



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

TAÍS CAROLINE OLIVEIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO CINEMÁTICA DO EQUILÍBRIO E DA MARCHA  
NORMAL, COM DUPLA TAREFA E COM OBSTÁCULO EM  
INDIVÍDUOS COM ESTADIAMENTO LEVE E MODERADO  
DA DOENÇA DE PARKINSON**

---

Londrina  
2020

TAÍS CAROLINE OLIVEIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO CINEMÁTICA DO EQUILÍBRIO E DA MARCHA  
NORMAL, COM DUPLA TAREFA E COM OBSTÁCULO EM  
INDIVÍDUOS COM ESTADIAMENTO LEVE E MODERADO  
DA DOENÇA DE PARKINSON**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências da Reabilitação (Programa associado entre Universidade Estadual de Londrina – UEL e Universidade Norte do Paraná – UNOPAR), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Profa. Dra. Suhaila Mahmoud Smali Santos.

Londrina  
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

586 SILVA, TAIS CAROLINE OLIVEIRA DA SILVA.  
AVALIAÇÃO CINEMÁTICA DO EQUILÍBRIO E DA MARCHA NORMAL, COM DUPLA TAREFA E COM OBSTÁCULO EM INDIVÍDUOS COM ESTADIAMENTO LEVE E MODERADO DA DOENÇA DE PARKINSON / TAIS CAROLINE OLIVEIRA DA SILVA SILVA. - Londrina, 2020.  
86 f.

Orientador: Suhaila Mahmoud Smaili Santos.  
Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2020.  
Inclui bibliografia.

1. Doença de Parkinson - Tese. 2. Marcha - Tese. 3. Dupla tarefa - Tese. I. Mahmoud Smaili Santos, Suhaila. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. III. Título.

CDU 615.8

TAÍS CAROLINE OLIVEIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO CINEMÁTICA DO EQUILÍBRIO E DA MARCHA  
NORMAL, COM DUPLA TAREFA E COM OBSTÁCULO EM  
INDIVÍDUOS COM ESTADIAMENTO LEVE E MODERADO DA  
DOENÇA DE PARKINSON**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências da Reabilitação (Programa associado entre Universidade Estadual de Londrina – UEL e Universidade Norte do Paraná – UNOPAR), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Profa. Dra. Suhaila Mahmoud  
Smaili Santos  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Edson Lopes Lavado  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Felipe Arruda Moura  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 16 de setembro de 2020.

Dedico esta dissertação à minha família, amigos, professores, colegas do grupo de pesquisa, pacientes e orientadora pelo apoio e incentivo que foram essenciais para a construção dessa trajetória

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por me iluminar e guiar em cada escolha, concedendo-me sabedoria e coragem para seguir sempre em frente.

À minha família, em especial aos meus pais, Eurasil Oliveira da Silva e Maria Helena Oliveira da Silva, por nunca medirem esforços para que eu pudesse alcançar meus objetivos.

À minha irmã Letícia Oliveira da Silva, por todo amor e cumplicidade que nos une, mesmo com a distância.

Aos meus avós, Eduardo Mendes da Silva e Dionéia Oliveira da Silva (*in memoriam*), por sempre me estimularem a buscar meus sonhos e nunca desistir frente às dificuldades. Vocês são a razão pela qual nunca desisti de alcançar um objetivo traçado, por mais difícil e distante que parecesse estar. Essa conquista, é para vocês.

À minha excelente orientadora Profa. Dra. Suhaila Mahmoud Smaili Santos, por ser um grande exemplo pessoal e profissional. Agradeço a confiança desde a graduação, seus preciosos ensinamentos, críticas, paciência e imensa disponibilidade. Foi um imenso prazer desenvolver mais um trabalho juntas e aprender muito com a senhora.

Aos professores membros da banca por toda disposição em contribuir com o trabalho, aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da UEL pela contribuição nas disciplinas e a todos os professores que tive ao longo da vida. Vocês são fonte inesgotável de inspiração!

Aos meus parceiros da residência em Fisioterapia Neurofuncional Adulto e hoje, grandes amigos, Tawany Sanches Nascimento e Rogério José de Souza, por toda parceria, troca de conhecimentos e compartilhamento das nossas experiências e emoções.

A todos os amigos e amigas que a vida me deu e hoje contribuem com a minha vida por meio de sorrisos, incentivos, broncas e esperança a cada conversa.

Aos meus chefes, Vânia Correia e Silva e Luís Sidônio Teixeira da Silva, pela confiança, apoio e incentivo em cada fase desse projeto. Meus mais sinceros agradecimentos a vocês e ao doutor Lúcio Baena de Melo por me encorajarem a buscar o conhecimento de forma incessante e por compreenderem minha ausência

na clínica de fisioterapia em algumas etapas do estudo. Obrigada por serem um porto seguro para que eu pudesse chegar a conclusão dessa jornada.

Aos colegas de trabalho da clínica de fisioterapia StudioFisio por estarem tão presentes e me incentivarem a cada etapa do estudo, entenderam minha ausência na rotina de atendimentos e respeitaram os momentos de maior dedicação ao projeto.

Aos colegas membros do Grupo de Pesquisa em Fisioterapia Neurofuncional (GPFIN) por todo o apoio ao longo desses anos de estudo e, principalmente, durante todas as etapas do estudo.

Agradecimento especial à doutoranda Maria Eduarda Brandão Bueno por ter me ajudado na execução do projeto desde o início até as fases finais com muita disponibilidade, competência e paciência.

Agradeço também aos integrantes do Laboratório de Biomecânica Aplicada (LBA) por terem me ajudado esclarecendo dúvidas e disponibilizado o laboratório para que pudéssemos coletar e extrair os dados da pesquisa.

Agradeço muito aos meus pacientes da clínica e aos domiciliares por terem compreendido meus horários, me incentivado ao longo de todo o processo, serem tão dedicados ao tratamento e me ensinarem tanto. A determinação de vocês me inspira a não desistir e buscar cada vez mais conhecimento.

Agradeço imensamente aos pacientes do GPFIN por acreditarem em nosso trabalho, nos ensinarem tanto, não apenas sobre a doença de Parkinson, mas sobre a vida, por dedicarem seu tempo e disposição para participar das nossas atividades. Vocês são a razão de tudo!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,  
mas lutei para que o melhor fosse feito.  
Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus,  
não sou o que era antes”.

(Martin Luther King)

SILVA, TAÍS C. O. **Avaliação cinemática do equilíbrio e da marcha normal, com dupla tarefa e com obstáculo em indivíduos com estadiamento leve e moderado da doença de Parkinson.** 2020. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

## RESUMO

**Introdução:** Doenças neurodegenerativas, como a doença de Parkinson (DP), por afetar o controle motor e levar à alterações nos parâmetros da marcha e dificuldade na resolução de problemas durante o ato de caminhar (execução de duplas tarefas, transposição de obstáculo, mudanças de direção, entre outras) dificultam a caminhada com eficiência e com segurança. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a interferência da marcha com dupla tarefa e da marcha com obstáculo nos parâmetros da marcha normal em indivíduos com DP e verificar a influência da progressão da doença no equilíbrio e marcha em indivíduos com DP entre o estadiamento leve a moderado. **Método:** trata-se de um estudo transversal, composto por 50 indivíduos com diagnóstico médico de DP idiopática, idade acima de 35 anos, com escore no Mini-exame do estado mental maior ou igual a 24, com estadiamento da doença entre 1,0 a 3,0 de acordo com a escala de Hoehn & Yarh modificada. Para a análise biomecânica da marcha por meio da cinemetria, foram realizadas três condições diferentes, numa passarela de 7 metros: marcha normal (MN); marcha com dupla-tarefa (DT): caminhar enquanto realiza subtrações de 3 em 3; marcha com obstáculo (OBS): caminhar em velocidade normal e ultrapassar obstáculo de 18 cm de altura. A análise do equilíbrio foi realizada nas seguintes posições: romberg com olhos abertos (ROA), romberg com olhos fechados (ROF), tandem com olhos abertos (TOA) e tandem com olhos fechados (TOF). Análise estatística: foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a distribuição de normalidade. A comparação da marcha dos participantes entre os momentos: MN, marcha com DT e marcha com OBS foi feita por meio do teste de Friedman. A comparação das variáveis de equilíbrio e marcha dos grupos de acordo com o estadiamento foi realizada pelo teste de Mann-Whitney. A significância estatística adotada foi  $P < 0,05$ . **Resultados:** foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre marcha normal e a marcha com DT para as variáveis comprimento do passo 1 ( $P=0,002$ ) e comprimento do passo 2 ( $P=0,001$ ), velocidade ( $P=0,001$ ) e cadência ( $P=0,001$ ). O comprimento do passo 2 também teve diferença significativa entre a marcha normal e a marcha com obstáculo, com diminuição do comprimento do passo na marcha com obstáculo ( $P=0,002$ ). Equilíbrio e marcha não foram diferentes quando considerado o estadiamento da DP. **Conclusão:** os indivíduos com DP apresentaram redução do comprimento do passo, da velocidade e da cadência sob condições de marcha com DT e com OBS quando comparados à marcha normal, revelando que tarefas complexas (concomitantes) representam maior desafio para essa população. Equilíbrio e marcha não foram diferentes entre os pacientes classificados entre estadiamento leve a moderado da DP e, portanto, devem ser objetivos terapêuticos já em fases bem iniciais da DP.

**Palavras-chave:** Doença de Parkinson. Marcha. Dupla tarefa. Cinemática.

SILVA, TAÍS C. O. **Kinematic evaluation of balance and normal gait, with dual task and with obstacle in individuals with mild and moderate Parkinson's disease.** 2020. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

## ABSTRACT

**Background:** Neurodegenerative diseases, such as Parkinson's disease (PD), that they affect motor control and lead to changes in gait parameters and difficulty in solving problems during walking (performing double tasks, overcoming obstacles, changes direction, among others) hinder the walk efficiently and safely. Thus, the objective of this study was to evaluate the interference of gait with dual task and gait with obstacle in the parameters of regular gait in individuals with PD and check the influence of disease progression on balance and gait in individuals with PD between slight to moderate disease stage. **Method:** this is a transversal study, composed of fifty individuals with a medical diagnosis of idiopathic PD, aged over 35 years, with a score on the Mini-Mental State Examination larger than or equal to 24, with disease staging between 1.0 to 3.0 according to the modified Hoehn & Yarh scale. For biomechanical analysis of gait using kinematics, three different conditions were carried out on a 7-meter walkway: regular gait (RG); dual-task gait (DT): walking while performing subtractions 3 in 3; walking with obstacle (OBS): walk at normal speed and overcome obstacle 18 cm high. The balance analysis was carried out in the following positions: Romberg with eyes open (REO), Romberg with eyes closed (REC), Tandem with eyes open (TEO) and Tandem with eyes closed (TEC). Statistical analysis: the Shapiro-Wilk test was used to verify the normality distribution. The comparison of the participants' buttocks between the moments: RG, DT gait and walking with OBS was performed using the Friedman test. The comparison of the balance and gait variables of the groups according to the staging was performed by the Mann-Whitney test. The adopted statistical significance was  $P < 0.05$ . **Results:** statistically significant differences were observed between normal gait and gait with DT for the variables step length 1 ( $P = 0.002$ ) and step length 2 ( $P = 0.001$ ), speed ( $P = 0.001$ ) and cadence ( $P = 0.001$ ). The length of step 2 also had a significant difference between normal gait and obstacle gait, with a decrease in the step length in obstacle gait ( $P = 0.002$ ). Balance and gait were not different when considering the staging of PD. **Conclusion:** individuals with PD presented a reduction in step length, speed and cadence under gait conditions with DT and OBS when compared to normal gait, revealing that complex (concomitant) tasks represent a greater challenge for this population. Balance and gait were not different between patients classified between mild to moderate PD staging and, therefore, should be therapeutic objectives already in very early stages of PD.

**Key-words:** Parkinson's disease. Gait. Dual task. Kinematic.

## LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO

<b>Figura 1</b>	Posição dos marcadores retrorreflexivos .....39
<b>Figura 2</b>	Paciente realizando a ultrapassagem do obstáculo .....40

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Dados de caracterização da amostra.....	42
<b>Tabela 2</b>	Comparação da marcha normal, marcha com DT e marcha com obstáculo entre os participantes estudados .....	43
<b>Tabela 3</b>	Comparação das variáveis da marcha entre o estadiamento leve a moderado da DP classificados pela escala de Hoehn & Yahr modificada (H&Y).....	44
<b>Tabela 4</b>	Comparação das variáveis do equilíbrio entre o estadiamento leve a moderado da DP classificados pela escala de Hoehn & Yahr modificada (H&Y).....	45

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DP	Doença de Parkinson
QV	Qualidade de vida
DT	Dupla tarefa
CPF	Córtex pré-frontal
fNIRS	Espectroscopia funcional de infravermelho próximo
FOG	Freezing of gait
APA's	Ajustes posturais antecipatórios
COP	Centro de pressão dos pés
CM	Centro de massa
AP	Anteroposterior
MDS - UPDRS	Movement Disorders Society - Unified Parkinson's Disease Rating Scale
3D	Três dimensões
EMG	Eletromiografia
FRS	Força de reação do solo
DBS	Deep Brain Stimulation
ECNI	Estimulação cerebral não invasiva
EMTR	Estimulação magnética transcraniana repetitiva
ETCC	Estimulação transcraniana por corrente contínua
mA	Miliampere
CPF DL	Córtex pré-frontal dorso-lateral
LBA	Laboratório de Biomecânica Aplicada
H&Y	Hoehn & Yahr
MEEM	Mini-exame do estado mental
MN	Marcha normal
OBS	Obstáculo
ROA	Romberg olhos abertos
ROF	Romberg olhos fechados
TOA	Tandem olhos abertos
TOF	Tandem olhos fechados
IMC	Índice de massa corporal

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA - CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	<b>16</b>
3.1	DOENÇA DE PARKINSON – ASPECTOS CLÍNICOS .....	16
3.2	MARCHA NA DOENÇA DE PARKINSON .....	18
3.3	RELAÇÃO EQUILÍBRIO-MARCHA NA DOENÇA DE PARKINSON.....	22
3.4	MEDIDAS DE AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO E DA MARCHA .....	24
3.4.1	Equilíbrio .....	24
3.4.2	Marcha .....	25
3.5	TRATAMENTO NA DOENÇA DE PARKINSON .....	28
<b>4</b>	<b>ARTIGO</b> .....	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	<b>54</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>55</b>
	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>62</b>
	APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido .....	63
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>66</b>
	ANEXO A – Normas de publicação da Revista .....	67
	ANEXO B – Parecer do comitê de ética e pesquisa.....	79
	ANEXO C – Escala de estadiamento de Hoehn & Yahr modificada .....	80
	ANEXO D – Escala unificada para avaliação da doença de Parkinson ....	81
	ANEXO E – Mini-exame do estado mental .....	86

## 1 INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é um distúrbio neurológico caracterizado por sintomas como a bradicinesia, rigidez, tremor, instabilidade postural e dificuldade de marcha. É principalmente reconhecida em sua fisiopatologia a degeneração dos neurônios dopaminérgicos da parte compacta da substância negra do mesencéfalo (1–3).

A progressão desses sintomas desencadeia alterações da marcha, como a hesitação, festinação, congelamento da marcha e o ato de virar “em bloco”. Do ponto de vista biomecânico, a marcha parkinsoniana inclui um comprimento de passada curto, cadência rápida, velocidade de marcha lenta, postura em duplo apoio prolongada e diminuição do balanço dos membros superiores (4).

A locomoção independente é essencial para a qualidade de vida e isso inclui, por exemplo, iniciar, manter ou interromper a marcha a qualquer momento, mudar de direção, transpor obstáculos, realizar duplas tarefas e usar estratégias adequadas de equilíbrio para garantir o caminhar independente, seguro e eficaz.

Por seu caráter degenerativo, o processo da doença continua a progredir e a se espalhar para múltiplas áreas do encéfalo, levando a déficits graves da função motora e adicionando deficiências cognitivas, executivas e até mesmo demência (5). A perda de automaticidade em pacientes com DP desafia o controle da marcha e pode aumentar a dependência do paciente em utilizar recursos cognitivos para otimizar o controle motor e isso limita a disponibilidade de recursos cognitivos para realizar uma segunda tarefa durante a caminhada nesses indivíduos (6,7).

Além disso, as deficiências cognitivas na DP envolvem crescentes limitações na memória operacional e no processo de aprendizagem, inibição da resposta, déficits ou inflexibilidade de atenção dividida/alternada, problemas no planejamento, nas funções executivas e visuoespaciais. Todas essas habilidades são muito importantes para caminhar e realizar uma dupla tarefa em concomitância (7,8).

Consequentemente, indivíduos com DP podem ser particularmente e progressivamente suscetíveis à interferência de dupla tarefa (9,10), especialmente ao caminhar em uma trajetória que envolve virar ou transpor um obstáculo (10,11). Deste modo, a deambulação se torna muito difícil ou muito perigosa, o que pode culminar em quedas, na dependência dos pacientes por uma cadeira de rodas ou até mesmo o acamamento (12,13).

Em razão disso, terapêutica medicamentosa, fisioterapia, cirurgia e estimulação elétrica do cérebro são utilizadas para minimizar a instabilidade postural e os distúrbios da marcha causados pela DP (14).

Apesar da terapia de reposição dopaminérgica ser eficaz para aliviar os déficits motores, ela apresenta alguns efeitos colaterais e pouca responsividade aos distúrbios de equilíbrio e marcha. Já a cirurgia, é dispendiosa, inclui riscos inerentes ao procedimento, não se aplica a todos os pacientes e também pode ser refratária ao controle do equilíbrio e marcha. Conseqüentemente, nos últimos anos, muita atenção tem sido dada a estratégias multidisciplinares de reabilitação (15,16).

Mesmo havendo grande variedade e heterogeneidade de estudos sobre a reabilitação da marcha e do equilíbrio na DP, como a utilização de treino de equilíbrio, exercícios de resistência, treino de marcha em solo ou esteira, estratégias com pistas visuais e auditivas, treinamentos de dupla tarefa, estímulo às transferências posturais, entre outros, Tomlinson e colaboradores (2012), em revisão sistemática sobre o efeito da fisioterapia em diferentes desfechos, como velocidade da marcha, agilidade, congelamento da marcha, equilíbrio, funcionalidade e independência funcional, concluíram que a fisioterapia trouxe benefícios para todos os parâmetros avaliados (17,18). Deste modo, cabe a nós, o estudo detalhado de cada uma dessas intervenções, assim como a superioridade de cada uma delas em relação à outra e, ainda, seus efeitos a curto e longo prazo.

Além disso, lembrar a aplicação de um protocolo de tratamento efetivo está vinculada ao conhecimento pormenorizado dos padrões de marcha na DP, haja vista a complexidade dos subtipos da DP, seus sintomas e progressão, fazendo-se necessário o conhecimento aprofundado das características da marcha normal e suas variações, limitações e repercussões funcionais por meio de avaliações fidedignas e acuradas.

## **2 OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

Avaliar a interferência da marcha com dupla tarefa e da marcha com obstáculo nos parâmetros da marcha normal e verificar a influência da progressão da doença no equilíbrio e marcha de indivíduos entre o estadiamento leve a moderado da DP.

### **Objetivos específicos**

Melhorar a compreensão das estratégias da marcha com dupla tarefa e da marcha com obstáculo em indivíduos classificados no estadiamento leve e moderado da DP.

Comparar as variáveis espaço-temporais da marcha normal, com dupla tarefa e com obstáculo nos diferentes grupos, de acordo com a severidade da doença.

Comparar as variáveis de equilíbrio nos diferentes grupos, de acordo com a severidade da doença.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO

Para realizar a pesquisa bibliográfica foram utilizados bancos de dados do portal da Bireme (Medline, Lilacs, Scielo, Biblioteca Cochrane, entre outros), do Pubmed e o banco de teses da Capes.

#### 3.1 DOENÇA DE PARKINSON – ASPECTOS CLÍNICOS

A doença de Parkinson (DP) é reconhecida por sua característica progressiva e crônica. A depleção de dopamina, advinda do processo neurodegenerativo, é a principal responsável pelos comprometimentos motores típicos observados nos indivíduos acometidos pela doença (19). Caracteriza-se por tremor, rigidez, bradicinesia, instabilidade postural e alterações da marcha. Todos estes fatores são importantes causas de incapacidade, especialmente em estágios mais avançados da doença (14,20).

Estima-se que 10 milhões de pessoas são acometidas pela DP em todo o mundo com projeções que revelam que este número dobre até o ano de 2030. A prevalência da DP varia de 0,3% entre indivíduos com idade inferior a 60 anos a 1% entre os maiores de 60 anos (3,21), com predomínio no sexo masculino. Seu início ocorre de forma insidiosa afetando primeiramente um lado do corpo, tornando-se bilateral com a progressão da doença (3).

Embora sua etiologia ainda seja idiopática, acredita-se que o desenvolvimento da doença deva-se à associação de fatores genéticos e fatores ambientais, como a exposição à agentes tóxicos (22,23). O mecanismo preciso subjacente à patogênese da DP ainda não está totalmente esclarecido. Evidências acumuladas sugerem que agregados de  $\alpha$ -sinucleína solúveis, conhecidas como oligômeros, desempenham um papel significativo no processo neurodegenerativo da DP, prejudicando muitas funções subcelulares (3,24). Os corpos de Lewy e os neuritos de Lewy são inclusões anormais que se acumulam dentro dos neurônios na DP. O principal componente dessas estruturas são fibrilas  $\alpha$ -sinucleína que vão se tornando cada vez mais insolúveis e com alto peso molecular (23). Neuritos de Lewy podem interromper o transporte axonal e outros processos celulares importantes, comprometendo a função e a sobrevivência neuronal (24).

Em decorrência disso, os sinais e sintomas motores da DP incluem tremor de

repouso, rigidez muscular, bradicinesia, deterioração da força muscular e da capacidade cardiorrespiratória, prejuízo no desempenho da marcha e alterações posturais caracterizadas por postura flexionada devido à dominância dos músculos pró-gravitacionais, com flexão da cabeça, queixo inclinado em direção ao tórax, cifose torácica, rotação interna de ombro, além de flexão dos quadris, joelhos e cotovelos, que projetam o centro de gravidade do corpo para frente, comprometendo a orientação postural e dificultando as reações de equilíbrio (25).

Ainda que marcadamente identificada por seus sintomas motores, vários sintomas não motores também estão presentes no espectro da doença e incluem queixas sensoriais, disfunção autonômica, fadiga, apatia, distúrbios do sono, depressão, alterações cognitivas, disfunção executiva e, finalmente, diminuição da qualidade de vida (QV). Segundo Gabner e colaboradores (2019), estes sintomas estão associados ao comprometimento de múltiplos núcleos subcorticais que se projetam para regiões estriatais, límbicas e neocorticais, incluindo: 1) núcleo basal de Meynert (colinérgico), que participa de processos cognitivos envolvidos na consciência e percepção; 2) núcleo pedúnculo-pontino (colinérgico) envolvido no controle da marcha, atenção e aprendizagem; 3) locus coeruleus (noradrenérgico) relacionado com a regulação da atenção, aprendizagem, funções executivas, memória de trabalho e alerta de medo e 4) núcleos da rafe (serotonérgicos), relacionado com regulação do ciclo sono-vigília, comportamento e humor (2).

As pessoas com DP têm mais complicações motoras e não motoras do que indivíduos saudáveis pareados por idade (26). Segundo Manenti e colaboradores (2018) (27), maior risco cumulativo de demência e sintomas depressivos foi amplamente demonstrado em pacientes com DP quando comparados com a população em geral.

Essas deficiências, especialmente a instabilidade postural e os distúrbios da marcha, combinadas com o medo de cair, muitas vezes fazem com que os indivíduos adotem um estilo de vida sedentário (28,29), criando um círculo vicioso, já que a inatividade física pode afetar negativamente os domínios clínicos da DP (30). Assim, pessoas com DP, em muitos casos, lutam com a doença em si, com o processo natural do envelhecimento e com as consequências da inatividade física. Esses fatores podem afetar a doença de forma independente, mas também estão inter-relacionados (28), reforçando o potencial círculo vicioso.

### 3.2 MARCHA NA DOENÇA DE PARKINSON

A marcha é definida como um meio de locomoção envolvendo o uso dos dois membros inferiores de modo alternado. Durante a marcha normal, observa-se desempenho repetido dos membros inferiores que impulsionam o corpo ao longo de uma linha de progressão, mantendo uma postura estável de sustentação do peso corporal; mobilização articular; ação muscular seletiva; forças contínuas de reação do solo; movimentos associados dos membros inferiores, superiores, tronco, cabeça e olhos; suaves oscilações do centro de gravidade e eficiência em termos de gasto energético (31).

As deficiências na marcha são observadas com frequência em indivíduos com DP e incluem: dificuldade da regulação espaço-temporal, comprimento de passada reduzido, maior frequência de passada, maior tempo do duplo apoio e maior variabilidade dos parâmetros espaço-temporais em relação aos sujeitos saudáveis (32,33). A lentificação da marcha pode ser o único sintoma presente nos estágios iniciais da doença, o que difere esses indivíduos de idosos saudáveis. Em estágios moderados, os pacientes demonstram alterações na amplitude e no ritmo da marcha quando a velocidade é modificada por algum externo (19,34).

A ultrapassagem de obstáculos é uma atividade diária que envolve tarefas como subir um meio-fio ou passar por uma rachadura no chão. Planejamento motor, atenção a estímulos relevantes e habilidades visuoespaciais são essenciais para ultrapassar obstáculos com sucesso. Porém, déficits atencionais e visuoespaciais são comuns em indivíduos com DP e se manifestam como dificuldade em atravessar obstáculos e terrenos diversos. Isso pode explicar porque indivíduos com DP se aproximam e ultrapassam obstáculos mais lentamente e com passos menores quando comparados aos idosos saudáveis (10,35).

A realização de duplas tarefas (DT) também é outro importante ponto a se considerar. Conceituada como a capacidade de executar duas tarefas simultaneamente, é necessária e comumente utilizada pelos seres humanos no desempenho de diversas atividades cotidianas. Essa capacidade representa uma vantagem evolutiva, já que permite ao indivíduo executar diversas atividades concomitantes, com menor ativação neural, utilizando menos tempo comparado com a realização das mesmas tarefas de forma isolada (36,37). Segundo Hung e colaboradores (2020) (37), o prejuízo que uma tarefa (ou ambas) sofre é

denominado interferência na dupla tarefa. Sua presença gera desvantagens e inclusive pode levar ao risco de lesões corporais quando uma delas exige adequado controle postural ou rastreamento de riscos presentes no ambiente.

Em indivíduos neurologicamente saudáveis, a realização de duplas tarefas (DT) é comum, entretanto, indivíduos com DP apresentam dificuldade em realizar atividades de dupla tarefa devido à falha no controle dos movimentos automáticos advinda das alterações nos núcleos da base (38).

Além da disfunção dos núcleos da base, distúrbios em outras partes da rede locomotora, incluindo as regiões corticais (por exemplo, córtices envolvidos em funções executivas), regiões locomotoras do mesencéfalo e estruturas do tronco encefálico também contribuem para distúrbios da marcha na DP (39). Como resultado, os indivíduos não apenas manifestam redução da automaticidade de andar, mas também experimentam outros problemas, tais como dificuldades para produzir ajustes posturais adequados necessários para caminhar de maneira segura e eficiente. O cerebelo demonstrou ser hiperativo na DP, supostamente para compensar a deficiência dos núcleos da base e do circuito córtico-cerebelar (31).

Com base em estudos de neuroimagem funcional, um conceito hierárquico do controle da locomoção foi proposto. Comandos corticais provenientes de áreas motoras e motora suplementar são enviadas para centros da locomoção no tronco encefálico passando pelos núcleos da base. O mesencéfalo recebe os impulsos para o córtex paravermal e o vérmis do cerebelo, que integram todas as informações multissensoriais e mandam estímulos para a medula espinal sobre a velocidade e o ritmo da marcha, regulando os movimentos rítmicos, automáticos e cíclicos (34).

O controle neural envolvido na caminhada, na dupla tarefa e na ultrapassagem de obstáculos é mediado por várias regiões do cérebro, entre elas o lobo frontal. O córtex frontal, e especificamente o córtex pré-frontal (CPF) e seus circuitos relacionados, estão envolvidos nas duplas tarefas e no planejamento, organização, execução e ajuste ao ambiente de caminhada (35). Recentemente, estudos utilizaram espectroscopia funcional de infravermelho próximo (fNIRS) para examinar a atividade do lobo frontal durante a caminhada simples e, adicionalmente, durante a caminhada associada à DT em indivíduos com DP. Observaram aumento nos níveis de oxi-hemoglobina, em comparação com a caminhada habitual em jovens e idosos saudáveis (40,41).

Esses achados fornecem evidências diretas de que a caminhada com DT é

associada à ativação frontal. Embora déficits na função executiva sejam comuns entre indivíduos com DP, tais evidências sugerem que eles utilizam o lobo frontal, principalmente regiões associadas a recursos cognitivos, para compensar deficiências estriatais (35). Alguns estudos indicam que a área motora suplementar está relacionada ao planejamento e organização dos movimentos voluntários, sendo assim, também relacionada aos ajustes antecipatórios. Um estudo utilizando ressonância magnética funcional mostrou que em indivíduos saudáveis, durante uma tarefa que equivale à iniciação da marcha, a área motora suplementar é ativada, enquanto que nos indivíduos com DP a ativação é esparsa no córtex cerebral, mostrando deficiência na ativação dessa região (34).

Além do que vem sendo exposto, o declínio da mobilidade associado à idade é um fenômeno conhecido. Somado a isso, na DP, mesmo em fases iniciais, nota-se dificuldade na marcha, na transposição de obstáculos e no ato de girar, que são agentes para a redução da independência e para o aumento do risco de quedas. Estudos anteriores mostraram que a marcha e o giro são mais lentos, com passos mais curtos durante a caminhada, hesitação ao transpor obstáculos e necessidade de mais etapas durante o ato de fazer curvas. Atravessar obstáculos e girar durante a caminhada está prejudicado e é particularmente complexo, provocando problemas intermitentes de mobilidade, como congelamento da marcha (*freezing of gait - FOG*), definido como uma breve ausência episódica ou redução na progressão para frente dos pés apesar da intenção de andar, que é um dos sintomas mais incapacitantes da DP.

O FOG está significativamente associado ao maior tempo de doença, com sua prevalência variando de 7% no início da DP a 60% nos estágios avançados, aumentando o risco de queda e impactando na qualidade de vida dos indivíduos com DP (42). Sua fisiologia ainda não está totalmente esclarecida (43), porém é sabida a existência de algumas hipóteses. Gao e colaboradores (2020) (44) argumentam que o FOG possa surgir decorrente de alterações neuroanatômicas no tronco encefálico, incluindo o núcleo pedúnculo-pontino e o lócus cerúleos, que são estruturas que compõem o centro mesencefálico motor e os circuitos de controle postural. Além disso, a literatura aponta anormalidade de circuitos entre os núcleos da base e os córtices cerebrais. Outra hipótese aponta que o sistema límbico também estaria envolvido na etiologia do FOG, sugerindo que demandas motoras e límbicas, simultâneas, provocariam grave depleção dopaminérgica para as vias

eferentes dos núcleos da base, prejudicando a ativação da via motora direta e inativação da via motora indireta (45).

É possível notar que as causas motoras no declínio da mobilidade em idosos e em pessoas com DP têm sido amplamente estudadas. Apesar disso, evidências consideráveis estão surgindo quanto às contribuições não-motoras, como o papel da cognição, para explicação desses fenômenos (41).

O comprometimento cognitivo típico na DP consiste em déficits nas funções executivas, de atenção e visual-espaciais, bem como em recursos de memória. Mesmo na DP inicial, déficits de atenção e função executiva são características do envolvimento dos núcleos da base, sendo necessário alocar recursos cognitivos apropriados para otimizar o desempenho de tarefas simultâneas (42). Como caminhar é uma tarefa complexa, na qual os recursos cognitivos monitoram continuamente a coordenação bilateral e o controle postural dinâmico, ambos necessários para o processo de caminhada (43), os déficits cognitivos influenciam a disfunção da marcha e a regularidade do caminhar (46), podendo mudar eficientemente o controle da marcha. Também, as alterações na regularidade da marcha refletem o comprometimento específico da doença no controle postural dinâmico (30).

Como consequência da limitada atenção disponível, os pacientes com DP podem, em condições de dupla tarefa, priorizar uma tarefa por outra, isto é, concentrar mais atenção no desempenho de uma das duas tarefas (47,48), dependendo da fatigabilidade e fatores psicológicos, como motivação, ansiedade, equilíbrio, confiança, importância percebida da tarefa, habilidades motoras/cognitivas e fatores ambientais/situacionais (9,38).

Contudo, sob condições de dupla tarefa que incluem caminhada, pacientes com DP geralmente dividem sua atenção entre as duas tarefas no custo do desempenho da marcha. Isso poderia reduzir a velocidade da marcha e o comprimento da passada; aumentar a cadência e a assimetria da marcha, prejudicando a coordenação bilateral mesmo em pacientes com tratamento ideal, comprometendo potencialmente a segurança e aumentando o risco de queda sob condições habituais de dupla tarefa na vida diária (8).

Com isso, como os déficits cognitivos estão correlacionados com maior risco de queda (13) e menor tempo de sobrevivência (49), vale a pena estudar se déficits cognitivos podem ser espelhados pelo desempenho da marcha para apoiar a rotina

clínica com dados quantitativos e detectar precocemente os fatores de risco para quedas, assim como as consequências das quedas, que incluem fraturas e lesões, medo de quedas futuras, internação hospitalar e aumento da sobrecarga do cuidador.

### 3.3 RELAÇÃO EQUILÍBRIO-MARCHA NA DOENÇA DE PARKINSON

Instabilidade postural é um sintoma significativo em indivíduos com DP, pois a dificuldade ou a incapacidade de equilibrar adequadamente o centro de massa dentro da base de suporte, sobretudo nas situações de mudança de direção e velocidade, contribui para a dificuldade nas transferências posturais, aumento da variabilidade da marcha e aumento do gasto energético da caminhada, predispondo esses indivíduos a quedas. Muitos outros fatores são atribuídos à ocorrência de instabilidade postural na DP, como a perda do reflexo postural; incapacidade de integrar aferências visuais, vestibulares e proprioceptivas e limitada flexibilidade do tronco devido à rigidez axial (50,51).

O aumento do gasto energético na marcha, acima mencionado, pode ser explicado pela adoção de uma estratégia compensatória de controle motor baseada no aumento do tempo de duplo-apoio para a reestabilização postural, culminando em uma ativação excessiva dos músculos posturais e estabilizadores. De forma geral, o indivíduo com DP apresenta maior instabilidade, uma vez que os parâmetros espaço-temporais e a magnitude dos movimentos articulares são reduzidos. Prejuízos na flexibilidade e na mobilidade articular (quadril, joelhos, tornozelos e coluna vertebral), adicionado ao aumento do tônus muscular e à diminuição da força muscular de membros inferiores e tronco, colaboram, também, com as assimetrias no padrão e na velocidade da marcha (3,51).

A mobilidade funcional requer a capacidade de manter o equilíbrio estável durante a postura, em fazer ajustes posturais antecipatórios (APA's) apropriados antes do início da caminhada, gerar velocidade e coordenação temporal, controlar deslocamentos do tronco e do braço e produzir giros estáveis quando necessários durante a marcha (43). Todas essas etapas estão prejudicadas na DP devido a depleção de dopamina no circuito nigroestriatal.

O movimento do passo a partir de uma posição estática pode ocorrer durante a marcha voluntária ou durante o passo compensatório, quando um passo

pode ser necessário para evitar uma queda após uma eventual perda de equilíbrio. Um APA envolve mudança do centro de pressão dos pés (COP) posterior e lateralmente em direção à perna de passo e faz com que o centro de massa (CM) acelere lateralmente em direção à perna de apoio. Os APA's são normalmente observados durante o início voluntário do passo. No entanto, o início do primeiro passo é possível sem a realização de APA (30,43), pois uma inclinação do corpo para a frente pode ser iniciada a partir da postura normal, por exemplo.

De fato, Mak e colaboradores (2017) mostraram que, durante o passo compensatório, adultos saudáveis geralmente não apresentam APA's, pois eles podem atrasar o tempo de início do passo reativo (52). Durante o início da marcha, o tamanho anteroposterior (AP) do APA está relacionado à velocidade da marcha, indicando que um movimento posterior maior do COP gera um maior momento de força e aceleração da CM. Além disso, a distância do pico entre o COP e a projeção vertical do CM no chão estão associadas ao controle postural dinâmico aprimorado. Portanto, durante o início voluntário da marcha, um APA grande está associado a um melhor desempenho motor, pois resulta em maior velocidade da marcha e está relacionada a um melhor controle postural (30,40,43).

Considerando que a eficiência do sistema locomotor ocorre por meio da integração entre informação sensorial e modulação do sistema efetor, qualquer possível degeneração de seus componentes ou subsistemas (correspondentes ao equilíbrio e marcha) repercutirão na ação de ultrapassar obstáculo. Na marcha com obstáculo, a perna de abordagem realiza a ação primeiro e, normalmente, está posicionada mais distante do obstáculo antes de perder o contato com o solo. O pé da perna de abordagem é elevado à frente pela flexão simultânea do quadril, joelho e tornozelo. No momento da ultrapassagem, o centro de massa está se deslocando em direção ao novo ponto de apoio, ou seja, movimenta-se de uma base estável para uma posição ainda instável e próxima do obstáculo (19,53).

Em relação a marcha com DT, alguns estudos demonstraram que pessoas com DP apresentam prejuízo na manutenção do equilíbrio e da marcha, principalmente nas condições de DT quando comparados com pessoas da mesma idade (1,54). Quando os indivíduos estão realizando tarefas simultâneas, as regiões frontais concentram-se na tarefa secundária enquanto a marcha é controlada pelos núcleos basais comprometidos pela doença, levando a uma interferência negativa da DT no desempenho da caminhada. Isso evidencia a interdependência do

equilíbrio e da marcha, principalmente durante as tarefas simultâneas que são tão comuns na vida cotidiana e um requisito para levar uma vida normal.

### 3.4 MEDIDAS DE AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO E DA MARCHA

#### 3.4.1 Equilíbrio

Dentre as escalas mais utilizadas na avaliação do equilíbrio, estão a Escala de Equilíbrio de Berg e a Escala de Equilíbrio (55) e Mobilidade de Tinetti (56). A Escala de Berg é um instrumento validado de avaliação funcional do equilíbrio, composta por 14 tarefas, que são individualmente pontuadas variando de 0 a 4, onde 0 corresponde à incapacidade de realizar a tarefa e 4 quando a tarefa é realizada de forma independente. O escore total varia de 0 a 56 pontos. Quanto menor a pontuação, maior o risco para quedas; quanto maior a pontuação, melhor o desempenho do indivíduo (55).

De forma semelhante, a Escala de Equilíbrio e Mobilidade de Tinetti apresenta nove tópicos para avaliar o equilíbrio (equilíbrio sentado, levantando, tentativas de levantar, assim que levanta, equilíbrio em pé, teste dos três tempos, olhos fechados, girando 360° e sentando) e sete para avaliar a marcha (início da marcha, comprimento e altura dos passos, simetria dos passos, continuidade dos passos, direção, tronco e distância dos tornozelos). A pontuação total dessa escala é de 28 pontos e pontuação menor que 19 indica maior risco de quedas (56).

Embora estas avaliações possuam fácil e rápida aplicabilidade, além de baixo custo, os resultados são subjetivos, podendo apresentar efeito-teto e geralmente não são responsivos o suficiente para mensurar progressos ou deteriorações discretas do equilíbrio nos sujeitos avaliados, principalmente em fases iniciais da doença (43).

Além desses instrumentos, o BestTest é amplamente utilizado na prática clínica, por ser também de fácil aplicabilidade, baixo custo, boa confiabilidade e ser capaz de avaliar os diferentes sistemas que compõem o controle postural. Contém 27 itens, com total de 36 tarefas, organizados em seis domínios correspondentes aos sistemas que contribuem para a manutenção do equilíbrio. São eles: (1) restrições biomecânicas; (2) limites de estabilidade/verticalidade; (3) ajustes

posturais antecipatórios; (4) respostas posturais; (5) orientação sensorial; (6) estabilidade na marcha. Cada item é pontuado em uma escala ordinal de quatro pontos, variando de 0 a 3 (melhor desempenho) (57) .

Embora na prática clínica os testes anteriormente citados sejam mais utilizados, vale ressaltar que o método considerado padrão-ouro é a posturografia, uma avaliação objetiva do controle postural, baseada no estabelecimento das variáveis associadas ao centro de pressão dos pés, definido como o ponto de aplicação da resultante das forças verticais agindo sobre a superfície de suporte. Por meio dessa avaliação é possível a identificação de pequenas modificações na postura, apresentando assim alta sensibilidade e é referência para a verificação de forma objetiva do controle postural (58). Contudo, trata-se de um método de avaliação com alto custo, pouco acessível aos profissionais de saúde e, por isso, utilizado no campo das pesquisas e não na rotina clínica.

Além da posturografia, a avaliação do controle postural pode ser realizada por meio da mensuração das variáveis relacionadas ao CM, que é o ponto onde a massa do corpo está equilibrada, encontrando-se as resultantes de todas as forças externas que agem sobre o corpo e o COP, sendo este influenciado pela posição do CM e caracterizado como uma medida de deslocamento (43,50).

### 3.4.2 Marcha

A mensuração dos parâmetros temporais e espaciais da marcha tem grande potencial para avaliar objetivamente a recuperação do paciente durante os tratamentos de reabilitação, discriminar a marcha normal e patológica e quantificar, de maneira confiável, marcas típicas nos comprometimentos da marcha, como as flutuações motoras na DP (4).

O método mais natural de avaliação da marcha é a observação clínica. O conhecimento das características das fases da marcha permite analisar qualitativamente o padrão apresentado por um indivíduo. A análise observacional permite extrair a velocidade (cronometrando-se o tempo para percorrer uma distância conhecida) e a cadência (contando quantos passos são dados em uma unidade de tempo). Todavia, trata-se de uma análise simples que não possibilita o conhecimento pormenorizado dos padrões de marcha do indivíduo (34).

Ainda nesse contexto, os sintomas motores na DP, incluindo déficits de marcha e instabilidade postural, são classificados clinicamente pela Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson da *Movement Disorder Society* (MDS-UPDRS), amplamente utilizada na prática clínica, representados pelo subdomínio “Instabilidade Postural e Distúrbios na Marcha” da UPDRS-parte III, que enfoca particularmente a avaliação da marcha e do equilíbrio na DP (25). É uma escala de fácil aplicação, sendo solicitado ao paciente que caminhe em velocidade habitual, enquanto o avaliador observa sua performance para então pontuar de acordo com as opções trazidas no item. Contudo, trata-se de uma avaliação subjetiva, pois o avaliador conta apenas com as opções presentes na escala para caracterizar a marcha do indivíduo.

Outra forma de avaliação dos parâmetros da marcha consiste na utilização do teste de impressão plantar (*footprint*). O indivíduo mergulha os pés em tinta hidrossolúvel e, a seguir, é incentivado a percorrer uma distância de 5 metros sobre uma passarela de papel presa ao chão. Pela impressão plantar são analisadas as variáveis lineares da marcha: largura da base de suporte, comprimento do passo e comprimento da passada (59). É uma forma de avaliação simples e rápida, permitindo que os fisioterapeutas possam realizá-la no próprio consultório, necessitando apenas do espaço para a colocação do papel onde o paciente irá pisar.

Atualmente, para quantificar as variáveis temporais e espaciais, os estudos vêm usando um método de análise da marcha em três dimensões (3D). Este método analisa variáveis cinemáticas, que se referem ao padrão do movimento articular, e está relacionado ao deslocamento angular das articulações do quadril, joelho e tornozelo. Este sistema pode ser utilizado com câmeras infravermelhas, marcadores reflexivos (marcadores afixados na pele em pontos predeterminados), tornando possível a visualização do movimento pelas câmeras com o uso de softwares específicos, que possuem função tanto para captura e visualização dos dados, quanto para interpretação desses dados (60).

A eletromiografia (EMG) constitui-se como um método bastante utilizado para a análise clínica da marcha, principalmente para compreender os mecanismos que o sistema nervoso central usa para execução dessa tarefa. O uso dessa técnica, associado à cinemetria, oferece informações para uma análise integrativa da locomoção (61). A amplitude do sinal eletromiográfico em membros inferiores na

caminhada em sujeitos normais tende a aumentar com o acréscimo da velocidade e a inclinação do terreno (62). Esse padrão persiste em sujeitos com DP, porém estes apresentam baixa ativação dos músculos gastrocnêmio, sóleo e tibial anterior quando comparados com os sujeitos normais. A ativação muscular reduzida também se confirma em sujeitos com DP com e sem congelamento da marcha (51).

Estudos têm demonstrado que variáveis cinéticas podem ser aplicadas com confiabilidade para avaliar alterações na marcha decorrentes de doenças neurodegenerativas, como a DP (13,38,50). A força de reação do solo (FRS), analisada por meio de plataformas de força, tem sido amplamente utilizada na análise da marcha (20), e dentre os componentes resultantes da decomposição dessa força, o componente vertical da FRS é mais comumente estudado por ser uma variável capaz de identificar características específicas do padrão de marcha humano, considerada fundamental para a análise e interpretação da mesma (54).

Devido à perda de automaticidade na DP, os pacientes relatam ser difícil manter a amplitude de movimento, ritmo e postura sem a atenção consciente ao que a atividade necessita. Estudos de imagem do cérebro revelaram a necessidade de níveis mais elevados de processamento consciente na DP, mostrando maiores ativações no circuito fronto-estriatal durante o desempenho da tarefa automática. Um paradigma frequentemente usado para testar o nível de automaticidade é a DT (1,6). Como na dupla tarefa ocorre a execução simultânea de duas tarefas, que têm objetivos distintos e muitas vezes envolvem conjuntos de tarefas motoras e/ou cognitivas (63), é a medida frequentemente usada para expressar a quantidade de deterioração do desempenho da tarefa simples para condições de DT (6).

Além disso, a maior presença de déficits de mobilidade na DP parece associada à maior sensibilidade a interferências de tarefas duplas na marcha (64), o que sugere que a avaliação da marcha associada à DT pode revelar déficits adicionais de marcha em pacientes com DP em comparação às condições de tarefa simples durante a caminhada. A priorização de estratégias durante o desempenho de protocolos de DT pode ser influenciada por situações de caminhada (caminhada em reta ou com curva, com ou sem obstáculos), com pior desempenho de marcha sob uma trajetória curva e com obstáculos, muitas vezes presente na vida cotidiana (65), o que reforça a importância de avaliações mais detalhadas de marcha para o diagnóstico precoce das deficiências, para criar consciência sobre as limitações relacionadas ao caminhar (e seus riscos associados), para aplicação precoce de

medidas terapêuticas e para detectar a efetividade de programas de reabilitação voltados à marcha.

### 3.5 TRATAMENTO NA DOENÇA DE PARKINSON

Diversas são as formas de intervenções que buscam controlar os sinais e sintomas e reabilitar a funcionalidade de pacientes com DP. Tratamento medicamentoso, cirúrgico (como de estimulação cerebral profunda - *DBS - Deep Brain Stimulation*), não cirúrgico e reabilitador tem sido utilizado na tentativa de contribuir para a melhora do espectro clínico da DP (66).

Embora as principais terapias farmacológicas para DP, compostas por reposição dopaminérgica, utilização de agonistas dopaminérgicos ou inibidores do metabolismo da dopamina, sejam úteis para bradicinesia, rigidez e tremor, elas têm pouca ação no controle da marcha e da instabilidade postural. Os efeitos de outros medicamentos na terapia para controle da marcha são ainda menos estudados que a levodopa e outras terapias, que incluem adjuvantes à levodopa, bem como medicamentos que são usados para tratar déficits cognitivos ou outros sintomas, como medicamentos anticolinérgicos, inibidores da catecol-O-metil transferase (como a entacapona) e inibidores da monoamina-oxidase B (como a selegilina ou a rasagilina) (2,20). Por outro lado, o tratamento dopaminérgico a longo prazo cria múltiplos desafios que podem prejudicar a marcha, incluindo o aparecimento de efeitos como as flutuações na resposta motora e as discinesias (48).

A estimulação cerebral profunda em diferentes alvos dos núcleos da base (ou fora deles) está bem estabelecida como uma terapia para os sintomas motores e complicações da DP. Em particular, tem sido demonstrado que a estimulação do núcleo subtalâmico ou globo pálido interno pode melhorar os sintomas motores e é ainda mais eficaz na melhora da qualidade de vida de pacientes com DP avançada comparada à melhor medicação. Entretanto, estudos recentes de longo prazo relataram declínio gradual na eficácia da estimulação do núcleo subtalâmico em distúrbios da marcha e sintomas axiais ao longo de 3 anos, 5 anos, 8 anos ou 10 anos, em contraste com redução do tremor, rigidez e bradicinesia de membros. Assim, esses sintomas axiais surgiram como algumas das principais preocupações terapêuticas na DP tardia, porque respondem mal aos medicamentos ou cirurgia e prejudicam a mobilidade com impacto negativo sobre a qualidade de vida (67). Além

disso, vale considerar que são intervenções com alto custo, com riscos inerentes ao procedimento e que não se aplicam a muitos pacientes, uma vez que são exigidos critérios rigorosos para a indicação da cirurgia.

O desenvolvimento de novos e mais eficazes tratamentos para a marcha (e o FOG) é importante e, recentemente, estudos sobre estimulação cerebral não invasiva (ECNI), como a estimulação magnética transcraniana repetitiva (EMTR) e a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), têm sido realizados (68,69).

A EMTR nas frequências de 5 Hz e superiores pode aumentar a excitabilidade do córtex motor, considerando que frequências de EMTR de 1 Hz e inferiores podem transitoriamente deprimir a excitabilidade cortical (70). Já a ETCC oferece uma corrente contínua direta (2mA) que modula a excitabilidade da membrana celular e induz mudanças na excitabilidade cortical, com a polaridade definindo os efeitos. A ETCC anódica tipicamente aumenta a excitabilidade cortical e ETCC catódica diminui.

Mesmo que os mecanismos subjacentes pelos quais a ETCC modula a neurofisiologia e o comportamento ainda não estejam totalmente esclarecidos (70), os efeitos agudos de uma única sessão (por exemplo, 20–30 min) podem resultar em modulação transitória do potencial de membrana de repouso neural (66,71). Além disso, os efeitos cumulativos de repetidas sessões de ETCC podem ser explicadas pela modulação das conexões pós-sinápticas, semelhante à potencialização a longo prazo e à depressão a longo prazo, que desempenham papel fundamental na neuroplasticidade subjacente do comportamento humano adaptativo e dos fenômenos de aprendizagem (71). Esses mecanismos neuroplásticos podem refletir opções úteis da ECNI para aplicação terapêutica, especialmente quando combinada à um segundo estímulo, como a fisioterapia e a combinação de tarefas motoras ou cognitivo-comportamentais (72,73).

Em estudos envolvendo humanos, protocolos de ETCC são dirigidos principalmente para o córtex motor e o córtex pré-frontal (por exemplo, córtex motor primário: M1 e córtex pré-frontal dorsolateral: CPFDL), uma vez que os padrões de ativação do encéfalo nessas regiões estão altamente envolvidas no sucesso do desempenho de locomoção em pessoas com DP (74). De acordo com o estudo de Hallett e colaboradores (2015) (68), houve maior ativação de M1 após a ETCC anódica que também foi relacionada com melhora na função motora de indivíduos

com DP. Além disso, pessoas com DP revelaram ativação do CPFDL (responsável por processos cognitivos) durante a caminhada normal, presumivelmente compensada por déficits na automaticidade da marcha, acarretando no aumento do controle cognitivo, como o controle executivo. É importante mencionar, que mesmo com resultados promissores da ECNI na marcha e em outros sinais e sintomas da DP, as técnicas acima mencionadas, ainda figuram mais fortemente no campo da pesquisa em comparação à prática clínica, em razão do valor dos equipamentos (especialmente a EMTR) e da expertise necessária para a utilização dos mesmos.

No que se refere às intervenções não farmacológicas, a reabilitação representa, na maioria das vezes, um tratamento acessível e eficiente para os distúrbios da marcha na DP. Várias abordagens de fisioterapia têm sido empregadas em protocolos de reabilitação na DP para ajudar os pacientes a superar os sintomas da doença e episódios de FOG. Essas abordagens incluem, treino resistido, treino de equilíbrio (75), treinamento com pistas visuais e auditivas (76), treinamento com realidade virtual e realidade aumentada (77–79), treino em esteira (19), musicoterapia (80,81), dançaterapia (82,83), fisioterapia aquática (84), biofeedback, robótica (85), estimulação transcraniana por corrente contínua associada aos exercícios (66), entre outras (86–89).

Tomlinson e colaboradores (2012) em revisão sistemática sobre o efeito da fisioterapia em diferentes desfechos, como velocidade da marcha, agilidade, congelamento da marcha, equilíbrio, funcionalidade e independência funcional, concluíram que a fisioterapia trouxe benefícios para todos os parâmetros avaliados (17).

Mak e colaboradores (2017) (52) desenvolveram uma revisão sistemática sobre o efeito da fisioterapia a longo prazo no tratamento de pacientes com DP. Concluíram que a maioria dos programas de treinamento de força e de resistência aeróbica (progressivos), que duram mais de 12 semanas, tem resultados positivos na melhora da força muscular por até 24 meses e no aumento da capacidade de caminhar por 6 a 16 meses, respectivamente. Nos estudos que abordaram o treino de equilíbrio, onde foram estimuladas as reações antecipatórias e reativas, *balance*, limites de estabilidade, orientações sobre prevenção de queda, foram observadas melhora no equilíbrio, na marcha e na mobilidade, reduzindo as quedas em até 12 meses após a conclusão do tratamento. Estudos que envolveram treino da marcha em esteira, em suspensão e em solo com pistas visuais, detectaram melhora no

desempenho da marcha e da capacidade de caminhar por até 6 meses após o treinamento. Verificaram também que um período de treinamento de pelo menos 6 meses é eficaz para alcançar mudanças positivas a partir de resultados clinicamente significativos nas pontuações da UPDRS-III.

Conforme Wu, Chen, & Chen e colaboradores (2018) (12), a exibição de sinais visuais externos tem um impacto direto e imediato no comportamento da marcha. Esses estímulos fornecem informação temporal e espacial úteis para proporcionar um ritmo de avanço para orientar a cadência.

Corroborando com os autores supracitados, Sabine e colaboradores (2017) (90) descrevem que o treinamento da caminhada por meio de marcadores sobre o solo (pistas visuais) parece ter efeito benéfico, uma vez que torna muito eficaz a regulação do comprimento do passo e melhoria da velocidade de marcha.

Atualmente, os videogames, tais como o Xbox 360 e o uso da realidade aumentada, têm surgido como uma nova ferramenta de realidade virtual de baixo custo que pode ser potencialmente usado na reabilitação. Os jogos podem estimular deslocamentos multidirecionais, transferência de peso, movimentos controlados próximos aos limites de estabilidade, alto número de repetições, feedback auditivo e visual, atenção, planejamento, tomada de decisão, concentração sustentada, melhora da motivação e comprometimento nas tarefas executadas (91).

Existem fortes evidências de que a fisioterapia por meio de diferentes estratégias de tratamento pode melhorar as funções motoras e cognitivas nos indivíduos com DP (18). Recomenda-se fortemente que as abordagens terapêuticas sejam orientada para a prática (prática orientada à tarefa), com propósito de facilitar o processo de aprendizagem motora e, por consequência, a transferência dessa aprendizagem para atividades de vida diária (91).

Enquanto a levodopa é extraordinariamente útil para o manejo de alguns dos sintomas da DP, outros, especialmente os relacionados às características da instabilidade postural e alterações na marcha, apresentam responsividade limitada aos tratamentos farmacológicos ou cirúrgicos atuais (28,92), fazendo da fisioterapia e do treinamento motor uma das mais promissoras opções atuais para melhorar e controlar estes sintomas (93). Além disso, os resultados promovidos pela medicação são mantidos por um período limitado (meia vida curta da Levodopa) e, após alguns anos, complicações relacionadas ao uso da mesma podem surgir, limitando a tolerabilidade e a eficácia do tratamento. Dessa forma, as doses são muitas vezes

limitadas por efeitos colaterais como sonolência, náuseas, confusão, alucinações e, como mencionado anteriormente, pelo surgimento de complicações motoras como flutuações e discinesias (92).

Diante do exposto, é importante salientar a importância da avaliação específica e detalhada da marcha e de variáveis que influenciam a sua performance, por meio de instrumentos padrão ouro disponíveis. O conhecimento desses parâmetros irá fornecer aos fisioterapeutas (e equipe) a possibilidade de um diagnóstico cinético-funcional mais assertivo, garantindo o conhecimento de todas as particularidades da marcha de indivíduos com DP, assim como elaborar condutas específicas e eficazes para o tratamento e melhorar o prognóstico de marcha e independência destes indivíduos.

#### 4 ARTIGO

Será submetido na revista *GAIT & POSTURE* (Normas em Anexo A)

**Título: Avaliação cinemática do equilíbrio e da marcha normal, com dupla tarefa e com obstáculo em indivíduos com estadiamento leve e moderado da doença de Parkinson**

Autores: Taís Caroline Oliveira da Silva<sup>1</sup>, Maria Eduarda Brandão Bueno<sup>1</sup>, Rogério José de Souza<sup>1</sup>, Edson Lopes Lavado<sup>1</sup>, Felipe Arruda Moura<sup>1</sup>, Suhaila Mahmoud Smaili<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil

Autor Correspondente: Suhaila Mahmoud Smaili Santos, Departamento de Fisioterapia da Universidade Estadual de Londrina, Avenida Robert Koch, n 60, Vila Operária, Londrina, Paraná, Brazil, CEP 86038-350. Tel. (43) 3371-2320. E-mail: suhaila@uel.br

## RESUMO

**Introdução:** Doenças neurodegenerativas, como a doença de Parkinson (DP), por afetar o controle motor e levar a alterações nos parâmetros da marcha e dificuldade na resolução de problemas durante o ato de caminhar (execução de duplas tarefas, transposição de obstáculo, mudanças de direção, entre outras) dificultam a caminhada com eficiência e com segurança. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a interferência da marcha com dupla tarefa e da marcha com obstáculo nos parâmetros da marcha normal em indivíduos com DP e verificar a influência da progressão da doença no equilíbrio e marcha em indivíduos com DP entre o estadiamento leve a moderado. **Método:** trata-se de um estudo transversal, composto por 50 indivíduos com diagnóstico médico de DP idiopática, idade acima de 35 anos, com escore no Mini-exame do estado mental maior ou igual a 24, com estadiamento da doença entre 1,0 a 3,0 de acordo com a escala de Hoehn & Yarh modificada. Para a análise biomecânica da marcha por meio da cinemetria, foram realizadas três condições diferentes, numa passarela de 7 metros: marcha normal (MN); marcha com dupla-tarefa (DT): caminhar enquanto realiza subtrações de 3 em 3; marcha com obstáculo (OBS): caminhar em velocidade normal e ultrapassar obstáculo de 18 cm de altura. A análise do equilíbrio foi realizada nas seguintes posições: romberg com olhos abertos (ROA), romberg com olhos fechados (ROF), tandem com olhos abertos (TOA) e tandem com olhos fechados (TOF). Análise estatística: foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a distribuição de normalidade. A comparação da marcha dos participantes entre os momentos: MN, MARCHA COM DT E MARCHA COM OBS foi feita por meio do teste de Friedman. A comparação das variáveis de equilíbrio e marcha dos grupos de acordo com o estadiamento foi realizada pelo teste de Mann-Whitney. A significância estatística adotada foi  $P < 0,05$ . **Resultados:** foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre marcha normal e a marcha com DT para as variáveis comprimento do passo 1 ( $P=0,002$ ) e comprimento do passo 2 ( $P=0,001$ ), velocidade ( $P=0,001$ ) e cadência ( $P=0,001$ ). O comprimento do passo 2 também teve diferença significativa entre a marcha normal e a marcha com obstáculo, com diminuição do comprimento do passo na marcha com obstáculo ( $P=0,002$ ). Equilíbrio e marcha não foram diferentes quando considerado o estadiamento da DP. **Conclusão:** os indivíduos com DP apresentaram redução do comprimento do passo, da velocidade e da cadência sob condições de marcha com DT e com OBS quando comparados à marcha normal, revelando que tarefas complexas (concomitantes) representam maior desafio para essa população. Equilíbrio e marcha não foram diferentes entre os pacientes classificados entre estadiamento leve a moderado da DP e, portanto, devem ser objetivos terapêuticos já em fases bem iniciais da DP.

**Palavras-chaves:** Doença de Parkinson; marcha; dupla tarefa; cinemática

## INTRODUÇÃO

A capacidade de caminhar é um elemento essencial na maioria das atividades básicas e instrumentais da vida diária. É uma atividade complexa que requer a integração das funções motoras, sensoriais e cognitivas (1). Nos estudos sobre marcha, medidas de mobilidade como a variabilidade e a velocidade do passo são muito estudadas, especialmente em doenças neurodegenerativas, como a doença de Parkinson (DP) (2), pois ela compromete o controle do movimento, a estabilidade postural, o processamento de ritmo e a performance da marcha, devido à disfunção dos núcleos da base e de estruturas igualmente responsáveis pela função motora como a área pré-motora, área motora suplementar e cerebelo. (3,4). Com isso, alterações nos parâmetros da marcha (como tempo e amplitude) e dificuldade na resolução de problemas durante o ato de caminhar (execução de duplas tarefas, transposição de obstáculo, mudanças de direção, entre outras) dificultam a caminhada com eficiência e com segurança (5,6). Embora os estudos já realizados tenham contribuído para elucidar as características da marcha em indivíduos com DP, ainda persiste uma lacuna na literatura sobre esse tema, principalmente quando esses indivíduos são submetidos à diferentes demandas funcionais.

Alguns destes estudos indicam que indivíduos com DP, quando expostos a condições de dupla tarefa que envolvem a caminhada, podem apresentar prejuízo no desempenho da marcha, uma vez que eles têm dificuldades em realizar atividades de dupla tarefa devido à redução no controle automático do movimento (5,7). A mobilidade também pode ser particularmente desafiadora em condições de marcha que envolvem a ultrapassagem de obstáculo, especialmente em razão da bradicinesia e rigidez (8,9). Essas situações podem comprometer uma série de parâmetros espaço-temporais da marcha, provocando perda do ritmo, redução da velocidade, aumento da variabilidade passo a passo e do tempo de oscilação do membro inferior. Uma marcha menos rítmica é naturalmente mais variável e menos eficiente, resultando em dificuldade para manter o equilíbrio e contribuindo para o congelamento da marcha com conseqüente aumento no risco de queda (6,10).

Além disso, a assimetria no tempo do passo e no tempo de duplo apoio aumentam com a gravidade da DP e essa variabilidade foi significativamente associada à maior frequência de quedas (11). Mesmo que a assimetria também comece a ocorrer com o envelhecimento, ela pode ser um bom indicativo da

presença de doenças neurodegenerativas, como a DP (12,13).

Estudos anteriores que investigaram a assimetria da marcha em pessoas com DP revelam que a presença de um obstáculo durante a caminhada pode aumentar a assimetria da marcha devido à maior complexidade da tarefa (12). Alterações na marcha e na função cognitiva associadas à DP têm sido historicamente avaliadas e tratadas independentemente uma da outra; no entanto, os dados indicam claramente que a cognição e o desempenho da marcha estão intimamente ligados (14). Estudos prévios sugerem que a adição de uma tarefa que exige atenção, resolução de problemas, memória ou processamento visual espacial durante a caminhada resulta em deterioração da marcha, da função cognitiva ou de ambas, nos indivíduos com DP (15).

Então, cabe a nós pesquisadores, melhorar a compreensão das estratégias da marcha com dupla tarefa e da marcha com obstáculo, por meio de avaliações fidedignas e acuradas em indivíduos com DP com diferentes estadiamentos da doença. Esse conhecimento pormenorizado dos padrões de marcha na DP, assim como suas variações, limitações e repercussões funcionais, auxilia na aplicação de tratamentos efetivos e na avaliação da responsividade dessa população a esses tratamentos, haja vista a complexidade dos subtipos da DP, seus sintomas e progressão.

Partindo do conhecimento sobre as características clínicas da DP acerca da marcha e do equilíbrio, a hipótese deste estudo foi a de que indivíduos com DP sob condições de marcha com DT e envolvendo a ultrapassagem de um obstáculo apresentariam modificações nos parâmetros espaço-temporais quando comparados à marcha normal, evidenciando maior dificuldade nessas tarefas. Além disso, foi hipotetizado que o equilíbrio e a marcha dos indivíduos com estadiamento leve da doença estariam menos prejudicados do que o equilíbrio e marcha dos indivíduos com estadiamento moderado.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a interferência da marcha com dupla tarefa e da marcha com obstáculo nos parâmetros da marcha normal em indivíduos com DP e verificar a influência da progressão da doença no equilíbrio e marcha (normal, com obstáculo com dupla tarefa) em indivíduos com DP entre o estadiamento leve a moderado da doença.

## **MÉTODOS**

## **Desenho do estudo**

Trata-se de um estudo transversal, composto por 50 indivíduos, realizado no Centro de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (CEPPOS) em parceria com o Laboratório de Biomecânica Aplicada (LBA) do Centro de Educação Física e Esporte da Universidade Estadual de Londrina, na cidade de Londrina-Paraná.

## **Participantes**

A amostra foi estimada em 20 participantes, de acordo com o estudo de Harrison e colaboradores (2017) considerando uma diferença de média de 13,3 cm no comprimento da passada entre marcha normal e a marcha com DT, considerando nível de significância de 5% e poder de 90% (6) . Os participantes foram recrutados do Ambulatório de Especialidades (Neurologia) e do Ambulatório de Fisioterapia Especializado em doença de Parkinson, ambos da Universidade Estadual de Londrina. Foram incluídos indivíduos com diagnóstico médico de DP idiopática, segundo os critérios do Banco de Cérebro de Londres (16), idade acima de 35 anos, não institucionalizados, com escore no Mini-Exame do Estado Mental maior ou igual a 24, com estadiamento da doença entre 1,0 a 3,0 de acordo com a escala de Hoehn & Yarh modificada, que aceitaram participar do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido segundo os critérios do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, sob parecer de aprovação CEP-UEL nº 1.453.410.

Os critérios de exclusão consistiram na associação de outras doenças neurológicas, ortopédicas, déficits cognitivos ou de compreensão que comprometessem a coleta de dados e também dependência para deambulação.

## **Procedimentos de avaliação**

Todos os participantes foram avaliados por um mesmo avaliador, independente para o objetivo do estudo, no período “on” da medicação, por meio dos seguintes testes e instrumentos: *Escala de Estadiamento de Hoehn e Yarh*

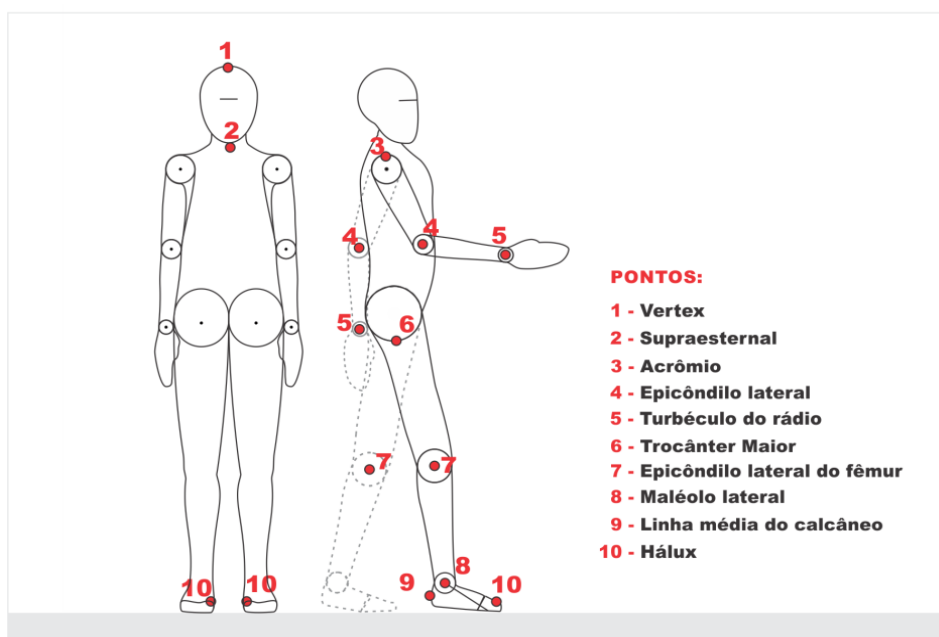
*modificada (H&Y) (17); Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) (18-19); Parte II (atividades de vida diária) e parte III (exame motor) da Movement Disorders Society - Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (MDS - UPDRS) (20).*

*Análise cinemática da marcha e avaliação do Equilíbrio:* esses dois blocos de avaliação foram randomizados por um pesquisador cego, utilizando o site *Sealed Envelope Ltda* (21). Deste modo, cada participante recebeu um envelope (idênticos, opacos e selados) com a identificação “equilíbrio-marcha” ou “marcha-equilíbrio”. Os envelopes foram abertos pelo participante na presença do avaliador que aplicava a avaliação de acordo com a respectiva ordem contida no envelope. A aleatorização da ordem dos testes foi adotada para reduzir a possibilidade de interferências, como por exemplo, a presença de sintomas como fadiga, o que poderia influenciar os resultados da avaliação.

Para a avaliação da marcha, utilizou-se o sistema de análise de movimento em 3D e captura dos sinais, do software Motive Body 1.8.0, com frequência de aquisição de 120Hz composto por 7 (sete) câmeras, do sistema *Optitrack* (Natural Point, EUA), posicionadas no teto da área de captura. O sistema de referência adotado foi orientado da seguinte forma: eixo horizontal (Y) positivo para a tarefa, eixo lateral (X) positivo para o lado direito e o eixo vertical (Z) positivo para cima, obtido como o produto cruzado entre os vetores unitários representando as direções X e Y.

Os marcadores retrorreflexivos, de 1,5 cm de diâmetro, foram colocados nos pontos anatômicos, totalizando 18 pontos ligados pelo software Motive Body. Para a colocação na pele dos participantes, os marcadores foram envolvidos com fita adesiva revestida de esferas microscópicas e fixados a uma base de plástico com fita dupla face, da marca 3M. Os marcadores foram colocados nos pontos anatômicos: vértex (ponto mais alto da cabeça), supraesternal e nos segmentos corporais direito e esquerdo como segue: acrômio, epicôndilo lateral, tubérculo do rádio, trocânter maior, epicôndilo lateral do fêmur, maléolo lateral, linha média do calcâneo e hálux (Figura 1). Assim, formaram-se os segmentos: pé, tornozelo, joelho, coxa, tronco e cabeça, para a construção do modelo biomecânico.

**Figura 1:** Posição dos marcadores retrorreflexivos



Fonte: (LEVA, 1996) (22)

Para a colocação do marcador no ponto do vértex, uma touca de elastano e poliamida foi utilizada e todos os participantes foram instruídos a usar roupas confortáveis (shorts e regata) que permitiram a colocação dos demais marcadores. Além disso, foram utilizados mais dois pontos no momento da marcha com obstáculo, para a reconstrução pelo sistema da cinemetria.

Para a análise biomecânica da marcha, foram realizadas três condições diferentes, numa passarela de 7 metros, em situações similares de iluminação, solo e temperatura. As condições foram: 1) Marcha normal: caminhar normalmente em velocidade confortável; 2) Marcha com dupla-tarefa: caminhar em velocidade confortável, enquanto realiza subtrações de 3 em 3 a partir do número dito pelo avaliador; 3) Marcha com obstáculo: caminhar em velocidade normal e ultrapassar obstáculo de 18 cm de altura (23), posicionado no meio do percurso.

Para a captura do ciclo da passada da marcha normal e marcha com dupla tarefa foi analisado o momento de corte no *frame* em que ocorreu o toque do calcanhar direito, caracterizando o início da passada; passo do pé esquerdo e o toque novamente do calcanhar direito, com o fim da passada, com o corte do *frame*. Ao total, foram recortadas 300 imagens dos participantes, com seis filmagens de cada indivíduo da coleta. Para a condição da marcha com obstáculo, foi capturado o

passo antes do obstáculo, caracterizado pelo instante em que o calcanhar direito ou esquerdo (escolha do participante) tocava o solo, em seguida ocorria a transposição total do obstáculo (dois membros) até o calcanhar do mesmo membro que iniciou a ultrapassagem tocar o solo novamente (Figura 2).

**Figura 2:** Participante realizando a ultrapassagem do obstáculo



**Fonte:** Autora

O obstáculo utilizado era um material plástico, medindo sessenta centímetros de comprimento, com dois marcadores retrorreflexivos posicionados nas extremidades. O obstáculo foi colocado sobre dois suportes de madeira com dezoito centímetros de altura e regulagem de altura. Se em algum momento da marcha o participante tocasse em alguma dessas estruturas, nenhuma dessas apresentava resistência, diminuindo o risco de quedas durante a avaliação da tarefa. As condições com ultrapassagem do obstáculo tiveram 150 imagens, sendo 3 de cada participante.

Das três tentativas de cada condição (MN, DT e OBS), foram calculadas as médias para cada participante. As variáveis da cinemática foram tratadas por meio de equações, no software Matlab.

Para a análise cinemática da marcha, as seguintes variáveis foram avaliadas: comprimento do passo (m): distância entre o toque do calcanhar de um pé e o toque seguinte do calcanhar do outro pé; largura do passo (m): distância entre os calcanhares dos dois pés; velocidade (m/s): distância percorrida (7 metros) dividida

pelo tempo gasto; cadência (passos/s): número de passos dividido pelo tempo gasto; velocidade do centro de massa (CM) na ultrapasse (m): velocidade média do CM, a partir das coordenadas iniciais e finais do CM e o tempo inicial e final; altura do pé no momento da transposição (m): máxima distância que o pé do indivíduo se afasta do chão para ultrapassar o obstáculo; distância do obstáculo antes da transposição (m): distância inicial do calcanhar que ultrapassa primeiro o obstáculo em relação a ele; distância do obstáculo após a transposição (m): distância do calcanhar que toca primeiro o solo após ultrapassar o obstáculo.

Para a avaliação do equilíbrio, foram realizadas as seguintes posições: Romberg com olhos abertos (ROA), Romberg com olhos fechados (ROF), Tandem com olhos abertos (TOA) e Tandem com olhos fechados (TOF). Para a avaliação na posição de tandem foi solicitado ao paciente que escolhesse a perna de apoio. Os participantes foram orientados a permanecer em cada uma dessas posições por 40 segundos, olhando para um cartaz fixo a 3 metros de distância com a letra X em destaque (para que o paciente pudesse se orientar durante os testes com os olhos abertos). Os primeiros 10 segundos foram excluídos da análise, pois foram considerados um período de adaptação corporal. Foram realizadas duas tentativas em cada condição e utilizada a média entre elas para análise dos dados. Durante esse teste, foram consideradas as seguintes variáveis: deslocamento do centro de massa (CM) (cm): oscilação do CM, independente da direção; amplitude anteroposterior do centro de massa (cm): máximo deslocamento no sentido anteroposterior durante a tarefa; amplitude médio-lateral do centro de massa (cm): máximo deslocamento no sentido médio-lateral durante a tarefa; desvio anteroposterior (cm): medida geral do desequilíbrio no sentido AP; desvio médio-lateral (cm): medida geral do desequilíbrio no sentido ML. Para essas análises, as equações do CM foram baseadas nas equações de Leva (1996) (22).

### **Análise estatística**

Os dados descritivos foram apresentados em média e desvio padrão ou em mediana e intervalo interquartil, de acordo com a distribuição de normalidade, analisada por meio do teste de Shapiro-Wilk. A comparação entre marcha normal, marcha com DT e marcha com obstáculo do grupo de participantes foi feita por meio do teste de Friedman. A comparação das variáveis de equilíbrio e marcha levando

em consideração os grupos de acordo com o estadiamento da doença foi realizada pelo teste de Mann-Whitney. A significância estatística adotada foi  $P < 0,05$ . As análises foram realizadas por meio do programa IBM SPSS *Statistics* para Windows versão 27.0.

## Resultados

Os dados de caracterização dos participantes como sexo, idade, tempo de diagnóstico, peso, altura, Índice de Massa Corporal (IMC), pontuação nas escalas H&Y, UPDRS e MEEM e estão registrados na Tabela 1. Os valores foram expressos em frequência absoluta e relativa e em média e desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil, de acordo com a característica da variável e com a normalidade dos dados.

**Tabela 1:** Dados de caracterização da amostra

Variável	Grupo (n= 50)
Sexo (F/M)	18 (36%) / 32 (72%)
Idade (anos)	66,00 ± 10,34
Tempo diagnóstico (anos)	5,0 [3,0 – 9,0]
Peso (kg)	74,97 ± 14,66
Altura (m)	1,64 ± 0,09
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27,50 ± 4,35
H&Y	2,0 [1,5 – 2,5]
MDS-UPDRS II - AVD	12,00 [8,0 – 19,5]
MDS-UPDRS III - MOTOR	28,00 [16,8 – 47,5]
MDS-UPDRS TOTAL	42,50 [27,0 – 64,3]
MEEM	28,00 [25,8 – 29,0]

F: feminino; M: masculino; kg: quilogramas; m: metros; IMC: Índice de massa corporal; H&Y: Hoehn & Yahr; MDS-UPDRS: *Movement Disorders Society - Unified Parkinson's Disease Rating Scale*; AVD: Atividade de Vida Diária; MEEM: Mini-Exame do Estado Mental.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados referentes à análise cinemática da marcha do grupo de participantes, comparando-se três diferentes momentos: marcha normal, marcha com DT e marcha com obstáculo. Foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre marcha normal e a marcha com DT para as variáveis comprimento do passo 1 e comprimento do passo 2 (com diminuição do comprimento do passo na marcha com DT), velocidade (menor velocidade na marcha com DT) e cadência (diminuição da cadência na marcha com DT). O comprimento do passo 2 também teve diferença significativa entre a marcha normal e a marcha com obstáculo, com diminuição do comprimento do passo na marcha com obstáculo.

**Tabela 2:** Comparação da marcha normal, marcha com DT e marcha com obstáculo entre os participantes estudados

Variáveis	MN (n=50)	DT (n=50)	OBS (n=50)	P
<b>Comprimento do passo 1 (m)</b>	0,57 [0,49 – 0,63]	0,51 [0,43 – 0,60]*	-	0,002
<b>Comprimento do passo 2 (m)</b>	0,60 [0,53 – 0,68]	0,58 [0,50 – 0,65]*	0,57 [0,51 – 0,63]#	0,001
<b>Largura de passo 1 (m)</b>	0,16 [0,13– 0,19]	0,16 [0,13 – 0,19]	-	0,388
<b>Largura de passo 2 (m)</b>	0,17 [0,14 – 0,20]	0,18 [0,15 – 0,20]	0,17 [0,15 – 0,22]	0,375
<b>Velocidade (m/s)</b>	1,10 [0,91 – 1,26]	0,93 [0,76 – 1,17]*	-	0,001
<b>Cadência (passos/s)</b>	1,76 [1,66 – 1,91]	1,72 [1,42 – 1,84]*	-	0,001

MN: marcha normal; DT: dupla tarefa; OBS: obstáculo; m: metros; s: segundos; \*:Comparação da marcha normal *versus* marcha com dupla tarefa; #: Comparação da marcha normal *versus* marcha com obstáculo.

A comparação das variáveis de marcha e equilíbrio de acordo com o estadiamento da DP, segundo a classificação pela escala de HY modificada em: leve (HY: 1,0; 1,5 e 2,0) e moderado (2,5 e 3,0), pode ser observada na Tabela 3 e 4, respectivamente. Foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos somente para a variável comprimento do passo 2 na condição marcha com obstáculo (menor comprimento do passo no grupo HY moderado).

**Tabela 3:** Comparação das variáveis da marcha entre o estadiamento leve a moderado da DP classificados pela escala de Hoehn & Yahr modificada (H&Y)

Variáveis	H&Y Leve (n=34)	H&Y Moderado (n=16)	P
Comprimento do passo 1 MN (m)	0,58 [0,50 – 0,65]	0,51 [0,45 – 0,61]	0,157
Comprimento do passo 2 MN (m)	0,62 [0,55 – 0,69]	0,54 [0,46 – 0,66]	0,070
Comprimento do passo 1 DT (m)	0,54 [0,44 – 0,62]	0,46 [0,38 – 0,57]	0,109
Comprimento do passo 2 DT (m)	0,61 [0,51 – 0,67]	0,53 [0,50 – 0,62]	0,114
Largura do passo 1 MN (m)	0,16 [0,13 – 0,19]	0,16 [0,12 – 0,19]	0,739
Largura do passo 2 MN (m)	0,17 [0,16 – 0,21]	0,16 [0,14 – 0,19]	0,236
Largura do passo 1 DT (m)	0,16 [0,15 – 0,19]	0,14 [0,12 – 0,20]	0,157
Largura do passo 2 DT (m)	0,19 [0,15 – 0,20]	0,17 [0,15 – 0,19]	0,070
Cadência MN (passos/s)	1,79 [1,66 – 1,91]	1,73 [1,65 – 1,93]	0,677
Cadência DT (passos/s)	1,74 [1,74 – 1,84]	1,54 [1,43 – 1,84]	0,467
Velocidade MN (m/s)	1,24 [1,07 – 1,32]	1,25 [1,09 – 1,31]	0,546
Velocidade DT (m/s)	1,59 [1,37 – 1,71]	1,44 [1,41 – 1,69]	0,618
Comprimento do passo 2 OBS (m)	0,58 [0,54 – 0,66]	0,46 [0,40 – 0,57]	0,002
Largura do passo 2 OBS (m)	0,18 [0,15 – 0,23]	0,16 [0,15 – 0,21]	0,448
Distância do OBS antes da transposição (m)	0,50 [0,40 – 0,60]	0,45 [0,41 – 0,53]	0,303
Distância do OBS após a transposição (m)	0,21 [0,19 – 0,33]	0,18 [0,16 – 0,24]	0,072
Altura do pé na transposição do OBS (m)	0,21 [0,18 – 0,26]	0,21 [0,17 – 0,28]	0,731
Velocidade do CM na transposição do OBS (m/s)	0,32 [0,27 – 0,40]	0,28 [0,26 – 0,34]	0,180

H&Y: Hoehn & Yahr; MN: marcha normal; DT: dupla tarefa; OBS: obstáculo; CM: centro de massa; m: metros; s: segundos.

**Tabela 4:** Comparação das variáveis de equilíbrio entre o estadiamento leve a moderado da DP classificados pela escala de Hoehn & Yahr modificada (H&Y)

Variáveis	H&Y Leve (n=34)	H&Y Moderado (n=16)	P
<b>Amplitude AP Romberg OA (cm)</b>	0,08 [0,06 – 0,13]	0,09 [0,06 – 0,14]	0,493
<b>Amplitude AP Romberg OF (cm)</b>	0,08 [0,06 – 0,13]	0,09 [0,06 – 0,16]	0,382
<b>Amplitude AP Tandem OA (cm)</b>	0,06 [0,03 – 0,12]	0,08 [0,05 – 0,14]	0,519
<b>Amplitude AP Tandem OF (cm)</b>	0,06 [0,04 – 0,12]	0,09 [0,06 – 0,14]	0,394
<b>Amplitude ML Romberg OA (cm)</b>	0,06 [0,04 – 0,12]	0,09 [0,06 – 0,14]	0,454
<b>Amplitude ML Romberg OF (cm)</b>	0,06 [0,04 – 0,12]	0,09 [0,06 – 0,14]	0,371
<b>Amplitude ML Tandem OA (cm)</b>	0,06 [0,04 – 0,12]	0,09 [0,06 – 0,14]	0,429
<b>Amplitude ML Tandem OF (cm)</b>	0,06 [0,04 – 0,12]	0,09 [0,06 – 0,14]	0,382
<b>Desvio AP Romberg OA (cm)</b>	0,06 [0,04– 0,12]	0,09 [0,06 – 0,14]	0,405
<b>Desvio AP Romberg OF (cm)</b>	0,06 [0,04– 0,12]	0,09 [0,06 – 0,14]	0,405
<b>Desvio AP Tandem OA (cm)</b>	0,06 [0,04 – 0,12]	0,09 [0,06 – 0,14]	0,405
<b>Desvio AP Tandem OF (cm)</b>	0,06 [0,04 – 0,12]	0,09 [0,06 – 0,14]	0,405
<b>Desvio ML Romberg OA (cm)</b>	0,13 [0,08 – 0,19]	0,15 [0,08 – 0,18]	0,852
<b>Desvio ML Romberg OF (cm)</b>	0,13 [0,08 – 0,19]	0,15 [0,08 – 0,18]	0,835
<b>Desvio ML Tandem OA (cm)</b>	0,13 [0,08 – 0,19]	0,14 [0,08 – 0,18]	0,967
<b>Desvio ML Tandem OF (cm)</b>	0,13 [0,07 – 0,18]	0,14 [0,09 – 0,18]	0,901
<b>Deslocamento Romberg OA (cm)</b>	275,60 [239,40 – 338,70]	281,80 [236,10 – 323,30]	0,868
<b>Deslocamento Romberg OF (cm)</b>	275,30 [242,50 – 336,60]	274,70 [231,70 – 322,30]	0,755
<b>Deslocamento Tandem OA (cm)</b>	272,20 [242,80 – 335,80]	268,50 [233,00 – 317,10]	0,632
<b>Deslocamento Tandem OF (cm)</b>	276,85 [238,20 – 330,10]	269,40 [229,30 – 314,10]	0,693

H&Y: Hoehn & Yahr; AP: anteroposterior; ML: médio-lateral; OA: olhos abertos; OF: olhos fechados.

## DISCUSSÃO

O efeito da dupla tarefa e da ultrapassagem de obstáculo causou mudanças significativas nos parâmetros cinemáticos da marcha, como o comprimento do passo, velocidade e cadência, quando comparados à marcha normal na população estudada. Este resultado está alinhado à hipótese do presente estudo. Entretanto, não houve diferenças quando comparadas as variáveis relacionadas à marcha (normal, com DT e com transposição de obstáculo, exceto apenas no comprimento do passo 2) e ao equilíbrio postural (diferentes posturas e demandas funcionais), entre os grupos classificados em estadiamento leve (HY 1,0 a 2,0) e estadiamento moderado (HY 2,5 e 3,0) da DP, diferentemente do que foi previamente hipotetizado neste estudo, uma vez que foi considerando que a progressão da doença seria um fator de deterioração do equilíbrio e da marcha.

A execução da marcha com dupla tarefa promove adaptações nos parâmetros da marcha em indivíduos normais e, principalmente, em indivíduos com DP. Estudos sobre o padrão de marcha ressaltam a importância e a influência do controle executivo durante o desempenho da dupla tarefa, resultando em alterações na cinemática da marcha, na performance cognitiva ou em ambas (10). Diferentes atividades de interferência cognitivo-motora podem ser usadas em estudos que investigam a marcha com DT, como, por exemplo, carregar um objeto (5); gerar palavras categóricas (24); resolver operações matemáticas (24); reagir a estímulos auditivos (5) ou visuais (24,25). Esses estudos revelaram redução de até 22% na velocidade da marcha, 16% no comprimento do passo e 8% na cadência, seja comparando idosos saudáveis e idosos com DP ou comparando a performance na tarefa simples *versus* a dupla tarefa em idosos com DP. Os resultados do presente estudo também confirmaram o prejuízo nos parâmetros cinemáticos da marcha quando adicionada a tarefa cognitiva (DT), refletindo em redução de 16% na velocidade (MN: 1,10 [0,91 – 1,26]; DT: 0,93 [0,76 – 1,17]; P= 0,001), 4% no comprimento do passo (MN: 0,57 [0,49 – 0,63]; DT: 0,51 [0,43 – 0,60]; P= 0,002) e 3% na cadência (MN: 1,76 [1,66 – 1,91]; DT: 1,72 [1,42 – 1,84]; P=0,001). O que se sabe é que quanto mais complexa é a tarefa, mais ela desafia a memória de trabalho e a função executiva e, por consequência, maior dificuldade é observada na marcha e no desempenho da DT (24,26,27).

Avaliar a marcha em associação à DT, obriga o indivíduo a dividir sua atenção entre vários estímulos que ocorrem simultaneamente, exigindo respostas motoras rápidas e precisas. Porém, como a capacidade de executar tais tarefas de forma simultânea é limitada nos pacientes com DP, a marcha, por ter um comportamento rítmico e automático (gerada principalmente por sistemas subcorticais) fica prejudicada quando feita em condição de DT devido à existência de uma interferência causada pela competição dos recursos atencionais (28). Além disso, um controle postural eficiente durante a realização de duplas tarefas é extremamente necessário. Como ele normalmente está prejudicado em indivíduos com DP, maior dificuldade na realização de DT é percebida, alterando, também, os parâmetros espaço-temporais da marcha (29).

De forma semelhante ao que ocorre na marcha com DT, estudos que comparam idosos saudáveis e idosos com DP mostram que a marcha com obstáculo em idosos com DP apresentam menor comprimento do passo e redução da velocidade em comparação aos idosos saudáveis. Barbieri e colaboradores (2018) (30), em estudo que envolveu a análise da marcha normal e da marcha com obstáculo em idosos saudáveis e em idosos com DP (tanto na fase *on* quando na fase *off* da medicação), assim como o estudo de Alcock e colaboradores (2018) (9) que investigou a marcha com diferentes obstáculos (baixo, alto e longo), verificaram que o comprimento do passo foi menor, a velocidade da marcha foi reduzida e a duração do passo foi maior, principalmente nos grupo com DP em relação aos seus controles saudáveis. Os indivíduos do presente estudo reduziram 5% o comprimento do passo na marcha com obstáculo comparado à marcha normal (MN: 0,58 [0,54 – 0,66]; OBS: 0,46 [0,40 – 0,57]; P= 0,002). Silva e colaboradores (2020) (13) avaliaram a interferência do caminhar com um obstáculo; caminhar com dois obstáculos com 50 cm de distância entre eles e caminhar com dois obstáculos com 108 cm de distância entre eles. O grupo com DP apresentou maior assimetria na marcha com obstáculos duplos comparado ao grupo controle, especialmente à cinquenta centímetros de distância em comparação à condição de um obstáculo apenas.

Lu e colaboradores (2019) (31) avaliaram a marcha em esteira com a projeção de objetos virtuais durante a caminhada. Quadrados eram projetados na esteira que correspondiam aos passos dos membros inferiores. De forma aleatória e imprevisível, os quadrados mudavam de cor indicando que agora era um obstáculo a

ser evitado e o participante deveria ultrapassá-lo. Os autores verificaram que o grupo com DP exigia significativamente mais tempo que os controles para obter taxas equivalentes de sucesso para evitar obstáculos, ou seja, a possibilidade de ultrapassar com êxito um obstáculo está fortemente associado ao tempo que o indivíduo demora para perceber esse obstáculo, de modo que, quanto mais precoce é a identificação do obstáculo pelo indivíduo, melhor o resultado da tarefa (31).

Em concordância com os resultados descritos, Caetano e colaboradores (2018) (32) avaliaram indivíduos saudáveis e indivíduos com DP durante a tarefa de atravessar a rua com e sem obstáculo. Evidenciaram que para evitar quedas e acidentes, alguns parâmetros como velocidade e direção da marcha são modificados, gerando um comportamento específico adaptativo, principalmente em tarefas complexas. Dessa forma, em tarefas como o desvio de obstáculo, pessoas com DP podem apresentar a estratégia de aumentar o número de passos e diminuir o comprimento destes antes do desvio, para que possam prolongar o tempo de decisão para a resposta ao problema. Sendo assim, quanto mais se conhece essas estratégias de marcha na DP, mais hábil o profissional da reabilitação se torna para conduzir o tratamento destes indivíduos. Então, avaliações específicas e sob diferentes demandas funcionais são de extrema importância para municiar os profissionais dessa área.

Outro tópico a ser considerado é a comparação dos grupos de acordo com o estadiamento da doença. Segundo esse critério de classificação, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes para as variáveis de equilíbrio e marcha estudadas, com exceção apenas do comprimento do passo 2 na marcha com obstáculo. Este resultado permite a reflexão de que o comprometimento do equilíbrio e da marcha é um sintoma motor presente já em fases bem iniciais da doença, pois mesmo os participantes com estadiamento leve da doença, apresentaram comprimento de passo, largura do passo, cadência, velocidade e controle postural similar aos indivíduos classificados no estadiamento moderado.

É sabido que na DP ocorre prejuízo da capacidade de caminhar com segurança e eficiência. Conseqüentemente, a marcha tem sido introduzida como um biomarcador para identificar a doença, contribuir para algoritmos de diagnóstico e quantificar a progressão e a resposta à diferentes intervenções (33). Sugerimos que estudos futuros investiguem melhor o comprimento do passo em marchas com obstáculo para determinar se eles podem representar um biomarcador de

prognóstico de marcha nessa população, já que foi a única variável que apresentou mudança de acordo com o estadiamento dos participantes.

A avaliação cinemática da marcha é considerada o método padrão ouro para investigar a marcha normal e, todavia, suas anormalidades, uma vez que as alterações da marcha e a instabilidade postural são os principais determinantes de incapacidade na DP (34). Deste modo, a detecção dos padrões de variação da marcha, mesmo em fases precoces, são de extrema importância (35,36).

Apesar de estudos revelarem que o equilíbrio e a marcha pioram com progressão da doença (15,36,37), Schlachetzki e colaboradores (2017) (35), por meio de vestes com sensores, detectaram leve redução do comprimento do passo como um importante parâmetro da marcha para distinguir os pacientes com DP (independentemente do estágio da doença) dos controles saudáveis. Adicionalmente, não observaram diferença geral no tempo da passada e na variação do comprimento do passo dos pacientes quando analisados de acordo com o estágio da doença, assim como no presente estudo.

Até hoje, o diagnóstico precoce da DP representa um desafio. Alterações da marcha nos estágios iniciais são sutis e requerem um exame clínico minucioso. Por isso, incorporar na rotina clínica avaliações acuradas desses desfechos ajudam a reconhecer déficits de equilíbrio e marcha já em fases iniciais da DP, a melhorar o manejo clínico, a avaliar a efetividade dos tratamentos, a prevenir complicações e a garantir mais independência funcional para essa população. Além disso, com esses resultados, espera-se reforçar a prática/regra de encaminhamentos de indivíduos recém diagnosticados (e ainda em estadiamento leve da DP) para os serviços de reabilitação.

Algumas limitações deste estudo devem ser consideradas. Os resultados não podem ser extrapolados para indivíduos com estadiamento grave da DP e com déficits cognitivos, uma vez que foram estudados apenas indivíduos nos estágios de leve a moderado da doença e sem alterações cognitivas. Além disso, o estudo não contou com a participação de um grupo controle saudável. Por outro lado, é possível destacar como potencialidades do estudo, o uso da cinemática para avaliação da marcha e do controle postural e a amostra significativa composta por cinquenta indivíduos.

Para futuras pesquisas, outras demandas funcionais devem ser estudadas para o reconhecimento das estratégias de controle motor e suas respectivas

compensações, como, por exemplo, a marcha com mudanças de direção (*turning*). Além disso, novos estudos que reforcem a progressão do equilíbrio e da marcha considerando o estadiamento da DP devem ser realizados para melhor elucidar essa associação. Para a prática clínica, reconhecer que o equilíbrio e a marcha são deficientes já em fases bem iniciais da DP e que os pacientes tem importante acréscimo de dificuldade na marcha em situações de DT e transposição de obstáculos, permite uma melhor avaliação clínica e uma abordagem terapêutica mais eficaz para essa população.

Conclui-se, portanto, que a marcha com DT e a marcha com obstáculo influenciaram as variáveis espaço-temporais da marcha normal em indivíduos com DP, traduzidas pela redução na velocidade, cadência e comprimento do passo. Além disso, dados do equilíbrio postural e da marcha não foram diferentes entre os pacientes classificados entre o estadiamento leve e moderado da DP.

## REFERÊNCIAS

1. Mehmet H, Robinson SR, Yang AWH. Assessment of gait speed in older adults. *J Geriatr Phys Ther.* 2020;43(1):42–52.
2. Rennie L, Löfgren N, Moe-Nilssen R, Opheim A, Dietrichs E, Franzén E. The reliability of gait variability measures for individuals with Parkinson's disease and healthy older adults – The effect of gait speed. *Gait Posture [Internet].* 2018;62(February):505–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.04.011>
3. Balestrino R, Schapira AHV. Parkinson disease. *Eur J Neurol.* 2020;27(1):27–42.
4. Mao Q, Qin W zhi, Zhang A, Ye N. Recent advances in dopaminergic strategies for the treatment of Parkinson's disease. *Acta Pharmacol Sin.* 2020;41(4):471–82.
5. Yamada P de A, Amaral-Felipe KM, Spinoso DH, Abreu DCC de, Stroppa-Marques AEZ, Faganello-Navega FR. Everyday tasks impair spatiotemporal variables of gait in older adults with Parkinson's disease. *Hum Mov Sci [Internet].* 2020;70(February):102591. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2020.102591>
6. Harrison EC, McNeely ME, Earhart GM. The feasibility of singing to improve gait in Parkinson disease. *Gait Posture [Internet].* 2017;53:224–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.02.008>
7. Hung YT, Chen LC, Wu RM, Huang CY. The effects of task prioritization on dual-tasking postural control in patients with Parkinson disease who have different postural impairments. *Arch Phys Med Rehabil [Internet].* 2020; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.02.014>
8. Orcioli-Silva D, Barbieri FA, Simieli L, Vitorio R, Santos PCR dos, Beretta VS, et al. Walking behavior over multiple obstacles in people with Parkinson's disease. *Gait Posture [Internet].* 2017;58:510–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.09.021>
9. Alcock L, Galna B, Hausdor M, Lord S, Rochester L. Gait & posture special issue: gait adaptations in response to obstacle type in fallers with Parkinson's disease. *Gait Posture.* 2018;61(January):368–74.
10. Brustio PR, Magistro D, Zecca M, Rabaglietti E, Liubicich ME. Age-related decrements in dual-task performance: Comparison of different mobility and cognitive tasks. A cross sectional study. *PLoS One.* 2017;12(7):1–15.
11. Walshe EA, Roche RAP, Ward C, Patterson M, O'Neill D, Collins R, et al. Comparable walking gait performance during executive and non-executive cognitive dual-tasks in chronic stroke: a pilot study. *Gait Posture [Internet].* 2019;71(September 2018):181–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.05.004>
12. Barbieri FA, Vítório R. Parkinson's disease and gait asymmetry. *Locomot Posture Older Adults.* 2017;1–457.
13. Orcioli-Silva D, Barbieri FA, dos Santos PCR, Beretta VS, Simieli L, Vitorio R, et al. Double obstacles increase gait asymmetry during obstacle crossing in people with Parkinson's disease and healthy older adults: A pilot study. *Sci Rep.* 2020;10(1):1–8.
14. Horak FB, Mancini M, Carlson-kuhta P, Nutt JG, Salarian A. Balance and gait represent independent domains of mobility in Parkinson disease. *Phys Ther.*

- 2016;96(9):1364–71.
15. Mirelman A, Bonato P, Camicioli R, Ellis TD, Giladi N, Hamilton JL, et al. Gait impairments in Parkinson's disease. *Lancet Neurol*. 2019;18(7):697–708.
  16. Hughes AJ, Daniel SE, Kilford L, Lees AJ. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinico-pathological study of 100 cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1992;55(3):181–4.
  17. Hoehn MM, Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression, and mortality. 1967;17(May).
  18. Lourenço RA, Veras RP. Mini-exame do estado mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. *Rev Saude Publica*. 2006;40(4):712–9.
  19. Bertolucci PHF, Brucki SMD, Campacci SR, Juliano Y. O Mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arq Neuropsiquiatr*. 1994;52(1):01–7.
  20. Goetz CG, Poewe W, Dubois B, Schrag A, Stern MB, Lang AE, et al. Escala unificada de avaliação da doença de Parkinson. *Int Park Mov Disord Soc* [Internet]. 2008;1–32. Available from: [http://www.movementdisorders.org/MDS-Files1/Education/Rating-Scales/MDS-UPDRS\\_Portuguese\\_Official\\_Translation\\_FINAL.pdf](http://www.movementdisorders.org/MDS-Files1/Education/Rating-Scales/MDS-UPDRS_Portuguese_Official_Translation_FINAL.pdf)
  21. Site. Sealed Envelope Ltd. 2017. Create a blocked randomization list. [Online] Available from: <https://www.sealedenvelope.com/simple-randomiser/v1/lists> [Accessed 10 Mar 2019]. 2019;
  22. Leva P de. Adjustments to Zatsiorsky-seluyanov's segment inertia parameters. *J Biomech*. 1996;29(9):1223–30.
  23. Milito JA De. Técnicas de construção civil e construção de edifícios. 2011;303.
  24. Penko AL, Streicher MC, Koop MM, Dey T, Rosenfeldt AB, Bazyk AS, et al. Dual-task interference disrupts Parkinson's gait across multiple cognitive domains. *Neuroscience* [Internet]. 2018;379:375–82. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2018.03.021>
  25. Amaral-Felipe KM do, Yamada P de A, Abreu DCC de, Freire Júnior RC, Stroppa-Marques AEZ, Faganello-Navega FR. Kinematic gait parameters for older adults with Parkinson's disease during street crossing simulation. *Hum Mov Sci* [Internet]. 2020;70(March):102599. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2020.102599>
  26. Fernandes Â, Sousa ASP, Rocha N, Tavares JMRS. Parkinson's disease and cognitive-motor dual-task: is motor prioritization possible in the early stages of the disease? *J Mot Behav*. 2016;48(4):377–83.
  27. Rosenfeldt AB, Penko AL, Streicher MC, Zimmerman NM, Miller M, Alberts JL. Improvements in temporal and postural aspects of gait vary following single - and multi-modal training in individuals with Parkinson's disease. *Park Relat Disord* [Internet]. 2019;(May):0–1. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2019.05.021>
  28. Terra MB, Rosa PC, Torrecilha LA, Costa BT, Ferraz HB, Santos SMS. Impacto da doença de Parkinson na performance do equilíbrio em diferentes demandas atencionais. *Fisioter e Pesqui*. 2016;23(4):410–5.
  29. Simieli L, Vitória R, Rodrigues ST, Zago PFP, Ignacio Pereira VA, Baptista AM, et al. Gaze and motor behavior of people with PD during obstacle circumvention. *Gait Posture* [Internet]. 2017;58(April):504–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.09.016>
  30. Barbieri FA, Simieli L, Orcioli-Silva D, Baptista AM, Borkowske Pestana M, Spiandor Beretta V, et al. Obstacle avoidance increases asymmetry of crossing

- step in individuals with Parkinson's disease and neurologically healthy individuals. *J Mot Behav*. 2018;50(1):17–25.
31. Lu C, Twedell E, Elbasher R, McCabe M, MacKinnon CD, Cooper SE. Avoiding virtual obstacles during treadmill gait in Parkinson's disease. *Front Aging Neurosci*. 2019;11(APR):1–9.
  32. Caetano MJD, Lord SR, Allen NE, Brodie MA, Song J, Paul SS, et al. Stepping reaction time and gait adaptability are significantly impaired in people with Parkinson's disease: Implications for fall risk. *Park Relat Disord* [Internet]. 2018;47:32–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2017.11.340>
  33. Buckley C, Galna B, Rochester L, Mazzà C. Upper body accelerations as a biomarker of gait impairment in the early stages of Parkinson's disease. *Gait Posture* [Internet]. 2019;71:289–95. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.06.166>
  34. Galli M, Cimolin V, De Pandis MF, Le Pera D, Sova I, Albertini G, et al. Robot-assisted gait training versus treadmill training in patients with Parkinson's disease: A kinematic evaluation with gait profile score. *Funct Neurol*. 2016;31(3):163–70.
  35. Schlachetzki JCM, Barth J, Marxreiter F, Gossler J, Kohl Z, Reinfelder S, et al. Wearable sensors objectively measure gait parameters in Parkinson's disease. *PLoS One*. 2017;1–18.
  36. Hoppe M, Chawla G, Browner N, Lewek MD. The effects of metronome frequency differentially affects gait on a treadmill and overground in people with Parkinson disease. *Gait Posture*. 2020;79(January 2019):41–5.
  37. Pau M, Corona F, Pili R, Casula C, Sors F, Agostini T, et al. Effects of physical rehabilitation integrated with rhythmic auditory stimulation on spatio-temporal and kinematic parameters of gait in Parkinson's disease. *Front Neurol*. 2016;7(AUG):1–12.

## 5 CONCLUSÃO GERAL

A primeira hipótese do presente estudo foi confirmada pelo resultado de que a marcha com DT e a marcha com OBS influenciou as variáveis espaço-temporais da MN em indivíduos com DP. Durante essas condições, indivíduos com DP apresentaram alterações na redução do comprimento do passo, na velocidade e na cadência. Por outro lado, a segunda hipótese do estudo não se confirmou, uma vez que as variáveis relacionadas ao equilíbrio e à marcha não sofreram influência do estadiamento da doença na população estudada, já que não houve diferenças entre os grupos desde o HY 1 até o HY3.

Deste modo, estudos futuros devem verificar outras condições do cotidiano que envolvem a marcha e o equilíbrio, assim como as modificações com a progressão da doença, buscando assim, compreender ainda mais os aspectos da caminhada e do controle postural nesses indivíduos.

## REFERÊNCIAS

1. Olson M, Lockhart TE, Lieberman A. Motor learning deficits in Parkinson's disease (PD) and their effect on training response in gait and balance: a narrative review. *Front Neurol*. 2019;10(FEB):1–17.
2. Mao Q, Qin W zhi, Zhang A, Ye N. Recent advances in dopaminergic strategies for the treatment of Parkinson's disease. *Acta Pharmacol Sin*. 2020;41(4):471–82.
3. Balestrino R, Schapira AHV. Parkinson disease. *Eur J Neurol*. 2020;27(1):27–42.
4. Lee M, Youm C, Noh B, Park H, Cheon SM. Gait characteristics under imposed challenge speed conditions in patients with parkinson's disease during overground walking. *Sensors (Switzerland)*. 2020;20(7):6–8.
5. Mittra Y. Classification of subjects with Parkinson's disease using gait data analysis. *Int Conf Autom Comput Eng*. 2018;84–9.
6. Strouwen C, Molenaar EALM, Keus SHJ, Bloem BR, Rochester L, Nieuwboer A. Dual tasking in Parkinsons disease: should we train hazardous behavior? *Expert Rev Neurother*. 2015;1–9.
7. RaffegEAU TE, Krehbiel LM, Kang N, Thijs FJ, Lori JP, Cauraugh JH, et al. A meta-analysis: Parkinson's disease and dual-task walking. *Park Relat Disord* [Internet]. 2019; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2018.12.012>
8. Micó-Amigo ME, Kingma I, Heinzel S, Nussbaum S, Heger T, Lummel RC van, et al. Dual vs. Single tasking during circular walking: what better reflects progression in Parkinson's disease? *Front Neurol*. 2019;10(May).
9. Plummer P, Eskes G. Measuring treatment effects on dual-task performance : a framework for research and clinical practice. *Front Hum Neurosci*. 2015;9(April):1–7.
10. Alcock L, Galna B, Hausdor M, Lord S, Rochester L. Gait & posture special issue: gait adaptations in response to obstacle type in fallers with Parkinson's disease. *Gait Posture*. 2018;61(January):368–74.
11. Maidan I, Bernad H, Nir E, Hausdorff JM. When is higher level cognitive control needed for locomotor tasks among patients with Parkinson's disease? *Brain Topogr*. 2017;0(0):0.
12. Wu H, Chen H, Chen W, Lu C, Yu C, Chen H, et al. A novel instrumented walker for individualized visual cue setting for gait training in patients with Parkinson's disease. *Assist Technol* [Internet]. 2018;00(00):1–11. Available from: <https://doi.org/10.1080/10400435.2018.1525442>
13. Almajid R, Goel R, Tucker C, Keshner E. Balance confidence and turning behavior as a measure of fall risk. *Gait Posture* [Internet]. 2020;80(May):1–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.05.020>
14. Armstrong MJ, Okun MS. Diagnosis and treatment of Parkinson disease: a review. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2020;323(6):548–60.
15. Bouça-Machado R, Pona-Ferreira F, Gonçalves N, Leitão M, Cacho R, Castro-Caldas A, et al. Outcome measures for evaluating the effect of a multidisciplinary intervention on axial symptoms of Parkinson's disease. *Front Neurol*. 2020;11(May):1–8.
16. Tosserams A, de Vries NM, Bloem BR, Nonnekes J. Multidisciplinary care to optimize functional mobility in Parkinson disease. *Clin Geriatr Med*. 2020;36(1):159–72.

17. Tomlinson, Claire L; Patel, S; Clarke, CE; Stowe RSL. Physiotherapy versus placebo or no intervention in Parkinson's disease (review). *Cochrane Collab.* 2012;(7).
18. Tomlinson CL, Patel S, Herd CP, Clarke CE, Stowe R, Ives N. Physiotherapy intervention in Parkinson's disease: systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2012;5004(August):1–14.
19. Lu C, Twedell E, Elbasher R, McCabe M, MacKinnon CD, Cooper SE. Avoiding virtual obstacles during treadmill gait in Parkinson's disease. *Front Aging Neurosci.* 2019;11(APR):1–9.
20. Corrêa PS, Pagnussat AS, Cabeleira MEP, Schifino GP, Rieder CR de M, Silva Junior N, et al. Is the dopaminergic loss associated with gait and postural impairments in subjects with Parkinson's disease at different motor stages? *Eur J Neurosci.* 2019;(June):1–7.
21. Ray Dorsey E, Elbaz A, Nichols E, Abd-Allah F, Abdelalim A, Adsuar JC, et al. Global, regional, and national burden of Parkinson's disease, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol.* 2018;17(11):939–53.
22. Trist BG, Hare DJ, Double KL. Oxidative stress in the aging substantia nigra and the etiology of Parkinson's disease. *Aging Cell.* 2019;18(6):1–23.
23. Yan F, Chen Y, Li M, Wang Y, Zhang W, Chen X, et al. Gastrointestinal nervous system a-synuclein as a potential biomarker of Parkinson disease. *Med (United States).* 2018;97(28):1–8.
24. Rocha EM, De Miranda B, Sanders LH. Alpha-synuclein: Pathology, mitochondrial dysfunction and neuroinflammation in Parkinson's disease. *Neurobiol Dis.* 2018;109:249–57.
25. Gaßner H, Steib S, Klamroth S, Pasluosta CF, Adler W, Eskofier BM, et al. Perturbation treadmill training improves clinical characteristics of gait and balance in Parkinson's disease. *J Parkinsons Dis.* 2019;1–14.
26. Uhrbrand A, Stenager E, Pedersen MS, Dal- U. Parkinson's disease and intensive exercise therapy - a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Neurol Sci [Internet].* 2015; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jns.2015.04.004>
27. Manenti R, Cotelli MS, Cobelli C, Gobbi E, Brambilla M, Rusich D, et al. Combined treatment is a useful approach in the management of mood and cognition in PD. Transcranial Direct Current Stimulation combined with cognitive training for the treatment of Parkinson disease: a randomized, placebo-controlled study. *Brain Stimul [Internet].* 2018; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.07.046>
28. Curtze C, Nutt JG, Carlson-kuhta P, Mancini M, Horak FB. Levodopa is a double-edged sword for balance and gait in people with Parkinson's disease. *Mov Disord.* 2015;30(10):1361–70.
29. Sacheli MA, Murray DK, Vafai N, Cherkasova M V., Dinelle K, Shahinfard E, et al. Habitual exercisers versus sedentary subjects with Parkinson's disease: Multimodal PET and fMRI study. *Mov Disord.* 2018;33(12):1945–50.
30. Schlachetzki JCM, Barth J, Marxreiter F, Gossler J, Kohl Z, Reinfelder S, et al. Wearable sensors objectively measure gait parameters in Parkinson's disease. *PLoS One.* 2017;1–18.
31. Morris ME, Dreher T. Gait and posture virtual special issue “gait complexity in Parkinson's disease.” *Gait Posture [Internet].* 2020;78:89–90. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.11.021>

32. Cho C, Kunin M, Kudo K, Osaki Y, Olanow CW, Cohen B, et al. Frequency-velocity mismatch: a fundamental abnormality in Parkinsonian gait. *J Neurol*. 2019;1478–89.
33. Kleiner A, Galli M, Gaglione M, Hildebrand D, Sale P, Albertini G, et al. The parkinsonian gait spatiotemporal parameters quantified by a dingle inertial sensor before and after automated mechanical peripheral stimulation treatment. *Hindawi*. 2015;2015.
34. Rodrigues A dos S. Efeitos de um treino de marcha associado à prática mental sobre o desempenho da marcha em pacientes com doença de Parkinson. 2018;
35. Maidan I, Nieuwhof F, Bernad-elazari H, Reelick MF, Bloem BR, Giladi N, et al. The role of the frontal lobe in complex walking among patients with Parkinson's disease and healthy older adults: an fNIRS study. *Neurorehabil Neural Repair*. 2016;9.
36. Mendel T, Barbosa WO, Sasaki AC, Therapy E. Dupla tarefa como estratégia terapêutica em fisioterapia neurofuncional: uma revisão da literatura. *Acta Fisiatria*. 2015;206–11.
37. Hung YT, Chen LC, Wu RM, Huang CY. The effects of task prioritization on dual-tasking postural control in patients with Parkinson disease who have different postural impairments. *Arch Phys Med Rehabil [Internet]*. 2020; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.02.014>
38. Yamada P de A, Amaral-Felipe KM, Spinoso DH, Abreu DCC de, Stroppa-Marques AEZ, Faganello-Navega FR. Everyday tasks impair spatiotemporal variables of gait in older adults with Parkinson's disease. *Hum Mov Sci [Internet]*. 2020;70(February):102591. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2020.102591>
39. Hall JM, Shine JM, Ehgoetz KA, Moran M, Kathryn G, Szeto JYY, et al. Alterations in white matter network topology contribute to freezing of gait in Parkinson's disease. *J Neurol [Internet]*. 2018;(0123456789). Available from: <https://doi.org/10.1007/s00415-018-8846-3>
40. Stuart S, Vitorio R, Morris R, Martini DN, Fino PC, Mancini M. Cortical activity during walking and balance tasks in older adults and in people with Parkinson's disease: a structured review. *Maturitas [Internet]*. 2018;113(February):53–72. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.04.011>
41. Stuart S, Belluscio V, Quinn JF, Mancini M. Pre-frontal cortical activity during walking and turning is reliable and differentiates across young, older adults and people with Parkinson's disease. *Front Neurol*. 2019;10(May):1–11.
42. Kim SM, Kim DH, Yang Y, Ha SW, Han JH. Gait patterns in Parkinson's disease with or without cognitive impairment. *Dement Neurocognitive Disord*. 2018;17(2):57.
43. Horak FB, Mancini M, Carlson-kuhta P, Nutt JG, Salarian A. Balance and gait represent independent domains of mobility in Parkinson disease. *Phys Ther*. 2016;96(9):1364–71.
44. Gao C, Liu J, Tan Y, Chen S. Freezing of gait in Parkinson's disease: Pathophysiology, risk factors and treatments. *Transl Neurodegener*. 2020;9(1):1–22.
45. Pelicioni PHS, Tijjsma M, Lord SR, Menant J. Prefrontal cortical activation measured by fNIRS during walking: effects of age , disease and secondary task. 2019;
46. Capato TTC, Nonnekes J, Barbosa ER, Bloem BR. Internal and external

- compensation strategies to alleviate upper limb freezing in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* [Internet]. 2019;(January):1–2. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2019.03.008>
47. Rosenfeldt AB, Penko AL, Streicher MC, Zimmerman NM, Miller M, Alberts JL. Improvements in temporal and postural aspects of gait vary following single - and multi-modal training in individuals with Parkinson's disease. *Park Relat Disord* [Internet]. 2019;(May):0–1. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2019.05.021>
  48. Mirelman A, Bonato P, Camicioli R, Ellis TD, Giladi N, Hamilton JL, et al. Gait impairments in Parkinson's disease. *Lancet Neurol*. 2019;18(7):697–708.
  49. Lopes LKR, Scianni AA, Lima LO, Lana R de C, Rodrigues-De-Paula F. The Mini-BESTest is an independent predictor of falls in Parkinson disease. *Brazilian J Phys Ther* [Internet]. 2019;(xx):8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.07.006>
  50. Cabeleira MEP, Pagnussat AS, do Pinho AS, Asquidamini ACD, Freire AB, Pereira BT, et al. Impairments in gait kinematics and postural control may not correlate with dopamine transporter depletion in individuals with mild to moderate Parkinson's disease. *Eur J Neurosci*. 2019;49(12):1640–8.
  51. Passos E, Bartmann L, Gomes F. Aspectos biomecânicos da locomoção de pessoas com doença de Parkinson: revisão narrativa. *Rev Bras da Ciência do Esporte*. 2017;39(4):450–7.
  52. Mak MK, Wong-Yu IS, Shen X, Chung CL. Long-term effects of exercise and physical therapy in people with Parkinson disease. *Nat Rev Neurol*. 2017;13(11):689–703.
  53. Maidan I, Shustak S, Sharon T, Bernad-elazari H, Ge N. Brain and cognition prefrontal cortex activation during obstacle negotiation: What's the effect size and timing? *Brain Cogn*. 2018;122(November 2017):45–51.
  54. Walshe EA, Roche RAP, Ward C, Patterson M, O'Neill D, Collins R, et al. Comparable walking gait performance during executive and non-executive cognitive dual-tasks in chronic stroke: a pilot study. *Gait Posture* [Internet]. 2019;71(September 2018):181–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.05.004>
  55. Scalzo PL, Nova IC, Perracini MR, Sacramento DRC, Cardoso F, Ferraz HB, et al. Validation of the Brazilian version of the berg balance scale for patients with Parkinson's disease. *Arq Neuropsiquiatr*. 2009;67(3 B):831–5.
  56. Kegelmeyer DA, Kloos AD, Thomas KM, Kostyk SK. Reliability and validity of the Tinetti Mobility Test for individuals with Parkinson disease. *Phys Ther*. 2007;87(10):1369–78.
  57. Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Phys Ther*. 2009;89.
  58. Souza C de O, Voos MC, Barbosa AF, Chen J, Francato DCV, Milosevic M, et al. Relationship between posturography, clinical balance and executive function in Parkinson's disease. *J Mot Behav*. 2019;51(2):212–21.
  59. Soares VMRP de TC de CÉMSLN de C. Análise das variáveis de distância da marcha de pacientes com acidente vascular encefálico. *ConScientiae Saúde*. 2008;
  60. Mitchell T, Conradsson D, Paquette C. Gait and trunk kinematics during prolonged turning in Parkinson's disease with freezing of gait. *Park Relat Disord* [Internet]. 2019;64:188–93. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2019.04.011>

61. Schaafsma JD, Balash Y, Gurevich T, Bartels AL, Hausdorff JM, Giladi N. Characterization of freezing of gait subtypes and the response of each to levodopa in Parkinson's disease. *Eur J Neurol*. 2003;391–8.
62. Arias P, Espinosa N, Robles-garcía V, Cao R, Cudeiro J. Antagonist muscle co-activation during straight walking and its relation to kinematics: Insight from young, elderly and Parkinson's disease. *Brain Res [Internet]*. 2012;1455:124–31. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainres.2012.03.033>
63. Mcisaac TL, Lamberg EM, Muratori LM. Building a framework for a dual task taxonomy. *Hindawi*. 2015;2015.
64. Plotnik M, Dagan Y, Gurevich T. Effects of cognitive function on gait and dual tasking abilities in patients with Parkinson's disease suffering from motor response fluctuations. *Exp Brain Res*. 2011;169–79.
65. Salkovic D, Hobert MA, Bellut C, Funer F, Renno S, Haertner L, et al. Evidence for a selectively regulated prioritization shift depending on walking situations in older adults. *Front Aging Neurosci*. 2017;9(April):1–9.
66. Brittain J, Cagnan H. Recent trends in the use of electrical neuromodulation in Parkinson's disease. *Curr Behav Neurosci Reports*. 2018;170–8.
67. RC. Schlenstedta, A. Shalasha, M. Muthuramana, D. Falkd KW and GD. Effect of high-frequency subthalamic neurostimulation on gait and freezing of gait in Parkinson's disease: a systematic review and. *Eur J Neurol*. 2016;
68. Benninger DH, Hallett M. Non-invasive brain stimulation for Parkinson's disease: Current concepts and outlook 2015. *NeuroRehabilitation*. 2015;37:11–24.
69. Kennedy NI, Lee WH, Frangou S. Efficacy of non-invasive brain stimulation on the symptom dimensions of schizophrenia: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur Psychiatry [Internet]*. 2018;49:69–77. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eurpsy.2017.12.025>
70. Fertonani A, Miniussi C. Transcranial electrical stimulation: what we know and do not know about mechanisms. *Neurosci Biobehav Rev*. 2016;
71. Stagg CJ, Nitsche MA. Physiological basis of transcranial direct current stimulation. *Neurosci*. 2011;
72. Gill J, Shah-basak PP, Hamilton R. It's the thought that counts: examining the task-dependent effects of transcranial direct current stimulation on executive function. *Brain Stimul [Internet]*. 2015;8(2):253–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.brs.2014.10.018>
73. Jia F, Wagle Shukla A, Hu W, Almeida L, Holanda V, Zhang J, et al. Deep brain stimulation at variable frequency to improve motor outcomes in Parkinson's disease. *Mov Disord Clin Pract*. 2018;5(5):538–41.
74. Lee HK, Ahn SJ, Shin YM, Kang N, Cauraugh JH. Does transcranial direct current stimulation improve functional locomotion in people with Parkinson's disease? A systematic review and meta-analysis. *J Neuroeng Rehabil*. 2019;4:1–13.
75. Sato K, Aita N, Hokari Y, Kitahara E, Tani M, Izawa N, et al. Balance and gait improvements of postoperative rehabilitation in patients with Parkinson's disease treated with Subthalamic Nucleus Deep Brain Stimulation (STN-DBS). *Hindawi*. 2019;2019:5.
76. Janssen S, Bolte B, Nonnekes J, Bittner M, Bloem BR, Heida T, et al. Usability of three-dimensional augmented visual cues delivered by smart glasses on (Freezing of) gait in parkinson's disease. *Front Neurol*. 2017;8(JUN):1–10.
77. Triegaardt J, Han TS, Sada C, Sharma S, Sharma P. The role of virtual reality

- on outcomes in rehabilitation of Parkinson's disease: meta-analysis and systematic review in 1031 participants. *Neurol Sci.* 2020;41(3):731–2.
78. Abbasi J. Augmented reality takes Parkinson disease dance therapy out of the classroom. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2017;317(4):346–8.
  79. Yi Chen, Qiang Gao, Cheng-Qi He RB. Effect of virtual reality on balance in individuals with Parkinson disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Neurology.* 2019;1–29.
  80. García-Casares N, Martín-Colom JE, García-Arnés JA. Music therapy in Parkinson's disease. *J Am Med Dir Assoc [Internet].* 2018;19(12):1054–62. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2018.09.025>
  81. Pereira APS, Marinho V, Gupta D, Magalhães F, Ayres C, Teixeira S. Music therapy and dance as gait rehabilitation in patients with Parkinson disease: a review of evidence. *J Geriatr Psychiatry Neurol.* 2019;32(1):49–56.
  82. Michels K, Dubaz O, Hornthal E, Bega D. “Dance Therapy” as a psychotherapeutic movement intervention in Parkinson's disease. *Complement Ther Med [Internet].* 2018;40:248–52. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.07.005>
  83. De Natale ER, Paulus KS, Aiello E, Sanna B, Manca A, Sotgiu G, et al. Dance therapy improves motor and cognitive functions in patients with Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation.* 2017;40(1):141–4.
  84. Carroll LM, Volpe D, Morris ME, Saunders J, Clifford AM. Aquatic exercise therapy for people with Parkinson disease: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil [Internet].* 2017;98(4):631–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2016.12.006>
  85. Mikos V, Heng CH, Tay A, Yen SC, Chia NSY, Koh KML, et al. A Wearable, patient-adaptive freezing of gait detection system for biofeedback cueing in Parkinson's disease. *IEEE Trans Biomed Circuits Syst.* 2019;13(3):503–15.
  86. Cugusi L, Manca A, Dragone D, Deriu F, Solla P, Secci C, et al. Nordic walking for the management of people with Parkinson's disease: a systematic review. *PM&R [Internet].* 2017; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2017.06.021>
  87. Chang WH, Kim MS, Park E, Cho JW, Youn J, Kim YK, et al. Effect of dual-mode and dual-site non-invasive brain stimulation on freezing of gait in patients with Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil [Internet].* 2017; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2017.01.011>
  88. Killane I, Fearon C, Newman L, McDonnell C, Waechter SM, Sons K, et al. Dual motor-cognitive virtual reality training impacts dual-task performance in freezing of gait. *IEEE Trans Biomed Circuits Syst.* 2015;19(6):1855–61.
  89. Pelosin E, Barella R, Bet C, Magioncalda E, Putzolu M, Biasio F Di, et al. Clinical Study Effect of Group-Based Rehabilitation Combining Action Observation with Physiotherapy on Freezing of Gait in Parkinson ' s Disease. 2018;2018.
  90. Bekkers EMJ, Dijkstra BW, Dockx K, Heremans E, Verschueren SMP, Nieuwboer A. Clinical balance scales indicate worse postural control in people with Parkinson's disease who exhibit freezing of gait compared to those who do not: A meta-analysis. *Gait Posture [Internet].* 2017;56:134–40. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.05.009>
  91. Silva KG, Freitas TB De, Doná F, Ganança FF, Ferraz HB, Torriani-pasin C, et al. Effects of virtual rehabilitation versus conventional physical therapy on postural control , gait , and cognition of patients with Parkinson's disease :

- study protocol for a randomized controlled feasibility trial. *Pilot Feasibility Stud.* 2017;1–9.
92. Santos-Lobato BL, Schumacher-Schuh AF, Rieder CRM, Hutz MH, Borges V, Ferraz HB, et al. Diagnostic prediction model for levodopa-induced dyskinesia in Parkinson's disease. *Arq Neuropsiquiatr.* 2020;78(4):206–16.
  93. Yitayeh A, Teshome A. The effectiveness of physiotherapy treatment on balance dysfunction and postural instability in persons with Parkinson's disease : a systematic review and meta-analysis. *BMC Sports Sci Med Rehabil* [Internet]. 2016;1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13102-016-0042-0>

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### **“Efetividade da eletroestimulação transcraniana por corrente contínua aguda sobre o equilíbrio e a marcha na doença de Parkinson”**

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo (a) para participar da pesquisa **“Efetividade da eletroestimulação transcraniana por corrente contínua aguda sobre o equilíbrio e a marcha na doença de Parkinson”**, a ser realizada no “Centro de Educação Física e Esporte - CEFÉ”, localizado na Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid - PR 445 Km 380 – Londrina, Paraná. O objetivo da pesquisa é verificar a efetividade da eletroestimulação transcraniana por corrente contínua aguda sobre o equilíbrio e a marcha em pacientes com doença de Parkinson. Sua participação é muito importante e ela se daria da seguinte forma: inicialmente será realizada avaliação do equilíbrio e da marcha normal, marcha associada à tarefa cognitiva, marcha ultrapassando obstáculo e marcha com giro. Após aleatorização dos grupos e avaliação inicial, será realizada uma das seguintes opções: 1) eletroestimulação transcraniana por corrente contínua sobre a área de Cz durante 20 minutos, 2) eletroestimulação transcraniana por corrente contínua sobre as áreas de C3, Cz e C4 durante 20 minutos, 3) eletroestimulação transcraniana por corrente contínua placebo durante 20 minutos, ou 4) Palestra sobre os sintomas motores da doença de Parkinson com duração de 20 minutos. Após esses 20 minutos, todos os grupos realizarão uma sessão de fisioterapia com duração de 30 minutos, com exercícios que objetivam a melhora do equilíbrio e da marcha. Ao término da fisioterapia será realizada avaliação final para mensuração dos dados. Esclarecemos que sua participação é totalmente voluntária, podendo o (a) senhor (a): recusar-se a participar ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Esclarecemos, também, que suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade.

Esclarecemos ainda, que o(a) senhor(a) não pagará e nem será remunerado(a) por sua participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da

pesquisa (transporte para o local da avaliação) serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação.

Os benefícios esperados são a melhora do equilíbrio e da marcha. Quanto aos riscos, tanto os procedimentos de avaliação quanto a eletroestimulação e a fisioterapia não apresentam riscos previsíveis aos sujeitos e diante qualquer eventualidade que possa acontecer serão tomadas todas as providências cabíveis pela coordenadora do projeto para a rápida e eficaz resolução do problema.

Caso o(a) senhor(a) tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá nos contatar **Profa Dra Suhaila Smali Santos (responsável pela pesquisa)**, Rua Luiz Natal Bonin, nº. 580, casa 26, Fones : 3321-5870 / 9979-2828 – e-mail: [suhaila@uel.br](mailto:suhaila@uel.br)), ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: [cep268@uel.br](mailto:cep268@uel.br).

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue ao(à) senhor(a).

Londrina, 14 de agosto de 2018.

**Pesquisador Responsável**

RG: 21.878.044-8

\_\_\_\_\_,  
tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**ANEXOS**

## ANEXO A

### NORMAS DA REVISTA GAIT & POSTURE

#### GAIT & POSTURE

##### Description

Gait & Posture is a vehicle for the publication of up-to-date basic and clinical research on all aspects of locomotion and balance. The topics covered include: Techniques for the measurement of gait and posture, and the standardization of results presentation; Studies of normal and pathological gait; Treatment of gait and postural abnormalities; Biomechanical and theoretical approaches to gait and posture; Mathematical models of joint and muscle mechanics; Neurological and musculoskeletal function in gait and posture; The evolution of upright posture and bipedal locomotion; Adaptations of carrying loads, walking on uneven surfaces, climbing stairs etc; spinal biomechanics only if they are directly related to gait and/or posture and are of general interest to our readers; The effect of aging and development on gait and posture; Psychological and cultural aspects of gait; Patient education. Index bound in last issue of year.

For details of the GCMAS, ESMAC, SIAMOC, ISPGR please visit their web sites through these links.

##### Audience

Orthopaedic surgeons, neurologists, rheumatologists, podiatrists/chiropractors, physiatrists, physical and occupational therapists, research professionals, psychologists, physiologists, bioengineers, kinesiologists, ergonomists and those with an interest in elite performance.

##### Impact Factor

2019: 2.349 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2020

#### GUIDE FOR AUTHORS

##### JOURNAL DESCRIPTION

Gait and Posture publishes new and innovative basic and clinical research on all aspects of human movement, locomotion and balance. The topics covered include: Techniques for the measurement of gait and posture, and the standardization of results presentation; Studies of normal and pathological gait; Treatment of gait and postural abnormalities; Biomechanical and theoretical approaches to gait and posture; Mathematical models of joint and muscle mechanics; Neurological and musculoskeletal function in gait and posture; The evolution of upright posture and bipedal locomotion; Adaptations of carrying loads, walking on uneven surfaces, climbing stairs, running and performing other movements. Spinal biomechanics only if they are directly related to gait and/or posture and are of general interest to our readers; The effect of aging and development on gait and posture; Psychological and cultural aspects of gait; Patient education.

## **Submission checklist**

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details. Ensure that the following items are present: One author has been designated as the corresponding author with contact details: E-mail address Full postal address All necessary files have been uploaded: Manuscript: Include 3-5 keywords Include a structured abstract (see below for format) All figures (include relevant captions) All tables (including titles, description, footnotes) Ensure all figure and table citations in the text match the files provided Indicate clearly if color should be used for any figures in print Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable) Supplemental files (where applicable) Further considerations Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked' All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet) A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare Journal policies detailed in this guide have been reviewed Referee suggestions and contact details provided, Based on journal requirements For further information, visit our Support Center Support Center.

## **BEFORE YOU BEGIN**

### **Ethics in publishing**

Please see our information pages on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication.

### **Declaration of interest**

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. More information.

### **Submission declaration and verification**

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see 'Multiple, redundant or concurrent publication' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Crossref Similarity Check. Preprints Please note that preprints can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's sharing policy.

Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see 'Multiple, redundant or concurrent publication' for more information).

### **Use of inclusive language**

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Content should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader; contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition; and use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, stereotypes, slang, reference to dominant culture and/or cultural assumptions. We advise to seek gender neutrality by using plural nouns ("clinicians, patients/clients") as default/wherever possible to avoid using "he, she," or "he/she." We recommend avoiding the use of descriptors that refer to personal attributes such as age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition unless they are relevant and valid. These guidelines are meant as a point of reference to help identify appropriate language but are by no means exhaustive or definitive.

### **Author contributions**

For transparency, we encourage authors to submit an author statement file outlining their individual contributions to the paper using the relevant CRediT roles: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Funding acquisition; Investigation; Methodology; Project administration; Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing - original draft; Writing - review & editing. Authorship statements should be formatted with the names of authors first and CRediT role(s) following. More details and an example

### **Authorship**

All authors should have made substantial contributions to all of the following: (1) the conception and design of the study, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data, (2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content, (3) final approval of the version to be submitted.

### **Changes to authorship**

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors before submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only before the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the corresponding author: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors after the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

### **Clinical trial results**

In line with the position of the International Committee of Medical Journal Editors, the journal will not consider results posted in the same clinical trials registry in which primary registration resides to be prior publication if the results posted are presented in the form of a brief structured (less than 500 words) abstract or table. However, divulging results in other circumstances (e.g., investors' meetings) is discouraged and may jeopardise consideration of the manuscript. Authors should fully disclose all posting in registries of results of the same or closely related work.

### **Article transfer service**

This journal is part of our Article Transfer Service. This means that if the Editor feels your article is more suitable in one of our other participating journals, then you may be asked to consider transferring the article to one of those. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. Please note that your article will be reviewed again by the new journal. More information.

### **Copyright**

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see more information on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement. Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases. For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (more information). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of user license.

### **Author rights**

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. More information. Elsevier supports responsible sharing Find out how you can share your research published in Elsevier journals.

### **Role of the funding source**

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

### **Open access**

Please visit our Open Access page for more information. Elsevier Researcher Academy Researcher Academy is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for

research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease. Language (usage and editing services) Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's Author Services.

### **Submission**

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail. Submit your article Please submit your article via <https://www.editorialmanager.com/GAIPOS>.

## **PREPARATION**

### **Peer review**

This journal operates a single blind review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. More information on types of peer review. Introduction State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

1. Article types accepted are: Original Article (Full Paper or Short Communication), Review Article, Book Review. Word limits are as follows: Full Paper 3,000 words plus no more than 6 figures/ tables in total; Short Communication 1,200 words plus no more than 3 figures/tables in total. The recommended word limit for Review Papers is 6,000 words. The word limits are non-inclusive of figures, tables, references, and abstracts. If the Editor feels that a paper submitted as a Full Paper would be more appropriate for the Short Communications section, then a shortened version will be requested. References should be limited to 30 for Full Papers; and 15 for Short Papers; there is no limit for review articles. A structured abstract of no more than 300 words should appear at the beginning of each Article. Authors must state the number of words when submitting. Short Communications are intended to introduce new techniques that improve the analysis and evaluation of human movement. This article type is not for preliminary or case studies, and such submissions will be rejected without review. Authors submitting a Short Communication should justify why it is a Short Communication rather than a Full Paper in their cover letter. Gait and Posture does not accept case reports. All papers should contribute to improved understanding of human movement, particularly in clinical populations, and must therefore include a statement of significance in both the structured abstract and the main text. The contribution may be methodological; however Articles that simply validate existing methods or technologies are discouraged. Validation of methodology should instead be included within a larger study in which the methodology is used to answer a clinically relevant question.

2. All publications will be in English. Authors whose 'first' language is not English should arrange for their manuscripts to be written in idiomatic English before submission. A concise style avoiding jargon is preferred.
3. Authors should supply up to five keywords that may be modified by the Editors.
4. Authors should include a structured abstract of no more than 300 words including the following headings: Background, Research question, Methods, Results and Significance. The scientific and clinical background should be explained in 1-2 sentences. One clear scientifically relevant question should be derived from the background which represents the principle research question of the paper. This should be framed specifically as a question not simply as a description. The Methods section should summarise the core study methodology including the type of study (prospective/retrospective, intervention etc), procedures, number of participants and statistical methods. The Results section should summarise the study's main findings. The Significance section should place the results into context. Furthermore this section should highlight the clinical and/or scientific importance of the work, answering the question "so what?" This section should not simply repeat the study results or conclusions.
5. Acknowledgements should be included in the title page. Include external sources of support.
6. The text should be ready for setting in type and should be carefully checked for errors. Scripts should be typed double-spaced on one side of the paper only. Please do not underline anything, leave wide margins and number every sheet. Do not include line numbers as these will be added automatically by the submission system.
7. All illustrations should accompany the typescript, but not be inserted in the text. Refer to photographs, charts, and diagrams as 'figures' and number consecutively in order of appearance in the text. Substantive captions for each figure explaining the major point or points should be typed on a separate sheet. Do not include line numbers as these will be added automatically by the submission system.
8. Tables should be presented on separate sheets of paper and labelled consecutively but the captions should accompany the tables.
9. Authors should also note that files containing text, figures, tables or multimedia data can be placed in a supplementary data file which will be accessible via ScienceDirect (see later section for further details).

### **What information to include with the manuscript**

Having read the criteria for submissions, authors should specify in their letter of transmittal whether they are submitting their work as an Original Article (Full Paper or Short Communication), Review Article, or Book Review. Emphasis will be placed upon originality of concept and execution. Only papers not previously published will be accepted. Comments regarding articles published in the Journal are solicited and should be sent as "Letter to the Editor". Such Letters are subject to editorial review. They should be brief and succinct. When a published article is subjected to comment

or criticism, the authors of that article will be invited to write a letter or reply. A letter of transmittal must include the statement, "Each of the authors has read and concurs with the content in the final manuscript. The material within has not been and will not be submitted for publication elsewhere except as an abstract." The letter of transmittal must be from all co-authors. All authors should have made substantial contributions to all of the following: (1) the conception and design of the study, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data, (2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content, (3) final approval of the version to be submitted. All contributors who do not meet the criteria for authorship as defined above should be listed in an acknowledgements section. Examples of those who might be acknowledged include a person who provided purely technical help, writing assistance, or a department chair who provided only general support. Authors should disclose whether they had any writing assistance and identify the entity that paid for this assistance. Work on human beings that is submitted to *Gait & Posture* should comply with the principles laid down in the Declaration of Helsinki; Recommendations guiding physicians in biomedical research involving human subjects. Adopted by the 18th World Medical Assembly, Helsinki, Finland, June 1964, amended by the 29th World Medical Assembly, Tokyo, Japan, October 1975, the 35th World Medical Assembly, Venice, Italy, October 1983, and the 41st World Medical Assembly, Hong Kong, September 1989. The manuscript should contain a statement that the work has been approved by the appropriate ethical committees related to the institution(s) in which it was performed and that subjects gave informed consent to the work. Studies involving experiments with animals must state that their care was in accordance with institution guidelines. Patients' and volunteers' names, initials, and hospital numbers should not be used. All Articles should include a justification of their sample size. While there is no set requirement for minimum sample size, studies considered to have too small a sample size to answer the research question will be rejected. At the end of the text, under a subheading "Conflict of interest statement" all authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organisations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential conflicts of interest include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. All sources of funding should be declared as an acknowledgement. Authors should declare the role of study sponsors, if any, in the study design, in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the manuscript; and in the decision to submit the manuscript for publication. If the study sponsors had no such involvement, the authors should so state. Authors are encouraged to suggest referees although the choice is left to the Editors. If you do, please supply their postal address and email address, if known to you.

Please note that papers are subject to single-blind review whereby authors are blinded to reviewers.

### **Randomised controlled trials**

All randomised controlled trials submitted for publication in *Gait & Posture* should include a completed Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) flow chart. Please refer to the CONSORT statement website at <http://www.consort-statement.org> for more information. The Journal has adopted the proposal from the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) which require, as a condition of consideration for publication of clinical trials, registration in a public trials

registry. Trials must register at or before the onset of patient enrolment. The clinical trial registration number should be included at the end of the abstract of the article. For this purpose, a clinical trial is defined as any research project that prospectively assigns human subjects to intervention or comparison groups to study the cause-and-effect relationship between a medical intervention and a health outcome. Studies designed for other purposes, such as to study pharmacokinetics or major toxicity (e.g. phase I trials) would be exempt. Further information can be found at <http://www.icmje.org>.

### **Review and Publication Process**

1. You will receive an acknowledgement of receipt of the manuscript by the Editorial Office before the manuscript is sent to referees. Please contact the Editorial Office if you do not receive an acknowledgement. Following assessment one of the following will happen:

A: The paper will be accepted directly. The corresponding author will be notified of acceptance by email or letter. The Editor will send the accepted paper to Elsevier for publication.

B: The paper will be accepted subject to minor amendments. The corrections should be made and the paper returned to the Editor for checking. Once the paper is accepted it will be sent to production.

C: The paper will be rejected outright as being unsuitable for publication in Gait and Posture.

2. By submitting a manuscript, the authors agree that the copyright for their article is transferred to the publisher if and when the article is accepted for publication. (<https://www.elsevier.com/copyright>).

3. Page proofs will be sent to the corresponding author for correction, although at this stage any changes should be restricted to typographical errors. Other than these, any substantial alterations may be charged to the authors. Proofs will be sent preferably by e-mail as a PDF file (although they can be sent by overland post) and must be rapidly checked and returned. Please ensure that all corrections are sent back in one communication. Subsequent corrections will not be possible.

4. An order form for reprints will accompany the proofs.

### **Essential title page information**

- Title. Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- Author names and affiliations. Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- Corresponding author. Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility

includes answering any future queries about Methodology and Materials. Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.

- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

### **Highlights**

Highlights are optional yet highly encouraged for this journal, as they increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any). Please have a look at the examples here: example Highlights. Highlights should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

### **Keywords**

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes. Formatting of funding sources List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements: Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa]. It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding. If no funding has been provided for the research, please include the following sentence: This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

### **Artwork**

**Electronic artwork** General points Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork. Embed the used fonts if the application provides that option. Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar. Number the illustrations according to their sequence in the text. Use a logical naming convention for your artwork files. Provide captions to illustrations separately. Size the illustrations close to the desired dimensions of the printed version. Submit each illustration as a separate file. A detailed guide on electronic artwork is available. You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here. **Formats** If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format. Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/ halftone combinations given

below): EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts. TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi. TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi. TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

**Please do not:** Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors; Supply files that are too low in resolution; Submit graphics that are disproportionately large for the content; Supply more than 6 figures per manuscript.

### References

All author names should be listed unless there are more than 6 authors, in which case the first 6 names should be listed followed by et al. Data references This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article. Reference management software Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley. Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. More information on how to remove field codes from different reference management software.

### Reference style

**Text:** Indicate references by number(s) in square brackets in line with the text. The actual authors can be referred to, but the reference number(s) must always be given. Example: '..... as demonstrated [3,6]. Barnaby and Jones [8] obtained a different result ....' **List:** Number the references (numbers in square brackets) in the list in the order in which they appear in the text. Examples: Reference to a journal publication: [1] J. van der Geer, J.A.J. Hanraads, R.A. Lupton, The art of writing a scientific article, *J. Sci. Commun.* 163 (2010) 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>. Reference to a journal publication with an article number: [2] J. van der Geer, J.A.J. Hanraads, R.A. Lupton, 2018. The art of writing a scientific article. *Heliyon.* 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>. Reference to a book: [3] W. Strunk Jr., E.B. White, *The Elements of Style*, fourth ed., Longman, New York, 2000. Reference to a chapter in an edited book: [4] G.R. Mettam, L.B. Adams, How to prepare an electronic version of your article, in: B.S. Jones, R.Z. Smith (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*, E-Publishing Inc., New York, 2009, pp. 281–304. Reference to a website:

- [5] Cancer Research UK, Cancer statistics reports for the UK. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/>, 2003 (accessed 13 March 2003). Reference to a dataset: [dataset]
- [6] M. Oguro, S. Imahiro, S. Saito, T. Nakashizuka, Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions, Mendeley Data, v1, 2015. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

### **Data visualization**

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions here to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

### **Supplementary material**

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

### **Research data**

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project. Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the research data page.

### **Data linking**

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described. There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the database linking page. For supported data repositories a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect. In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

### **Mendeley Data**

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to Mendeley Data. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online. For more information, visit the Mendeley Data for journals page.

### **Data statement**

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the Data Statement page.

## **AFTER ACCEPTANCE**

### **Online proof correction**

To ensure a fast publication process of the article, we kindly ask authors to provide us with their proof corrections within two days. Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors. If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

### **Offprints**

The corresponding author will, at no cost, receive a customized Share Link providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's Author Services. Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

**AUTHOR INQUIRIES**

Visit the Elsevier Support Center to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch. You can also check the status of your submitted article or find out when your accepted article will be published.

## ANEXO B

## PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFETIVIDADE DA ELETOESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTINUA NOS ASPECTOS MOTORES E NÃO MOTORES DA DOENÇA DE PARKINSON: ENSAIO CLÍNICO ALEATORIO

**Pesquisador:** Suhaila Mahmoud Smaili Santos

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 53185616.0.0000.5231

**Instituição Proponente:** CCS - Departamento de Fisioterapia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.453.410

Coordenação CEP/UEL

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_652115.pdf	15/03/2016 11:09:53		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Modelo_CEP_ETCC_novo.doc	15/03/2016 11:09:19	Suhaila Mahmoud Smaili Santos	Aceito
Outros	Carta_autorizacao_Casa.pdf	13/01/2016 16:04:05	Suhaila Mahmoud Smaili Santos	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_ETCC_Completo_ok.docx	13/01/2016 15:59:18	Suhaila Mahmoud Smaili Santos	Aceito
Folha de Rosto	Folha_Rosto_ok.pdf	13/01/2016 15:57:34	Suhaila Mahmoud Smaili Santos	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

LONDRINA, 16 de Março de 2016

Assinado por:  
Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli  
(Coordenador)

## ANEXO C

### ESCALA DE ESTADIAMENTO HOEHN & YAHR MODIFICADA

#### **Estágios da DP**

ESTÁGIO Ø: Nenhum sinal da doença

ESTÁGIO 1: Doença unilateral

ESTÁGIO 1,5: Envolvimento unilateral e axial

ESTÁGIO 2: Doença bilateral sem déficit de equilíbrio

ESTÁGIO 2,5: Doença bilateral leve, com recuperação no “teste do empurrão”

ESTÁGIO 3: Doença bilateral leve a moderada; alguma instabilidade postural; capacidade para viver independente

ESTÁGIO 4: Incapacidade grave, ainda capaz de caminhar ou permanecer de pé sem ajuda

ESTÁGIO 5: Confinado à cama ou cadeira de rodas a não ser que receba ajuda

## ANEXO D

### ESCALA UNIFICADA DE AVALIAÇÃO PARA A DOENÇA DE PARKINSON (UPDRS)

#### DOMÍNIO II

##### ATIVIDADES DA VIDA DIÁRIA

###### 5. Fala

0= normal

1= comprometimento superficial. Nenhuma dificuldade em ser entendido

2= comprometimento moderado. Solicitado a repetir frases, às vezes

3= comprometimento grave. Solicitado frequentemente a repetir frases

4= retraído, perda completa da motivação

###### 6. Salivação

0= normal

1= excesso mínimo de saliva, mas perceptível. Pode babar à noite

2= excesso moderado de saliva. Pode apresentar alguma baba (drooling)

3= excesso acentuado de saliva. Baba frequentemente

4= baba continuamente. Precisa de lenço constantemente

###### 7. Deglutição

0= normal

1= engasgos raros

2= engasgos ocasionais

3= deglute apenas alimentos moles

4= necessita de sonda nasogástrica ou gastrostomia

###### 8. Escrita

0= normal

1= um pouco lenta ou pequena

2= menor e mais lenta, mas as palavras são legíveis

3= gravemente comprometida. Nem todas as palavras são comprometidas

4= a maioria das palavras não são legíveis

###### 9. Cortar alimentos ou manipular

0= normal

1= lento e desajeitado, mas não precisa de ajuda

2= capaz de cortar os alimentos, embora desajeitado e lento. Pode precisar de ajuda

3= alimento cortado por outros, ainda pode alimentar-se, embora lentamente

4= precisa ser alimentado por outros

###### 10. Vestir

0= normal

1= lento mas não precisa de ajuda

2= necessita de ajuda para abotoar e colocar os braços em mangas de camisa

3= necessita de bastante ajuda, mas consegue fazer algumas coisas sozinho

4= não consegue vestir-se (nenhuma peça) sem ajuda

## 11. Higiene

0= normal

1= lento mas não precisa de ajuda

2= precisa de ajuda no chuveiro ou banheira, ou muito lento nos cuidados de higiene

3= necessita de assistência para se lavar, escovar os dentes, pentear-se, ir ao banheiro

4= sonda vesical ou outra ajuda mecânica

## 12. Girar no leito e colocar roupas de cama

0= normal

1= lento e desajeitado mas não precisa de ajuda

2= pode girar sozinho na cama ou colocar os lençóis, mas com grande dificuldade

3= pode iniciar, mas não consegue rolar na cama ou colocar lençóis

4= não consegue fazer nada

## 13. Quedas (não relacionadas ao freezing)

0= nenhuma

1= quedas raras

2= cai ocasionalmente, menos de uma vez por dia

3= cai, em média, uma vez por dia

4= cai mais de uma vez por dia

## 14. Freezing quando anda

0= nenhum

1= raro freezing quando anda, pode ter hesitação no início da marcha

2= freezing ocasional, enquanto anda

3= freezing frequente, pode cair devido ao freezing

4= quedas frequentes devido ao freezing

## 15. Marcha

0= normal

1= pequena dificuldade. Pode não balançar os braços ou tende a arrastar as pernas

2= dificuldade moderada, mas necessita de pouca ajuda ou nenhuma

3= dificuldade grave na marcha, necessita de assistência

4= não consegue andar, mesmo com ajuda

## 16. Tremor

0= ausente

1= presente, mas infrequente

2= moderado, mas incomoda o paciente

3= grave, interfere com muitas atividades

4= marcante, interfere na maioria das atividades

## 17. Queixas sensitivas relacionadas ao parkinsonismo

0= nenhuma

1= dormência e formigamento ocasional, alguma dor

2= dormência, formigamento e dor frequente, mas suportável

3= sensações dolorosas frequentes

4= dor insuportável

**DOMÍNIO III****EXAME MOTOR**

## 18. Fala

0= normal

1= perda discreta da expressão, volume ou dicção

2= comprometimento moderado. Arrastado, monótono mas compreensível

3= comprometimento grave, difícil de ser entendido

4= incompreensível

## 19. Expressão Facial

0= normal

1= hipomímia mínima

2= diminuição pequena, mas anormal, da expressão facial

3= hipomímia moderada, lábios caídos/afastados por algum tempo

4= fâcies em máscara ou fixa, com pedra grave ou total da expressão facial. Lábios afastados 1/4 de polegada ou mais

## 20. Tremor de Repouso

0= ausente

1= presente mas infrequente ou leve

2= persistente mas de pouca amplitude, ou moderado em amplitude mas presente de maneira intermitente

3= moderado em amplitude mas presente a maior parte do tempo

4= com grande amplitude e presente a maior parte do tempo

## 21. Tremor postural ou de ação nas mãos

0= ausente

1= leve, presente com a ação

2= moderado em amplitude, presente com a ação

3= moderado em amplitude tanto na ação quanto mantendo a postura

4= grande amplitude, interferindo com a alimentação

## 22. Rigidez (movimento passivo das grandes articulações, com paciente sentado e relaxado, ignorar roda denteada)

0= ausente

1= pequena ou detectável somente quando ativado por movimentos em espelho de outros

2= leve e moderado

3= marcante, mas pode realizar o movimento completo da articulação

4= grave e o movimento completo da articulação só ocorre com grande dificuldade

## 23. Bater dedos continuamente – polegar no indicador em sequências rápidas com a maior amplitude possível, uma mão de cada vez

0= normal

1= leve lentidão e/ou redução da amplitude

2= comprometimento moderado. Fadiga precoce e bem clara. Pode apresentar parada ocasional durante o movimento

3= comprometimento grave. Hesitação freqüente para iniciar o movimento ou paradas durante o movimento que está realizando

4= realiza o teste com grande dificuldade, quase não conseguindo

## 24. Movimentos das mãos (abrir e fechar as mãos em movimentos rápidos e sucessivos e com a maior amplitude possível, uma mão de cada vez)

0= normal

1= leve lentidão e/ou redução da amplitude

2= comprometimento moderado. Fadiga precoce e bem clara. Pode apresentar parada ocasional durante o movimento

3= comprometimento grave. Hesitação freqüente para iniciar o movimento ou paradas durante o movimento que está realizando  
4= realiza o teste com grande dificuldade, quase não conseguindo

25. Movimentos rápidos alternados das mãos (pronação e supinação das mãos, horizontal ou verticalmente, com a maior amplitude possível, as duas mãos simultaneamente)

0= normal

1= leve lentidão e/ou redução da amplitude

2= comprometimento moderado. Fadiga precoce e bem clara. Pode apresentar parada ocasional durante o movimento

3= comprometimento grave. Hesitação frequente para iniciar o movimento ou paradas durante o movimento que está realizando

4= realiza o teste com grande dificuldade, quase não conseguindo

26. Agilidade da perna (bater o calcanhar no chão em sucessões rápidas, levantando toda a perna, a amplitude do movimento deve ser de cerca de 3 polegadas/  $\pm 7,5$  cm)

0= normal

1= leve lentidão e/ou redução da amplitude

2= comprometimento moderado. Fadiga precoce e bem clara. Pode apresentar parada ocasional durante o movimento

3= comprometimento grave. Hesitação frequente para iniciar o movimento ou paradas durante o movimento que está realizando

4= realiza o teste com grande dificuldade, quase não conseguindo

27. Levantar da cadeira (de encosto reto, madeira ou ferro, com braços cruzados em frente ao peito) 0= normal

1= lento ou pode precisar de mais de uma tentativa

2= levanta-se apoiando nos braços da cadeira

3= tende a cair para trás, pode tentar se levantar mais de uma vez, mas consegue levantar

4= incapaz de levantar-se sem ajuda

28. Postura

0= normal em posição ereta

1= não bem ereto, levemente curvado para frente, pode ser normal para pessoas mais velhas

2= moderadamente curvado para frente, definitivamente anormal, pode inclinar-se um pouco para os lados

3= acentuadamente curvado para frente com cifose, inclinação moderada para um dos lados

4= bem fletido com anormalidade acentuada da postura

29. Marcha

0= normal

1= anda lentamente, pode arrastar os pés com pequenas passadas, mas não há festinação ou propulsão

2= anda com dificuldade, mas precisa de pouca ajuda ou nenhuma, pode apresentar alguma festinação, passos curtos, ou propulsão

3= comprometimento grave da marcha, necessitando de ajuda

4= não consegue andar sozinho, mesmo com ajuda

30. Estabilidade postural (resposta ao deslocamento súbito para trás, puxando os ombros, com paciente ereto, de olhos abertos, pés separados, informado a respeito do teste)

0= normal

1= retropropulsão, mas se recupera sem ajuda

2= ausência de respostas posturais, cairia se não fosse auxiliado pelo examinador

3= muito instável, perde o equilíbrio espontaneamente  
4= incapaz de ficar ereto sem ajuda

31. Bradicinesia e hipocinesia corporal (combinação de hesitação, diminuição do balançar dos braços, pobreza e pequena amplitude de movimentos em geral)

0= nenhum

1= lentidão mínima. Podia ser normal em algumas pessoas. Possível redução na amplitude

2= movimento definitivamente anormal. Pobreza de movimento e um certo grau de lentidão

3= lentidão moderada. Pobreza de movimento ou com pequena amplitude

4= lentidão acentuada. Pobreza de movimento ou com pequena amplitude

## ANEXO E

## MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL

Paciente: \_\_\_\_\_  
 Data da Avaliação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Avaliador: \_\_\_\_\_

## ORIENTAÇÃO:

- Dia da Semana (1 Ponto).....( )
- Dia do mês (1 Ponto) .....( )
- Mês (1 Ponto).....( )
- Ano (1 Ponto) .....( )
- Hora Aproximada (1 Ponto).....( )
- Local Específico (apartamento ou setor) (1 Ponto).....( )
- Instituição (residência, hospital, clínica) (1 Ponto).....( )
- Bairro ou Rua próxima (1 Ponto).....( )
- Cidade (1 Ponto).....( )
- Estado (1 Ponto).....( )

## MEMÓRIA IMEDIATA

- Fale 3 palavras não correlacionadas. Posteriormente pergunte ao paciente sobre as 3 palavras. Dê um ponto para cada resposta correta.....( )  
 Depois repita as palavras e certifique-se de que o paciente aprendeu, pois mais adiante você irá perguntá-las novamente.

## ATENÇÃO E CÁLCULO

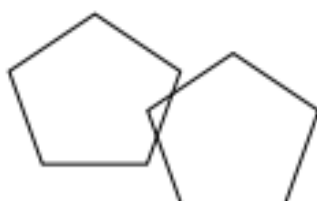
- (100-7) Sucessivos, 5 vezes sucessivamente  
 (1 ponto para cada cálculo correto) .....( )  
 (alternativamente soletrar mundo de trás pra frente)

## EVOCAÇÃO

- Pergunte ao paciente pelas 3 palavras ditas anteriormente  
 (1 ponto por palavra).....( )

## LINGUAGEM

- Nomear um relógio e uma caneta (2 pontos).....( )
- Repetir: "Nem aqui, nem ali, nem lá" (1 ponto) .....( )
- Comando: Pegue este papel com a mão direita,  
 dobre ao meio e coloque no chão (3 pontos).....( )
- Ler e obedecer: "feche os olhos" (1 ponto).....( )
- Escrever uma frase (1 ponto) .....( )
- Copiar um desenho (1 ponto) .....( )



SCORE (\_\_\_/ 30)

**Fonte:** FOLSTEIN *et al.* Mini-Mental State. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. **Journal of Psychiatry Research**, v. 12, n. 3, p.189-198, 1975.