A, Lopes-Cendes I, França-Jr MC. Clinical features and management of hereditary spastic paraplegia. *Arq Neuropsiquiatr*. 2014;72(3):219-26. DOI
5. Fink JK. Hereditary spastic paraplegia: clinical principles and genetic advances. *Semin Neurol*. 2014;34(3):293-305. DOI
6. Klebe S, Stevanin G, Dupianne C. Clinical and genetic heterogeneity in hereditary spastic paraplegias: from SPG1 to SPG72 and still counting. *Rev Neurol (Paris)*. 2015;171(6-7):505-30. DOI
7. Tesson C, Koht J, Stevanin G. Delving into the complexity of hereditary spastic paraplegias: how unexpected phenotypes and inheritance modes are revolutionizing their nosology. *Hum Genet*. 2015;134(6):511-38. DOI
8. Lo Giudice T, Lombardi F, Santorelli FM, Kawarai T, Orlicchio A. Hereditary spastic paraplegia: Clinical-genetic characteristics and evolving molecular mechanisms. *Exp Neurol*. 2014;261:518-39. DOI
9. Teive HA, Iwamoto FM, Camargo CH, Lopes-Cendes I, Werneck LC. Machado-Joseph disease versus hereditary spastic paraplegia: case report. *Arq Neuropsiquiatr*. 2001;59(3-B):809-11. DOI
10. Winner B, Marchetto MC, Winkler J, Gage FH. Human-induced pluripotent stem cells pave the road for a better understanding of motor neuron disease. *Hum Mol Genet*. 2014;23(R1):R27-34. DOI
11. Servelhere KR, Faber I, Coan AC, França Junior M. Translation and validation into Brazilian Portuguese of the Spastic Paraplegia Rating Scale (SPRS). *Arq Neuropsiquiatr*. 2016;74(6):489-94. DOI
12. Ruano L, Melo C, Silva MC, Coutinho P. The global epidemiology of hereditary ataxia and spastic paraplegia: a systematic review of prevalence studies. *Neuroepidemiology*. 2014;42(3):174-83. DOI
13. Coutinho P, Barros J, Zemmouri R, Guimarães J, Alves C, Chorão R, et al. Clinical heterogeneity of autosomal recessive spastic paraplegias. *Arch Neurol*. 1999;56(8):943-9. DOI

14. Erichsen AK, Koht J, Stray-Pedersen A, Abdelnoor M, Tallaksen CME. Prevalence of hereditary ataxia and spastic paraplegia in southeast Norway: a population-based study. *Brain*. 2009;132(Pt 6):1577-88. DOI
15. Severiano MIR, Zeigelboim BS, Teive HAG, Santos GJB, Fonseca VR. Effect of virtual reality in Parkinson's disease: a prospective observational study. *Arq Neuropsiquiatr*. 2018;76(2):78-84. DOI
16. Santos G, Zeigelboim BS, Severiano M, Teive H, Liberalesso P, Marques J, et al. Feasibility of virtual reality-based balance rehabilitation in adults with spinocerebellar ataxia: a prospective observational study. *Hear Balanc Commun*. 2017;15(4):244-51. DOI
17. Herdman SJ. Vestibular rehabilitation. *Curr Opin Neurol*. 2013;26(1):96-101. DOI
18. Zeigelboim BS, José MR, Santos GJB, Severiano MIR, Teive HAG, Stechman-Neto J, et al. Balance rehabilitation with a virtual reality protocol for patients with hereditary spastic paraplegia: Protocol for a clinical trial. *PLoS One*. 2021;16(4):e0249095. DOI
19. Schulz KF, Altman DG, Moher D. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ*. 2010;340:c332. DOI
20. Fleck MPA, Louzada S, Xavier M, Chachamovich E, Vieira G, Santos L, et al. Aplicação da versão em português do instrumento abreviado de avaliação da qualidade de vida "WHOQOL-bref." *Rev Saude Publica*. 2000;34(2):178-83. DOI
21. Pedrosa B, Piletti LA, Gutierrez GL, Picinin CT. Cálculo dos escores e estatística descritiva do WHOQOL-bref através do Microsoft Excel. *R Bras Qual Vida*. 2010;2(1):31-6. DOI
22. Pedrosa B. Revista Brasileira de Qualidade de Vida, e depois? A trajetória das ferramentas para o cálculo dos escores e da estatística descritiva dos instrumentos WHOQOL-100/WHOQOL-bref. *R Bras Qual Vida*. 2020;12(1):e11476. DOI
23. Murala S, Nagarajan E, Bollu PC. Hereditary spastic paraplegia. *Neurol Sci*. 2021;42(3):883-94. DOI
24. Zhang Y, Roxburgh R, Huang L, Parsons J, Davies TC. The effect of hydrotherapy treatment on gait characteristics of hereditary spastic paraparesis patients. *Gait Posture*. 2014;39(4):1074-9. DOI
25. McClelland S, Teng Q, Benson LS, Boulis NM. Motor neuron inhibition-based gene therapy for spasticity. *Am J Phys Med Rehabil*. 2007;86(5):412-21. DOI
26. Kasiktaş N, Parker N, Erdogan N, Gülsen G, Biçki D, Yılmaz H. The use of hydrotherapy for the management of spasticity. *Neurorehabil Neural Repair*. 2004;18(4):268-73. DOI
27. Zanoni A, Ganança FF. Realidade virtual nas síndromes vestibulares. *RBM Rev Bras Med*. 2010;67(Supl 1). Link
28. Gaßner H, List J, Martindale CF, Regensburger M, Klucken J, Winkler J, et al. Functional gait measures correlate to fear of falling, and quality of life in patients with Hereditary Spastic Paraplegia: A cross-sectional study. *Clin Neurol Neurosurg*. 2021;209:106888. DOI
29. Zeigelboim BS, Souza SD, Mengelberg H, Teive HAG, Liberalesso PBN. Vestibular rehabilitation with virtual reality in spinocerebellar ataxia. *Audiol Commun Res*. 2013;18(2):143-7. Link
30. Thompson AJ, Jarrett L, Lockley L, Marsden J, Stevenson VL. Clinical management of spasticity. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2005;76(4):459-63. DOI
31. Richardson D. Physical therapy in spasticity. *Eur J Neurol*. 2002;9(Suppl 1):17-22. DOI
32. Lieber RL, Steinman S, Barash IA, Chambers H. Structural and functional changes in spastic skeletal muscle. *Muscle Nerve*. 2004;29(5):615-27. DOI
33. Walton K. Management of patients with spasticity - a practical approach. *Pract Neurol*. 2003;3(6):342-53. Link
34. Bellofatto M, De Michele G, Iovino A, Filla A, Santorelli FM. Management of hereditary spastic paraplegia: a systematic review of the literature. *Front Neurol*. 2019;10:3. DOI
35. Ali SG, Wang X, Li P, Jung Y, Bi L, Kim J, et al. A systematic review: Virtual-reality-based techniques for human exercises and health improvement. *Front Public Health*. 2023;11:1143947. DOI
36. Garcia AP, Ganança MM, Cusin FS, Tomaz A, Ganança FF, Caovilla HH. Vestibular rehabilitation with virtual reality in Ménière's disease. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2013;79(3):366-74. DOI

# Evaluation of the quality of life of patients with hereditary spastic paraplegia after intervention: a pilot study

*Avaliação da qualidade de vida em pacientes com paraplegia espástica hereditária após intervenção: estudo piloto*

Maria Izabel Rodrigues Severiano <sup>1,2\*</sup>  
Geslaine Janaina Bueno dos Santos <sup>1,2</sup>  
Cristiano Miranda de Araujo <sup>3</sup>  
Flávio Magno Gonçalves <sup>3</sup>  
Bianca Simone Zeigelboim <sup>3</sup>  
Hélio Afonso Ghizoni Teive <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brazil

<sup>2</sup> Instituto Federal do Paraná (IFPR), Curitiba, PR, Brazil

<sup>3</sup> Universidade Tuiuti do Paraná (UTP), Curitiba, PR, Brazil

Date of first submission: December 28, 2023

Last received: April 11, 2024

Accepted: August 8, 2024

Associate editor: Ana Paula Cunha Loureiro

\*Correspondence: maria.severiano@ufpr.br

## Abstract

**Introduction:** Hereditary spastic paraplegia (HSP) encompasses a heterogeneous group of degenerative diseases that cause spastic paraparesis and progressive weakness in the lower limbs. **Objective:** To evaluate the quality of life (QoL) of patients with HSP using the World Health Organization Quality of Life Questionnaire (WHOQOL-bref) applied pre- and post-rehabilitation with virtual reality (VR). **Methods:** This is a pilot randomized controlled clinical trial, registered on the Rebec Platform, test RBR-3JMX67, involving 16 adult diagnosed with HSP, regardless of the type (pure or complicated), randomly allocated into two groups: balance group (BG) and strength group (SG). All were submitted to anamnesis, otorhinolaryngological and labyrinthine evaluation. Next, the WHOQOL-bref questionnaire was applied at three moments: T0 (before rehabilitation with VR), T1 (after 10 sessions) and T2 (after 20 sessions). **Results:** The application of the WHOQOL-bref questionnaire showed differences in the comparison of T0, T1 and T2 in SG for the physical, psychological, environmental, and general QoL domains ( $p \leq 0.009$ ). When comparing T1 and T2, considering the VR game scores, both groups improved their performance ( $p \leq 0.005$ ). **Conclusion:** There was an improvement in QoL, especially in SG, after VR with the Nintendo Wii®, suggesting that the integration of strength exercises + balance exercises can improve balance and QoL. VR is a low-cost tool that improves functional capacity and reduces the risk of falling, which is fundamental for the QoL of patients with HSP. The WHOQOL-Bref quantified the effects of the therapy. Performance in the games provided motivation and rapid feedback.

**Keywords:** Hereditary spastic paraplegia. Muscle spasticity. Quality of life. Rehabilitation. Virtual reality.

## 6.2 ARTIGO 2 “EFFECT OF VIRTUAL REALITY IN HEREDITARY SPASTIC PARAPLEGIA: PILOT RANDOMIZED CLINICAL TRIAL.”

Este trabalho está submetido na revista *Reality Virtual*, Qualis Capes na Medicina I – A1, JCR = 4,4 ), apresenta os dados obtidos:

- a. Com relação ao objetivo principal: verificar os benefícios da reabilitação vestibular com o uso da realidade virtual como ferramenta terapêutica experimentada por indivíduos com PEH;
- b. na força muscular em articulações relacionadas a marcha em pacientes diagnosticados com PEH;
- c. na avaliação da confiança dos pacientes na realização de AVD's após a reabilitação com RVi;
- d. na verificação da dor dos pacientes envolvidos no experimento durante a realização da RV com RVi.

### 6.2.1 Artigo Original 2 Severiano MIR *et al.*

#### **Effect of virtual reality in hereditary spastic paraplegia: pilot randomized clinical trial.**

Efeito da realidade virtual na paraplegia espástica hereditária: ensaio clínico piloto randomizado

*Maria Izabel Rodrigues Severiano, Geslaine Janaína Bueno dos Santos, Flávio Magno, Cristiano Miranda de Araujo, Bianca Simone Zeigelboim, Hélio Afonso Ghizoni Teive.*

---

#### ABSTRACT

Hereditary Spastic Paraplegia (HSP) is a neurodegenerative condition characterized by weakness and spasticity in the lower limbs, requiring stabilization to improve essential movements such as walking. This study aims to investigate the benefits of Vestibular Rehabilitation (VR) with virtual reality (VRi) in individuals with HSP. A randomized pilot clinical trial was conducted, registered on the Rebec Platform (trial RBR-3JMX67), with 16 adult patients of both sexes diagnosed with HSP, allocated into two groups: Balance (BG) and Strength (SG). Participants underwent anamnesis, otorhinolaryngological and labyrinthine evaluation, followed by assessment with Lafayette dynamometer and ABC (confidence scale) and VAS (pain assessment) questionnaires at three time points: T0 (baseline), T1 (after 10 sessions), and T2 (after 20 sessions). VAS results showed no significant changes between T0 and T2, indicating no discomfort caused by rehabilitation. In the ABC questionnaire, both groups showed improvement in balance perception. Dynamometer assessment revealed a significant increase in peak force ( $p=0.006$ ) and mean force in hip abduction ( $p=0.001$ ). For the force development rate (FDR), there was a trend towards significance in BG. In dorsiflexion,

both groups showed significant improvements in FDR, especially in BG ( $p=0.011$ ) and SG ( $p=0.004$ ). VRi game scores were significant for both groups, validating the effectiveness of rehabilitation. These findings confirm the benefits of vestibular rehabilitation with virtual reality in individuals with HSP, highlighting the need for further research to consolidate these results and fully explore the potential of this therapeutic approach.

Keywords: Hereditary Spastic Paraplegia; postural balance; muscle strength; virtual reality.

## 1. INTRODUCTION

Hereditary spastic paraplegias (HSPs) are relatively rare neurological syndromes in most populations. This heterogeneous group of genetic movement disorders shares progressive spastic paraplegia as a common disease manifestation, along with lower limb weakness (Trummer, Haubenberger & Blackstone, 2018; Finsterer et al., 2012). There are more than 84 genetic subtypes of the syndrome, including autosomal dominant, autosomal recessive, X-linked, and mitochondrial inheritance patterns. HSP is classified into pure or uncomplicated forms (HSP-S) and complex or complicated forms (HSP-C). The former is characterized by clinical features such as spasticity, spastic gait, lower limb weakness, urinary incontinence, and sensory abnormalities in the legs. The latter may include the features of the uncomplicated form but with additional cognitive impairment, ataxia, cerebellar signs, peripheral neuropathy, seizures, deafness, optic atrophy, retinopathy, and ichthyosis. The progression of HSP-S is slow, yet its evolution can vary among patients with the same genetic pattern (Klebe, Stevanin & Depienne, 2015; Teive et al., 2001; Ruano et al., 2014; Meyyazhagan et al., 2022). Despite the limited epidemiological evidence available on HSPs, Ruano et al. (2014) estimated that the prevalence of autosomal dominant HSP (AD-HSP) ranges from 0.5 to 5.5 per 100,000 people, while that of autosomal recessive HSP (AR-HSP) ranges from 0.0 to 5.3 per 100,000 people. Using birth incidence estimates and survival data, Stichele et al. (2022) assessed the prevalence of HSP according to genetic subtype, age, and geography and suggested the importance of increasing reported prevalence numbers and the availability of low-cost genetic tests. Furthermore, more pharmaceutical developers need to make evidence-based decisions to support health service planning for the impacts of the disease and develop potential rehabilitation strategies.

In neurodegenerative diseases, the ability of the central nervous system (CNS) to process vestibular, visual, and proprioceptive signals responsible for balance is impaired, reducing the capacity to alter adaptive postural reflexes and leading to symptoms such as imbalance. It is important to clarify that postural stability depends on the integrity of the vestibular system (labyrinth, vestibulocochlear nerve, nuclei, pathways, and interconnections within the CNS), the somatosensory system (sensory receptors located in tendons, muscles, and joints), and vision (Zeigelboim et al., 2001; Severiano et al., 2018).

Thus, the goal of vestibular rehabilitation (VR) is to modify the postural control system through specific and repetitive physical exercises under different conditions. These exercises have been identified as physiologically acting on the vestibular system and are considered therapeutic mechanisms for its activation, taking into account central neuroplasticity mechanisms such as adaptation, habituation, and substitution to achieve vestibular compensation (Zeigelboim, Ganança & Ganança, 2013 in Zeigelboim & Jurkiewicz, 2013).

VR supported by virtual reality tools (VRi) involves immersion in an imaginary world where environmental perception is altered by an artificial stimulus, generating a sensory conflict that alters the gain of the vestibulo-ocular reflex. The use of VRis as rehabilitation instruments allows therapists to overcome the limitations of traditional tools, enhancing the effects of existing interventions and maximizing their efficacy (Garcia et al., 2013).

The use of virtual games in rehabilitation has been demonstrated in some studies; however, there is little discussion on how to select games, which is essential for therapeutic recommendations. According to studies by De Bruin et al. (2010), there are advantages to using VRi games for physical exercise compared to conventional balance training. Physical training with virtual games offers benefits due to the ability to adapt scenarios and therapeutic protocols according to needs and interests. This adaptability enables gains in balance and motor coordination and stimulates motor learning by modifying brain architecture, which contributes to improving independence and motivation in exercise practice.

The slowly progressing paresis and spasticity of the legs is common in all HSP subtypes, leading to a characteristic gait pattern of this disease. This feature provides an excellent clinical model for assessing the interference of lower limb spasticity in functional balance. Biomechanically, spastic gait is characterized by a reduced range of motion in the lower body joints, limiting dorsiflexion and plantar flexion and causing a degree of dysfunction in foot elevation, leading to stumbling and falls (de Niet et al., 2013; Ollenschläger et al., 2023).

In a comprehensive systematic review of HSP treatment, Bellofatto et al. (2019) found only 27 articles, of which 17 referred to pharmacological therapies, and the rest focused on physical treatments that failed to clarify effective therapeutic approaches, highlighting the need for studies to evaluate the efficacy of other treatments, justifying this pilot study.

The present study aimed to verify the benefits of vestibular rehabilitation (VR) with virtual reality (VRi) in individuals with hereditary spastic paraplegia (HSP).

## 2. METHODOLOGY

### 2.1. Study Design

This is a randomized pilot clinical trial, registered on the Rebec Platform, test RBR-3JMX67 (registration data 01/29/2020, <https://ensaiosclinicos.gov.br/rg/RBR-3jmx67>), involving 16 adult patients of both sexes diagnosed with HSP, regardless of type (pure or complicated), randomized using a simple lottery system and allocated into two groups: Balance Group (BG) and Strength Group (SG), with three measurement points: initial evaluation (T0), intermediate evaluation (T1), and final evaluation after twenty rehabilitation sessions (T2).

This study was conducted in accordance with the ethical principles governing research involving human subjects, as stipulated in Resolution 466/2012 of the National Health Council of Brazil. Approval was obtained from the Ethics Committee for Research Involving Human Subjects of the Mackenzie Evangelical College of Paraná (No. 3.580.973, CAAE: 37083714.0.0000.0103), the Ethics Committee of the HC, a coparticipating institution (No. 4.909.939, CAAE: 37083714.0.3002.0096), and from the Ethics Committee of IFPR, another coparticipating institution (No. 4.980.720, CAAE: 37083714.0.3003.8156).

### 2.2. Participants

Between February and September 2022, patients who were diagnosed with HSP, irrespective of type (simple or complex), through genetic tests, neurological evaluations, physical assessments, family history, and imaging examinations at a public hospital in Curitiba, PR, were invited to participate in the present study.

### 2.3. Inclusion criteria:

- Adult patients who were diagnosed with hereditary spastic paraplegia (HSP) of both sexes;
- Patients aged 18 years or older;
- Residents of Curitiba/PR and the metropolitan region;
- No significant musculoskeletal alterations that could impede the evaluation or vestibular rehabilitation;
- Independent gait, with or without assistive equipment.

#### 2.4. Exclusion criteria:

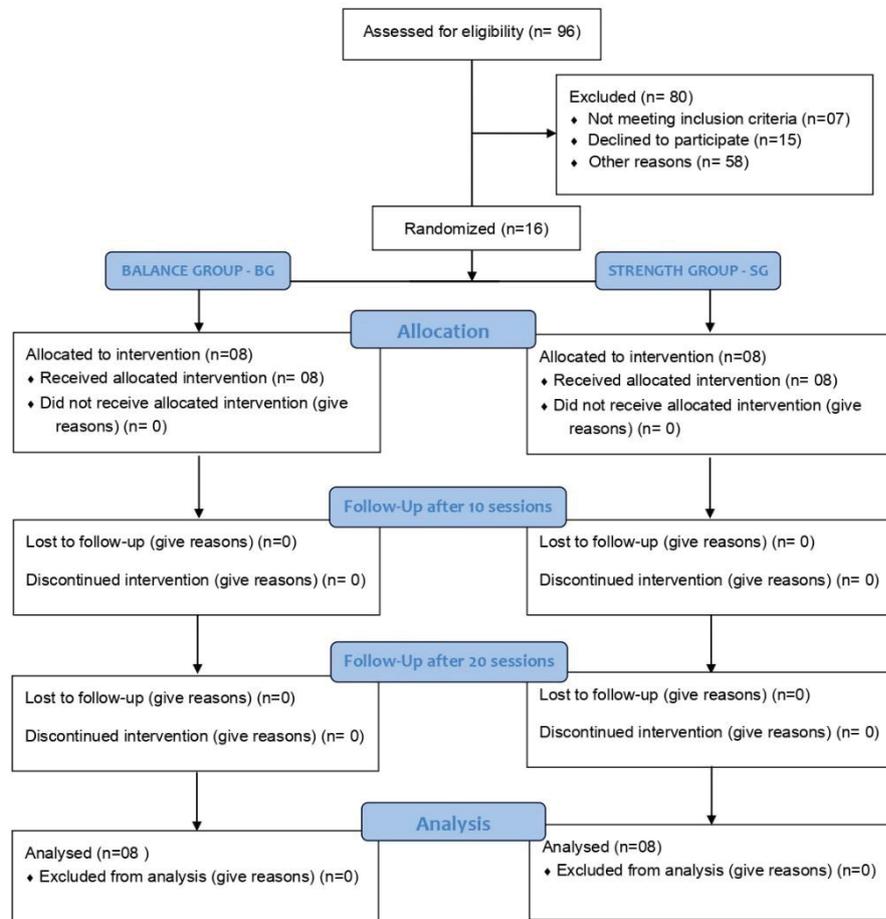
- Patients with otological alterations that could interfere with the vestibular examination;
- Inability to understand and follow simple verbal commands;
- Severe visual deficits;
- Inability to maintain an upright position.

All patients or their guardians authorized the procedures by signing the Informed Consent Form (ICF).

#### 2.5. Sample and Intervention

Selection was performed consecutively (Hulley et al., 2013), and CONSORT reporting guidelines (Schulz et al., 2010) were used to ensure the success of this study (Figure 1).

Figure 1. CONSORT Flow Diagram (2010)



The sample consisted of 16 patients with HSP. These patients were randomly allocated into two different groups before the intervention, randomized by a simple lottery system, with sealed opaque envelopes immediately after the initial evaluation. Once the envelope was opened, the patients were voluntarily considered study participants. Subsequently, the participants were randomized to receive the following interventions:

- Balance Group (BG): Eight volunteers were subjected to VRi with balance games using the Wii® console, Wii-Remote, and Wii Balance Boards (Nintendo).
- Strength Group (SG): Eight volunteers were subjected to VRi with both balance games and muscle strength games using the Wii® console, Wii-Remote, and Wii Balance Board (Nintendo).

## 2.6. Procedures

After recruitment and randomization, the volunteers were evaluated at three points: T0 (before interventions), T1 (after 10 rehabilitation sessions), and T2 (after 20 rehabilitation sessions). The sessions were conducted twice a week.

Initially, all patients underwent an otorhinolaryngological evaluation, clinical anamnesis, and vestibular function assessment using digital vectoelectronystagmography (VENG) (NeurograffEletromedicinaLtda, São Paulo/SP, Brazil).

The VENG is a medical tool used to assess and evaluate the function of the vestibular system, balance, and spatial orientation. It records and analyses involuntary eye movements—nystagmus and rhythmic and oscillatory eye movements. These movements are influenced by the vestibular system and are essential for maintaining balance and visual stability during head movements (Zeigelboim et al., 2001).

Subsequently, evaluations were conducted using a portable Lafayette dynamometer and the following protocols: the activity-specific balance confidence (ABC) scale and the visual analogue scale (VAS) for pain.

### • Portable Lafayette Dynamometer

The portable Lafayette dynamometer is a handheld dynamometer (Li et al., 2006; Kim et al., 2009) used to quantify muscle strength by assessing maximal voluntary isometric contraction (Sisto & Dyson-Hudson, 2007). The Lafayette manual muscle testing system includes a microprocessor control unit (Sisto & Dyson-Hudson, 2007), an anatomical positioner kit applicable to all body segments, and is capable of measuring peak muscle force, time to peak force, average force (kgf), total test time, and peak torque within selected intervals.

For this study, considering the primary disease characteristics, spasticity, and muscle weakness leading to gait difficulties, the evaluated body segments were hip adduction/abduction, hip extension/flexion, knee extension/flexion, and ankle dorsiflexion/plantarflexion. The measurements used were the peak force (kg), average force (kg), and time to peak (s). From these measurements, the rate of force development (RFD), which characterizes explosive strength in athletes, elderly individuals, and patients with disorders or neurological diseases, was calculated and used (Maffiuletti et al., 2016).

Given that structural and functional CNS changes deteriorate and impair neuromuscular function, often affecting the lower limbs, the RFD can serve as a useful indicator of neuromuscular function changes caused by neurodegeneration (Lomborg, Dalgas & Hvid, 2022).

### • Activity-specific Balance Confidence (ABC) Scale

The ABC assesses balance in specific activities. Widely used in academic and clinical settings, the ABC scale has been translated and culturally adapted for the Brazilian population, demonstrating good to excellent reproducibility, and is an important tool for assessing self-perception of balance due to its ease and quick application (Marques et al., 2013). In this study, the following standards established by Kulmala et al. (2007) were used: ABC scores above 80% indicate high functional levels, scores between 50 and 80% represent moderate physical function, and scores below 50% indicate low functional levels.

### • Visual Analogue Scale (VAS)

The visual analogue scale (VAS) is a scale that measures the intensity of a patient's pain and is an important instrument for more reliably verifying patient progress during treatment

(Martinez, Grassi & Marques, 2011). The VAS was used to investigate whether the intervention affected the patients' pain patterns, potentially impairing their possible outcomes.

- Vestibular Rehabilitation (VR)

VR is a therapeutic method used to improve body balance. It can be applied conventionally or through virtual reality (VRi). In this study, Nintendo® Wii, Wii-Remote, and Wii Balance Board equipment was used. The VRi system measures the applied force and records small balance changes through pressure sensors.

Patients were instructed on the necessary movements for the games. All patients underwent 50-minute sessions, twice a week, for 10 weeks, divided into two stages of 10 sessions each, totaling 20 VRi sessions. Participants in the BG group used five balance games selected for balance disorders and postural instability. The following games improve motor coordination and dynamic balance: Soccer Heading, Tilt Table, TightRope, Penguin Slide, and Perfect 10. After the balance games, the participants in the SG group were subjected to four additional games focused on improving muscle strength and stationary control of the center of mass: Single Leg Extension, Torso Twist, Sideways Leg Lift, and Single Leg Twist.

### 2.7. Statistical analysis

Descriptive statistics (frequency, percentage, mean, and standard deviation) were utilized for the sample studied, considering the analysis of sociodemographic indicators and other characteristics. The Shapiro–Wilk test was used to assess the normality of the data, and Levene's test was used to verify the homogeneity of variances. Comparisons between the different time points (T0, T1, and T2) for each group were conducted using repeated-measures ANOVA. When statistical significance was observed, the Holm post hoc test was employed for specific pairwise comparisons. To analyse the differences between the evaluations, two measures were calculated, namely, the difference between the first and second time points ( $\Delta 1 = T0 - T1$ ) and the difference between the first and third time points ( $\Delta 2 = T0 - T2$ ), using the Mann–Whitney U test. Additionally, comparisons between the BG and SG groups ( $\Delta 1$  and  $\Delta 2$ ) in relation to the games were performed using Student's t test. To ensure group similarity, comparisons were made between the groups for the variables sex, age, and duration of disease. The level of significance was set at  $p < 0.05$ , with a 95% confidence interval. All the statistical analyses were conducted using JASP 2023 software (version 0.17.2).

### 3. RESULTS

There was a predominance of females (62.50%) in both groups of this sample. The mean age/standard deviation was  $52.25 \pm 13.56$  years for the BG group, with a disease duration of  $16.50 \pm 8.49$  years. For the SG group, the mean age was  $39.25 \pm 16.28$  years, with a disease duration of  $14.38 \pm 5.71$  years. The majority of patients are undergoing genetic investigation to determine the type of HSP.

The most reported complaints of anamnesis by group were imbalance and fatigue (100% each), muscle weakness and a sensation of heaviness in the lower limbs (87.5% each) for the BG and imbalance and fatigue, muscle weakness, and a sensation of heaviness in the lower limbs (100% each) and headache (87.5%) for the SG, as shown in Table 1.

Table 1. Symptoms in patients in the SPH group.

Balance group		Strength group	
N	%	N	%

OTONEUROLOGICAL COMPLAINTS				
Imbalance	8	100	8	100
Dizziness	5	62,5	4	50
Headache	5	62,5	7	87,5
Difficulty speaking	1	12,5	3	37,5
Ringing in the ears	5	62,5	3	37,5
Hearing loss	1	12,5	3	37,5
ASSOCIATED COMPLAINTS				
Anxiety	4	50	5	62,5
Muscular weakness	7	87,5	8	100
Fatigue	8	100	8	100
Feeling of heaviness in lower limbs	7	87,5	8	100
Sensory changes	4	50	5	62,5
Motor incoordination	4	50	5	62,5
Thyroid alteration	3	37,5	2	25
Extremity deformity	5	62,5	3	37,5
Cramp	3	37,5	2	25
Tremor	2	25	3	37,5
Spasms	3	37,5	1	12,5

Caption: N - number; % - percentage

The vestibular examination (VENG) was performed as a screening and revealed abnormalities in both groups: in the BG group, 50% had bilateral central deficient vestibular syndrome (SV), 37.5% had a normal vestibular exam, and 12.5% had left central irritative vestibular syndrome. In the SG group, 37.5% had bilateral peripheral deficient vestibular syndrome, 25% had a normal vestibular exam, 25% had bilateral central deficient vestibular syndrome, and 12.5% had left central irritative vestibular syndrome.

Regarding the pain assessment (Table 2), the groups did not present significant pain complaints, and no changes related to this component occurred during the treatment.

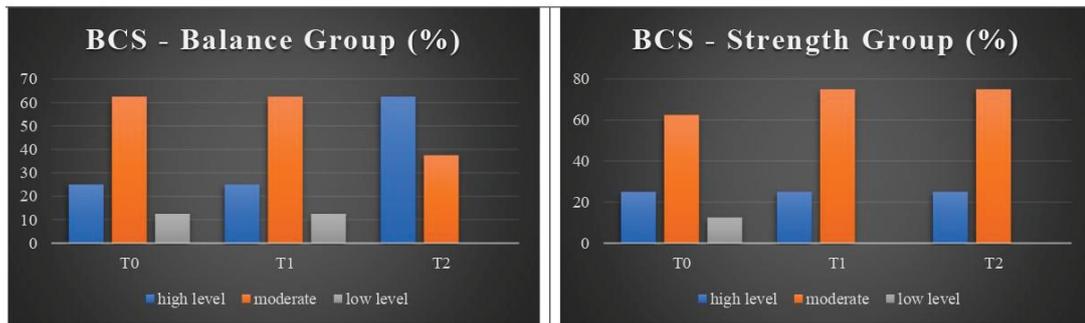
Table 02: Comparisons between T0, T1, and T2 of the VAS test, separated by group.

	Groups	T0	T1	T2	p value *
		Mean ±Standard Deviation	Mean ±Standard Deviation	Mean ±Standard Deviation	
EVA	Balance	4.00 ±3.74 <sup>a</sup>	3.63 ±4.21 <sup>a</sup>	2.88 ±3.18 <sup>a</sup>	0.549
	Strength	1.38 ±3.16 <sup>a</sup>	0.87 ±2.47 <sup>a</sup>	1.38 ±2.56 <sup>a</sup>	0.926

\*Friedman test, (p<0.05). Different letters on the same line indicate statistically significant differences according to the post hoc test. SD: standard deviation, T0: pre sessions, T1: after 10 sessions and T2: after 20 sessions

In the evaluation of functional levels in specific activities determined by the Activities-Specific Balance Confidence Scale (BCS), illustrated in Figure 2, before the intervention, 25% of the participants were classified as having high functional levels, 62.5% as having moderate physical function, and 12.5% as having low functional levels. After the intervention, 62.5% of the participants transitioned to high functional levels, while 37.5% maintained moderate physical function, indicating an improvement in balance perception during the execution of activities assessed by this instrument.

Figure 2 – Comparison of the BCS delta 1 and delta 2 bands separated by balance and strength group.



In the strength group (SG), 25% of the proteins exhibited high functional levels both before and after the intervention. At T0, 62.5% of the participants presented moderate physical activity, increasing to 75% at T2 after the intervention. With low functional levels at T0 - 12.5%, the score decreased to zero after the intervention, also indicating an improvement in this component.

Dynamometer assessment revealed significant improvements in peak strength ( $p=0.006$ ), mean hip abduction strength ( $p=0.001$ ), and the rate of force development (RFD), demonstrating a trend towards significance for the balance group (BG).

In the dorsiflexion analysis of both groups, significant changes were identified, particularly in the RFD, BG ( $p=0.011$ ) and SG ( $p=0.004$ ), indicating an improvement in this movement, which is crucial for gait. A comparison of the results for the movements, assessment times, and groups is shown in Table 3.

Table 03 - Comparison between T0, T1 and T2 of the Lafayette dynamometer variables, separated by group.

Movement	Groups	Peak Force(kg)						Average Force(kg)						RFD(kg/s)						
		T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2	
		Median (IQR)	Median (IQR)	Median (IQR)	Median (IQR)	Median (IQR)	Median (IQR)	Median (IQR)	Median (IQR)	Median (IQR)	Median (IQR)	Median (IQR)	Median (IQR)	Median (IQR)	Mean ±SD	Mean ±SD	Mean ±SD	Mean ±SD	Mean ±SD	Mean ±SD
Hip abduction	Balance	3.00 (1.00) <sup>a</sup>	3.00(1.00) <sup>a</sup>	3.00(0.00) <sup>a</sup>	6.50(2.00) <sup>a</sup>	7.00(4.00) <sup>b</sup>	9.00(3.00) <sup>b</sup>	6.00(1.75) <sup>a</sup>	6.00(2.25) <sup>b</sup>	7.00(2.00) <sup>b</sup>	0.264	0.006 <sup>a</sup>	0.001 <sup>a</sup>	5.16 ±2.41 <sup>a</sup>	5.66 ±2.31 <sup>a</sup>	6.24 ±2.12 <sup>a</sup>	4.91 ±2.93 <sup>a</sup>	5.35 ±2.76 <sup>a</sup>	5.10 ±2.72 <sup>a</sup>	0.072
	Strength	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	3.00(1.00) <sup>a</sup>	2.00(1.00) <sup>a</sup>	6.00(5.00) <sup>a</sup>	7.00(4.00) <sup>a</sup>	7.00(5.00) <sup>a</sup>	4.50(3.00) <sup>a</sup>	5.00(3.00) <sup>a</sup>	5.50(4.50) <sup>a</sup>	0.419	0.542	0.792	4.98 ±1.59 <sup>a</sup>	5.69 ±2.10 <sup>a</sup>	5.49 ±3.94 <sup>a</sup>	4.73 ±2.03 <sup>a</sup>	5.16 ±2.12 <sup>a</sup>	5.70 ±2.38 <sup>a</sup>	0.508
	Balance	3.00 (1.00) <sup>a</sup>	3.00(0.00) <sup>a</sup>	2.50(1.00) <sup>a</sup>	7.00(2.25) <sup>a</sup>	7.00(3.25) <sup>a</sup>	9.00(4.75) <sup>a</sup>	6.00(1.50) <sup>a</sup>	6.00(2.00) <sup>a</sup>	7.00(2.75) <sup>a</sup>	0.068	0.630	0.965	6.97 ±3.90 <sup>a</sup>	7.16 ±2.50 <sup>a</sup>	7.28 ±2.16 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.417
Hip extension	Strength	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	3.00(1.00) <sup>a</sup>	3.00(0.25) <sup>a</sup>	5.50(3.00) <sup>a</sup>	7.00(4.00) <sup>a</sup>	8.00(4.50) <sup>a</sup>	4.50(3.00) <sup>a</sup>	6.00(3.00) <sup>a</sup>	6.50(3.25) <sup>a</sup>	0.485	0.798	0.968	5.63 ±5.67 <sup>a</sup>	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.83 ±3.34 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.37 ±3.40 <sup>a</sup>	0.159
	Balance	2.50 (1.00) <sup>a</sup>	3.00(0.00) <sup>a</sup>	3.00(1.00) <sup>a</sup>	10.00(4.75) <sup>a</sup>	10.50(2.50) <sup>a</sup>	10.00(7.00) <sup>a</sup>	8.00(3.75) <sup>a</sup>	8.00(2.50) <sup>a</sup>	8.00(3.50) <sup>a</sup>	0.135	0.497	0.852	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.882
	Strength	3.00 (1.00) <sup>a</sup>	3.00(0.25) <sup>a</sup>	3.00(0.25) <sup>a</sup>	9.00(4.75) <sup>a</sup>	9.50(7.00) <sup>a</sup>	9.00(8.00) <sup>a</sup>	6.50(3.25) <sup>a</sup>	7.50(5.50) <sup>a</sup>	6.50(5.00) <sup>a</sup>	0.786	0.565	0.508	5.63 ±5.67 <sup>a</sup>	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.83 ±3.34 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.37 ±3.40 <sup>a</sup>	0.748
Hip flexion	Balance	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	3.00(0.25) <sup>a</sup>	3.00(0.00) <sup>a</sup>	10.00(6.00) <sup>a</sup>	9.50(2.25) <sup>a</sup>	10.00(4.50) <sup>a</sup>	7.50(4.00) <sup>a</sup>	7.00(2.25) <sup>a</sup>	8.00(3.25) <sup>a</sup>	0.497	0.968	0.964	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.882
	Strength	2.50 (1.00) <sup>a</sup>	2.00(1.00) <sup>a</sup>	2.00(1.00) <sup>a</sup>	9.50(5.00) <sup>a</sup>	12.00(7.50) <sup>a</sup>	9.50(5.75) <sup>a</sup>	7.00(4.50) <sup>a</sup>	9.00(5.25) <sup>a</sup>	7.50(4.25) <sup>a</sup>	0.908	0.368	0.657	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.508
	Balance	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	3.00(0.00) <sup>a</sup>	3.00(0.25) <sup>a</sup>	12.50(7.25) <sup>a</sup>	15.50(8.00) <sup>a</sup>	15.50(6.50) <sup>a</sup>	10.00(6.50) <sup>a</sup>	10.50(4.75) <sup>a</sup>	10.50(4.50) <sup>a</sup>	0.607	0.422	0.485	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.197
Knee Extension	Balance	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	3.00(0.25) <sup>a</sup>	3.00(0.25) <sup>a</sup>	13.00(7.50) <sup>a</sup>	16.00(6.25) <sup>a</sup>	16.00(4.00) <sup>a</sup>	9.50(5.50) <sup>a</sup>	11.00(4.25) <sup>a</sup>	12.00(3.25) <sup>a</sup>	0.304	0.206	0.206	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.197
	Strength	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	3.00(0.25) <sup>a</sup>	3.00(0.25) <sup>a</sup>	14.50(5.50) <sup>a</sup>	14.00(7.50) <sup>a</sup>	15.50(5.75) <sup>a</sup>	10.00(3.25) <sup>a</sup>	9.50(5.50) <sup>a</sup>	11.50(5.25) <sup>a</sup>	0.174	0.867	0.779	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.687
	Balance	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	3.00(0.00) <sup>a</sup>	3.00(1.00) <sup>a</sup>	11.50(7.25) <sup>a</sup>	10.00(8.00) <sup>a</sup>	11.00(6.75) <sup>a</sup>	9.00(6.50) <sup>a</sup>	8.00(5.50) <sup>a</sup>	8.00(5.75) <sup>a</sup>	0.167	0.786	0.657	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.368
Knee Flexion	Balance	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	3.00(0.00) <sup>a</sup>	3.00(0.00) <sup>a</sup>	9.50(8.25) <sup>a</sup>	11.00(4.75) <sup>a</sup>	8.50(5.25) <sup>a</sup>	8.50(5.50) <sup>a</sup>	8.00(2.75) <sup>a</sup>	7.00(4.00) <sup>a</sup>	0.264	0.179	0.142	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.417
	Strength	2.50 (1.00) <sup>a</sup>	3.00(0.25) <sup>a</sup>	3.00(0.00) <sup>a</sup>	11.50(7.25) <sup>a</sup>	10.00(8.00) <sup>a</sup>	11.00(6.75) <sup>a</sup>	9.00(6.50) <sup>a</sup>	8.00(5.50) <sup>a</sup>	8.00(5.75) <sup>a</sup>	0.167	0.786	0.657	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.368
	Balance	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	3.00(1.00) <sup>a</sup>	3.00(0.00) <sup>a</sup>	9.50(8.25) <sup>a</sup>	11.00(4.75) <sup>a</sup>	8.50(5.25) <sup>a</sup>	8.50(5.50) <sup>a</sup>	8.00(2.75) <sup>a</sup>	7.00(4.00) <sup>a</sup>	0.264	0.179	0.142	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.417
Plantiflexors	Balance	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	3.00(0.00) <sup>a</sup>	3.00(0.00) <sup>a</sup>	8.00(5.00) <sup>a</sup>	8.50(7.50) <sup>a</sup>	8.00(5.50) <sup>a</sup>	6.50(3.50) <sup>a</sup>	6.50(4.25) <sup>a</sup>	6.50(4.25) <sup>a</sup>	0.468	0.303	0.291	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.159
	Strength	3.00 (0.00) <sup>a</sup>	3.00(0.00) <sup>a</sup>	3.00(1.00) <sup>a</sup>	13.50(6.75) <sup>a</sup>	8.50(5.25) <sup>a</sup>	8.50(5.00) <sup>a</sup>	10.50(6.25) <sup>a</sup>	6.50(5.50) <sup>a</sup>	7.00(4.00) <sup>a</sup>	0.041 <sup>a</sup>	0.039 <sup>a</sup>	0.097	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.011 <sup>a</sup>
	Balance	3.00 (0.25) <sup>a</sup>	3.00(1.00) <sup>a</sup>	2.00(0.25) <sup>a</sup>	11.50(6.75) <sup>a</sup>	8.50(5.25) <sup>a</sup>	8.50(5.00) <sup>a</sup>	10.50(6.25) <sup>a</sup>	6.50(5.50) <sup>a</sup>	7.00(4.00) <sup>a</sup>	0.041 <sup>a</sup>	0.039 <sup>a</sup>	0.097	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.011 <sup>a</sup>
Dorsiflexors	Balance	2.50 (1.00) <sup>a</sup>	2.50(1.00) <sup>a</sup>	2.00(0.00) <sup>a</sup>	11.50(6.50) <sup>a</sup>	7.50(4.00) <sup>a</sup>	6.00(4.75) <sup>a</sup>	9.00(5.50) <sup>a</sup>	6.00(3.00) <sup>a</sup>	5.00(3.50) <sup>a</sup>	0.206	0.044 <sup>a</sup>	0.015 <sup>a</sup>	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.004 <sup>a</sup>
	Strength	2.50 (1.00) <sup>a</sup>	2.50(1.00) <sup>a</sup>	2.00(0.00) <sup>a</sup>	11.50(6.50) <sup>a</sup>	7.50(4.00) <sup>a</sup>	6.00(4.75) <sup>a</sup>	9.00(5.50) <sup>a</sup>	6.00(3.00) <sup>a</sup>	5.00(3.50) <sup>a</sup>	0.206	0.044 <sup>a</sup>	0.015 <sup>a</sup>	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.004 <sup>a</sup>
	Balance	2.50 (1.00) <sup>a</sup>	2.50(1.00) <sup>a</sup>	2.00(0.00) <sup>a</sup>	11.50(6.50) <sup>a</sup>	7.50(4.00) <sup>a</sup>	6.00(4.75) <sup>a</sup>	9.00(5.50) <sup>a</sup>	6.00(3.00) <sup>a</sup>	5.00(3.50) <sup>a</sup>	0.206	0.044 <sup>a</sup>	0.015 <sup>a</sup>	6.19 ±3.03 <sup>a</sup>	6.59 ±3.04 <sup>a</sup>	6.76 ±3.43 <sup>a</sup>	6.38 ±2.91 <sup>a</sup>	7.15 ±3.49 <sup>a</sup>	6.51 ±2.93 <sup>a</sup>	0.004 <sup>a</sup>

\*Friedman test, (p<0.05). RFD – rate of force development. SD: standard deviation. Different letters on the same line indicate statistically significant differences according to the post hoc test. T0: Precessions, T1: after 10 sessions and T2: after 20 sessions.

In table 4 we check the results of the games used in rehabilitation for both the BG group and the SB group, of balance (Soccer Heading, Table Tilt, Tightrope Walk and Ski Slalom) and strength (Single leg extension; Torso Twist; Sideways leg lift and Single leg Twist). When compared between T1 (after 10 rehabilitation sessions) and T2 (after 20 rehabilitation sessions) they showed significant results for all balance and strength games, with the exception of the torso twist. The indication of these games can be considered more effective for this population in relation to therapeutic rehabilitation, as patients noticed an improvement that was reflected in their daily practice in the face of the discomfort caused by the disease.

Table 4 Comparison between T1 and T2 for VR-VR games, separated by group studied.

Games	Groups	T1	T2	pvalue*
		Mean ±SD	Mean ±SD	
Table Tilt	Balance	55.91±23.51	71.69±31.64	<b>0.002*</b>
	Strength	52.75±24.99	69.00±21.72	<b>&lt;0.001*</b>
Tightrope Walk	Balance	28.59±7.20	32.40±4.45	<b>0.029*</b>
	Strength	24.81±7.81	29.15±6.63	<b>0.016*</b>
Penguin slide	Balance	51.81±8.48	59.56±15.06	<b>0.019*</b>
	Strength	56.31±14.27	63.03±15.61	<b>0.029*</b>
Perfect 10	Balance	13.40±5.13	14.81±4.28	<b>0.012*</b>
	Strength	13.31±4.18	15.53±3.55	<b>0.001*</b>
Soccer Heading	Balance	57.56±61.47	116.0±132.3	<b>0.008**</b>
	Strength	42.90±24.42	89.18±71.56	<b>0.034*</b>
Single leg extension	Balance	-	-	-
	Strength	92.18±4.45	95.75±3.99	<b>0.007*</b>
Torso Twist	Balance	-	-	-
	Strength	73.40±15.01	78.46±13.06	<b>0.086</b>
Sideways leg lift	Strength	-	-	-
	Balance	90.15±9.56	95.50±5.84	<b>0.025*</b>
Single leg twist	Strength	-	-	-
	Balance	77.40±15.71	85.96±15.07	<b>0.025*</b>

\*Student's t test (p<0.05). \*\*Except for the balance group of the football game: Wilcoxon signed-rank test, (p<0.05). SD: standard deviation. T1: after 10 sessions, T2: after 20 sessions; the (-) group did not perform strength exercises.

#### 4. DISCUSSION

According to the anamnesis analysis (Table 1), there was a greater occurrence of imbalance and muscle fatigue (100% of complaints in both groups), followed by muscle weakness and a sensation of heaviness in the legs. Patients' perceptions align with the main neurological characteristic of HSP, progressive spastic paraparesis. These complaints should be considered to suggest alternative treatments that meet the needs and reduce the limitations of these patients, such as the risk of falls. Given that HSP cannot be cured, strategies to stabilize spasticity and its physical consequences should be studied to address the individualities and characteristics of each HSP type (Van Lith et al., 2020).

Vestibular assessment is conducted through an otoneurological evaluation, which includes a series of procedures to evaluate the pathophysiology of the vestibular system and its relationship with the central nervous system, with particular attention given to vestibulo-ocular, vestibulocerebellar, and cervico-vestibuloproprioceptive interconnections (Zeigelboim et al., 2011). In the vestibular exam, both groups showed alterations, indicating that vestibular rehabilitation could be effective for HSP, as it is a therapeutic resource that can be used to treat

patients with balance disorders. It works based on mechanisms related to the neuronal plasticity of the CNS, promoting visual stabilization and conditions that produce conflicting sensory information and reducing individual sensitivity to head movements (Severiano et al., 2018; Costa et al., 2015; Manso, Ganança & Caovilla, 2016).

Servelhere et al. (2016), in their study on nonmotor manifestations in HSP, reported that patients mentioned daily incapacitating pain lasting several hours, in addition to fatigue. Discomfort in the lower back or legs, which is characteristic of nociceptive musculoskeletal pain related to spasticity, is the most common discomfort. Some patients reported burning pain in the legs that was not aggravated by movement, suggesting a neuropathic component. In HSP, not only the CST but also the sensory pathways of the spinal cord are damaged, which can contribute to painful sensations. The VAS score applied during rehabilitation did not show that the pain patterns referred to during the anamnesis were aggravated by the rehabilitation.

To perform daily activities correctly, such as walking and manipulating objects, good postural control is necessary. In elderly individuals and those with neurodegenerative diseases, self-confidence in performing these activities decreases. In HSP, muscle weakness in the lower limbs and spasticity limit mobility and are identified as important risk factors for falls. The activity-specific balance confidence (ABC) scale numerically quantifies the level of confidence in performing specific activities without losing balance or becoming unstable (Marques et al., 2013).

In this study, we observed that although there were no significant differences between the balance and strength groups, there was an improvement in the perception of balance and confidence in performing daily activities, possibly related to the improvement in proprioception stimulated by the VR games. This finding corroborates the findings of Lei et al. (2019), who indicated that VR is an emerging technology that has quickly gained popularity as a treatment tool for Parkinson's disease (PD) and other neurodegenerative diseases, such as ataxia, due to its innovation in training methods and personalized rehabilitation. Various VR-based treatment platforms and schemes are in active development and research, with a growing number of studies on their application in rehabilitation. These findings from a systematic review agree with previous studies on stroke and Alzheimer's disease, suggesting that VR surpasses conventional training in improving balance and other indicators.

Regarding the assessments conducted with the Lafayette manual dynamometer, several important points can be considered. First, this instrument is easy to use. Even for patients who had significant difficulty walking and general mobility, all the proposed measurements were carried out.

The improvement in the rate of force development (RFD) in dorsiflexion in both groups, which was significant in this study, aligns with the findings of the study conducted by Lomborg, Dalgas, and Hvid (2022) in their systematic review on RFDs. This highlights the significant importance of modifiable neuromuscular predictors, such as maximum muscle strength (Fmax), and their relation to physical function in populations affected by neurodegenerative diseases. This research revealed that these predictors play a crucial role in delineating optimized rehabilitation and physical exercise strategies for these specific populations. Furthermore, the rate of force development (RFD) in the lower limbs has emerged as a particularly sensitive indicator of neurodegeneration, suggesting its usefulness as a marker for monitoring changes in the interaction between the nervous and muscular systems (Lomborg, Dalgas & Hvid, 2022). The dynamometer assessment indicated a positive change in the RFD during dorsiflexion, indicating that there was an improvement in the impulsive phase of gait, preventing the foot from touching the ground with the tip during the swing phase (Ollenschläger et al., 2023). These data may indicate that virtual rehabilitation is beneficial for patients with HSP.

A comparison of the virtual games used revealed statistically significant differences in the scores before and after rehabilitation for both the balance group (BG) and the strength group

(SG). The strategies incorporated by the games, such as motor coordination, static and dynamic balance, eye-foot coordination, optical kinetic stimuli, ankle, knee, and hip flexion and extension, as well as lateral and pelvic movements, proved effective in training balance and strength in this specific population. Statistically significant results were observed after the twentieth rehabilitation session, indicating that these games have high therapeutic potential. Therefore, it is suggested that these games can be considered a viable alternative for motor training in individuals with HSP.

In particular, a decrease in lower limb muscle strength is associated with a reduced ability to perform daily activities and affects balance, leading to a decrease in walking speed, potentially causing falls. Studies have shown that playing games and exercising through video games improve balance and performance in daily activities, prevent cognitive problems, reduce depression symptoms, decrease the fear of falling, and improve muscle strength. VR improves balance confidence and the disabling effects caused by postural instability (van den Berg et al., 2016; Zeigelboim et al., 2022; Santos et al., 2017).

Xie et al. (2021), in their systematic review, found preliminary evidence to suggest the benefit of virtual reality-based vestibular rehabilitation, supporting the results found in the scores of vestibular rehabilitation games in this pilot study.

In the present study, VR played a significant role in improving balance and strength, resulting in positive effects. This technology has emerged as a crucial additional resource, complementing existing conventional approaches. Its applications cover various neurological diseases and physical disabilities, representing a vital tool in neurological rehabilitation.

In overcoming the inherent limitations of traditional interventions, the VR technology used in this study is a valuable tool in neurological rehabilitation that is capable of overcoming physical disabilities. The motivation provided to patients by perceiving their limitations and motor achievements was a determining factor. Patient reports revealed improvements in proprioception and the perception of spatial body position, indicating positive adaptations to visual stimuli and improved movement coordination, culminating in balance improvements.

Furthermore, given the limitations of traditional interventions, the VR technology used in this study can become an important tool for neurorehabilitation, helping to overcome motor disabilities.

## 5. LIMITATIONS OF THE STUDY

Although the primary outcome showed high statistical power, this study has limitations regarding the sample size. Patient recruitment was affected by the COVID-19 pandemic, as 17.70% of eligible patients did not resume treatment in the outpatient clinic. Another 39.58% resided in other cities and could not participate due to the weekly attendance frequency required for the rehabilitation sessions, up to a total of 20 stipulated sessions. Another influencing factor was the need for assistance from third parties for transportation, making it difficult to reach a larger sample size, considering that many patients cannot rely on help for longer commutes.

Regarding the strength assessment performed with the dynamometer, better results could be obtained if the follow-up were longer and if weight-bearing exercises, which are more suitable for strength gain, were used. Additionally, including a scale for assessing spasticity at the three time points (T0, T1, and T2) would allow us to see how this factor impacts the results.

## 6. CONCLUSION

Vestibular rehabilitation using virtual reality (VR) has proven to be effective in improving the functional capacity of patients with hereditary spastic paraplegia (HSP). The incorporation of strength and balance exercises, which are conducted concurrently through VR, has shown promising results in enhancing body balance and gait, although further studies are needed for a more detailed understanding of its effects.

Future clinical trials with a larger number of HSP patients are essential to evaluate the long-term benefits of virtual rehabilitation. These studies should analyse a wide range of physical, psychological, and social variables. The use of the Lafayette dynamometer has proven effective in quantifying maximum strength and the rate of force development, indicating that further research on its application could significantly contribute to the improvement of gait in spastic patients.

These findings confirm the benefits of vestibular rehabilitation with virtual reality in individuals with HSP, highlighting the need for additional research to consolidate these results and fully explore the potential of this therapeutic approach.

## REFERENCES

1. Bellofatto, M., De Michele, G., Iovino, A., Filla, A., & Santorelli, F. M. (2019). Management of Hereditary Spastic Paraplegia: A Systematic Review of the Literature. *Frontiers in neurology*, 10, 3. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00003>
2. Costa WC, Bôas AV, Silva AM, Reis LM, Kosour C, Silva AT. Analysis of virtual reality in a patient with peripheral vestibular disease: Case report *Rev Neurocienc.* 2015;23(2):275-80. <https://doi.org/10.4181/RNC.2015.23.02.977.6p>
3. de Bruin, E. D., Schoene, D., Pichierri, G., & Smith, S. T. (2010). Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly. Some theoretical considerations. *Zeitschrift fur Gerontologie und Geriatrie*, 43(4), 229–234. <https://doi.org/10.1007/s00391-010-0124-7>.
4. de Niet, M., Weerdesteyn, V., de Bot, S. T., van de Warrenburg, B. P., & Geurts, A. C. (2013). Does calf muscle spasticity contribute to postural imbalance? A study in persons with pure hereditary spastic paraparesis. *Gait & posture*, 38(2), 304–309. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.12.006>
5. Finsterer, J., Löscher, W., Quasthoff, S., Wanschitz, J., Auer-Grumbach, M., & Stevanin, G. (2012). Hereditary spastic paraplegias with autosomal dominant, recessive, X-linked, or maternal trait of inheritance. *Journal of the neurological sciences*, 318(1-2), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2012.03.025>
6. Hulley, S.B.; Cummings, S.R.; Browner, W.S.; Grady, D G.; Newman, T.B. *Desining clinical research.* LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS, Philadelphia, 5<sup>a</sup> ed., 2013
7. Klebe, S., Stevanin, G., & Depienne, C. (2015). Clinical and genetic heterogeneity in hereditary spastic paraplegias: from SPG1 to SPG72 and still counting. *Revue neurologique*, 171(6-7), 505–530. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2015.02.017>
8. Kulmala, J., Sihvonen, S., Kallinen, M., Alen, M., Kiviranta, I., & Sipilä, S. (2007). Balance confidence and functional balance in relation to falls in older persons with hip fracture history. *Journal of geriatric physical therapy* (2001), 30(3), 114–120. <https://doi.org/10.1519/00139143-200712000-00006>
9. Lei, C., Sunzi, K., Dai, F., Liu, X., Wang, Y., Zhang, B., He, L., & Ju, M. (2019). Efeitos do treinamento de reabilitação em realidade virtual na marcha e no equilíbrio em pacientes com doença de Parkinson: uma revisão sistemática. *PloS um*, 14(11), e0224819. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224819>

10. Lomborg, S. D., Dalgas, U., &Hvid, L. G. (2022). The importance of neuromuscular rate of force development for physical function in aging and common neurodegenerative disorders - a systematic review. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*, 22(4), 562–586.
- 11.
12. Maffiuletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J., Tillin, N., & Duchateau, J. (2016). Rate of force development: physiological and methodological considerations. *European journal of applied physiology*, 116(6), 1091–1116. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3346-6>
13. Manso A, Ganança MM, Caovilla HH. Vestibular rehabilitation with visual stimuli in peripheral vestibular disorders. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2016;82: 232-41. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.05.019>
14. Martinez, J. E., Grassi, D. C., & Marques, L. G. (2011). Analysis of the applicability of different pain questionnaires in three hospital settings: outpatient clinic, ward and emergency unit. *Revista Brasileira de Reumatologia*, 51(4), 304–308. <https://doi.org/10.1590/s0482-50042011000400002>
15. Marques, A. P., Mendes, Y. C., Taddei, U., Pereira, C. A., & Assumpção, A. (2013). Brazilian-Portuguese translation and cross cultural adaptation of the activities-specific balance confidence (ABC) scale. *Brazilian journal of physical therapy*, 17(2), 170–178. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000072>
16. Meyyazhagan, A., Kuchi Bhotla, H., Pappuswamy, M., &Orlacchio, A. (2022). The Puzzle of Hereditary Spastic Paraplegia: From Epidemiology to Treatment. *International journal of molecular sciences*, 23(14), 7665. <https://doi.org/10.3390/ijms23147665>
17. Ollenschläger, M., Höfner, P., Ullrich, M., Kluge, F., Greinwalder, T., Loris, E., Regensburger, M., Eskofier, B. M., Winkler, J., &Gaßner, H. (2023). Automated assessment of foot elevation in adults with hereditary spastic paraplegia using inertial measurements and machine learning. *Orphanet journal of rare diseases*, 18(1), 249. <https://doi.org/10.1186/s13023-023-02854-8>
18. Ruano, L., Melo, C., Silva, M. C., & Coutinho, P. (2014). A epidemiologia global da ataxia hereditária e paraplegia espástica: uma revisão sistemática de estudos de prevalência. *Neuroepidemiologia*, 42(3), 174–183. <https://doi.org/10.1159/000358801>
19. Santos, G.J., Zeigelboim, D.B., Severiano, M.I., Teive, H.A., Liberalesso, P., Marques, J.M., & Cordeiro, M.L. (2017). Feasibility of virtual reality-based balance rehabilitation in adults with spinocerebellar ataxia: a prospective observational study. *Hearing, Balance and Communication*, 15, 244 - 251. <http://dx.doi.org/10.1080/21695717.2017.1381490>
20. Schulz, K. F., Altman, D. G., Moher, D., & CONSORT Group (2010). CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ (Clinical research ed.)*, 340, c332. <https://doi.org/10.1136/bmj.c332>
21. Servelhere, K. R., Faber, I., Saute, J. A., Moscovich, M., D'Abreu, A., Jardim, L. B., Teive, H. A., Lopes-Cendes, I., & Franca, M. C., Jr (2016). Non-motor symptoms in patients with hereditary spastic paraplegia caused by SPG4 mutations. *European journal of neurology*, 23(2), 408–411. <https://doi.org/10.1111/ene.12839>

22. Severiano, M. I. R., Zeigelboim, B. S., Teive, H. A. G., Santos, G. J. B., & Fonseca, V. R. (2018). Effect of virtual reality in Parkinson's disease: a prospective observational study. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 76(2), 78–84. <https://doi.org/10.1590/0004-282X2017019>
23. Zeigelboim, B., Severiano, M. I., Santos, G. J., Cavalcante de Leão, B., Renata José, M., & Teive, H. A. (2022). Vestibular dysfunction: which is the effects of virtual reality? A systematic review and meta-analysis. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 26.
24. Sisto, S. A., & Dyson-Hudson, T. (2007). Dynamometry testing in spinal cord injury. *Journal of rehabilitation research and development*, 44(1), 123–136. <https://doi.org/10.1682/jrrd.2005.11.0172>
25. Teive, H. A., Iwamoto, F. M., Camargo, C. H., Lopes-Cendes, I., & Werneck, L. C. (2001). Machado-Joseph disease versus hereditary spastic paraplegia: case report. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 59(3-B), 809–811. <https://doi.org/10.1590/s0004-282x2001000500030>
26. Tesson, C., Koht, J., & Stevanin, G. (2015). Delving into the complexity of hereditary spastic paraplegias: how unexpected phenotypes and inheritance modes are revolutionizing their nosology. *Hum Genet* (2015) 134:511–538. <https://doi.org/10.1007/s00439-015-1536-7>
27. Trummer, B., Haubenberger, D., & Blackstone, C. (2018). Clinical Trial Designs and Measures in Hereditary Spastic Paraplegias. *Frontiers in neurology*, 9, 1017. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.01017>
28. van den Berg, M., Sherrington, C., Killington, M., Smith, S., Bongers, B., Hassett, L., & Crotty, M. (2016). Video and computer-based interactive exercises are safe and improve task-specific balance in geriatric and neurological rehabilitation: a randomised trial. *Journal of physiotherapy*, 62(1), 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2015.11.005>
29. van Lith, B. J. H., Kerstens, H. C. J. W., van den Bemd, L. A. C., der Sanden, M. W. G. N., Weerdesteyn, V., Smeets, R. J. E. M., Fheodoroff, K., van de Warrenburg, B. P. C., & Geurts, A. C. H. (2020). Experienced complaints, activity limitations and loss of motor capacities in patients with pure hereditary spastic paraplegia: a web-based survey in the Netherlands. *Orphanet journal of rare diseases*, 15(1), 64. <https://doi.org/10.1186/s13023-020-1338-4>.
30. Vander Stichele, G., Durr, A., Yoon, G., Schüle, R., Blackstone, C., Esposito, G., Buffel, C., Oliveira, I., Freitag, C., van Rooijen, S., Hoffmann, S., Thielemans, L., & Cowling, B. S. (2022). An integrated modelling methodology for estimating global incidence and prevalence of hereditary spastic paraplegia subtypes SPG4, SPG7, SPG11, and SPG15. *BMC neurology*, 22(1), 115. <https://doi.org/10.1186/s12883-022-02595-4>
31. Xie, M., Zhou, K., Patro, N., Chan, T., Levin, M., Gupta, M. K., & Archibald, J. (2021). Virtual Reality for Vestibular Rehabilitation: A Systematic Review. *Otology & Neurotology* official publication da American Otological Society, American Neurotology Society and European Academy of Otology and Neurotology, 42(7), 967–977. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000003155>

32. Zeigelboim, B. S., Jurkiewicz, A. L., Fukuda, Y., & Mangabeira-Albernaz, P. L. (2001). Alterações vestibulares em doenças degenerativas do sistema nervoso central. *Pró-Fono*, 263-270.
33. Zeigelboim, B. S., Teive, H. A., Sampaio, R., Jurkiewicz, A. L., & Liberalesso, P. B. (2011). Electronystagmography findings in spinocerebellar ataxia type 3 (SCA3) and type 2 (SCA2). *ArqNeuropsiquiatr* 2011;69(5). <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2011000600007>

## **7 CONCLUSÕES**

Quanto ao uso da realidade virtual como ferramenta terapêutica experimentada por indivíduos com Paraplegia Espástica Hereditária (PEH), os

achados do presente estudo confirmam seus benefícios, uma vez que verificamos que os escores de todos os jogos de equilíbrio e de força apresentaram significância. A indicação destes jogos pode ser considerada mais eficaz para essa população em relação à reabilitação terapêutica, pois os pacientes perceberam uma melhora que se refletiu na prática diária diante do desconforto causado pela doença.

As sessões de reabilitação utilizando os jogos virtuais passaram da fase somente de aprendizagem dos jogos até a mudança de performance a cada etapa, refletindo na melhora do equilíbrio e reduzindo as limitações destes pacientes. Isto evidencia uma alternativa de tratamento que atende às necessidades destes pacientes, considerando que a PEH não tem cura até o momento. Entretanto, é importante frisar que ensaios clínicos futuros com um maior número de pacientes com PEH são essenciais para avaliar os benefícios a longo prazo da reabilitação virtual. Esses estudos devem analisar uma ampla gama de variáveis físicas, psicológicas e sociais, bem como estabelecer e aplicar estratégias de estabilização da espasticidade e das consequências físicas decorrentes da doença, de forma a atender as individualidades características de cada tipo de PEH.

Quanto aos aspectos relacionados à melhoria da qualidade de vida de pacientes com PEH pós-reabilitação com RVi, verificamos uma melhora na percepção da Qualidade de Vida, especialmente no GF. Este estudo demonstrou que melhoraram a percepção dos pacientes na avaliação de sua QV e a execução de suas tarefas diárias. O uso da plataforma pode ser indicado como uma ferramenta de baixo custo para melhorar a capacidade funcional e reduzir o risco de quedas, um dos principais fatores que impactam a QV desses pacientes. A incorporação de exercícios de força concomitantemente com exercícios de equilíbrio, por meio da RVi, precisa ser mais estudada como um mecanismo para melhorar o equilíbrio corporal e, conseqüentemente, a QV.

Quanto à avaliação de força, o uso do dinamômetro Lafayette mostrou-se eficaz na quantificação da força máxima e da taxa de desenvolvimento, pois independentemente da limitação do paciente foi possível avaliar todos os segmentos envolvidos na marcha. Contudo, com a progressão da doença e o período limitado de avaliação, não observamos ganhos específicos no padrão de força. Pesquisas adicionais usando maior carga nos exercícios de força podem contribuir significativamente para observar sua relação com a melhora da marcha em pacientes espásticos. A incorporação de exercícios de força e equilíbrio realizados

simultaneamente, por meio da RVi, mostrou resultados promissores na melhora do equilíbrio corporal e da marcha, embora sejam necessários mais estudos para uma compreensão mais detalhada de seus efeitos.

Por fim, ao analisar a confiança dos pacientes na realização de AVD's, após a reabilitação com RVi, observamos alterações dos graus de funcionalidade determinados pelo questionário ABC, embora não se observe significância estatística, tanto no GE como no GF, nenhum paciente apresentou a classificação no baixo nível funcional após a intervenção e, durante toda a execução dos exercícios, não ocorreu nenhum tipo de queda.

Esses achados destacam a necessidade de mais estudos para consolidar esses resultados e explorar todo o potencial dessa abordagem terapêutica.

## 7.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como estudo piloto seria muito recomendável que o protocolo de tratamento fosse realizado de forma mais longitudinal e com mais participantes, além da inclusão de outras variáveis que avaliassem queda objetivando resultados mais significativos, pois com este grupo ocorreu uma melhora significativa nos escores de todos os jogos e em ambos os grupos, indicando que esta terapia pode ser uma alternativa eficaz.

A adesão a protocolos terapêuticos, muitas vezes, para a população com doenças neurodegenerativas que causam dependência principalmente no que diz respeito a locomoção, é bastante difícil, estudos também podem ser ampliados para este tipo de terapia ser realizada em domicílio favorecendo o aumento do número de participantes.

Pesquisas futuras de ensaios clínicos com pacientes com PEH seriam importantes para avaliar os efeitos de treinamento a longo prazo e um maior tamanho da amostra, incentivando a avaliação de outras variáveis físicas, psicológicas e sociais nesta população.

## 7.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Embora o desfecho primário tenha apresentado alto poder estatístico, este estudo tem limitações quanto ao tamanho da amostra. O recrutamento de pacientes foi afetado pela pandemia da COVID-19, pois 17,70% dos pacientes elegíveis não retomaram o tratamento no ambulatório. Outros 39,58% residiam em outras cidades

e não puderam participar devido à frequência semanal exigida para as sessões de reabilitação, até um total de 20 sessões estipuladas. Outro fator de influência foi a necessidade de auxílio de terceiros para o transporte, dificultando o alcance de uma amostra maior, tendo em vista que muitos pacientes não podem contar com ajuda para deslocamentos mais longos.

## REFERÊNCIAS

ALI, S. G.; WANG, X.; LI, P.; JUNG, Y.; BI, L.; KIM, J.; CHEN, Y.; FENG, D. D.; MAGNENAT THALMANN, N.; WANG, J.; SHENG, B. A systematic review: virtual-reality-based techniques for human exercises and health improvement. **Frontiers in Public Health**, v. 11, 2023.

ARAUJO, Filipe Miranda Milagres. Distúrbios do movimento como manifestações das paraplegias espásticas hereditárias: uma revisão sistemática. Dissertação (Mestrado

em Doenças Crônico-Degenerativas e Imunomediadas do Sistema Nervoso) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2022. doi:10.11606/D.17.2022.tde-09112022-123134. Acesso em: 2024-07-20.

BELLOFATTO, M.; DE MICHELE, G.; IOVINO, A.; FILLA, A.; SANTORELLI, F. M. Management of hereditary spastic paraplegia: a systematic review of the literature. **Frontiers in Neurology**, v. 10, 2019.

BERTOUCCI, F.; DI MARTINO, S.; ORSUCCI, D.; CALDARAZZO IENCO, E.; SICILIANO, G.; ROSSI, B.; MANCUSO, M.; CHISARI, C. Robotic gait training improves motor skills and quality of life in hereditary spastic paraplegia. **Neuro Rehabilitation**, v. 36, n. 1, p. 93–99, 2015.

BERTOUCCI, P. H.; BRUCKI, S. M.; CAMPACCI, S. R.; JULIANO, Y. O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral: impacto da escolaridade. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 52, n. 1, p. 1–7, 1994.

BRAUN, C. A.; ANDERSON, C. M. **Fisiopatologia: alterações funcionais na saúde humana; tradução Anapaula Sommer Vinagre et al. Porto Alegre: Artmed, 2012 [s.l: s.n.].**

BRUCKI, S. M. D.; NITRINI, R.; CARAMELLI, P.; BERTOUCCI, P. H. F.; OKAMOTO, I. H. Sugestões para o uso do Mini-Exame do Estado Mental no Brasil. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 61, n. 3B, p. 777–781, 2003.

BURGUEZ, D.; POLESE-BONATTO, M.; SCUDEIRO, L. A. J.; BJÖRKHEM, I.; SCHÖLS, L.; JARDIM, L. B.; MATTE, U.; SARAIVA-PEREIRA, M. L.; SIEBERT, M.; SAUTE, J. A. M. Clinical and molecular characterization of hereditary spastic paraplegias: a next-generation sequencing panel approach. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 383, p. 18–25, 2017.

CLARK, R.; KRAEMER, T. Clinical use of Nintendo wii™ bowling simulation to decrease fall risk in an elderly resident of a nursing home: A case report. (“Feasibility of Wii Fit training to improve clinical measures of balance ...”) **Journal of geriatric physical therapy (2001)**, v. 32, n. 4, p. 174–180, 2009.

COSTA, W. C. C.; BÔAS, A. V.; SILVA, A. M.; REIS, L. M. dos.; KOSOUR, C.; SILVA, A. T. Análise da realidade virtual em paciente com vestibulopatia periférica: relato de caso. **Revista Neurociências**, v. 23, n. 02, p. 275–280, 2015.

DE BRUIN, E. D.; SCHOENE, D.; PICHIERRI, G.; SMITH, S. T. Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly: some theoretical considerations. **Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie**, v. 43, n. 4, p. 229–234, 2010.

DE MARCHI, F.; CONTALDI, E.; MAGISTRELLI, L.; CANTELLO, R.; COMI, C.; MAZZINI, L. Telehealth in neurodegenerative diseases: opportunities and challenges for patients and physicians. **Brain Sciences**, v. 11, n. 2, p. 237, 2021.

DE NIET, M.; WEERDESTEYN, V.; DE BOT, S. T.; VAN DE WARRENBURG, B. P. C.; GEURTS, A. C. Does calf muscle spasticity contribute to postural imbalance? A study in persons with pure hereditary spastic paraparesis. **Gait & Posture**, v. 38, n. 2, p. 304–309, 2013.

FABER, I.; SERVELHERE, K. R.; MARTINEZ, A. R. M.; D'ABREU, A.; LOPES-CENDES, I.; FRANÇA-JR, M. C. Clinical features and management of hereditary spastic paraplegia. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 72, n. 3, p. 219–226, 2014.

FABER, I.; PEREIRA, E. R.; MARTINEZ, A. R. M.; FRANÇA JR, M.; TEIVE, H. A. G. Hereditary spastic paraplegia from 1880 to 2017: an historical review. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 75, n. 11, p. 813–818, 2017.

FABER, I.; BRANCO, L. M. T.; FRANÇA JÚNIOR, M. C. Cognitive dysfunction in hereditary spastic paraplegias and other motor neuron disorders. **Dementia & neuropsychologia**, v. 10, n. 4, p. 276–279, 2016.

FINK, J. Hereditary spastic paraplegia: Clinical principles and genetic advances. **Seminars in neurology**, v. 34, n. 03, p. 293–305, 2014.

FINK, J. K. Hereditary spastic paraplegia: clinico-pathologic features and emerging molecular mechanisms. **Acta neuropathologica**, v. 126, n. 3, p. 307–328, 2013.

FINSTERER, J.; LÖSCHER, W.; QUASTHOFF, S.; WANSCHITZ, J.; AUERGRUMBACH, M.; STEVANIN, G. Hereditary spastic paraplegias with autosomal dominant, recessive, X-linked, or maternal trait of inheritance. *Journal of the Neurological Sciences\**, v. 318, n. 1–2, p. 1–18, 2012.

FLECK, M. P. A.; LOUZADA, S.; XAVIER, M.; CHACHAMOVICH, E.; VIEIRA, G.; SANTOS, L.; PINZON, V. Aplicação da versão em português do instrumento de avaliação de qualidade de vida da Organização Mundial da Saúde (WHOQOL-100). **Revista de Saúde Pública**, v. 33, n. 2, p. 198–205, 2000.

FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E.; MCHUGH, P. R. “Mini-mental state.” (“Mini-Mental State Examination (MMSE) and the Modified MMSE (3MS): A ...”) **Journal of psychiatric research**, v. 12, n. 3, p. 189–198, 1975.

GARCIA, A. P.; GANANÇA, M. M.; CUSIN, F. S.; TOMAZ, A.; GANANÇA, F. F.; CAOVILO, H. H. Vestibular rehabilitation with virtual reality in Ménière's disease. **Brazilian journal of otorhinolaryngology**, v. 79, n. 3, p. 366–374, 2013.

GASSNER, H.; LIST, J.; MARTINDALE, C. F.; REGENSBURGER, M.; KLUCKEN, J.; WINKLER, J.; KOHL, Z. Functional gait measures correlate to fear of falling, and quality of life in patients with Hereditary Spastic Paraplegia: A cross-sectional study. **Clinical neurology and neurosurgery**, v. 209, n. 106888, p. 106888, 2021.

GUEDES DA PAZ, E. *et al.* Doenças neurodegenerativas em adultos e idosos: um estudo epidemiológico descritivo. **Revista Neurociências**, v. 29, p. 1–11, 2021.

HERDMAN, S. J. Vestibular rehabilitation. **Current opinion in neurology**, v. 26, n. 1, p. 96–101, 2013.

HULLEY, S. B.; CUMMINGS, S. R.; BROWNER, W. S.; GRADY, D.; HEARST, N.; NEWMAN, T. B. **Designing Clinical Research: an epidemiologic approach**. 5. ed. [s.l.] Lippincott Williams & Wilkins, 2013.

HURST, C.; ROBINSON, S. M.; WITHAM, M. D.; DODDS, R. M.; GRANIC, A.; BUCKLAND, C.; DE BIASE, S.; FINNEGAN, S.; ROCHESTER, L.; SKELTON, D. A.; SAYER, A. A. Resistance exercise as a treatment for sarcopenia: prescription and delivery. **Age and ageing**, v. 51, n. 2, 2022.

JACOBSON, G. P.; NEWMAN, C. W. The development of the dizziness handicap inventory. **Archives of otolaryngology--head & neck surgery**, v. 116, n. 4, p. 424–427, 1990.

KESIKTAS, N.; PAKER, N.; ERDOGAN, N.; GÜLSEN, G.; BİÇKI, D.; YILMAZ, H. The use of hydrotherapy for the management of spasticity. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 18, n. 4, p. 268–273, 2004.

KIM, H. M.; TEEFEY, S. A.; ZELIG, A.; GALATZ, L. M.; KEENER, J. D.; YAMAGUCHI, K. Shoulder strength in asymptomatic individuals with intact compared with torn rotator cuffs. **The Journal of bone and joint surgery. American volume**, v. 91, n. 2, p. 289–296, 2009.

KLEBE, S.; STEVANIN, G.; DEPIENNE, C. Clinical and genetic heterogeneity in hereditary spastic paraplegias: From SPG1 to SPG72 and still counting. **Revue neurologique**, v. 171, n. 6–7, p. 505–530, 2015.

KLIMPE, S.; SCHÜLE, R.; KASSUBEK, J.; OTTO, S.; KOHL, Z.; KLEBE, S.; KLOPSTOCK, T.; RATZKA, S.; KARLE, K.; SCHÖLS, L. Disease severity affects quality of life of hereditary spastic paraplegia patients. **European journal of neurology: the official journal of the European Federation of Neurological Societies**, v. 19, n. 1, p. 168–171, 2012.

KULMALA, J.; SIHVONEN, S.; KALLINEN, M.; ALEN, M.; KIVIRANTA, I.; SIPILÄ, S. Balance confidence and functional balance in relation to falls in older persons with hip fracture history. **Journal of geriatric physical therapy (2001)**, v. 30, n. 3, p. 114–120, 2007.

LEITE, N.N., BORBA, A.D., SILVA, M.J., NASCIMENTO, N.D., SILVA, N.O., & CONCEIÇÃO, E.C. (2017). USO DA BOLA TERAPÊUTICA NO EQUILÍBRIO ESTÁTICO E DINÂMICO DE PACIENTES COM HEMIPARESIA. *FisioterapiaemMovimento*, 22, 121-131.

LI, R. C.; JASIEWICZ, J. M.; MIDDLETON, J.; CONDIE, P.; BARRISKILL, A.; HEBNES, H.; PURCELL, B. The development, validity, and reliability of a manual muscle testing device with integrated limb position sensors. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 87, n. 3, p. 411–417, 2006.

LIEBER, R. L.; STEINMAN, S.; BARASH, I. A.; CHAMBERS, H. Structural and functional changes in spastic skeletal muscle. **Muscle & nerve**, v. 29, n. 5, p. 615–627, 2004.

LO GIUDICE, T.; LOMBARDI, F.; SANTORELLI, F. M.; KAWARAI, T.; ORLACCHIO, A. Hereditary spastic paraplegia: Clinical-genetic characteristics and evolving molecular mechanisms. **Experimental neurology**, v. 261, p. 518–539, 2014.

LOMBORG, S. D.; DALGAS, U.; HVID, L. G. The importance of neuromuscular rate of force development for physical function in aging and common neurodegenerative disorders - a systematic review. (“Rate of force development relationships to muscle architecture and ...”) **Journal of musculoskeletal & neuronal interactions**, v. 22, n. 4, p. 562–586, 2022.

LOURENÇO, R. A.; VERAS, R. P. Mini-Exame do Estado Mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. **Revista de saúde pública**, v. 40, n. 4, p. 712–719, 2006.

MAFFIULETTI, N. A.; AAGAARD, P.; BLAZEVIČH, A. J.; FOLLAND, J.; TILLIN, N.; DUCHAUTEAU, J. Rate of force development: physiological and methodological considerations. (“Relationships Between Neuromuscular Function and Functional ... - Nature”) **European journal of applied physiology**, v. 116, n. 6, p. 1091–1116, 2016.

MANSO, A.; GANANÇA, M. M.; CAOVIŁLA, H. H. Vestibular rehabilitation with visual stimuli in peripheral vestibular disorders. (“PEPSIC - pepsic.bvsalud.org - Periódicos Eletrônicos em Psicologia”) **Brazilian journal of otorhinolaryngology**, v. 82, n. 2, p. 232–241, 2016.

MARTINEZ, J. E.; GRASSI, D. C.; MARQUES, L. G. Análise da aplicabilidade de três instrumentos de avaliação de dor em distintas unidades de atendimento: ambulatório, enfermaria e urgência. **Revista brasileira de reumatologia**, v. 51, n. 4, p. 304–308, 2011.

MATOS, V. S. B.; GOMES, F. S.; SASAKI, A. D. Aplicabilidade da reabilitação vestibular nas disfunções vestibulares agudas. **Revista Equilíbrio Corporal e Saúde**, n. 1, p. 76–83, 2010.

MCCLELLAND, S. H.; TENG, Q.; BENSON, L. S.; BOULIS, N. M. Motor neuron inhibition–based gene therapy for spasticity. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 86, n. 5, p. 412–421, 2007.

MEYYAZHAGAN, A.; KUCHI BHOTLA, H.; PAPPUSWAMY, M.; ORLACCHIO, A. The puzzle of hereditary spastic paraplegia: From epidemiology to treatment. **International journal of molecular sciences**, v. 23, n. 14, p. 7665, 2022.

MEYYAZHAGAN, A.; ORLACCHIO, A. Hereditary spastic paraplegia: An update. **International journal of molecular sciences**, v. 23, n. 3, p. 1697, 2022.

MURALA, S.; NAGARAJAN, E.; BOLLU, P. C. Hereditary spastic paraplegia. **Neurological sciences: official journal of the Italian Neurological**

**Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology**, v. 42, n. 3, p. 883–894, 2021.

OLLENSCHLÄGER, M.; HÖFNER, P.; ULLRICH, M.; KLUGE, F.; GREINWALDER, T.; LORIS, E.; REGENSBURGER, M.; ESKOFIER, B. M.; WINKLER, J.; GAßNER, H. Automated assessment of foot elevation in adults with hereditary spastic paraplegia using inertial measurements and machine learning. **Orphanet journal of rare diseases**, v. 18, n. 1, 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Classificação Internacional De Funcionalidade, Incapacidade E Saúde. Lisboa, 2004.

PARODI, L.; FENU, S.; STEVANIN, G.; DURR, A. Hereditary spastic paraplegia: More than an upper motor neuron disease. **Revue neurologique**, v. 173, n. 5, p. 352–360, 2017.

PEDROSO, B. Cálculo dos escores e estatística descritiva do WHOQOL-bref através do Microsoft Excel." ("WHOQOL - Bruno Pedroso") **Revista Brasileira de Qualidade de Vida**, v. 2, n. 1, 2010.

PEDROSO, B. Revista Brasileira de Qualidade de Vida, e depois?" ("Revista Brasileira de Qualidade de Vida, e depois? A trajetória das ...") A trajetória das ferramentas para o cálculo dos escores e da estatística descritiva dos instrumentos WHOQOL-100/WHOQOL-bref. **Revista Brasileira de Qualidade de Vida**, v. 12, n. 1, 2020.

REID, E. Pure hereditary spastic paraplegia. **Journal of medical genetics**, v. 34, n. 6, p. 499–503, 1997.

REKATSINA, M.; PALADINI, A.; PIROLI, A.; ZIS, P.; PERGOLIZZI, J. V.; VARRASSI, G. Pathophysiology and therapeutic perspectives of oxidative stress and neurodegenerative diseases: A narrative review. ("Cytotoxic and anti-excitotoxic effects of selected plant and algal ...") **Advances in therapy**, v. 37, n. 1, p. 113–139, 2020.

RICHARDSON, D. Physical therapy in spasticity. **European journal of neurology: the official journal of the European Federation of Neurological Societies**, v. 9, n. s1, p. 17–22, 2002.

RUANO, L.; MELO, C.; SILVA, M. C.; COUTINHO, P. The global epidemiology of hereditary ataxia and spastic paraplegia: A systematic review of prevalence studies. **Neuroepidemiology**, v. 42, n. 3, p. 174–183, 2014.

SANTOS, S. G.; ZEIGELBOIM, B. S.; SEVERIANO, M. S.; TEIVE, H. T.; LIBERALESSO, P. L.; MARQUES, J. M.; CORDEIRO, M. C. Feasibility of virtual reality-based balance rehabilitation in adults with spinocerebellar ataxia: a prospective observational study. ("VR-DLR: A Serious Game of Somatosensory Driving Applied to ... - Springer") **Hearing, balance and communication**, v. 15, n. 4, p. 244–251, 2017.

SCHULZ, K. F.; ALTMAN, D. G.; MOHER, D.; CONSORT Group. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. **BMJ**, v. 340, n. mar23 1, p. c332–c332, 2010.

SCHWARZ, G. A. Hereditary (familial) spastic paraplegia. **Archives of neurology and psychiatry**, v. 68, n. 5, p. 655, 1952.

SERVELHERE, K. R.; FABER, I.; COAN, A. C.; FRANÇA JÚNIOR, M. Translation and validation into Brazilian Portuguese of the Spastic Paraplegia Rating Scale (SPRS). **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 74, n. 6, p. 489–494, 2016.

SEVERIANO, M. I. R.; ZEIGELBOIM, B. S.; TEIVE, H. A. G.; SANTOS, G. J. B.; FONSECA, V. R. Effect of virtual reality in Parkinson's disease: a prospective observational study. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 76, n. 2, p. 78–84, 2018.

SIMONE ZEIGELBOIM, B.; RODRIGUES, M. I.; SANTOS, G. J. B.; TEIVE, H. A. G.; STECHMAN-NETO, J.; SANTOS, R. S.; ARAUJO, C. M.; CAVALCANTE-LEAO, B. **Vestibular dysfunction: which is the effects of virtual reality? Parkinsonism & Related Disorders**. v. 113, 2023.

SISTO, S. A.; DYSON-HUDSON, T. Dynamometry testing in spinal cord injury. **Journal of rehabilitation research and development**, v. 44, n. 1, p. 123, 2007.

SOUSA, R. F. de; GAZZOLA, J. M.; GANANÇA, M. M.; PAULINO, C. A. Correlação entre equilíbrio corporal e capacidade funcional de idosos com disfunções vestibulares crônicas. **Brazilian journal of otorhinolaryngology**, v. 77, n. 6, p. 791–798, 2011.

TEIVE, H. A. G.; IWAMOTO, F. M.; CAMARGO, C. H.; LOPES-CENDES, I.; WERNECK, L. C. Machado-Joseph disease versus hereditary spastic paraplegia: case report. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 59, n. 3B, p. 809–811, 2001.

TESSON, C.; KOHT, J.; STEVANIN, G. Delving into the complexity of hereditary spastic paraplegias: how unexpected phenotypes and inheritance modes are revolutionizing their nosology. **Human genetics**, v. 134, n. 6, p. 511–538, 2015.

THOMPSON, A. J. Clinical management of spasticity. **Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry**, v. 76, n. 4, p. 459–463, 2005.

TRUMMER, B.; HAUBENBERGER, D.; BLACKSTONE, C. Clinical trial designs and measures in hereditary spastic paraplegias. **Frontiers in neurology**, v. 9, 2018.

VAN DEN BERG, M.; SHERRINGTON, C.; KILLINGTON, M.; SMITH, S.; BONGERS, B.; HASSETT, L.; CROTTY, M. Video and computer-based interactive exercises are safe and improve task-specific balance in geriatric and neurological rehabilitation: a randomised trial. (“Video and computer-based interactive exercises are safe and ... - Research”) **Journal of physiotherapy**, v. 62, n. 1, p. 20–28, 2016.

VAN LITH, B. J. H. KERSTENS, H. C. J. W.; VAN DEN BEMD, L. A. C.; NIJHUIS-VAN DER SANDEN, M. W. G.; WEERDESTEYN, V.; SMEETS, R. J. E. M.; FHEODOROFF, K.; VAN DE WARRENBURG, B. P. C.; GEURTS, A. C. H. Experienced complaints, activity limitations and loss of motor capacities in patients with pure hereditary spastic paraplegia: a web-based survey in the Netherlands. **Orphanet journal of rare diseases**, v. 15, n. 1, 2020.

VANDER STICHELE, G.; DURR, A.; YOON, G.; SCHÜLE, R.; BLACKSTONE, C.; ESPOSITO, G.; BUFFEL, C.; OLIVEIRA, I.; FREITAG, C.; VAN ROOIJEN, S.; HOFFMANN, S.; THIELEMANS, L.; COWLING, B. S. An integrated modelling methodology for estimating global incidence and prevalence of hereditary spastic paraplegia subtypes SPG4, SPG7, SPG11, and SPG15. **BMC neurology**, v. 22, n. 1, 2022.

WALTON, K. Management of Patients With Spasticity-A Practical Approach. **Practical Neurology**, v. 3, n. 6, p. 342–353, 2003.

WILLIAMS, M. A.; SOIZA, R. L.; JENKINSON, A. McE; STEWART, A. EXercising with C omputers in L ater L ife (EXCELL) - pilot and feasibility study of the acceptability of the Nintendo® WiiFit in community-dwelling fallers. **BMC research notes**, v. 3, n. 1, 2010.

WINNER, B.; MARCHETTO, M. C.; WINKLER, J.; GAGE, F. H. Human-induced pluripotent stem cells pave the road for a better understanding of motor neuron disease. **Human molecular genetics**, v. 23, n. R1, p. R27–R34, 2014.

XIE, M.; ZHOU, K.; PATRO, N.; CHAN, T.; LEVIN, M.; GUPTA, M. K.; ARCHIBALD, J. Virtual reality for vestibular rehabilitation: A systematic review. **Otology & neurotology**, v. 42, n. 7, p. 967–977, 2021.

ZANONI, A.; GANANÇA, F. F. Realidade virtual nas síndromes vestibulares. **Rev Bras Med**, p. 113–116, 2010.

ZEIGELBOIM, B. S.; TEIVE, H. A. G.; SAMPAIO, R.; JURKIEWICZ, A. L.; LIBERALESSO, P. B. N. Electronystagmography findings in spinocerebellar ataxia type 3 (SCA3) and type 2 (SCA2). **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 69, n. 5, p. 760–765, 2011.

ZEIGELBOIM, B. S.; SOUZA, S. D.; MENGELBERG, H.; TEIVE, H. A.G.; LIBERALESSO, P. B. N. Reabilitação vestibular com realidade virtual na ataxia espinocerebelar. **Audiology - Communication Research**, v. 18, n. 2, p. 143–147, 2013.

ZEIGELBOIM, B. S., JURKIEWICZ, A. L., FUKUDA, Y., MANGABEIRA-ALBERNAZ, P. L. (2001). Alterações vestibulares em doenças degenerativas do sistema nervoso central. *Pró-Fono*, 263-270.

ZEIGELBOIM, B. S.; JOSÉ, M. R.; BUENO DOS SANTOS, G. J.; SEVERIANO, M. I. R.; TEIVE, H. A. G.; STECHMAN-NETO, J.; SAMPAIO SANTOS, R.; ARAÚJO, C. M. de; CAVALCANTE-LEÃO, B. L. Balance rehabilitation with a virtual reality protocol for patients with hereditary spastic paraplegia: Protocol for a clinical trial. **PloS one**, v. 16, n. 4, p. e0249095, 2021.

ZEIGELBOIM, B.S., GANANÇA, C.F. E GANANÇA, F.F. Reabilitação Vestibular. In: ZEIGELBOIM e BS JURKIEWICZ AL. Multidisciplinariedade na Otoneurologia. São Paulo: Roca, 2013.

ZHANG, Y.; ROXBURGH, R.; HUANG, L.; PARSONS, J.; DAVIES, T. C. The effect of hydrotherapy treatment on gait characteristics of hereditary spastic paraparesis patients. **Gait&posture**, v. 39, n. 4, p. 1074–1079, 2014.

## APENDICE 1 TCLE

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar de um projeto de pesquisa intitulado "AVALIAÇÃO E REABILITAÇÃO VESTIBULAR EM DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS" que tem como objetivo verificar os benefícios da reabilitação vestibular com realidade virtual, por meio de avaliação vestibular pré e pós-aplicação das escalas de qualidade de vida WOQOL bref, Physiological Profile Assessment (PPA), Dinamômetro Manual Lafayette, em indivíduos com Paraplegia Espástica Hereditária (PEH), com o objetivo de melhorar a capacidade de locomoção, aumentando a estabilidade ao andar reduzindo desta forma os desvios de marcha; aumentar a capacidade de orientação espacial do indivíduo; diminuir as quedas; aperfeiçoar a capacidade de execução de tarefas de vida diária, gerando autoconfiança que acarretará positivamente nos aspectos da vida familiar, social e profissional.

Após entender e concordar em participar do estudo, será necessário:

- Agendar a avaliação otorrinolaringológica (VENG) na UTP conforme disponibilidade do paciente, efetuado pelas pesquisadoras Gestlaine Santos e Maria Izabel Severiano. Este exame será executado pela Dra. Bianca Zeigelboim, pesquisadora principal (aproximadamente 1 hora);

As próximas etapas serão realizadas pelas pesquisadoras Gestlaine Santos e Maria Izabel Severiano e executadas no CHC;

- Responder a anamnese e questionário de qualidade de vida WOQOL bref (aproximadamente 30 minutos).
- Realizar a primeira avaliação PPA e o Dinamômetro manual Lafayette (aproximadamente 1 hora);

As intervenções serão realizadas no Instituto Federal do Paraná (IFPR), co-participante, setor do colegiado da Massoterapia localizado na Rua João Negrão, 1282 Bairro Rebouças.

- O Grupo 1 - reabilitação vestibular envolverá realidade virtual - cinco jogos de equilíbrio. Grupo 2 - reabilitação vestibular envolverá realidade virtual - cinco jogos de equilíbrio mais quatro jogos de força. 10 sessões com duração de aproximadamente 1 hora cada.

Retorno ao CHC

- Realizar a segunda avaliação: questionário de qualidade de vida WOQOL bref, PPA e o Dinamômetro Manual Lafayette (aproximadamente 1 hora);

Retorno ao IFPR

- O Grupo 1 - reabilitação vestibular envolverá realidade virtual - cinco jogos de equilíbrio. Grupo 2 - reabilitação vestibular envolverá realidade virtual - cinco jogos de equilíbrio mais quatro jogos de força. 10 sessões com duração de aproximadamente 1 hora cada.

#### Retorno ao CHC

- Realizar a última avaliação questionário de qualidade de vida WOQOL bref, PPA e o Dinamômetro Manual Lafayette (aproximadamente 1 hora);

Ao assinar este termo de consentimento o participante concorda com a consulta e utilização dos dados de seus prontuários;

Não há benefício direto para o participante desse estudo. Somente no final do estudo poderemos concluir a presença de algum benefício. Porém, os resultados obtidos com este estudo poderão ajudar a melhorar o tratamento do indivíduo. Os riscos durante a pesquisa são mínimos ou inexistentes, porém caso ocorra desconfortos durante a realização das avaliações e da reabilitação elas serão decorrentes da interferência direta sobre o sistema vestibular responsável pelo equilíbrio. O suporte neste sentido poderá ser de interrupção momentânea da avaliação/reabilitação vestibular até outras intervenções médicas se necessárias (o paciente será re-encaminhado para atendimento no setor de neurologia do CHC, com a supervisão do Dr. Hélio Teive médico responsável pelo acompanhamento que irá avaliar a possibilidade da continuidade na pesquisa).

Devido a pandemia do SARS-COV serão seguidos o protocolo de cuidado para a prevenção de Covid-19 no IFPR, publicados e disponíveis na página <https://reitoria.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2020/08/protocolo-de-cuidados.pdf>, este documento será impresso e estará disponível durante a realização das intervenções. As pesquisadoras orientarão sobre estes cuidados sistematicamente e os participantes da pesquisa deverão segui-lo rigorosamente em todas as etapas da pesquisa.

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, exceto as de transporte, caso o paciente não tenha o benefício de isenção de tarifa de ônibus proporcionado as pessoas com deficiência serão cobertas pelas pesquisadoras. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa. Sua participação neste estudo é totalmente voluntária, ou seja, você somente participa se quiser.

A não participação no estudo não implicará em nenhuma alteração no seu acompanhamento médico tão pouco alterará a relação da equipe com o mesmo. Após assinar o consentimento, você terá total liberdade de retirá-lo a qualquer momento e deixar de participar do estudo se assim o desejar, sem quaisquer prejuízos à continuidade do tratamento e acompanhamento na instituição.

Serão emitidas duas vias de igual teor, sendo uma via do TCLE ficará arquivada com o pesquisador responsável pelo prazo de 5 anos e a outra será entregue ao participante.

Os resultados desta pesquisa poderão ser apresentados em reuniões ou publicações, contudo, sua identidade não será revelada nessas apresentações.

Em qualquer etapa do estudo você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas, Dra. Bianca Simone Zeigelboim (41) 33317807, Dr. Hélio Afonso Ghizoni Teive no e-mail [teiveads@mps.com.br](mailto:teiveads@mps.com.br), Maria Izabel Rodrigues Severiano (41) 988777785 e Geslaine Janaina Bueno dos Santos (41) 999094092.

“Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP/HC/UPFR pelo Telefone 3360-1041 das 08h:30 horas às 14h:00 horas de segunda a sexta-feira. O Comitê de Ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Dessa forma o comitê tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confidencialidade e da privacidade”.

Concordo em participar do estudo. Li e entendi o documento de consentimento e o objetivo do estudo, bem como seus possíveis benefícios e riscos. Tive oportunidade de perguntar sobre o estudo e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas. Entendo que estou livre para decidir não participar desta pesquisa.  
Eu autorizo a utilização dos registros pelo pesquisador.

Entendo que ao assinar este documento, não estou abdicando de nenhum de meus direitos legais.

Receberei uma via assinada e datada deste documento.

\_\_\_\_\_  
NOME DO VOLUNTÁRIO (em letra de forma)

\_\_\_\_\_  
ASSINATURA DO VOLUNTÁRIO

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
DATA

\_\_\_\_\_  
ASSINATURA DO MEMBRO DA EQUIPE DE PESQUISA

Ficha de Anamnese “AVALIAÇÃO E REABILITAÇÃO VESTIBULAR EM DOENÇAS NEURODEGENERATIVA”

1. IDENTIFICAÇÃO:

Nome: \_\_\_\_\_

Nome do acompanhante: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone residencial: \_\_\_\_\_

Telefone celular: \_\_\_\_\_

Email: \_\_\_\_\_

2. DOENÇA PREGRESSA:

Tipo de doença: \_\_\_\_\_

Início da doença: \_\_\_\_\_

Sintoma Principal: \_\_\_\_\_

Queixa Principal: \_\_\_\_\_

Dor: SIM ( ) NÃO ( )

Se sim em qual local: \_\_\_\_\_

Falta de Equilíbrio: SIM ( ) NÃO ( )

3. HÁBITOS DIÁRIOS

Uso de Medicamentos: SIM ( ) NÃO ( ) Quais? \_\_\_\_\_

Alimentação: \_\_\_\_\_

Bebida Alcoólica: SIM ( ) NÃO ( )

Tabagismo: SIM ( ) NÃO ( )

Atividade Física: SIM ( ) NÃO ( )

# ANEXO 1 PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP – SOCIEDADE EVANGÉLICA BENEFICENTE DE CURITIBA – PR



FACULDADE EVANGÉLICA  
MACKENZIE DO PARANÁ



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DA EMENDA

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO E REABILITAÇÃO VESTIBULAR EM DOENÇAS

**Pesquisador:** BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 37083714.0.0000.0103

**Instituição Proponente:** SOCIEDADE CIVIL EDUCACIONAL TUIUTI LIMITADA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.580.973

#### Apresentação do Projeto:

Ensaio clínico randomizado controlado com pacientes adultos portadores de paraplegia espástica hereditária (PEH) oriundos do Hospital de Clínicas de Curitiba. A amostra do estudo será composta por 40 pacientes com diagnóstico de Paraplegia Espástica Hereditária (PEH), de ambos os sexos. Para a realização das avaliações serão observados os aspectos éticos, conforme Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Este estudo já foi submetido a aprovação do Comitê de Ética e aguarda a aprovação da ementa para posteriormente os pacientes e/ou responsáveis autorizar os procedimentos por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

As doenças neurodegenerativas são afecções hereditárias e esporádicas caracterizadas por disfunção progressiva do sistema nervoso. Estes transtornos geralmente estão associados com atrofia das estruturas afetadas do sistema nervoso central ou periférico. Seus sintomas são de caráter multifatorial, dentre eles destacam-se as vestibulopatias, que estão associadas a uma das causas de desconforto e de perda da qualidade de vida. A

doença relacionada a este estudo será a paraplegia espástica hereditária (PEH) que abrange um grupo heterogêneo de doenças degenerativas de caráter hereditária apresentando desordens de um único gene, são caracterizadas por degeneração progressiva e retrógrada das longas fibras axonais dos tratos corticospinais da medula espinhal. O equilíbrio corporal é essencial para manutenção da postura e esta relacionado a um conjunto de informações fornecidas pelo sistema visual vestibular e proprioceptivo. O diagnóstico correto é importante e a reabilitação dos

Endereço: Rua Padre Anchieta, 2770  
Bairro: Bigorrilho CEP: 80.730-000  
UF: PR Município: CURITIBA  
Telefone: (41)3240-5570 Fax: (41)3240-5584 E-mail: comite.etica@fepar.edu.br

Continuação do Parecer: 3.580.973

transtornos de equilíbrio é essencial para obter segurança e evitar instabilidades, desequilíbrio, quedas, entre outros. A reabilitação vestibular por meio de realidade virtual é uma ação de promoção da saúde do indivíduo com reflexos na coletividade. Este procedimento é realizado por meio de uma avaliação otoneurológica que consiste em um conjunto de procedimentos que permite uma avaliação fisiopatológica do sistema vestibular e sua relação com o sistema nervoso central com ênfase em interligações vestibulo-oculomotores, vestibulocerebelares, e cervicais-vestibulopriceptivas.

A Reabilitação vestibular vem se mostrando eficaz em indivíduos portadores de vestibulopatias e, por meio de exercícios de movimentos de olhos, cabeça e corpo trabalha-se a plasticidade neuronal do sistema nervoso central, estimulando desta forma a adaptação de impulsos vestibulares deficientes ou anormais. A abordagem terapêutica pode ser multidisciplinar objetivando melhoria de equilíbrio global e de qualidade de vida, além da restauração da orientação espacial. A realidade virtual é um recurso terapêutico que pode ser aplicado em pacientes com distúrbios já mencionados acima com o objetivo de promover a estabilização e melhorar a interação vestibulo-visual, ampliar a estabilidade postural estática e dinâmica.

**Critério de Inclusão:**

Serão incluídos na pesquisa pacientes adultos portadores da doença Paraplegia Espástica Hereditária (PEH) que não possuam alteração musculoesquelética significativa que possa impossibilitar a realização da avaliação e reabilitação vestibular.

**Critério de Exclusão:**

Serão excluídos da pesquisa pacientes com alteração otológica que possa interferir na realização do exame vestibular, incapazes de atender e compreender comando verbal simples, déficit visual grave e outras anormalidades que impossibilitem a realização dos procedimentos propostos.

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:**

Verificar os benefícios da reabilitação vestibular com realidade virtual, por meio de avaliação vestibular pré e pós-aplicação dos instrumentos:

Physiological Profile Assessment (PPA), Dinamômetro Manual Lafayette e questionário de qualidade de vida, WHOQOL – bref, em indivíduos com Paraplegia Espástica Hereditária (PEH).

**Objetivo Secundário:**

Melhorar a capacidade de locomoção, aumentando a estabilidade ao andar reduzindo desta forma os desvios de marcha; Aumentar a capacidade de orientação espacial do indivíduo; Diminuir a

Endereço: Rua Padre Anchieta, 2770  
Bairro: Bigorinho CEP: 80.730-000  
UF: PR Município: CURITIBA  
Telefone: (41)3240-5570 Fax: (41)3240-5584 E-mail: com/le.etica@fepar.edu.br

Continuação do Parecer: 3.580.973

sensação de flutuação e quedas; Aperfeiçoar a capacidade de execução de tarefas de vida diária, gerando autoconfiança que acarretará positivamente nos aspectos da vida familiar, social e profissional.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:**

Poderão ocorrer desconfortos durante a realização das avaliações e da reabilitação decorrentes da interferência direta sobre o sistema vestibular responsável pelo equilíbrio. O suporte neste sentido poderá ser de interrupção momentânea da avaliação/reabilitação vestibular até outras intervenções médicas se necessárias.

**Benefícios:**

Os benefícios da pesquisa com a reabilitação vestibular (RV) por meio de realidade virtual é promover a estabilização e melhorar a interação vestibulo-visual, ampliar a estabilidade postural estática e dinâmica. Além de melhorar o equilíbrio ajuda o indivíduo a restabelecer a confiança em si mesmo, reduzindo a ansiedade e melhora o convívio social. Os benefícios associados a esse tratamento, descritos na literatura, incluem correção do equilíbrio e da postura, melhoria da locomoção, da funcionalidade de membros superiores e inferiores, além de promover maior motivação para o paciente na realização dos exercícios (Rodrigues et al, 2009), melhora da coordenação motora, além de ativar o aprendizado motor, pela modificação da arquitetura cerebral, o que contribui para a melhora da independência.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Não.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Adequados.

**Recomendações:**

Não há.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Emenda aprovada por este CEP e deve seguir para análise e parecer dos respectivos Comitês de Ética em Pesquisa das instituições coparticipantes.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço:	Rua Padre Anchieta, 2770	CEP:	80.730-000
Bairro:	Bigorriño		
UF:	PR	Município:	CURITIBA
Telefone:	(41)3240-5570	Fax:	(41)3240-5584
		E-mail:	comite.etica@fepar.edu.br

Continuação do Parecer: 3.580.973

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_412873_E1.pdf	10/09/2019 14:45:01		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	09/09/2019 17:01:40	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado.docx	09/09/2019 16:58:05	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_compromisso_equipe_pesquisa.pdf	08/09/2019 18:18:25	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Declaracao_responsabilidade.pdf	06/09/2019 18:17:49	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Qualificacao_Pesquisadores.pdf	06/09/2019 18:15:03	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Concordancia_coparticipante_IFPR.pdf	06/09/2019 18:14:15	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_coparticipante_HC.pdf	06/09/2019 18:13:28	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Declaracao_ausencia_de_Custo2.pdf	06/09/2019 18:12:56	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Declaracao_Ausencia_Custos.pdf	06/09/2019 18:11:23	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Carta_Justificativa_Emenda.pdf	06/09/2019 18:08:22	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Concordancia_Envovidos.pdf	06/09/2019 18:07:17	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Cronograma	2019CRONOGRAMA.docx	06/09/2019 15:08:06	MARIA IZABEL RODRIGUES SEVERIANO	Aceito
Folha de Rosto	folha de rosto projeto UTP.pdf	08/08/2014 16:56:14		Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: Rua Padre Anchieta, 2770  
 Bairro: Bigorinho CEP: 80.730-000  
 UF: PR Município: CURITIBA  
 Telefone: (41)3240-5570 Fax: (41)3240-5584 E-mail: com/le.etica@fepar.edu.br



FACULDADE EVANGÉLICA  
MACKENZIE DO PARANÁ



Continuação do Parecer: 3.580.973

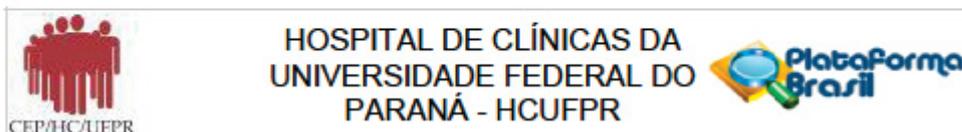
CURITIBA, 17 de Setembro de 2019

---

**Assinado por:**  
**ANA CRISTINA LIRA SOBRAL**  
**(Coordenador(a))**

Endereço: Rua Padre Anchieta, 2770  
Bairro: Bigorrilho CEP: 80.730-000  
UF: PR Município: CURITIBA  
Telefone: (41)3240-5570 Fax: (41)3240-5584 E-mail: [comite.etica@fepar.edu.br](mailto:comite.etica@fepar.edu.br)

## ANEXO 2 PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP – HC UFPR



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Elaborado pela Instituição Coparticipante

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO E REABILITAÇÃO VESTIBULAR EM DOENÇAS

**Pesquisador:** BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 37083714.0.3002.0098

**Instituição Proponente:** Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.909.939

#### Apresentação do Projeto:

O projeto em tela consiste em uma pesquisa que inclui o CHC como instituição coparticipante, apresentado pela Dra. BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM (da Universidade Tuiuti), para doutorado de duas pesquisadoras GESLAINE JANAINA BUENO DOS SANTOS MARIA IZABEL RODRIGUES SEVERIANO sob orientação do Dr. HELIO TEIVE, professor da UFPR. O projeto fundamenta "As doenças neurodegenerativas são afecções hereditárias e esporádicas caracterizadas por disfunção progressiva do sistema nervoso. Estes transtornos geralmente estão associados com atrofia das estruturas afetadas do sistema nervoso central ou periférico. Seus sintomas são de caráter multifatorial, dentre eles destacam-se as vestibulopatias, que estão associadas a uma das causas de desconforto e de perda da qualidade de vida. A doença relacionada a este estudo será a paraplegia espástica hereditária (PEH) que abrange um grupo heterogêneo de doenças degenerativas de caráter hereditária apresentando desordens de um único gene, são caracterizadas por degeneração progressiva e retrógrada das longas fibras axonais dos tratos corticospinais da medula espinhal. O equilíbrio corporal é essencial para manutenção da postura e esta relacionado a um conjunto de informações fornecidas pelo sistema visual vestibular e proprioceptivo. O diagnóstico correto é importante e a reabilitação dos transtornos de equilíbrio é essencial para obter segurança e evitar instabilidades, desequilíbrio, quedas, entre outros. A reabilitação vestibular por meio de realidade virtual é uma ação de promoção da saúde do indivíduo com reflexos na coletividade. Este procedimento é realizado por meio de uma avaliação

**Endereço:** Rua Gal. Camello, 181

**Bairro:** Alto da Glória

**CEP:** 80.060-900

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3360-1041

**Fax:** (41)3360-1041

**E-mail:** cep@hc.ufpr.br



otoneurológica que consiste em um conjunto de procedimentos que permite uma avaliação fisiopatológica do sistema vestibular e sua relação com o sistema nervoso central com ênfase em interligações vestibulo-oculomotores, vestibulocerebelares, e cervicais-vestibuloprioceptivas. A Reabilitação vestibular vem se mostrando eficaz em indivíduos portadores de vestibulopatias e, por meio de exercícios de movimentos de olhos, cabeça e corpo trabalha-se a plasticidade neuronal do sistema nervoso central, estimulando desta forma a adaptação de impulsos vestibulares deficientes ou anormais. A abordagem terapêutica pode ser multidisciplinar objetivando melhoria de equilíbrio global e de qualidade de vida, além da restauração da orientação espacial. A realidade virtual é um recurso terapêutico que pode ser aplicado em pacientes com distúrbios já mencionados acima com o objetivo de promover a estabilização e melhorar a interação vestibulo-visual, ampliar a estabilidade postural estática e dinâmica. A reabilitação vestibular além de melhorar o equilíbrio ajuda o indivíduo a restabelecer a confiança em si mesmo, reduz a ansiedade e melhora o convívio social. As plataformas utilizadas possibilitam a imersão em um mundo ilusório e artificial o qual promove uma percepção do ambiente e acarreta mudanças reflexas relacionadas aos sintomas apresentados. Os benefícios associados a esse tratamento descritos na literatura, incluem correção do equilíbrio e da postura, melhoria da locomoção, da funcionalidade de membros superiores e inferiores, além de promover maior motivação para o paciente na realização dos exercícios. Estudos apontam vantagens da realização de exercício físicos com jogos por meio de realidade virtual quando comparados aos treinamento de equilíbrio convencional. Estes autores destacam que os benefícios dos treinamentos físicos com jogos virtuais se devem à adaptação dos cenários e protocolos terapêuticos de acordo com a necessidade dos pacientes, possibilitando ganhos de equilíbrio, coordenação motora, além de ativar o aprendizado motor, pela modificação da arquitetura cerebral, o que contribui para a melhora da independência e motivação aos exercícios."

**Objetivo da Pesquisa:**

Os objetivos são "Verificar os benefícios da reabilitação vestibular com realidade virtual, por meio de avaliação vestibular pré e pós-aplicação dos instrumentos: Physiological Profile Assessment (PPA), Dinamômetro Manual Lafayette e questionário de qualidade de vida, WHOQOL – bref, em indivíduos com Paraplegia Espástica Hereditária (PEH)."

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos e benefícios são avaliados "Riscos: Poderão ocorrer desconfortos durante a realização das avaliações e da reabilitação decorrentes da interferência direta sobre o sistema vestibular responsável pelo equilíbrio. O suporte neste sentido poderá ser de interrupção momentânea da

Endereço: Rua Gal. Camello, 181  
Bairro: Alto da Glória CEP: 80.060-900  
UF: PR Município: CURITIBA  
Telefone: (41)3360-1041 Fax: (41)3360-1041 E-mail: cep@hc.ufpr.br



avaliação/reabilitação vestibular até outras intervenções médicas se necessárias. Benefícios: Os benefícios da pesquisa com a reabilitação vestibular (RV) por meio de realidade virtual é promover a estabilização e melhorar a interação vestibulo-visual, ampliar a estabilidade postural estática e dinâmica. Além de melhorar o equilíbrio ajuda o indivíduo a restabelecer a confiança em si mesmo, reduzindo a ansiedade e melhora o convívio social. Os benefícios associados a esse tratamento, descritos na literatura, incluem correção do equilíbrio e da postura, melhoria da locomoção, da funcionalidade de membros superiores e inferiores, além de promover maior motivação para o paciente na realização dos exercícios (Rodrigues et al, 2009), melhora da coordenação motora, além de ativar o aprendizado motor, pela modificação da arquitetura cerebral, o que contribui para a melhora da independência."

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

As autoras responde as pendências solicitadas:

"LISTA DE PENDÊNCIAS E A PROVIDÊNCIA PARA CADA UMA DELAS:

**Pendências**

1. Esclarecer sobre os vínculos institucionais dos pesquisadores com instituição proponente e coparticipantes.

Providencia: Quantos aos vínculos: A Dra. Bianca Simone Zeigelboim, membro externo, é a pesquisadora principal da instituição proponente, Universidade Tuiuti do Paraná e coorientadora deste projeto junto ao Programa de doutorado de pós-graduação de medicina Interna e Ciências da Saúde – UFPR, e o seu nome foi inserido na contracapa), a inclusão está assinalada em vermelho. O Dr Hélio Afonso G. Teive é professor do programa de Pós-graduação de Medicina Interna e Ciências da Saúde da UFPR, coparticipante, o orientador do projeto e responsável pelo direcionamento dos pacientes de PEH para esta pesquisa, vinculados ao Setor de Neurologia, Distúrbios do Movimento, já identificado na contracapa do projeto. Foi incluída a pesquisadora Bianca Cavalcante Leão, membro externo, professora vinculada à Universidade Tuiuti do Paraná como membro da equipe na plataforma Brasil, pois será a responsável pela coleta de assinatura do TCLE e a mesma não estará diretamente envolvida com a execução da pesquisa. Quanto às pesquisadoras, Geslaine Janaina Bueno dos Santos e Maria Izabel Rodrigues Severiano, são alunas do doutorado do programa de pós-graduação de Medicina Interna e Ciências da Saúde da UFPR e docentes do Instituto Federal do Paraná, coparticipante desta pesquisa, identificado na Plataforma Brasil e no TCLE, as inclusões estão assinaladas em vermelho ficando a escrita da seguinte forma no TCLE: "As intervenções serão realizadas no Instituto Federal do Paraná (IFPR), coparticipante,

Endereço: Rua Gal. Camello, 181  
Bairro: Alto da Glória CEP: 80.060-900  
UF: PR Município: CURITIBA  
Telefone: (41)3360-1041 Fax: (41)3360-1041 E-mail: cep@hc.ufpr.br



Continuação do Parecer: 4.909.939

setor do colegiado da Massoterapia localizado na Rua João Negrão, 1282 Bairro Rebouças." Na página 7 do projeto foi incluída a identificação de participação das pesquisadoras. As inclusões estão assinaladas em vermelho e as exclusões foram tacheadas. Ficando a escrita da seguinte forma: "A seleção dos prontuários e o convite de participação na pesquisa serão realizados pelas pesquisadoras Geslaine Janaina Bueno dos Santos e Maria Izabel Rodrigues Severiano, alunas do doutorado do Programa de Pós-graduação de Medicina Interna e Ciências da Saúde da UFPR, sob orientação do Dr. Hélio Afonso G. Teive."

2. Esclarecer sobre qual o profissional da instituição CHC se responsabiliza pela solicitação de prontuários e consultas aos dados dos pacientes recrutados, como também pelos pesquisadores que não são vinculados a esta instituição. Esclarecendo se são ou não alunos da pós-graduação.

Providencia: O profissional da instituição CHC é o Dr. Hélio Afonso G. Teive, que se responsabilizará pela solicitação dos prontuários, e as pesquisadoras Geslaine Janaina Bueno dos Santos e Maria Izabel Rodrigues Severiano, alunas da pós-graduação farão a consulta aos dados dos pacientes recrutados, após eles assinarem o documento de solicitação de acesso aos dados de arquivo e o TCLE deste projeto. As inclusões estão assinaladas em vermelho e as exclusões foram tacheadas, na pag. 7 do projeto ficando a escrita da seguinte forma:

"Os participantes serão selecionados por meio dos prontuários do CHC, coparticipante desta pesquisa, que atendam aos critérios de inclusão e que aceitem participar do estudo. A seleção dos prontuários e o convite de participação na pesquisa serão realizados pelas pesquisadoras Geslaine Janaina Bueno dos Santos e Maria Izabel Rodrigues Severiano, alunas do doutorado do Programa de Pós-graduação de Medicina Interna e Ciências da Saúde da UFPR, sob orientação do Dr. Hélio Afonso G. Teive."

4. Esclarecer sobre a coleta de sangue e uso de material genético neste estudo, caso positivo, detalhar os procedimentos e documentos para o encaminhamento para CONEP.

Providencia: Não haverá coleta de sangue nem uso de material genético nesta pesquisa, na pag. 7 do projeto foram feitas alterações. As inclusões estão assinaladas em vermelho e as exclusões foram tacheadas, ficando a escrita da seguinte forma:

"Os participantes serão selecionados por meio dos prontuários do CHC, coparticipante desta

Endereço: Rua Gal. Camello, 181  
Bairro: Alto da Glória CEP: 80.060-900  
UF: PR Município: CURITIBA  
Telefone: (41)3360-1041 Fax: (41)3360-1041 E-mail: cep@hc.ufpr.br



HOSPITAL DE CLÍNICAS DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
PARANÁ - HCUFPR



Continuação do Parecer: 4.909.939

pesquisa, que atendam aos critérios de inclusão e que aceitem participar do estudo. A seleção dos prontuários e o convite de participação na pesquisa serão realizados pelas pesquisadoras Geslaine Janaina Bueno dos Santos e Maria Izabel Rodrigues Severiano, alunas do doutorado do Programa de Pós-graduação de Medicina Interna e Ciências da Saúde da UFPR, sob orientação do Dr. Hélio Afonso G. Teive. Ao iniciar o tratamento no Setor de Neurologia - Distúrbios do Movimento do CHC, os pacientes assinam o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para a coleta de sangue para a avaliação genética e diagnóstico da doença, relacionado ao projeto "A Variabilidade Fenotípica e Genotípica das PEH no sul do Brasil", do Dr. Hélio Afonso G. Teive. Após aprovação deste projeto ("Avaliação e Reabilitação Vestibular em Doenças Neurodegenerativas") junto ao CHC os pacientes assinarão o documento " Solicitação de Acesso aos Dados de Arquivo de Prontuário de Paciente/ Registros de Dados Pessoais/ Livros de Registros de Informações Diversas / Fichas Escolares, Etc," e não será realizada nenhuma coleta de sangue, apenas a e utilização dos dados dos prontuários para pesquisas (dados pessoais, diagnóstico e histórico da doença).

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Apresentam respostas as pendências e TCLE.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Pendências atendidas

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do HC-UFPR, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/2012 e na Norma Operacional Nº 001/2013 do CNS, manifesta -se pela aprovação do projeto, conforme proposto, para início da Pesquisa. Solicitamos que sejam apresentados a este CEP relatórios semestrais sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos. Os documentos da pesquisa devem ser mantidos arquivados.

É dever do CEP acompanhar o desenvolvimento dos projetos por meio de relatórios semestrais dos pesquisadores e de outras estratégias de monitoramento, de acordo com o risco inerente à pesquisa.

Endereço: Rua Gal. Camello, 181  
Bairro: Alto da Glória CEP: 80.060-900  
UF: PR Município: CURITIBA  
Telefone: (41)3360-1041 Fax: (41)3360-1041 E-mail: cep@hc.ufpr.br



Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1437317.pdf	21/07/2021 09:41:58		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_finalizado_jul.docx	21/07/2021 09:40:38	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
Outros	2_CARTA_RESPOSTAS_CEP_CHC_jul.docx	21/07/2021 09:39:24	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado_reformulado_19_jul2021.docx	21/07/2021 09:38:48	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
Outros	2_CARTA_RESPOSTAS_CEP_CHC.pdf	30/08/2021 09:29:28	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_finalizado.docx	30/08/2021 09:23:05	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado_reformulado_jun2021.docx	30/08/2021 09:22:36	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTAS_S_PENDENCIA_S_CEPHCUFPR_final.pdf	13/05/2021 10:15:48	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_final.docx	13/05/2021 09:11:56	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado_reformulado.docx	13/05/2021 09:10:33	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
Outros	Declaracao_compromisso_equipe_pesquisa.pdf	29/03/2021 10:29:26	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
Declaração de concordância	Declaracao_concordancia_envolvidosHC.pdf	29/03/2021 10:27:40	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
Outros	Declaracao_coparticipanteHC.pdf	29/03/2021 10:25:33	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_HC.docx	26/03/2021 16:46:58	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	09/09/2019 17:01:40	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	Projeto_detalhado.docx	09/09/2019 16:58:05	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito

Endereço: Rua Gal. Camello, 181  
Bairro: Alto da Glória CEP: 80.060-900  
UF: PR Município: CURITIBA  
Telefone: (41)3360-1041 Fax: (41)3360-1041 E-mail: cep@hc.ufpr.br



HOSPITAL DE CLÍNICAS DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
PARANÁ - HCUFPR



Continuação do Parecer: 4.909.939

Investigador	Projeto_detalhado.docx	09/09/2019 18:58:05	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Declaracao_responsabilidade.pdf	08/09/2019 18:17:49	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Qualificacao_Pesquisadores.pdf	08/09/2019 18:15:03	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Concordancia_coparticipante_IFPR.pdf	08/09/2019 18:14:15	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Declaracao_ausencia_de_Custo2.pdf	08/09/2019 18:12:56	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Declaracao_Ausencia_Custos.pdf	08/09/2019 18:11:23	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Carta_Justificativa_Emenda.pdf	08/09/2019 18:08:22	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 16 de Agosto de 2021

---

**Assinado por:**  
**Niazy Ramos Filho**  
**(Coordenador(a))**

Endereço: Rua Gal. Camello, 181  
Bairro: Alto da Glória CEP: 80.060-900  
UF: PR Município: CURITIBA  
Telefone: (41)3360-1041 Fax: (41)3360-1041 E-mail: cep@hc.ufpr.br

## ANEXO 3 PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP – IFPR



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Elaborado pela Instituição Coparticipante

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO E REABILITAÇÃO VESTIBULAR EM DOENÇAS

**Pesquisador:** BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 37083714.0.3003.8156

**Instituição Proponente:** INSTITUTO FEDERAL DO PARANA - CAMPUS CURITIBA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.903.986

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de doutorado, proposto pela Universidade Tuiuti do Paraná, com co-participação do Hospital de Clínicas da UFPR e do Instituto Federal do Paraná. Serão incluídos 40 pacientes portadores de paraplegias espásticas hereditária (PEH), atendidos no Serviço de Neurologia do Hospital das Clínicas da UFPR. Estes serão divididos em dois grupos, a saber: "Grupo I: Vinte voluntários serão submetidos à RV com realidade virtual (jogos de equilíbrio) utilizando o console Wii®, Wii-Remote e Wii Balance Board (Nintendo).

Grupo II: Vinte voluntários serão submetidos à RV com realidade virtual (jogos de equilíbrio e jogos de força muscular) utilizando o console Wii®, Wii-Remote e Wii Balance Board (Nintendo). Os jogos terão duração de 30 minutos a uma hora, e os participantes realizarão sessões duas vezes por semana durante 10 semanas (total: 20 sessões)." O financiamento será próprio.

#### Objetivo da Pesquisa:

São objetivos da pesquisa: "Verificar os benefícios da reabilitação vestibular com realidade virtual, por meio de avaliação vestibular pré e pós-aplicação dos instrumentos: Physiological Profile Assessment (PPA), Dinamômetro Manual Lafayette e questionário de qualidade de vida, WHOQOL – bref, em indivíduos com Paraplegia Espástica Hereditária (PEH). Melhorar a capacidade de locomoção, aumentando a estabilidade ao andar reduzindo desta forma os desvios de marcha; Aumentar a capacidade de orientação espacial do indivíduo; Diminuir a sensação de flutuação e quedas; Aperfeiçoar a capacidade de execução de tarefas de vida diária, gerando autoconfiança

**Endereço:** Rua Emílio Bertolini, 54  
**Bairro:** Cajuru  
**UF:** PR  
**Telefone:** (41)3888-5275  
**Município:** CURITIBA  
**CEP:** 82.920-030  
**E-mail:** cep@ifpr.edu.br



Comitê de Ética  
em Pesquisa

INSTITUTO FEDERAL DO  
PARANÁ - IFPR



Continuação do Parecer: 4.903.986

que acarretará positivamente nos aspectos da vida familiar, social e profissional."

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

São apontados como riscos: "Os riscos durante a pesquisa são mínimos ou inexistentes porem, poderá ocorrer desconfortos durante a realização das avaliações e da reabilitação decorrentes da interferência direta sobre o sistema vestibular responsável pelo equilíbrio. O suporte neste sentido poderá ser de interrupção momentânea da avaliação/reabilitação vestibular até outras intervenções médicas se necessárias."

Os benefícios são: "Os benefícios da pesquisa com a reabilitação vestibular (RV) por meio de realidade virtual é promover a estabilização e melhorar a interação vestibulo-visual, ampliar a estabilidade postural estática e dinâmica. Além de melhorar o equilíbrio ajuda o indivíduo a restabelecer a confiança em si mesmo, reduzindo a ansiedade e melhora o convívio social. Os benefícios associados a esse tratamento, descritos na literatura, incluem correção do equilíbrio e da postura, melhoria da locomoção, da funcionalidade de membros superiores e inferiores, além de promover maior motivação para o paciente na realização dos exercícios (Rodrigues et al, 2009), melhora da coordenação motora, além de ativar o aprendizado motor, pela modificação da arquitetura cerebral, o que contribui para a melhora da independência."

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Os instrumentos de coleta de dados são apresentados. São apontados como critérios de inclusão na pesquisa: "pacientes adultos portadores paraplegias espásticas hereditária (PEH) que não possuam alteração musculoesquelética significativa que possa impossibilitar a realização da avaliação e reabilitação vestibular.". Os critérios de exclusão são: "paciente com alteração otológica que possa interferir na realização do exame vestibular, com uso de dispositivos para a marcha, incapazes de atender e compreender comando verbal simples, déficit visual grave e outras anormalidades que impossibilitem a realização dos procedimentos propostos."

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos foram apresentados, contudo há necessidade de adequações no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

**Recomendações:**

Atente-se ao fato de que todas as alterações realizadas no projeto detalhado devem ser feitas, também, na Plataforma Brasil, de forma que o texto em todos os documentos apresentados seja o mesmo.

Endereço: Rua Emílio Bertolini, 54

Bairro: Cajuru

UF: PR

Telefone: (41)3888-5275

Município: CURITIBA

CEP: 82.920-030

E-mail: cep@ifpr.edu.br



Comitê de Ética  
em Pesquisa

INSTITUTO FEDERAL DO  
PARANÁ - IFPR



Continuação do Parecer: 4.903.986

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Os pesquisadores apontam que houve uma falha de comunicação e justificam a realização dos ajustes solicitados por este Comitê somente dois anos após a apreciação inicial da pesquisa. Contudo, somente algumas pendências foram atendidas, e seguem alguns pontos que necessitam de maiores esclarecimentos, conforme segue:

**Pendência 1. No documento Projeto Detalhado:**

a) A pesquisadora responsável na plataforma Brasil é Bianca Simone Zelgelboim, contudo o projeto detalhado apresentado está em nome de Geslaine Janaina Bueno dos Santos e de Maria Izabel Rodrigues Severiano, sob orientação de Helio Afonso Ghizoni Teive, que é listado como equipe de pesquisa. Solicita-se adequação do projeto detalhado de forma que o pesquisador principal seja o mesmo em todos os locais nos quais conte. [PENDÊNCIA ATENDIDA]. As informações solicitadas constam no documento submetido ao centro coordenador.

b) Os pesquisadores descrevem a metodologia como um ensaio clínico randomizado controlado, contudo não são apresentados os métodos a serem empregados para randomização, não fica claro quantos grupos serão formados e quais intervenções serão realizadas com cada grupo, nem é apresentado qual será o grupo controle. Solicita-se esclarecimento destes itens. Recorda-se que, no projeto, deve estar previsto que a melhor metodologia observada também será, mesmo que posteriormente, proporcionada ao grupo que não teve acesso à ela. [PENDÊNCIA ATENDIDA].

c) Os questionários a serem aplicados na realização da pesquisa não são apresentados. Solicita-se que os questionários sejam apresentados. [PENDÊNCIA ATENDIDA].

d) Os riscos da pesquisa são pontuados, contudo não são apresentadas formas de minimização deles. Os pesquisadores informam que, caso necessária, será realizada intervenção médica, contudo não informam em qual local o paciente será atendido, nem quem será responsável por custear este atendimento. Solicita-se esclarecimento destes pontos no projeto. [PENDÊNCIA PARCIALMENTE ATENDIDA]. As pesquisadoras informam na carta resposta: "Com relação ao atendimento, caso necessário, o paciente será encaminhado para atendimento no setor de neurologia do CHC (Complexo Hospital de Clínicas), pois já é paciente deste local, com a

Endereço: Rua Emílio Bertolini, 54

Bairro: Cajuru

UF: PR

Telefone: (41)3888-5275

Município: CURITIBA

CEP: 82.920-030

E-mail: cep@ifpr.edu.br



Comitê de Ética  
em Pesquisa

INSTITUTO FEDERAL DO  
PARANÁ - IFPR



Continuação do Parecer: 4.903.986

supervisão do Dr. Hélio Teive médico responsável pelo acompanhamento que irá avaliar a possibilidade da continuidade na pesquisa." Solicita-se incluir esta informação no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

e) No projeto detalhado estão faltando os seguintes itens: resumo, hipótese de pesquisa, resultados esperados, forma de minimização dos riscos listados, critérios para suspender ou encerrar a pesquisa, local onde será realizada a pesquisa, demonstrativo da existência de infraestrutura, propriedade das informações, grupos vulneráveis, fontes de material da pesquisa, planos para o recrutamento do participante da pesquisa, previsão de ressarcimento de gastos ao participante de pesquisa, qualificação dos pesquisadores. Solicita-se que estes itens sejam apresentados para que a avaliação ética dos mesmos possa ser realizada. [PENDÊNCIA ATENDIDA]. Os pesquisadores apresentam justificativa para não apresentação de alguns dos itens solicitados. Contudo reforça-se que estes são itens de avaliação obrigatória pelo Comitê de Ética, conforme preconiza a Resolução 466/2012. Em projetos futuros orienta-se que estes itens sejam informados.

Pendência 2. Documento de apresentação obrigatória: uma vez que serão consultados prontuários, o Termo de Compromisso para a Utilização de dados de Arquivo (modelo 5 do CEP-IFPR disponível na página do CEP/IFPR) não foi apresentado. Solicita-se a elaboração deste documento. [PENDÊNCIA ATENDIDA]. Os pesquisadores informam que esta etapa será realizada na Instituição coparticipante Hospital de Clínicas da UFPR, e que utilizarão o modelo de termo de uso de dados do CEP desta instituição. Esta informação consta no projeto detalhado.

Pendência 3. No TCLE:

a) Os pesquisadores não são apresentados no TCLE, solicita-se que haja identificação de todos os pesquisadores envolvidos e da instituição proponente no TCLE. [PENDÊNCIA ATENDIDA].

b) Os pesquisadores afirmam: "Após entender e concordar em participar do estudo, a Sr.(a) irá responder um questionário com 50 perguntas devendo levar aproximadamente 30 minutos. Após responder o questionário o mesmo irá realizar sessões de reabilitação virtual com Wii®, marca Nintendo, 2 vezes por semana durante 10 sessões, ao término destas sessões o Sr(a) responderá o mesmo questionário respondido inicialmente." Contudo no projeto detalhado consta a informação

Endereço: Rua Emílio Bertolini, 54

Bairro: Cajuru

UF: PR

Telefone: (41)3888-5275

Município: CURITIBA

CEP: 82.920-030

E-mail: cep@ifpr.edu.br



Comitê de Ética  
em Pesquisa

INSTITUTO FEDERAL DO  
PARANÁ - IFPR



Continuação do Parecer: 4.903.986

de que serão 20 sessões e que o procedimento será repetido por duas vezes. Solicita-se esclarecimento sobre o número correto de sessões e o detalhamento de todos os procedimentos aos quais o participante será submetido, bem como quantas vezes, no TCLE. No mais, no TCLE é necessário informar para qual endereço o participante deverá se deslocar para realizar os procedimentos da pesquisa e quem irá custear seu deslocamento, ou como será feito o ressarcimento desta despesa, considerando que o orçamento, aparentemente, não condiz com as atividades previstas. [PENDÊNCIA PARCIALMENTE ATENDIDA]. Os pesquisadores informam no TCLE e no projeto detalhado quais intervenções serão realizadas com cada um dos grupos de participantes, contudo afirmam ser 10 sessões para cada etapa da pesquisa, mas listam somente cinco para o grupo 1 ("cinco jogos de equilíbrio") e nove para o grupo 2 ("cinco jogos de equilíbrio mais quatro jogos de força"). No projeto detalhado consta a seguinte informação: "Os jogos terão duração de 30 minutos a uma hora, e os participantes realizarão sessões duas vezes por semana durante 10 semanas (total: 20 sessões)." No mais, nas informações básicas da pesquisa consta que para o grupo 2 serão realizadas as seguintes intervenções: "Anamnese e aplicação de questionários". Reforça-se que prossegue a dúvida em relação ao número de sessões que cada participante deverá estar presente. Solicita-se que esta questão seja devidamente esclarecida e que conste a mesma informação em todos os documentos (projeto detalhado, informações básicas da pesquisa e TCLE), dando-se especial atenção ao TCLE para que o participante tenha real dimensão de quais procedimentos terá que cumprir para participar da pesquisa.

c) Os pesquisadores afirmam que: "Não haverá riscos, porém caso ocorra desconfortos durante a realização das avaliações e da reabilitação elas serão decorrentes da interferência direta sobre o sistema vestibular responsável pelo equilíbrio. O suporte neste sentido poderá ser de interrupção momentânea da avaliação/reabilitação vestibular até outras intervenções médicas se necessárias." Conforme as resoluções brasileiras, toda pesquisa envolve riscos, mesmo que mínimos. Solicita-se que sejam informados de maneira mais clara os riscos possíveis com a pesquisa e que sejam apresentadas formas de minimização dos riscos. [PENDÊNCIA NÃO ATENDIDA]. No projeto detalhado houve correção desta informação, contudo no TCLE permanece a seguinte redação: "Não haverá riscos" Solicita-se fazer as devidas correções no TCLE, bem como informar que, se necessário, o atendimento médico será realizado no Hospital de Clínicas, conforme informado na carta resposta.

d) Consta no TCLE que "não há benefício direto para o participante do estudo". Com relação aos

Endereço: Rua Emílio Bertolini, 54

Bairro: Cajuru

UF: PR

Telefone: (41)3888-5275

Município: CURITIBA

CEP: 82.920-030

E-mail: cep@ifpr.edu.br



Comitê de Ética  
em Pesquisa

INSTITUTO FEDERAL DO  
PARANÁ - IFPR



Continuação do Parecer: 4.903.986

benefícios, solicita-se padronizar o texto de acordo com o que consta no documento Projeto Detalhado. [PENDÊNCIA ATENDIDA].

e) Informar no TCLE que os participantes serão divididos em grupos e que, portanto, o participante poderá fazer parte de um grupo controle, esclarecendo o que isso significa [PENDÊNCIA ATENDIDA].

Pendência 4 – Os pesquisadores apresentam cronograma atualizado da pesquisa, com previsão do início da coleta de dados presencial em setembro de 2021.

a) Solicita-se incluir este cronograma atualizado nas Plataforma Brasil.

b) Como haverá coleta de dados presencial, e considerando que estamos vivenciando uma pandemia, solicita-se incluir dentre os riscos da pesquisa o risco de contaminação pela COVID-19, bem como as formas de minimização deste risco, no projeto detalhado e no TCLE.

#### Considerações Finais a critério do CEP:

##### Comunicações:

- foram apontadas pendências no Protocolo de Pesquisa. Todas as pendências deverão ser atendidas ou esclarecidas, via Plataforma Brasil (PB) – modo: EDITAR (seguindo todas as etapas até enviar novamente);
- favor responder em documento à parte, conforme modelo de carta resposta disponibilizado na página do CEP/IFPR, TODAS as pendências que constam no parecer, com indicação dos documentos e páginas nas quais as modificações foram feitas. Nos documentos revisados, assinalar com cor diferenciada todas as alterações feitas e EXCLUIR os trechos antigos;
- os arquivos com as respostas às pendências deverão ser anexados na PB sempre com títulos diferentes dos já inseridos, pois se o arquivo contiver o mesmo nome o sistema irá inserir o arquivo anterior automaticamente. (Ex.: TCLEcorrigido.doc ou TCLEversao2);
- não excluir os arquivos dos documentos já enviados, para manter o histórico, uma vez que os arquivos fazem parte do Protocolo Original;
- verificar o cronograma e, quando necessário, fazer as devidas alterações na PB e em todos os documentos nos quais ele constar;
- a atividade do pesquisador com os participantes da pesquisa, em hipótese alguma, pode ser iniciada enquanto o Protocolo ainda estiver pendente (ou antes da aprovação pelo CEP/IFPR), sob pena de o projeto receber parecer de NÃO aprovado e os órgãos responsáveis serem informados;

Endereço: Rua Emílio Bertolini, 54

Bairro: Cajuru

UF: PR

Telefone: (41)3888-5275

Município: CURITIBA

CEP: 82.920-030

E-mail: cep@ifpr.edu.br



Comitê de Ética  
em Pesquisa

INSTITUTO FEDERAL DO  
PARANÁ - IFPR



Continuação do Parecer: 4.903.986

- um mesmo Protocolo pode ser submetido ao CEP/IFPR com pendências, no máximo, 3 (três) vezes. Após a terceira submissão, permanecendo as pendências, o Protocolo receberá parecer de não aprovado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1437318.pdf	28/07/2021 18:56:43		Aceito
Outros	whoqol_bref.pdf	28/07/2021 18:55:25	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_finalizado_jul.docx	28/07/2021 18:53:20	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
Outros	CARTA_DE_RESPOSTA_PENDENCIA_S_IFPRjul2021.pdf	28/07/2021 18:51:47	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado_reformulado_28_jul2021.docx	28/07/2021 16:50:50	BIANCA SIMONE ZEIGELBOIM	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	09/09/2019 17:01:40	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado.docx	09/09/2019 16:58:05	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Declaracao_responsabilidade.pdf	08/09/2019 18:17:49	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Qualificacao_Pesquisadores.pdf	08/09/2019 18:15:03	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Concordancia_coparticipante_IFPR.pdf	08/09/2019 18:14:15	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Declaracao_ausencia_de_Custo2.pdf	08/09/2019 18:12:56	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Declaracao_Ausencia_Custos.pdf	08/09/2019 18:11:23	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito
Outros	Carta_Justificativa_Emenda.pdf	08/09/2019 18:08:22	Geslaine Janaina Bueno dos Santos	Aceito

Situação do Parecer:

Endereço: Rua Emílio Bertolini, 54  
 Bairro: Cajuru CEP: 82.920-030  
 UF: PR Município: CURITIBA  
 Telefone: (41)3888-5275 E-mail: cep@ifpr.edu.br



Comitê de Ética  
em Pesquisa

INSTITUTO FEDERAL DO  
PARANÁ - IFPR



Continuação do Parecer: 4.903.986

Pendente

**Necessita Apreciação da CONEP:**

**Não**

CURITIBA, 13 de Agosto de 2021

---

**Assinado por:**  
**CLAUDIONEI CELLA PAULI**  
**(Coordenador(a))**

Endereço: Rua Emílio Bertolini, 54

Bairro: Cajuru

UF: PR

Município: CURITIBA

CEP: 82.920-030

Telefone: (41)3888-5275

E-mail: cep@ifpr.edu.br

## ANEXO 4 MINIEXAME DO ESTADO MENTAL (MEEM)

### Mini Mental State Examination (MMSE)

#### 1. Orientação (1 ponto por cada resposta correcta)

Em que ano estamos? \_\_\_\_\_  
Em que mês estamos? \_\_\_\_\_  
Em que dia do mês estamos? \_\_\_\_\_  
Em que dia da semana estamos? \_\_\_\_\_  
Em que estação do ano estamos? \_\_\_\_\_

Nota: \_\_\_\_\_

Em que país estamos? \_\_\_\_\_  
Em que distrito vive? \_\_\_\_\_  
Em que terra vive? \_\_\_\_\_  
Em que casa estamos? \_\_\_\_\_  
Em que andar estamos? \_\_\_\_\_

Nota: \_\_\_\_\_

#### 2. Retenção (contar 1 ponto por cada palavra correctamente repetida)

"Vou dizer três palavras; queria que as repetisse, mas só depois de eu as dizer todas; procure ficar a sabê-las de cor".

Pêra \_\_\_\_\_  
Gato \_\_\_\_\_  
Bola \_\_\_\_\_

Nota: \_\_\_\_\_

#### 3. Atenção e Cálculo (1 ponto por cada resposta correcta. Se der uma errada mas depois continuar a subtrair bem, consideram-se as seguintes como correctas. Parar ao fim de 5 respostas)

"Agora peço-lhe que me diga quantos são 30 menos 3 e depois ao número encontrado volta a tirar 3 e repete assim até eu lhe dizer para parar".

27\_ 24\_ 21\_ 18\_ 15\_

Nota: \_\_\_\_\_

#### 4. Evocação (1 ponto por cada resposta correcta.)

"Veja se consegue dizer as três palavras que pedi há pouco para decorar".

Pêra \_\_\_\_\_  
Gato \_\_\_\_\_  
Bola \_\_\_\_\_

Nota: \_\_\_\_\_

#### 5. Linguagem (1 ponto por cada resposta correcta)

a. "Como se chama isto? Mostrar os objectos:

Relógio \_\_\_\_\_  
Lápis \_\_\_\_\_

Nota: \_\_\_\_\_

b. "Repita a frase que eu vou dizer: O RATO ROEU A ROLHA"

Nota: \_\_\_\_\_

c. "Quando eu lhe der esta folha de papel, pegue nela com a mão direita, dobre-a ao meio e ponha sobre a mesa"; dar a folha segurando com as duas mãos.

Pega com a mão direita \_\_\_\_\_

Dobra ao meio \_\_\_\_\_

Coloca onde deve \_\_\_\_\_

**Nota:** \_\_\_\_\_

d. "Leia o que está neste cartão e faça o que lá diz". Mostrar um cartão com a frase bem legível, "FECHE OS OLHOS"; sendo analfabeto lê-se a frase.

Fechou os olhos \_\_\_\_\_

**Nota:** \_\_\_\_\_

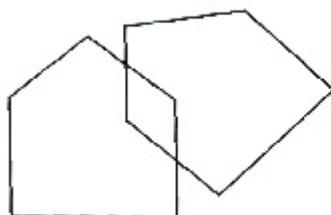
e. "Escreva uma frase inteira aqui". Deve ter sujeito e verbo e fazer sentido; os erros gramaticais não prejudicam a pontuação.

Frase:

**Nota:** \_\_\_\_\_

**6. Habilidade Construtiva (1 ponto pela cópia correcta.)**

Deve copiar um desenho. Dois pentágonos parcialmente sobrepostos; cada um deve ficar com 5 lados, dois dos quais intersectados. Não valorizar tremor ou rotação.



Cópia:

**Nota:** \_\_\_\_\_

**TOTAL**(Máximo 30 pontos): \_\_\_\_\_

<p><b>Considera-se com defeito cognitivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- analfabetos <math>\leq</math> 15 pontos</li><li>- 1 a 11 anos de escolaridade <math>\leq</math> 22</li><li>- com escolaridade superior a 11 anos <math>\leq</math> 27</li></ul>
---

# WHOQOL - ABREVIADO

Versão em Português

PROGRAMA DE SAÚDE MENTAL  
ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE  
GENEBRA

**Coordenação do GRUPO WHOQOL no Brasil**

**Dr. Marcelo Pio de Almeida Fleck**  
**Professor Adjunto**  
**Departamento de Psiquiatria e Medicina Legal**  
**Universidade Federal do Rio Grande do Sul**  
**Porto Alegre – RS - Brasil**

## Instruções

Este questionário é sobre como você se sente a respeito de sua qualidade de vida, saúde e outras áreas de sua vida. **Por favor, responda a todas as questões**. Se você não tem certeza sobre que resposta dar em uma questão, por favor, escolha entre as alternativas a que lhe parece mais apropriada. Esta, muitas vezes, poderá ser sua primeira escolha.

Por favor, tenha em mente seus valores, aspirações, prazeres e preocupações. Nós estamos perguntando o que você acha de sua vida, tomando como referência as **duas últimas semanas**. Por exemplo, pensando nas últimas duas semanas, uma questão poderia ser:

	nada	muito pouco	médio	muito	completamente
Você recebe dos outros o apoio de que necessita?	1	2	3	4	5

Você deve circular o número que melhor corresponde ao quanto você recebe dos outros o apoio de que necessita nestas últimas duas semanas. Portanto, você deve circular o número 4 se você recebeu "muito" apoio como abaixo.

	nada	muito pouco	médio	muito	completamente
Você recebe dos outros o apoio de que necessita?	1	2	3	4	5

Você deve circular o número 1 se você não recebeu "nada" de apoio.

Por favor, leia cada questão, veja o que você acha e circule no número e lhe parece a melhor resposta.

		muito ruim	ruim	nem ruim nem boa	boa	muito boa
1	Como você avaliaria sua qualidade de vida?	1	2	3	4	5

		muito insatisfeito	insatisfeito	nem satisfeito nem insatisfeito	satisfeito	muito satisfeit o
2	Quão satisfeito(a) você está com a sua saúde?	1	2	3	4	5

As questões seguintes são sobre o quanto você tem sentido algumas coisas nas últimas duas semanas.

		nada	muito pouco	mais ou menos	bastant e	extremamente
3	Em que medida você acha que sua dor (física) impede você de fazer o que você precisa?	1	2	3	4	5
4	O quanto você precisa de algum tratamento médico para levar sua vida diária?	1	2	3	4	5
5	O quanto você aproveita a vida?	1	2	3	4	5
6	Em que medida você acha que a sua vida tem sentido?	1	2	3	4	5
7	O quanto você consegue se concentrar?	1	2	3	4	5
8	Quão seguro(a) você se sente em sua vida diária?	1	2	3	4	5
9	Quão saudável é o seu ambiente físico (clima, barulho, poluição, atrativos)?	1	2	3	4	5

As questões seguintes perguntam sobre quão completamente você tem sentido ou é capaz de fazer certas coisas nestas últimas duas semanas.

		nada	muito pouco	médio	muito	completamente
10	Você tem energia suficiente para seu dia-a-dia?	1	2	3	4	5
11	Você é capaz de aceitar sua aparência física?	1	2	3	4	5
12	Você tem dinheiro suficiente para satisfazer suas necessidades?	1	2	3	4	5
13	Quão disponíveis para você estão as informações que precisa no seu dia-a-dia?	1	2	3	4	5
14	Em que medida você tem oportunidades de atividade de lazer?	1	2	3	4	5

As questões seguintes perguntam sobre **quão bem ou satisfeito** você se sentiu a respeito de vários aspectos de sua vida nas últimas duas semanas.

		muito ruim	ruim	nem ruim nem bom	bom	muito bom
15	Quão bem você é capaz de se locomover?	1	2	3	4	5

		muito insatisfeito	insatisfeito	nem satisfeito nem insatisfeito	satisfeito	muito satisfeito
16	Quão satisfeito(a) você está com o seu sono?	1	2	3	4	5
17	Quão satisfeito(a) você está com sua capacidade de desempenhar as atividades do seu dia-a-dia?	1	2	3	4	5
18	Quão satisfeito(a) você está com sua capacidade para o trabalho?	1	2	3	4	5
19	Quão satisfeito(a) você está consigo mesmo?	1	2	3	4	5
20	Quão satisfeito(a) você está com suas relações pessoais (amigos, parentes, conhecidos, colegas)?	1	2	3	4	5
21	Quão satisfeito(a) você está com sua vida sexual?	1	2	3	4	5
22	Quão satisfeito(a) você está com o apoio que você recebe de seus amigos?	1	2	3	4	5
23	Quão satisfeito(a) você está com as condições do local onde mora?	1	2	3	4	5
24	Quão satisfeito(a) você está com o seu acesso aos serviços de saúde?	1	2	3	4	5
25	Quão satisfeito(a) você está com o seu meio de transporte?	1	2	3	4	5

As questões seguintes referem-se a **com que frequência** você sentiu ou experimentou certas coisas nas últimas duas semanas.

		nunca	algumas vezes	frequentemente	muito frequentemente	sempre
26	Com que frequência você tem sentimentos negativos tais como mau humor, desespero, ansiedade, depressão?	1	2	3	4	5

Alguém lhe ajudou a preencher este questionário?.....

Quanto tempo você levou para preencher este questionário?.....

**Você tem algum comentário sobre o questionário?**

**OBRIGADO PELA SUA COLABORAÇÃO**

## ANEXO 6 ESCALA DE CONFIANÇA NO EQUILÍBRIO ESPECÍFICO PARA AVD'S

ARTIGO ORIGINAL

ORIGINAL ARTICLE

### Escala de Confiança no Equilíbrio Especifica para a Actividade

Por favor indique o seu nível de auto-confiança para realizar cada uma das seguintes actividades, escolhendo o número correspondente na seguinte escala de avaliação: 0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Sem nenhuma confiança \_\_\_\_\_ Confiança completa \_\_\_\_\_

Que confiança tem em que não vai perder o equilíbrio ou ficar instável quando...

1. Anda em casa? \_\_\_\_%
2. Sobe ou desce escadas? \_\_\_\_%
3. Se inclina para a frente para apanhar um chinelo do chão em armário? \_\_\_\_%
4. Alcança uma lata pequena de uma prateleira ao nível do ombro? \_\_\_\_%
5. Se põe em bicos de pés para alcançar alguma coisa acima da cabeça? \_\_\_\_%
6. Se põe em pé em cima duma cadeira para tentar alcançar alguma coisa? \_\_\_\_%
7. Varre o chão? \_\_\_\_%
8. Sai de um prédio e se dirige a um carro parado em frente à porta? \_\_\_\_%
9. Entra ou sai de um carro? \_\_\_\_%
10. Atravessa um parque de estacionamento até um centro comercial ou supermercado? \_\_\_\_%
11. Sobe ou desce uma rampa? \_\_\_\_%
12. Anda num centro comercial ou supermercado com muita gente onde as pessoas passam rapidamente por si? \_\_\_\_%
13. Leva encontros de pessoas quando anda num centro comercial ou supermercado? \_\_\_\_%
14. Entra ou sai de uma escada rolante segura(o) ao corrimão? \_\_\_\_%
15. Entra ou sai de uma escada rolante com embrulhos ou sacos na mão, de forma que não se pode segurar ao corrimão? \_\_\_\_%
16. Anda na rua em passeios escorregadios? \_\_\_\_%

## ANEXO 7 LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RELATÓRIOS PARA ENSAIOS CLÍNICOS RANDOMIZADOS

REPORTING CHECKLIST FOR RANDOMIZED TRIAL.  
Based on the CONSORT guidelines.

### INSTRUCTIONS TO AUTHORS

"Complete this checklist by entering the page numbers from your manuscript where readers will find each of the items listed below." ("Checklist for reporting a genetic association study")

Your article may not currently address all the items on the checklist. Please modify your text to include the missing information. If you are certain that an item does not apply, please write "n/a" and provide a short explanation.

Upload your completed checklist as an extra file when you submit to a journal.

In your methods section, say that you used the CONSORT reporting guidelines, and cite them as:

Schulz KF, Altman DG, Moher D, for the CONSORT Group. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomized trials.

		Reporting Item	Page Number
Title and Abstract			
Title	#1 <sup>a</sup>	Identification as a randomized trial in the title.	1
Abstract	#1b	Structured summary of trial design, methods, results, and conclusions	2
Introduction			
Background and objectives	#2 <sup>a</sup>	Scientific background and explanation of rationale	1-3
Background and objectives	#2b	Specific objectives or hypothesis	4
Methods			
Trial design	#3 <sup>a</sup>	Description of trial design (such as parallel, factorial) including allocation ratio.	4
Trial design	#3b	Important changes to methods after trial commencement (such as eligibility criteria), with reasons	n/a
Participants	#4 <sup>a</sup>	Eligibility criteria for participants	4
Participants	#4b	Settings and locations where the data were collected	4
Interventions	#5	The experimental and control interventions for each group with sufficient details to allow replication, including how and when they were actually administered	5-6
Outcomes	#6 <sup>a</sup>	Completely defined prespecified primary and secondary outcome measures, including how and when they were assessed	7-8
Sample size	#7 <sup>a</sup>	How sample size was determined.	4
Sample size	#7b	When applicable, explanation of any interim analyses and stopping guidelines	n/a
Randomization	– #8 <sup>a</sup>	Method used to generate the random allocation sequence.	
Sequence generation			

Randomization Sequence generation n/a	– #8b	Type of randomization; details of any restriction (such as blocking and block size)	
Randomization Allocation concealment mechanism	– #9	Mechanism used to implement the random allocation sequence (such as sequentially numbered containers), describing any steps taken to conceal the sequence until interventions were assigned	n/a
Randomization – Implementation	#10	Who generated the allocation sequence, who enrolled participants, and who assigned participants to interventions	5
Blinding	#11 <sup>a</sup>	If done, who was blinded after assignment to interventions (for example, participants, care providers, those assessing outcomes) and how.	n/a
Blinding	#11b	If relevant, description of the similarity of interventions	n/a
Statistical methods	#12 <sup>a</sup>	Statistical methods used to compare groups for primary and secondary outcomes	6-7
Statistical methods	#12b	Methods for additional analyses, such as subgroup analyses and adjusted analyses	6-7
Outcomes	#6b	Any changes to trial outcomes after the trial commenced, with reasons	n/a
Results Participant flow diagram (strongly recommended)	#13 <sup>a</sup>	For each group, the numbers of participants who were randomly assigned, received intended treatment, and were analysed for the primary outcome	21
Participant flow	#13b	For each group, losses and exclusions after randomization, together with reason	n/a
Recruitment	#14 <sup>a</sup>	Dates defining the periods of recruitment and follow-up	4
Recruitment	#14b	Why the trial ended or was stopped	4
Baseline data	#15	A table showing baseline demographic and clinical characteristics for each group	7,22
Numbers analysed	#16	For each group, number of participants (denominator) included in each analysis and whether the analysis was by original assigned groups	8-11
Outcomes and estimation	#17 <sup>a</sup>	For each primary and secondary outcome, results for each group, and the estimated effect size and its precision (such as 95% confidence interval)	8-11
Outcomes and estimation	#17b	For binary outcomes, presentation of both absolute and relative effect sizes is recommended	n/a
Ancillary analyses	#18	Results of any other analyses performed, including subgroup analyses and adjusted analyses, distinguishing pre-specified from exploratory	n/a
Harms	#19	All-important harms or unintended effects in each group (For specific guidance see CONSORT for harms)	n/a
Discussion Limitations	#20	Trial limitations, addressing sources of potential bias, imprecision, and, if relevant, multiplicity of analyses	11-12
Interpretation	#22	Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence	8-11

Registration	#23	Registration number and name of trial registry	4
Generalisability	#21	Generalisability (external validity, applicability) of the trial findings	11-12
Other information Interpretation	#22	Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence	8-11
Registration	#23	Registration number and name of trial registry	4
Protocol	#24	Where the full trial protocol can be accessed, if available	3
Funding	#25	Sources of funding and other support (such as supply of drugs), role of funders	12

The CONSORT checklist is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CC-BY. This checklist was completed on 21. August 2023 using <https://www.goodreports.org/>, a tool made by the EQUATOR Network in collaboration with Penelope.ai

## ANEXO 8 E- MAIL DA SUBMISSÃO DO ARTIGO 1



Maria Izabel Rodrigues Severiano <maria.severiano@ifpr.edu.br>

---

### QURE-D-23-01833 - Thank you for your approval - [EMID:6236e7e0f31b23c4]

1 mensagem

---

Quality of Life Research (QURE) <em@editorialmanager.com> 16 de dezembro de 2023 às 20:02  
Responder a: "Quality of Life Research (QURE)" <swathi.venkatesan@springer.com>  
Para: MARIA IZABEL RODRIGUES SEVERIANO <maria.severiano@ifpr.edu.br>

Submission ID: QURE-D-23-01833

Dear Sra RODRIGUES SEVERIANO,

Thank you for approving the changes that we made to your submission entitled "EVALUATION OF THE QUALITY OF LIFE OF PATIENTS WITH HEREDITARY SPASTIC PARAPLEGIA PRE- AND POSTINTERVENTION WITH VIRTUAL REALITY: PILOT RANDOMIZED CONTROLLED CLINICAL TRIAL".

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to Editorial Manager as an author. The URL is <https://www.editorialmanager.com/quire/>.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,  
%EDITORS\_NAME%

This letter contains confidential information, is for your own use, and should not be forwarded to third parties.

Recipients of this email are registered users within the Editorial Manager database for this journal. We will keep your information on file to use in the process of submitting, evaluating and publishing a manuscript. For more information on how we use your personal details please see our privacy policy at <https://www.springernature.com/production-privacy-policy>. If you no longer wish to receive messages from this journal or you have questions regarding database management, please contact the Publication Office at the link below.

---

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL: <https://www.editorialmanager.com/quire/login.asp?a=r>). Please contact the publication office if you have any questions.

## REGISTERED REPORT PROTOCOL

# Balance rehabilitation with a virtual reality protocol for patients with hereditary spastic paraplegia: Protocol for a clinical trial

Blanca Simone Zeigelboim<sup>1,2,3</sup>, Maria Renata José<sup>1,2,3</sup>, Geslaine Janaina Bueno dos Santos<sup>2,3,4</sup>, Maria Izabel Rodrigues Severiano<sup>2,3</sup>, Hélio Afonso Ghizoni Telve<sup>3,5</sup>, José Stechman-Neto<sup>1,2,3</sup>, Rosane Sampaio Santos<sup>1,2,3</sup>, Cristiano Miranda de Araújo<sup>1,2,3</sup>, Blanca Lopes Cavalcante-Leão<sup>1,2,3</sup> \*

**1** UTP- Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, Paraná, Brazil, **2** IFPR - Instituto Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brazil, **3** UFPR - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brazil

✉ These authors contributed equally to this work.

<sup>✉a</sup> Current address: R: Sydney Antonio Rangel Santos, Curitiba - Paraná, Brazil

<sup>✉b</sup> Current address: R: General Carneiro, Curitiba - Paraná, Brazil

<sup>✉c</sup> Current address: R. João Negrão, Curitiba - Paraná, Brazil

\* [blciao@gmail.com](mailto:blciao@gmail.com)



This is a Registered Report and may have an associated publication; please check the article page on the journal site for any related articles.

## OPEN ACCESS

**Citation:** Zeigelboim BS, José MR, Santos GJBd, Severiano MIR, Telve HAG, Stechman-Neto J, et al. (2021) Balance rehabilitation with a virtual reality protocol for patients with hereditary spastic paraplegia: Protocol for a clinical trial. PLoS ONE 16(4): e0249095. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249095>

**Editor:** Walid Kamal Abdeltassat, Prince Sultan Bin Abdulaziz University, College of Applied Medical Sciences, SAUDI ARABIA

**Received:** November 17, 2020

**Accepted:** March 8, 2021

**Published:** April 1, 2021

**Peer Review History:** PLOS recognizes the benefits of transparency in the peer review process; therefore, we enable the publication of all of the content of peer review and author responses alongside final, published articles. The editorial history of this article is available here: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249095>

**Copyright:** © 2021 Zeigelboim et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and

## Abstract

### Background

Neurodegenerative diseases are sporadic hereditary conditions characterized by progressive dysfunction of the nervous system. Among the symptoms, vestibulopathy is one of the causes of discomfort and a decrease in quality of life. Hereditary spastic paraplegia is a heterogeneous group of hereditary degenerative diseases involving the disorder of a single gene and is characterized by the progressive retrograde degeneration of fibers in the spinal cord.

### Objective

To determine the benefits of vestibular rehabilitation involving virtual reality by comparing pre intervention and post intervention assessments in individuals with hereditary spastic paraplegia.

### Methods

In this randomized controlled clinical trial from the Rebec platform RBR-3jmx67 in which allocation concealment was performed and the evaluators be blinded will be included. The participants will include 40 patients diagnosed with hereditary spastic paraplegia. The interventions will include vestibular rehabilitation with virtual reality using the Wii<sup>®</sup> console, Wii-Remote and Wii Balance Board (Nintendo), and the studies will include pre- and post intervention assessments. Group I will include twenty volunteers who performed balance games. Group II will include twenty volunteers who performed balance games and muscle strength games. The games lasted from 30 minutes to an hour, and the sessions were performed twice a week for 10 weeks (total: 20 sessions).

Poster apresentado no Congresso Brasileiro de Neurologia, classificado entre os 80 melhores posters do evento

CERTIFICADO



Congresso 2  
Brasileiro de 0  
Neurologia 2  
Fortaleza.CE 2

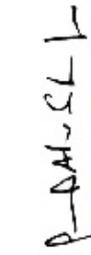
Certificamos que o Trabalho Científico intitulado

**"BALANCE REHABILITATION WITH VIRTUAL REALITY IN PATIENTS WITH HEREDITARY SPASTIC PARAPLEGIA: A PRELIMINARY STUDY"**

dos autores Bianca Simone Zeigelboim, Maria Izabel Rodrigues Severiano, Geslaine Janaina B. Santos, Hélio Afonso G. Teive, Maria Renata José, Cristiano Miranda Araújo, Bianca Lopes Cavalcante Leão, Francisco Manoel Branco Germiniani, foi apresentado no **XXX Congresso Brasileiro de Neurologia**, realizado no Centro de Eventos do Ceará, no período de 21 a 24 de setembro de 2022, no formato de apresentação TOP 80 - Pôster Físico.

Fortaleza, 03 de outubro de 2022.

  
Dr. Norberto Frota  
Presidente do Congresso

  
Dr. Manoel Sobreira  
Presidente do Conselho Científico



Para verificar a autenticidade deste certificado, basta acessar o link a seguir [validacertificados.ineventos.com.br](http://validacertificados.ineventos.com.br) e usar o código: ecb1d448e5

Posteres apresentados no 21º Congresso da Fundação de Otorrinolaringologia – FORL

18 a 20 de agosto de 2022

21º Congresso  
da FORL

Royal Palm Hall - Campinas - SP

Certificado

Certificamos que **Maria Renata José** participou do "21º Congresso da Fundação Otorrinolaringologia" realizado em Campinas - SP, como apresentador(a) do trabalho científico, "Vestibular dysfunction: which is the effects of virtual reality? A systematic review and meta-analysis", sendo o autor(a) principal: **Bianca Simone Zeigelboim e Santos, Helio Afonso Guizoni Teive, Bianca Cavalcante de Leão**, que foi apresentado no dia 18/08/2022.  
Carga Horária: 30 horas



Ricardo Ferreira Bento  
Responsável



Richard Louís Voegels  
Presidente do Congresso

CFO-21/2022d

18 a 20 de agosto de 2022

21º Congresso  
da FORL

Royal Palm Hall - Campinas - SP

Certificado

Certificamos que **Maria Renata José** participou do "21º Congresso da Fundação Otorrinolaringologia" realizado em Campinas - SP, como apresentador(a) do trabalho científico, "Clinical trial protocol for balance rehabilitation with virtual reality in patients with hereditary spastic paraplegia", sendo o autor(a) principal: **Bianca Simone Zeigelboim** e tendo como Coautores: **Maria Renata José, Geslaine Janaina Bueno dos Santos, Maria Izabel Rodrigues Severiano, Cristiano Miranda de Araujo, Bianca Cavalcante de Leão**, que foi apresentado no dia 19/08/2022.

Carga Horária: 10 Minutos



Ricardo Ferreira Bento  
Responsável



Richard Louis Voegels  
Presidente do Congresso

CFO-21/2022d



## POSTER PRESENTATION CERTIFICATE

PRESENTED TO

**Adriana B Lacerda**

FOR YOUR CONTRIBUTION ENTITLED:

**VESTIBULAR EVALUATION IN PATIENTS WITH HEREDITARY  
SPASTIC PARAPLEGIA**

CO-AUTHORED BY:

**Bianca S. Zeigelboim (Brazil), Geslaine Dos Santos (Brazil), Maria Izabel  
Severiano (Brazil), Hélio Afonso Ghizone Teive (Brazil), Bianca Lopes Cavalcante-  
Leão (Brazil), Cristiano Miranda De Araújo (Brazil), Adriana B. Lacerda (Canada)**

At the:

**XXVI World Congress of Neurology (WCN 2023)  
Montreal, Canada | 15-19 October 2023**

Wolfgang Grisold

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Wolfgang Grisold'.

**WFN 2023 President**



## POSTER PRESENTATION CERTIFICATE

PRESENTED TO

**Adriana B Lacerda**

FOR YOUR CONTRIBUTION ENTITLED:

**ASSESSMENT OF BALANCE AND FALLS IN PATIENTS WITH  
HEREDITARY SPASTIC PARAPLEGIA**

CO-AUTHORED BY:

**Bianca S. Zeigelboim (Brazil), Geslaine Dos Santos (Brazil), Maria Izabel  
Severiano (Brazil), Hélio Afonso Ghizone Teive (Brazil), Bianca Lopes Cavalcante-  
Leão (Brazil), Cristiano Miranda De Araújo (Brazil), Adriana B. Lacerda (Canada)**

At the:

**XXVI World Congress of Neurology (WCN 2023)  
Montreal, Canada | 15-19 October 2023**

Wolfgang Grisold

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Wolfgang Grisold'.

**WFN 2023 President**

## ANEXO 10 CARTA DE ACEITE DO ARTIGO 1



### CARTA DE ACEITE

Declaro que o manuscrito intitulado **Evaluation of the quality of life of patients with hereditary spastic paraplegia after intervention: a pilot study**, de autoria de Maria Izabel Rodrigues Severiano, Geslaine Janaina Bueno dos Santos, Cristiano Miranda de Araujo, Flávio Magno Gonçalves, Bianca Simone Zeigelboim e Hélio Afonso Ghizoni Teive, foi aceito para publicação na edição 2024 deste periódico - **Fisioterapia em Movimento**, v. 37, n. cont., 2024.

*Ana Paula C. Loureiro*

Prof. Dr. Ana Paula Cunha Loureiro  
Editora-chefe

Curitiba, 8 de agosto de 2024.

## ANEXO 11 E-MAIL SUBMISSÃO DO ARTIGO 2 – REALITY VIRTUAL

Artigo 2 submetido em 23/12/2023 no periódico Reality Virtual - Springer  
IMPACT FACTOR: 4.4 (2023)Qualis: A1 – Medicina I

Virtual Reality - Receipt of Manuscript 'Effect of virtual...'

Virtual Reality <hemalatha.kamaraj@springernature.com>

Sáb, 23/12/2023 02:45

Para: Maria Izabel Rodrigues Severiano <maria.severiano@ufpr.br>

Ref: Submission ID 6968ac2d-6803-45a0-992f-29ff2992b9b6

Dear Dr Rodrigues Severiano,

Thank you for submitting your manuscript to Virtual Reality.

Your manuscript is now at our initial Technical Check stage, where we look for adherence to the journal's submission guidelines, including any relevant editorial and publishing policies. If there are any points that need to be addressed prior to progressing we will send you a detailed email. Otherwise, your manuscript will proceed into peer review.

You can check on the status of your submission at any time by using the link below and logging in with the account you created for this submission:

[https://researcher.nature.com/your-submissions?  
utm\\_source=submissions&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=confirmation-email&journal\\_id=10055](https://researcher.nature.com/your-submissions?utm_source=submissions&utm_medium=email&utm_campaign=confirmation-email&journal_id=10055)

You requested an APC discount or waiver when you submitted your manuscript. If you have not yet completed this request please do it now by following this link: [https://article-discounts-and-waivers.springernature.com/request?snapp\\_id=6968ac2d-6803-45a0-992f-29ff2992b9b6](https://article-discounts-and-waivers.springernature.com/request?snapp_id=6968ac2d-6803-45a0-992f-29ff2992b9b6)

Kind regards,

Editorial Assistant  
Virtual Reality

---

Springer Nature offers an open access support service to make it easier for our authors to discover and apply for APC funding. For further information please visit <http://www.springernature.com/gp/open-research/funding>