

# Treino de dupla tarefa e ETCC reduzem a assimetria da marcha na Doença de Parkinson?

*Do dual-task training and tDCS reduce gait asymmetry in Parkinson's disease?*

*¿El entrenamiento de doble tarea y la tDCS reducen la asimetría de la marcha en la enfermedad de Parkinson?*

Vanessa Oliveira Dias<sup>1</sup>, Izadora Medeiros Oliveira<sup>2</sup>, Fernanda Gomes Mourão<sup>3</sup>, Ana Raquel Rodrigues Lindquist<sup>4</sup>, Caroline Cunha do Espírito Santo<sup>5</sup>, Lorennna Marques de Melo Santiago<sup>6</sup>

1. Programa de Residência Multiprofissional no Cuidado à Saúde da Pessoa com Deficiência, Centro de Educação e Pesquisa em Saúde Anita Garibaldi, Instituto Santos Dumont. Macaíba-RN, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8333-2195>

2. Programa de Pós-Graduação em Neuroengenharia, Instituto Internacional de Neurociências Edmond e Lily Safra, Instituto Santos Dumont. Macaíba-RN, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-3989-3207>

3. Programa de Pós-Graduação em Neuroengenharia, Instituto Internacional de Neurociências Edmond e Lily Safra, Instituto Santos Dumont. Macaíba-RN, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-7674-2806>

4. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal-RN, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9628-7891>

5. Programa de Pós-Graduação em Neuroengenharia, Instituto Internacional de Neurociências Edmond e Lily Safra, Instituto Santos Dumont. Macaíba-RN, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8657-9532>

6. Programa de Residência Multiprofissional no Cuidado à Saúde da Pessoa com Deficiência, Centro de Educação e Pesquisa em Saúde Anita Garibaldi, Instituto Santos Dumont. Macaíba-RN, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0084-7052>

## Resumo

**Introdução.** A assimetria da marcha é uma característica ainda pouco compreendida da Doença de Parkinson (DP). O treinamento de Dupla Tarefa (DT) e a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) são intervenções que, ultimamente, vem sendo utilizadas no manejo das disfunções da marcha na DP. Este estudo tem como objetivo analisar o impacto do treino de DT na esteira associado ao uso da ETCC na assimetria da marcha em diferentes atividades de DT na DP. **Método.** Trata-se de um estudo observacional realizado a partir de um ensaio clínico. 16 participantes com DP foram alocados em dois grupos: Grupo Controle (n=8) - ETCC e treino de marcha em esteira; Grupo Experimental (n=8) - ETCC, treino de marcha em esteira e treino de DT motora e cognitiva. O protocolo foi composto por 3 sessões semanais com duração de 4 semanas. O índice de assimetria (IAS) do comprimento e tempo do passo foi avaliado antes e após a intervenção em 4 diferentes tarefas: marcha sem DT, com DT cognitiva 1 (memória), DT cognitiva 2 (fluência verbal) e DT motora. **Resultados.** Não houve redução significante do IAS do comprimento e tempo do passo em nenhum dos grupos após as intervenções realizadas, nem diferença entre os tipos de marcha. **Conclusão.** O IAS do comprimento e do tempo do passo podem ser desfechos da marcha pouco sensíveis às intervenções propostas por este estudo e pouco alteradas em situações de DT quando comparadas à marcha habitual.

**Unitermos.** Treinamento de dupla tarefa; Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua; Análise da Marcha; Doença de Parkinson; Modalidades de Fisioterapia

## Abstract

**Introduction.** Gait asymmetry is a still poorly understood feature of Parkinson's Disease (PD). Dual Task Training (DT) and Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) are interventions that have recently been used in the management of gait disorders in PD. This study aims to analyze the impact of DT training on the treadmill associated with the use of tDCS on gait

asymmetry in different DT activities in PD. **Method.** This is an observational study carried out based on a clinical trial. 16 participants with PD were allocated into two groups: Control Group (n=8) - tDCS and treadmill gait training; Experimental Group (n=8) - tDCS, treadmill gait training and motor and cognitive DT training. The protocol consisted of 3 weekly sessions lasting 4 weeks. The asymmetry index (IAS) of step length and time was evaluated before and after the intervention in 4 different tasks: gait without DT, with cognitive TD 1 (memory), cognitive TD 2 (verbal fluency) and motor TD. **Results.** There was no significant reduction in the IAS of step length and time in any of the groups after the interventions carried out, nor any difference between the types of gait. **Conclusion.** The IAS of step length and time may be gait outcomes that are not very sensitive to the interventions proposed by this study and are little changed in TD situations when compared to usual gait.

**Keywords.** Dual task training; Transcranial Direct Current Stimulation; Gait Analysis; Parkinson's Disease; Physical therapy Modalities

---

## Resumen

**Introducción.** La asimetría de la marcha es una característica aún poco comprendida de la enfermedad de Parkinson (EP). El entrenamiento de tarea dual (DT) y la estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS) son intervenciones que se han utilizado recientemente en el tratamiento de los trastornos de la marcha en la EP. Este estudio tiene como objetivo analizar el impacto del entrenamiento de DT en cinta rodante asociado con el uso de tDCS en la asimetría de la marcha en diferentes actividades de DT en la EP. **Método.** Se trata de un estudio observacional realizado a partir de un ensayo clínico. 16 participantes con EP fueron asignados a dos grupos: Grupo de control (n=8): tDCS y entrenamiento de la marcha en cinta rodante; Grupo experimental (n=8): tDCS, entrenamiento de la marcha en cinta rodante y entrenamiento DT motor y cognitivo. El protocolo consistió en 3 sesiones semanales con una duración de 4 semanas. Se evaluó el índice de asimetría (IAS) de longitud y tiempo del paso antes y después de la intervención en 4 tareas diferentes: marcha sin DT, con TD cognitivo 1 (memoria), TD cognitivo 2 (fluidez verbal) y TD motor. **Resultados.** No hubo reducción significativa en el IAS de la longitud y el tiempo del paso en ninguno de los grupos después de las intervenciones realizadas, ni diferencia entre los tipos de marcha. **Conclusión.** El IAS de la longitud y el tiempo del paso pueden ser resultados de la marcha que no son muy sensibles a las intervenciones propuestas por este estudio y cambian poco en situaciones de TD en comparación con la marcha habitual.

**Palabras clave.** Entrenamiento dual; Estimulación transcraneal por corriente directa; Análisis de la marcha; Enfermedad de Parkinson; Modalidades de fisioterapia

---

Trabalho realizado no Instituto Santos Dumont. Macaíba-RN, Brasil.

Conflito de interesse: não

Recebido em: 02/07/2024

Aceito em: 08/10/2024

**Endereço para correspondência:** Lorena MM Santiago. Alameda das Mansões 3693, bloco 13, apto. 102. Candelária. Natal-RN, Brasil. CEP 59064-902. Email: [lorenna.santiago@isd.org.br](mailto:lorenna.santiago@isd.org.br)

---

## INTRODUÇÃO

A Doença de Parkinson (DP) é uma condição clínica que resulta da degeneração de neurônios dopaminérgicos que influenciam no controle dos movimentos<sup>1</sup> e, consequentemente, provocam o surgimento de diversos sinais e sintomas, incluindo distúrbios na marcha. A diminuição da ritmicidade, a rigidez, a diminuição da

velocidade e do comprimento do passo podem estar presentes durante a marcha de pessoas com DP<sup>2</sup>.

Uma das características da DP é a manifestação unilateral dos sintomas nos estágios iniciais da doença, o que resulta no comprometimento assimétrico das funções corporais<sup>2</sup>. A assimetria é uma característica que acompanha a disfunção da marcha e está presente em todos os estágios da DP<sup>3</sup>. Pode estar diretamente envolvida com o desenvolvimento do congelamento da marcha<sup>4</sup>, o que requer a elaboração de ações que ajudem a controlar/diminuir a assimetria na marcha de pessoas com DP.

Há poucos estudos que avaliam o impacto de intervenções na assimetria da marcha em pessoas com DP e ainda existem controvérsias com relação à piora dessa assimetria durante a realização de atividades de dupla tarefa (DT) cognitiva<sup>5,6</sup>.

Durante a execução da marcha com DT, a capacidade de distribuir a atenção para as diferentes atividades requeridas é imprescindível. Em pessoas com DP, as alterações na marcha são agravadas quando há a necessidade de dividir sua atenção em mais de uma atividade simultânea<sup>7</sup>, pois os déficits na automaticidade dos movimentos sobrecarregam as funções cognitivas devido a necessidade de tornar o movimento automático mais consciente e ocasiona dificuldade no processamento de tarefas síncronas<sup>8</sup>.

Apesar dos perigos ocasionados pelo risco de quedas durante atividades de DT, estas devem ser treinadas, tendo

em vista a estreita relação entre a DT e a mobilidade funcional<sup>9</sup>. O treinamento de DT pode ser seguro nos estadiamento 2 e 3 da escala de Hoehn e Yahr<sup>10</sup> e eficaz na melhoria de vários parâmetros espaço temporais da marcha, como o comprimento da passada e cadênci a, durante a execução de tarefas simultâneas, mas devem ser incorporados ao plano de tratamento de forma gradual e adaptada às capacidades do indivíduo<sup>9,11</sup>.

Uma ferramenta que, ultimamente, vem sendo utilizada no manejo dos sintomas da DP é a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC). A ETCC é uma técnica de neuromodulação não invasiva capaz de modular a excitabilidade do tecido cortical, e de exercer efeitos subcorticais para compensar as alterações neurofisiológicas na DP<sup>12,13</sup>.

Uma das regiões corticais reconhecidas para estimulação com ETCC na DP é o córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL) identificado como área-chave relacionada às funções executivas<sup>13,14</sup>. O CPFDL é uma região que conecta o lobo frontal com o estriado e permanece mais ativo durante atividades de DT em pessoas com DP. Disfunções nessa região estão relacionadas à déficits nas funções executivas e consequentemente na marcha<sup>14</sup>. Estudos recentes mostram que a aplicação da ETCC no CPFDL desencadeia aumento na velocidade da marcha com DT em pessoas com DP e é mais eficaz que a estimulação de outros pontos corticais<sup>12,13</sup>.

Apesar das evidências mostrarem a eficácia do treino

de DT e da aplicação da ETCC, a combinação das duas técnicas é pouco explorada. Tendo em vista a escassez de estudos com essa combinação de intervenções e com a análise da assimetria da marcha, além das incertezas das relações entre a assimetria da marcha e atividades de DT, o presente estudo tem como objetivo analisar o impacto do treino de DT na esteira associado ao uso da ETCC aplicado no CPFDL, na assimetria da marcha em diferentes atividades de DT em pessoas com DP.

## MÉTODO

Trata-se de um estudo observacional realizado a partir de dados obtidos de um ensaio clínico, randomizado, duplo-cego, multicêntrico, fundamentado nas diretrizes e normas da resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, que comanda as diretrizes sobre pesquisas que envolvem seres humanos.

O estudo foi realizado no Instituto Internacional de Neurociências - Edmond e Lily Safra (IIN-ELS), localizado em Macaíba/RN, Brasil, no período de fevereiro a novembro de 2023. Foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba - CEP/CCS - (CAAE: 30668420.7.0000.5188; Parecer n: 4.003.244) e registrado em uma plataforma de registro de ensaios clínicos ([www.clinicaltrials.gov](http://www.clinicaltrials.gov)), *identifier* NCT04581590.

## **Amostra**

Participaram do estudo 16 voluntários com idade entre 52 e 74 anos, com diagnóstico de DP idiopática; estadiamento Hoehn e Yahr<sup>10</sup> entre 1,5 e 3; que fazem uso de tratamento medicamentoso com Levodopa (dose equivalente >300mg); pontuação maior ou igual a 24 pontos no Mini Exame do Estado Mental; sem outras doenças neurológicas associadas nem alterações musculoesqueléticas e/ou cardiorrespiratórias que prejudiquem a execução da marcha.

Os critérios de exclusão foram a presença de transtorno neuropsiquiátrico; marca-passo; clipes metálicos; implante de estimulação cerebral profunda; histórico de epilepsia; neurocirurgia; traumatismo craniano; abuso de álcool ou dependência de drogas; realização de fisioterapia em outro local; incapacidade de caminhar 10 metros; discinesia relevante; não compreender as etapas do treinamento; tratamento químico do couro cabeludo nos últimos 30 dias e sentir dores e/ou desconfortos que impeçam a execução do protocolo.

Os voluntários foram destinados aleatoriamente, por meio de um software de aleatorização ([www.random.org](http://www.random.org)), a dois grupos: Grupo Controle (GC) - ETCC e treino de marcha em esteira (n=8); Grupo Experimental (GE) - ETCC, treino de marcha em esteira e treino de DT motora e cognitiva (n=8). Para garantir o sigilo da alocação, a sequência de randomização foi colocada em envelopes opacos. Os pesquisadores responsáveis pela randomização, avaliação e

análise dos dados foram cegos quanto aos demais procedimentos da pesquisa.

## Procedimento

### Avaliação

Os voluntários foram avaliados quatro a sete dias antes da primeira sessão de intervenção (pré-intervenção) e quatro a sete dias após a última sessão (pós-intervenção).

Todos os participantes foram avaliados no estado ON da medicação. O sistema de análise de marcha *ProtoKinetics Zeno™ Walkway* foi utilizado para coleta dos dados cinemáticos. O Índice de assimetria (IAS) foi estabelecido para as variáveis comprimento do passo e tempo do passo<sup>15</sup> enquanto os sujeitos realizavam quatro diferentes atividades em solo: marcha em velocidade habitual (Sem dupla tarefa – Sem DT); marcha associada à atividade de identificar a quantidade de frutas faladas em uma lista predefinida reproduzida por áudio (Dupla tarefa cognitiva 1 – DT COG1); marcha associada à atividade de falar palavras que comecem com a letra A, C ou P (Dupla tarefa cognitiva 2 – DT COG2); marcha segurando uma bandeja com um copo de água quase cheio durante a caminhada (Dupla tarefa motora – DT MOT). Para cada atividade, o sujeito era orientado a caminhar um percurso de 8 metros sobre os sensores cinemáticos. Cada percurso foi repetido três vezes, totalizando 24 metros de caminhada por atividade. A média aritmética do comprimento do passo e do tempo do passo de ambas as pernas ao final dos três percursos foi utilizada para

o cálculo do IAS. O IAS do comprimento do passo foi utilizado como desfecho primário e do tempo do passo como desfecho secundário.

A assimetria da marcha foi mensurada com a diferença percentual de desempenho da perna esquerda e direita através do IAS:

$$IAS = \frac{(média\ esquerda - média\ direita)}{0.5 \times (média\ esquerda + média\ direita)} \times 100$$

Valores negativos de IAS, representam maior assimetria na perna esquerda, enquanto valores positivos indicam predomínio de assimetria na perna direita, sendo o 0 a simetria perfeita.

### *Intervenção*

Este estudo foi composto por um protocolo de três sessões semanais com duração de quatro semanas (total de 12 sessões e 252 minutos de prática).

O treinamento foi conduzido de acordo com um protocolo de ensaio clínico<sup>16</sup>. Tanto o GC quanto o GE realizaram treino de marcha em esteira associado à ETCC. Porém, apenas o GE foi submetido ao treino de DT cognitiva simultânea.

A ETCC (*NKL Microestim Genius*) foi aplicada com uma corrente constante de 2mA e impedância máxima de 28Ω por 20 minutos com o ânodo na região correspondente ao CPFDL esquerdo (região F3 do sistema internacional 10/20) e o cátodo na região supra orbital direita (região Fp2)<sup>16</sup>.

O treinamento de marcha na esteira foi composto por três blocos de sete minutos em que cada bloco contou com 30 segundos de aceleração e 30 segundos de desaceleração e repouso mínimo de um minuto entre cada bloco. A ETCC permaneceu constantemente ligada durante o treinamento, mesmo nos períodos de repouso<sup>16</sup>.

Exclusivamente no GE, cada bloco foi composto por seis exercícios de DT com atividades de contagem decrescente, segurar ou manipular objetos, falar nomes de itens com determinada letra, ou categoria e movimentação da cabeça durante a marcha<sup>16</sup>.

Para tornar a dificuldade progressiva, o treinamento foi dividido em três níveis de dificuldade. Para cada mudança de nível foram acrescidos 10% da velocidade de treinamento inicial (velocidade máxima confortável) e aumentado o nível de dificuldade das atividades com dupla tarefa, assim como descrito no protocolo<sup>16</sup>.

## Análise estatística

A análise estatística foi realizada por meio do *software Statistical Package for the Social Science* (SPSS) versão 29.0 para Windows. A normalidade da distribuição dos dados foi observada pelo teste *Shapiro-Wilk*. Para as análises intergrupos foi aplicado o teste não-paramétrico *U de Mann-Whitney*, e nas análises intragrupo foi utilizado o teste não-paramétrico de *Wilcoxon*. Para a comparação entre atividades (marchas com DT e sem DT) foi aplicado o teste

de *Friedman* com comparação por *método Pairwise* para localização das diferenças.

Devido à não normalidade de distribuição de diferentes variáveis, a mediana e o intervalo interquartil foram utilizados como medida de tendência central e medida de dispersão respectivamente. Para todas as análises foram considerados o nível de significância de 5% ( $p<0,05$ ) e um poder estatístico de 80%.

O tipo de lateralidade (direita ou esquerda) da assimetria foi desconsiderado para realização dos cálculos.

Foi realizada a análise por intenção de tratamento com os dados dos participantes que evadiram durante o protocolo e não realizaram a avaliação pós treinamento, assim, os dados da avaliação inicial foram duplicados para a avaliação final.

## RESULTADOS

Participaram deste estudo 16 indivíduos (Figura 1), em sua maioria homens (Tabela 1). Durante o protocolo houve três evasões, uma ocasionada por impaciência para completar a primeira avaliação e duas por não comparecimento da segunda avaliação, sem justificativa. Um voluntário foi excluído por aumento frequente da pressão arterial durante o treinamento.

Os resultados mostram que não houve mudança significante intra e intergrupos após a intervenção nas variáveis analisadas. A Tabela 2 e as Figuras 2 e 3 ilustram os resultados encontrados.

Percebeu-se que a assimetria está presente em todos os tipos de marcha, com ou sem DT, e não houve diferença significante na comparação entre os tipos de marcha, exceto na comparação entre a DT cognitiva 1 e sem DT no tempo do passo da avaliação pré-intervenção e entre a DT cognitiva 1 e DT motora no comprimento do passo da avaliação pós-intervenção.

Figura 1. Etapas do estudo.

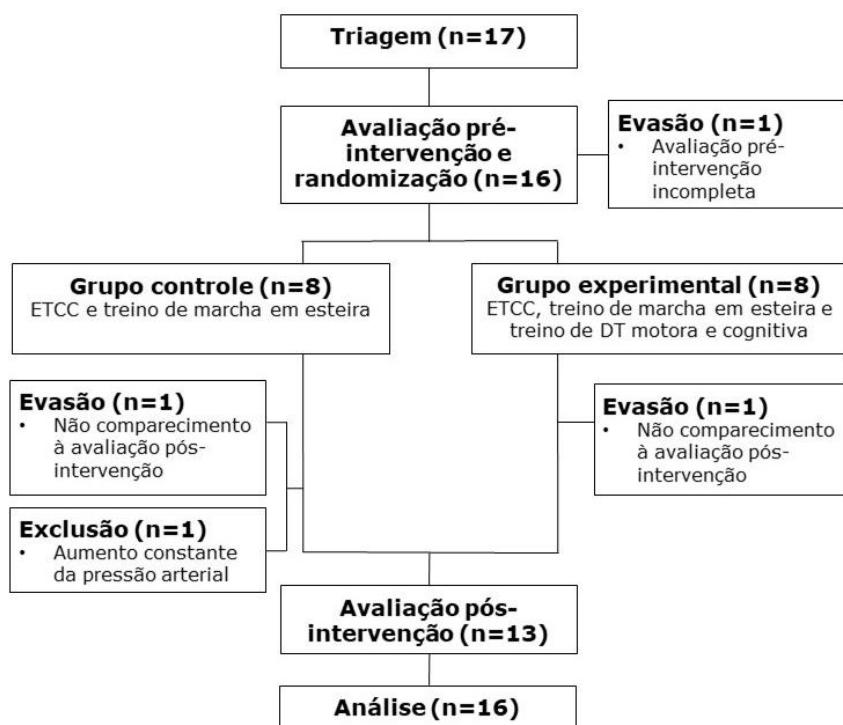


Tabela 1. Caracterização da amostra.

	<b>Grupo Controle</b>	<i>p</i>	<b>Grupo Experimental</b>	<i>p</i>
<b>Sexo (%)</b>				
Feminino	25		12,5	
Masculino	75		87,5	
<b>Idade</b>	$62,75 \pm 7,53$	0,586	$65,12 \pm 8,25$	0,142
<b>HeY</b>	$2,25 \pm 0,37$	0,093	$2 \pm 0,37$	0,004*

Os dados estão expressos em porcentagem ou média e desvio padrão. GC: Grupo controle; GE: Grupo experimental; HeY: Escala de Hoehn e Yahr.

Os efeitos adversos relacionados ao uso da ETCC foram avaliados após cada sessão de treinamento por meio de um questionário de autopercepção com os possíveis sintomas a serem manifestados. Todos os participantes apresentaram algum efeito adverso durante o período de intervenção, sendo a vermelhidão o efeito adverso mais frequente (frequência de 99%), seguido do formigamento, prurido, sonolência e dor de cabeça. Não houve persistência destes efeitos, portanto não foi necessária nenhuma intervenção para redução.

## DISCUSSÃO

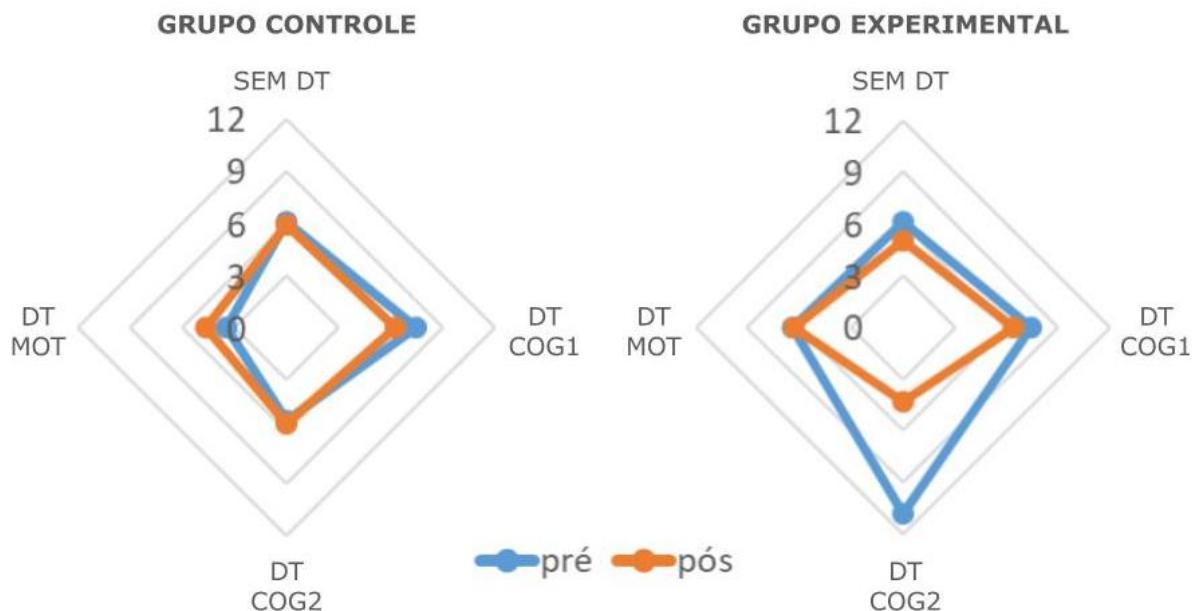
Os achados mostram que a combinação da ETCC com o treino específico de DT não influenciou na redução ou aumento da assimetria do comprimento e tempo do passo em nenhum dos tipos de marcha observados, tanto no GE quanto no GC.

Tabela 2. Índice de assimetria do comprimento e tempo do passo pré e pós-intervenção em ambos os grupos.

		<b>Grupo Controle</b>	<b>Grupo Experimental</b>	<b>Comparação entre grupos</b>	
		<b>Mediana (IQR)</b>	<b>Mediana (IQR)</b>	<b><i>z</i></b>	<b><i>p</i></b>
SEM DT	Comprimento do passo	<b>pré</b> 3,93 (1,30-11,66)	5,98 (4,69-7,16)	-1,155	0,248
		<b>pós</b> 3,01 (1,66-9,44)	5,27 (2,50-7,71)	-0,158	0,875
	<b><i>z</i></b>	-0,314	-0,676		
	<b><i>p</i></b>	0,753	0,499		
DT GOG1	Comprimento do passo	<b>pré</b> 3,77 (1,77-8,09)	4,08 (1,23-6,45)	-0,315	0,753
		<b>pós</b> 5,00 (1,07-8,04)	2,99 (0,29-3,90)	-1,05	0,294
	<b><i>z</i></b>	-0,105	-1,352		
	<b><i>p</i></b>	0,917	0,176		
DT COG2	Comprimento do passo	<b>pré</b> 3,73 (3,09-13,45)	6,05 (3,30-10,11)	-0,315	0,753
		<b>pós</b> 4,16 (3,56-8,57)	7,13 (5,33-8,56)	-1,05	0,294
	<b><i>z</i></b>	-1,153	-0,169		
	<b><i>p</i></b>	0,249	0,866		
DT MOT	Tempo do passo	<b>pré</b> 6,19 (2,15-12,95)	3,29 (1,63-10,19)	-0,945	0,345
		<b>pós</b> 5,89 (2,42-10,23)	5,43 (2,41-12,06)	-0,105	0,916
	<b><i>z</i></b>	-1,363	-1,352		
	<b><i>p</i></b>	0,173	0,176		
	Comprimento do passo	<b>pré</b> 3,51 (1,51-7,97)	7,75 (5,39-13,87)	-1,995	0,046*
		<b>pós</b> 3,38 (1,61-8,33)	3,99 (2,36-6,85)	-0,21	0,834
	<b><i>z</i></b>	-0,105	-1,69		
	<b><i>p</i></b>	0,917	0,091		
	Tempo do passo	<b>pré</b> 3,86 (2,02-6,65)	3,87 (1,22-7,38)	-0,105	0,916
		<b>pós</b> 4,21 (2,18-5,53)	4,97 (0,48-8,19)	0	1
	<b><i>z</i></b>	-0,734	-0,338		
	<b><i>p</i></b>	0,463	0,735		
	Comprimento do passo	<b>pré</b> 1,50 (0,84-2,77)	6,80 (4,65-8,09)	-1,995	0,046*
		<b>pós</b> 3,63 (1,67-5,13)	6,09 (2,59-9,20)	-1,05	0,294
	<b><i>z</i></b>	-1,363	0		
	<b><i>p</i></b>	0,173	1		
	Tempo do passo	<b>pré</b> 3,22 (1,96-7,13)	1,95 (0,72-4,96)	-0,84	0,401
		<b>pós</b> 3,59 (0,63-5,90)	2,89 (1,27-7,28)	-0,42	0,674
	<b><i>z</i></b>	-1,153	-0,845		
	<b><i>p</i></b>	0,249	0,398		

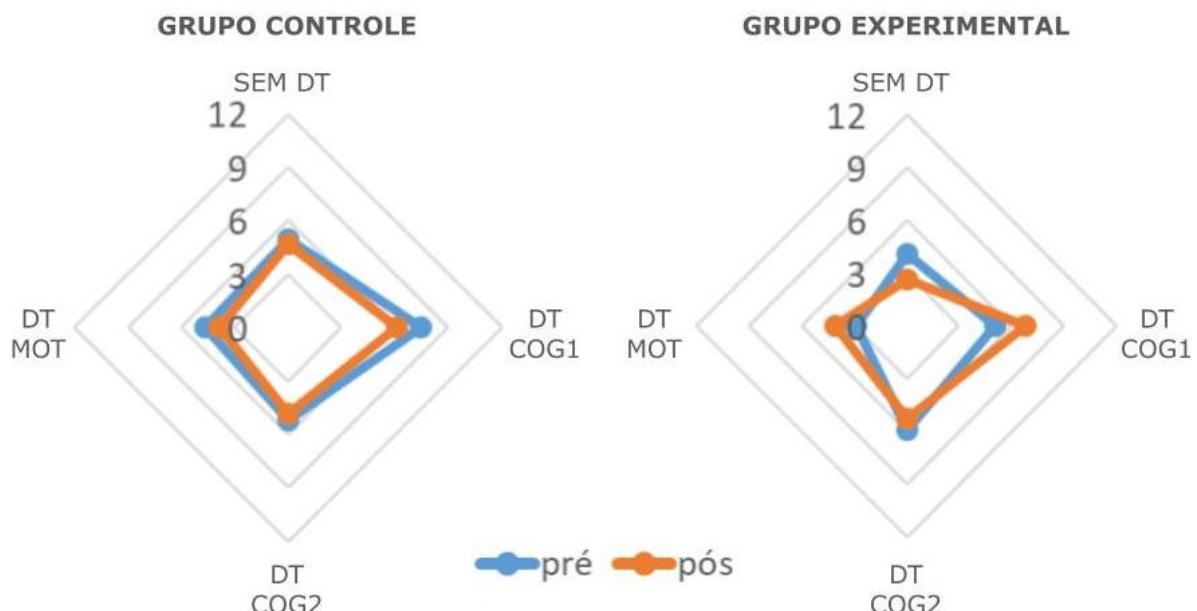
Os dados estão expressos em mediana e intervalo interquartil (25% e 75%). IQR: Intervalo interquartil; SEM DT: Sem Dupla tarefa; DT COG1: Dupla tarefa cognitiva 1; DT COG2: Dupla tarefa cognitiva 2; DT MOT: Dupla tarefa motora; pré: Avaliação pré-intervenção; pós: Avaliação pós-intervenção.

Figura 2. Índice de assimetria do comprimento do passo pré- e pós-intervenção em ambos os grupos.



Os valores correspondem à mediana do Índice de assimetria em uma escala de 12 a 0 (simetria perfeita). SEM DT: Sem Dupla tarefa; DT COG1: Dupla tarefa cognitiva 1; DT COG2: Dupla tarefa cognitiva 2; DT MOT: Dupla tarefa motora; pré: Avaliação pré-intervenção; pós: Avaliação pós-intervenção.

Figura 3. Índice de assimetria do tempo do passo pré- e pós-intervenção em ambos os grupos.



Os valores correspondem à mediana do Índice de assimetria em uma escala de 12 a 0 (simetria perfeita). SEM DT: Sem Dupla tarefa; DT COG1: Dupla tarefa cognitiva 1; DT COG2: Dupla tarefa cognitiva 2; DT MOT: Dupla tarefa motora; pré: Avaliação pré-intervenção; pós: Avaliação pós-intervenção.

Há poucos estudos que avaliam a assimetria da marcha após um período de tratamento em pessoas com DP. Em um estudo com 36 participantes com DP e 22 controles saudáveis foi observada a redução da assimetria do comprimento do passo nas pessoas com DP após 10 semanas de reabilitação (totalizando 1800 minutos de intervenção) com fisioterapia convencional, de acordo com as recomendações das diretrizes europeias de fisioterapia para DP. Percebe-se que um tratamento que envolve vários aspectos da saúde física de uma forma mais completa é capaz de reduzir a assimetria<sup>17</sup> e o treino específico de DT na esteira associado à ETCC pode ser uma intervenção muito específica para influenciar a assimetria.

Já em outro estudo realizado com 60 participantes com DP (30 com congelamento da marcha e 30 sem congelamento) houve a redução da assimetria do comprimento da passada após quatro semanas de treinamento na esteira com pistas auditivas e visuais, com cinco sessões de 30 minutos por semana, totalizando 600 minutos de prática. Essa redução da assimetria foi correlacionada com a melhora no questionário de congelamento da marcha apresentada pelos participantes com congelamento,<sup>4</sup> com isso apoia-se a relação direta entre a assimetria e o congelamento da marcha, mas ainda sem compreensão se há relação de causalidade<sup>18,19</sup>.

Apesar da assimetria ser passível de melhora pela reabilitação e do presente estudo ter em comum o treinamento na esteira, as reduções da assimetria

apresentada pelos estudos anteriores<sup>4,17</sup> contrastam com os resultados do presente estudo e subentende-se que a intensidade dos programas de exercícios propostos pode ter influência na redução da assimetria da marcha.

Estudos que utilizaram intervenções semelhantes ao presente estudo obtiveram resultados controversos relacionados a outros desfechos da marcha com DT. Em um estudo piloto de um ensaio clínico, foi observado que o treino específico de DT associado a ETCC aplicada a M1 melhorou a velocidade da marcha, comprimento do passo e a cadênciia após 9 sessões com 540 minutos de prática ao todo, entretanto a ETCC potencializou apenas a melhora do desempenho cognitivo durante o teste *Time Up and Go* com DT<sup>20</sup>.

Já em outro estudo observa-se o aumento da velocidade da marcha e do desempenho cognitivo durante a DT, além da diminuição do custo de DT após duas sessões (com 60 minutos de prática no total) de treino específico de DT associado a aplicação da ETCC no CPFDL<sup>12</sup>. Melhorias na marcha com DT são observadas, entretanto, nenhum desses estudos avaliou a assimetria da marcha, e apesar do presente estudo ter um treinamento com aproximadamente 252 minutos de prática, não foram encontradas mudanças significantes na assimetria.

O treinamento de DT é uma intervenção eficaz na melhora de parâmetros relacionados à marcha, como a velocidade, comprimento da passada e cadênciia em pessoas com DP<sup>1,21</sup>. Treinar DT em pessoas com DP é pertinente, pois

reproduz exercícios semelhantes às atividades executadas no dia a dia, já que trabalha a combinação de atividades simultâneas<sup>1</sup>, entretanto ainda não há evidências do efeito do treinamento de DT na redução da assimetria na DP.

Há a carência de evidências que apoiam a estimulação do CPFDL com a ETCC para intervir na assimetria, apesar de haver evidências para a melhora de outros aspectos da marcha em pessoas com DP, como a velocidade, congelamento da marcha e TUG<sup>13</sup>.

A relação entre a assimetria da marcha e a DT ainda não é clara e há questionamentos sobre o assunto. Estudos apontam que a DT não interfere na assimetria do tempo de balanço<sup>5,22</sup>, tempo de apoio, tempo do passo e comprimento do passo<sup>22</sup> de pessoas com DP quando comparadas com a marcha sem DT em estado ON da medicação<sup>5,22</sup>. Entretanto, outro estudo mostra o aumento da assimetria do tempo de balanço em pessoas com DP e em idosos que sofrem quedas recorrentes sob condição de DT em comparação com a marcha sem DT, porém, os autores não especificaram o estado medicamentoso priorizado durante as avaliações<sup>6</sup>.

O uso da medicação para o controle da DP melhora a maioria dos parâmetros espaço-temporais da marcha, como a velocidade, comprimento do passo e da passada, mas não influencia na diminuição da assimetria da marcha<sup>23,24</sup>, porém, pode minimizar essa assimetria em pessoas com congelamento da marcha<sup>25</sup>.

No presente estudo, apesar da assimetria estar presente em todas as condições avaliadas, houve diferença

significante apenas na comparação entre a marcha sem DT e DT cognitiva 1, assim como entre a DT motora e a DT cognitiva 1. A marcha com DT cognitiva 1 desencadeou maiores valores de assimetria que os demais tipos de marcha e isso pode ser decorrente do grande potencial de alteração da marcha em atividades cognitivas mais complexas<sup>26</sup> e que exigem mais habilidades de funções executivas<sup>27</sup>, pois essa DT exige a ativação de diversos processos cognitivos durante a manutenção constante da atenção a um estímulo externo (áudio com lista de palavras) enquanto é feita a categorização das palavras e a contagem específica, além da memorização desses valores.

O pequeno tamanho amostral foi um fator limitante para a análise estatística dos dados nesse estudo e novos estudos devem ser realizados para esclarecer as relações entre a assimetria e a DT, assim como, analisar o efeito de intervenções em mais desfechos da assimetria da marcha.

## **CONCLUSÃO**

Diante do exposto, foi observado que o uso da ETCC associada ao treino na esteira e da ETCC associada ao treino específico de DT na esteira, não reduziu a assimetria da marcha e os resultados foram semelhantes nas diferentes condições avaliadas. Além disso, os dados não exibiram um padrão de redução ou aumento da assimetria sendo esta manifestada de forma discreta na maioria das condições observadas.

Portanto a assimetria do comprimento e do tempo do passo podem ser características da marcha pouco sensíveis às intervenções propostas por este estudo e pouco alteradas em situações de DT quando comparadas à marcha habitual.

## REFERÊNCIAS

- 1.García-López H, Los Ángeles Castillo-Pintor M, Castro-Sánchez AM, Lara-Palomo IC, Obrero-Gaitán E, Cortés-Pérez I. Efficacy of Dual-Task Training in Patients with Parkinson's Disease: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Mov Disord Clin Pract* 2023;10:1268-84.  
<https://doi.org/10.1002/mdc3.13823>
- 2.Mirelman A, Bonato P, Camicioli R, Ellis TD, Giladi N, Hamilton JL, et al. Gait impairments in Parkinson's disease. *Lancet Neurol* 2019;18:697-708.  
[https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30044-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30044-4)
- 3.Godi M, Arcolin I, Giardini M, Corna S, Schieppati M. A pathophysiological model of gait captures the details of the impairment of pace/rhythm, variability and asymmetry in Parkinsonian patients at distinct stages of the disease. *Sci Rep* 2021;11:21143. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00543-9>
- 4.Fazzitta G, Pezzoli G, Bertotti G, Maestri R. Asymmetry and freezing of gait in parkinsonian patients. *J Neurol* 2013;260:71-6.  
<https://doi.org/10.1007/s00415-012-6585-4>
- 5.Ribeiro TS, Sousa AC, Lucena LC, Santiago LMM, Lindquist AR. Does dual task walking affect gait symmetry in individuals with Parkinson's disease? *Eur J Physiother* 2019;21:8-14.  
<https://doi.org/10.1080/21679169.2018.1444086>
- 6.Yogev G, Plotnik M, Peretz C, Giladi N, Hausdorff JM. Gait asymmetry in patients with Parkinson's disease and elderly fallers: when does the bilateral coordination of gait require attention? *Exp Brain Res* 2007;177:336-46.  
<https://doi.org/10.1007/s00221-006-0676-3>
- 7.Yogev-Seligmann G, Hausdorff JM, Giladi N. The role of executive function and attention in gait. *Mov Disord* 2008;23:329-472.  
<https://doi.org/10.1002/mds.21720>
- 8.Ehgoetz Martens KA, Peterson DS, Almeida QJ, Lewis SJG, Hausdorff JM, Nieuwboer A. Behavioural manifestations and associated non-motor features of freezing of gait: A narrative review and theoretical framework. *Neurosci Biobehav Rev* 2020;116:350-64.  
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.06.026>
- 9.Strouwen C, Molenaar EA, Müns L, Keus SH, Bloem BR, Rochester L, et al. Dual tasking in Parkinson's disease: should we train hazardous behavior? *Rev Neurother* 2015;15:1031-9.  
<https://doi.org/10.1586/14737175.2015.1077116>
- 10.Hoehn MM, Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression, and mortality. *Neurology* 1998;50:318. <https://doi.org/10.1212/wnl.50.2.318>
- 11.Geroin C, Nonnekes J, de Vries NM, Strouwen C, Smania N, Tinazzi M, et al. Does dual-task training improve spatiotemporal gait parameters in Parkinson's disease? *Parkinsonism Relat Disord* 2018;55:86-91.  
<https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2018.05.018>
- 12.Mishra RK, Thrasher AT. Transcranial direct current stimulation of

- dorsolateral prefrontal cortex improves dual-task gait performance in patients with Parkinson's disease: A double blind, sham-controlled study. *Gait Posture* 2021;84:11-6. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.11.012>
13. Wong PL, Yang YR, Huang SF, Fuh JL, Chiang HL, Wang RY. Transcranial Direct Current Stimulation on Different Targets to Modulate Cortical Activity and Dual-Task Walking in Individuals With Parkinson's Disease: A Double Blinded Randomized Controlled Trial. *Front Aging Neurosci* 2022;14:807151. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.807151>
14. Pol F, Salehinejad MA, Baharlouei H, Nitsche MA. The effects of transcranial direct current stimulation on gait in patients with Parkinson's disease: a systematic review. *Transl Neurodegener* 2021;10:22. <https://doi.org/10.1186/s40035-021-00245-2>
15. Patterson KK, Gage WH, Brooks D, Black SE, McIlroy WE. Evaluation of gait symmetry after stroke: a comparison of current methods and recommendations for standardization. *Gait Posture* 2010;31:241-6. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2009.10.014>
16. Costa-Ribeiro A, Andrade SMMDS, Férrer MLV, Silva OAPD, Salvador MLS, Smaili S. Can Task Specificity Impact tDCS-Linked to Dual Task Training Gains in Parkinson's Disease? A Protocol for a Randomized Controlled Trial. *Front Aging Neurosci* 2021;13:684689. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.684689>
17. Serrao M, Chini G, Caramanico G, Bartolo M, Castiglia SF, Ranavolo A, et al. Prediction of Responsiveness of Gait Variables to Rehabilitation Training in Parkinson's Disease. *Front Neurol* 2019;10:826. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00826>
18. Plotnik M, Hausdorff JM. The role of gait rhythmicity and bilateral coordination of stepping in the pathophysiology of freezing of gait in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2008;23(Suppl 2):S444-50. <https://doi.org/10.1002/mds.21984>
19. Plotnik M, Giladi N, Hausdorff JM. Is freezing of gait in Parkinson's disease a result of multiple gait impairments? Implications for treatment. *Parkinsons Dis* 2012;2012:459321. <https://doi.org/10.1155/2012/459321>
20. Schabrun SM, Lamont RM, Brauer SG. Transcranial Direct Current Stimulation to Enhance Dual-Task Gait Training in Parkinson's Disease: A Pilot RCT. *PLoS One* 2016;11:e0158497. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158497>
21. Li Z, Wang T, Liu H, Jiang Y, Wang Z, Zhuang J. Dual-task training on gait, motor symptoms, and balance in patients with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehab* 2020;34:1355-67. <https://doi.org/10.1177/0269215520941142>
22. Johansson H, Ekman U, Rennie L, Peterson DS, Leavy B, Franzén E. Dual-Task Effects During a Motor-Cognitive Task in Parkinson's Disease: Patterns of Prioritization and the Influence of Cognitive Status. *Neurorehabil Neural Repair* 2021;35:356-66. <https://doi.org/10.1177/1545968321999053>
23. Son M, Han SH, Lyoo CH, Lim JA, Jeon J, Hong KB, et al. The effect of levodopa on bilateral coordination and gait asymmetry in Parkinson's disease using inertial sensor. *NPJ Parkinsons Dis* 2021;7:42. <https://doi.org/10.1038/s41531-021-00186-7>
24. Mondal B, Choudhury S, Banerjee R, Chatterjee K, Ghosal S, Anand SS, et al. Analysis of gait in Parkinson's disease reflecting the effect of L-DOPA. *Ann Movem Disord* 2019;2:21-7. [https://doi.org/10.4103/AOMD.AOMD\\_19\\_18](https://doi.org/10.4103/AOMD.AOMD_19_18)

- 25.Plotnik M, Giladi N, Balash Y, Peretz C, Hausdorff JM. Is freezing of gait in Parkinson's disease related to asymmetric motor function? Ann Neurol 2005;57:656-63. <https://doi.org/10.1002/ana.20452>
- 26.Zirek E, Ersoz Huseyinsinoglu B, Tufekcioglu Z, Bilgic B, Hanagasi H. Which cognitive dual-task walking causes most interference on the Timed Up and Go test in Parkinson's disease: a controlled study. Neurol Sci 2018;39:2151-7. <https://doi.org/10.1007/s10072-018-3564-2>
- 27.Raffegeau TE, Krehbiel LM, Kang N, Thijs FJ, Altmann LJP, Cauraugh JH, et al. A meta-analysis: Parkinson's disease and dual-task walking. Parkinsonism Relat Disord 2019;62:28-35. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2018.12.012>