



INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA

**Relação entre as oscilações da cintura pélvica, o risco de queda e a
atenção na Doença de Parkinson**

Cláudia Inês da Silva Guerra

Professora Doutora Beatriz Fernandes, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa

Mestrado em Fisioterapia Neurológica

Lisboa, 2020

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA

**Relação entre as oscilações da cintura pélvica, o risco de queda e a
atenção na Doença de Parkinson**

Cláudia Inês da Silva Guerra

Professora Doutora Beatriz Fernandes, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de
Lisboa

Mestrado em Fisioterapia Neurológica

Lisboa, 2020

Resumo

Introdução: As oscilações durante a marcha parecem estar alteradas em pessoas com Doença de Parkinson (DP), sugerindo uma instabilidade postural associada com o risco de queda. A realização de dupla-tarefa pode constituir um factor de risco de queda para uma pessoa com DP.

Objectivos: Estudar a relação entre as oscilações da cintura pélvica, o risco de queda e a atenção e a influência da dupla tarefa sobre o padrão de marcha das pessoas com DP.

Métodos: Estudo transversal observacional com amostra de 20 participantes: DP com historial de quedas (n=7), DP sem historial de quedas (n=7) e saudáveis sem historial de quedas (n=6). Avaliou-se o risco de queda e o grau de atenção e mediram-se as oscilações da cintura pélvica e a velocidade de marcha em duas provas: tarefa simples e dupla tarefa.

Resultados: Não existiu relação entre as oscilações da cintura pélvica, o risco de queda e a atenção nas pessoas com DP. A velocidade de marcha diminuiu significativamente nos dois grupos sem quedas na dupla tarefa e, destes, no das pessoas com DP houve também alterações significativas das oscilações da cintura pélvica.

Conclusões: As oscilações da cintura pélvica não parecem estar relacionadas com o risco de queda ou a atenção nas pessoas com DP. As pessoas com DP que caem tendem a andar com menos velocidade/estabilidade independentemente da tarefa e as pessoas com DP sem quedas parecem alterar o seu padrão de marcha conforme a tarefa e andam tendencialmente com mais estabilidade.

Palavras-chave: Instabilidade postural, controlo motor, marcha, dupla-tarefa

Abstract

Introduction: Gait oscillations seem to be altered in people with Parkinson's disease (PD), suggesting a postural instability associated with an increased risk of falling. Performing dual-task can be a risk factor for falling for a person with PD and attention impairment.

Objectives: To study the relationship between pelvic oscillations, risk of falling and attention and how the dual-task influences the gait pattern of people with PD.

Methods: A cross-sectional observational study was carried out on a sample of 20 participants: PD with history of falls (n=7), PD without history of falls (n=7) and healthy subjects without history of falls (n=6). Fall risk and attention were evaluated and pelvic oscillations and gait speed were measured in two tests: simple task and dual-task.

Results: No relationship was found between pelvic oscillations, risk of falling and attention in people with PD. Gait speed decreased significantly in the two groups without history of falls when performing dual task and, of these, in the group of people with PD, there were also significant changes in pelvic oscillations.

Conclusions: Pelvic oscillations doesn't seem to be related to fall risk or attention function in people with PD. People with PD and history of falls show a tendency to walk slowly and with more instability regardless of the type of task and people with PD without history of falls seem to change their gait pattern according to the type of task and show a tendency to walk with more stability.

Keywords: Postural instability, motor control, gait, dual-task

Índice geral

Índice de tabelas.....	página VII
Índice de figuras.....	página IX
Lista de abreviaturas.....	página XI
Capítulo 1. Introdução ao tema.....	página 1
Capítulo 2. Artigo científico (versão original).....	página 9
Capítulo 3. Discussão.....	página 39
Capítulo 4. Conclusões	página 47
Capítulo 5. Referências bibliográficas.....	página 49
Apêndices.....	página 55

Índice de tabelas

(presentes no artigo científico)

Table 1 - Sample description.....página 29

Table 2. Correlation between corte de “A”s score and oscillations variables in the ML axis in T2 (NPDF group).....página 30

Table 3. Gait speed in T1 and T2 and comparison between tasks in each group.....página 31

Table 4. Values of oscillations components on VT axis in each task for all groups.....página 32

Table 5. Correlations between oscillations' speed variation in ML and VT axes and gait speed in each task (PDF group).....página 33

Índice de figuras

(presentes no artigo científico)

Figure 1 – Example of a graph that illustrates a participant's oscillations displacement during single task.....página 34

Figure 2 – Example of a graph that illustrates a participant's oscillations velocities during single task.....página 34

Figure 3 – Example of a graph that illustrates a participant's oscillations displacement during dual-task.....página 35

Figure 4 – Example of a graph that illustrates a participant's oscillations velocities during dual-task.....página 35

Figure 5. Differences between groups in variation of the oscillations speed in ML axis in T1.....página 36

Figure 6. Differences between groups in variation of the oscillations speed in ML axis in T2.....página 36

Lista de abreviaturas

AP - ântero-posterior

BLAD - Bateria de Lisboa para Avaliação de Demências

DP - Doença de Parkinson

(grupo) DP - grupo de participantes com Doença de Parkinson

DPQ - grupo de participantes com Doença de Parkinson e com historial de quedas no último ano

DPSQ - grupo de participantes com Doença de Parkinson sem historial de quedas no último ano

H&Y - Hoehn & Yahr

ML - médio-lateral

MMSE - Mini-Mental State Evaluation

P1 - prova 1 (tarefa simples)

P2 - prova 2 (dupla tarefa)

RMS - raiz quadrada da média dos quadrados

RMSveIML2 - variação da velocidade das oscilações no eixo médio-lateral na dupla tarefa

RMSveIVT2 - variação da velocidade das oscilações no eixo vertical na dupla tarefa

SDPSQ - grupo de participantes sem Doença de Parkinson e sem historial de quedas no último ano

TUG - Timed Up an Go

V1 - velocidade de marcha na prova 1

V2 - velocidade de marcha na prova 2

VT - vertical

Abreviaturas presentes no artigo:

AP - anteroposterior

BLAD - Lisbon Battery for Assessment of Dementia

H&Y - Hoehn & Yahr

ML - mediolateral

MMSE - Mini-Mental State Evaluation

PD - Parkinson's Disease

(group) PDF - group of participants with Parkinson's disease and history of falls

(group) PDNF - group of participants with Parkinson's disease without history of falls

(group) NPDF - group of participants without Parkinson's disease and without history of falls

RMS - root mean square

RMSveIML2 - variation of oscillations' speed in ML axis in dual-task

RMSveIVT2 - variation of oscillations' speed in VT axis in dual-task

T1 - first task (single task)

T2 - second task (dual task)

TUG - Timed Up an Go

VT - vertical

Capítulo 1. Introdução ao tema

No âmbito da Unidade Curricular Dissertação do Mestrado em Fisioterapia Neurológica realizou-se um trabalho de investigação inédito que procurou esclarecer algumas questões relacionadas com o controlo motor de pessoas com Doença de Parkinson (DP) e contribuir para um maior conhecimento científico acerca de aspectos fundamentais para a funcionalidade e qualidade de vida destes doentes como a estabilidade da marcha, o risco de queda e a função cognitiva, especificamente a atenção.

A Doença de Parkinson (DP) é uma doença neurológica crónica que decorre da deterioração dos neurónios dopaminérgicos dos gânglios da base, ao nível da substância nigra (Brognara, Palumbo, Grimm & Palmerini, 2019) e é considerada a doença neurodegenerativa mais comum em todo o mundo, depois da Doença de Alzheimer (Andlin-Sobocki, Jönsson, Wittchen, Olesen, 2005).

Sendo uma doença progressiva, as pessoas que sofrem de DP enfrentam limitações na realização das actividades da vida diária (Kwakkel, de Goede & van Wegen, 2007) e na mobilidade, nomeadamente ao nível da marcha, equilíbrio, postura e transferências (Keus, Bloem, Hendriks, Bredero-Cohen & Munneke, 2007), o que conduz a um estado de dependência, inactividade e isolamento social que diminui a qualidade de vida (Schrag, Jahanshahi & Quinn, 2000).

Uma das principais causas de morbilidade associadas às doenças neurodegenerativas como a DP é a ocorrência de quedas. Estas estão frequentemente associadas à instabilidade postural, à perda de reflexos posturais e ao fenómeno de *freezing* (Michałowska, Fiszer, Krygowska-Wajs & Owczarek 2005). Por outro lado, o défice de atenção pode comprometer a estabilidade postural e da marcha, sendo também um mecanismo potencialmente relacionado com o aumento do risco de queda (Montero-Odasso, Verghese, Beauchet & Hausdorff 2012).

As tarefas habituais do quotidiano consistem muitas vezes na realização de várias actividades em simultâneo (motoras e/ou cognitivas), o que implica que exista habilidade para realizar dupla-tarefa. Esta habilidade é também fundamental para a manutenção do equilíbrio durante a execução deste tipo de tarefas. Normalmente, as actividades motoras e cognitivas são desenvolvidas de forma sincronizada e no caso de existir um défice numa dessas dimensões a capacidade para desempenhar dupla-tarefa fica comprometida (Belghali, Chastan, Cignetti, Davenne & Decker, 2017).

A disfunção nos gânglios da base decorrente da DP faz com que existam perdas no automatismo do controlo motor, postural e da marcha na DP, o que, apesar de estes processos não serem totalmente automáticos, provoca uma maior dependência da função cognitiva, nomeadamente da atenção, para o seu funcionamento (Morris,

lansek, Smithson & Huxham, 2000; Kelly, Eusterbrock & Shumway-Cook, 2012). Efectivamente, existe uma maior activação de áreas cerebrais associadas com a atenção durante a realização de dupla-tarefa em pessoas com DP do que em pessoas saudáveis (Nieuwhof *et al.*, 2017). Desta forma, pessoas com DP que apresentem perturbação do controlo do movimento e défice de atenção podem ter uma dificuldade acrescida em realizar marcha em simultâneo com outra tarefa (Wu, Hallett & Chan, 2015). Este cenário tende a piorar com a evolução da doença, visto que está associada a uma progressiva deterioração cognitiva e motora, prejudicando ainda mais a capacidade de realização de dupla-tarefa e influenciando negativamente a funcionalidade (Plummer & Eskes, 2015). A evidência científica sugere que o comprometimento da capacidade de realização de dupla-tarefa e a perturbação da participação da atenção durante a marcha são importantes factores de risco de queda (Pelosin *et al.*, 2016; Fasano, Plotnik, Bove & Berardelli, 2012), principalmente num contexto de superfícies, obstáculos ou tarefas secundárias que não são familiares e desafiam a marcha, o equilíbrio e o controlo dos movimentos (Amboni, Barone & Hausdorff, 2013). Em pessoas com DP, uma tarefa de marcha complexa pode significar ultrapassar um obstáculo e o desempenho da mesma depende de um planeamento motor preciso e um adequado grau de atenção a estímulos relevantes (Pelosin *et al.*, 2019).

Neste contexto, têm sido desenvolvidos estudos baseados na realização de dupla-tarefa, percebendo-se que a perturbação da capacidade de realizar marcha em simultâneo com uma tarefa cognitiva está associada com o aumento do risco de queda na DP (Pelosin *et al.*, 2016). Outros estudos mostraram que a velocidade de marcha está diminuída nas pessoas com DP em contexto de tarefa simples (Hausdorff, Cudkowicz, Firtion, Wei & Goldberger, 1998), mesmo em fase *on* de medicação (Wild *et al.*, 2012) devido à bradicinésia característica desta doença (Kelly *et al.*, 2012) e a realização de dupla tarefa provoca uma diminuição ainda maior desta velocidade (Brown, de Bruin, Doan, Suchowersky & Hu, 2009). No entanto, o grau de incapacidade para realizar dupla tarefa varia de acordo com o indivíduo, o tipo de tarefa e as características do ambiente e a influência de cada factor não é clara, pelo que são necessários estudos controlados mais específicos relativamente a estas questões (Kelly *et al.*, 2012).

Apesar de ainda não ser claro o que se considera efectivamente instabilidade postural, a presença de oscilações durante a marcha é também um factor de risco de queda e verificou-se que pessoas com DP e com historial de quedas apresentam aumento de movimentos da cabeça durante a marcha (Cole, Silburn, Wood, Worringham & Kerr, 2010).

A análise das oscilações durante a marcha através de acelerómetros permite tirar conclusões válidas e observou-se que indivíduos com DP apresentam aumento das oscilações antero-posteriores (AP) da cabeça que não estão correlacionadas com a diminuição da velocidade da marcha, o que sugere uma tradução num sintoma motor relacionado com a instabilidade da marcha distinto da marcha hipocinética (Brodie, Canning, Beijer & Lord, 2015b).

Num estudo realizado com acelerómetros observou-se que estes doentes apresentam perturbação do controlo das oscilações da cabeça no plano transversal mas os autores recomendam investigação adicional para comparar as oscilações da cabeça com as da cintura pélvica na instabilidade postural/da marcha e a sua relação com o risco de queda aumentado (Brodie *et al.*, 2015b).

Perante esta evidência, considerou-se pertinente realizar um estudo que integrasse estes factores relevantes para a funcionalidade das pessoas com DP e cujo conhecimento necessita de maior aprofundamento. Por isso, os objectivos deste estudo foram investigar a relação entre o risco de queda, a atenção e as oscilações da cintura pélvica durante a marcha em indivíduos com DP e analisar a variação das oscilações da cintura pélvica e da velocidade de marcha da tarefa simples para a dupla tarefa, para perceber a influência que esta tem sobre o controlo da estabilidade postural. Para tal, realizou-se um estudo transversal observacional sobre uma amostra de 20 pessoas sem défice cognitivo, seleccionadas por conveniência na Associação Portuguesa de Doentes de Parkinson de acordo com os seguintes critérios:

- Critérios de inclusão:
 - Idade igual ou superior a 60 anos;
 - Diagnóstico de DP [grau II-IV na escala de Hoehn & Yahr (H&Y)];
 - Residir na comunidade.
- Critérios de exclusão:
 - Diagnóstico de outras doenças neurológicas;
 - Défice cognitivo (avaliado através do Mini-Mental State Evaluation);
 - Incapacidade de realizar marcha autónoma sem auxiliar de marcha.

Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão foram seleccionadas 7 pessoas com DP que registaram uma ou mais quedas no último ano e 7 pessoas com DP que não referiram ocorrência de quedas no último ano.

Foram também seleccionadas 6 pessoas saudáveis, de idade equivalente e residentes na comunidade (aplicando os mesmos critérios de exclusão), para constituírem um grupo de controlo.

Assim, a amostra deste estudo foi dividida em 3 grupos com as seguintes características:

- DPQ: indivíduos com DP e com historial de quedas no último ano (n=7);

- DPSQ: indivíduos com DP e sem historial de quedas no último ano (n=7);
- SDPSQ: indivíduos sem DP e sem historial de quedas no último ano (n=6).

A avaliação da existência de défice cognitivo para aplicação dos critérios de exclusão foi feita através do Mini-Mental State Evaluation (MMSE). Este instrumento permite avaliar globalmente o estado cognitivo, encontra-se validado para a população portuguesa por Guerreiro, Silva, Botelho, Leitão, Castro-Caldas & Garcia (1994) e os valores de corte para a classificação de défice cognitivo para a população portuguesa são:

- 22 para 0 - 2 anos de literacia;
- 24 para 3 - 6 anos;
- 27 para literacia \geq sete anos (Morgado, Rocha, Maruta, Guerreiro & Martins, 2009).

O MMSE consiste num teste clássico de papel/lápis composto por 30 questões organizadas em seis domínios cognitivos - orientação, retenção, atenção e cálculo, evocação, linguagem e capacidade construtiva. As respostas são pontuadas com os valores 0 ou 1 quando o participante não responde/dá uma resposta incorrecta ou quando o participante responde correctamente, respectivamente. A pontuação máxima possível é 30 pontos, sendo que pontuações mais elevadas correspondem a melhores desempenhos (Santana *et al.*, 2016).

As variáveis seleccionadas para estudo foram as oscilações da cintura pélvica, o risco de queda, o grau de atenção e a velocidade de marcha.

As oscilações da cintura pélvica foram medidas através de um acelerómetro acoplado à cintura pélvica. Os acelerómetros permitem medir as oscilações que ocorrem durante a marcha de forma válida, oferecendo uma opção relativamente acessível e prática com aplicação na DP (Brodie *et al.*, 2015b).

O risco de queda foi avaliado através do teste Timed Up and Go (TUG). O TUG é um instrumento que permite determinar de forma válida o nível de mobilidade funcional e o risco de queda. A realização deste teste envolve tarefas de equilíbrio e marcha habitualmente presentes nas actividades da vida diária - levantar/sentar de uma cadeira, caminhar, mudar de direcção (Shumway-Cook, Brauer & Woollacott, 2000).

O TUG foi inicialmente desenhado para ser aplicado em população geriátrica mas também é habitualmente utilizado em casos de DP (Morris, Morris & Iansek, 2001), apresentando uma alta fiabilidade intra e inter-avaliadores em população idosa (Steffen, Hacker & Mollinger, 2002) e em doentes de Parkinson (Morris *et al.*, 2001; Huang, Hsieh, Wu, Tai, Lin & Lu, 2011). Considera-se como ponto de corte para classificação de risco de queda de pessoas mais velhas a pontuação igual ou superior a 13,5 segundos (Shumway-Cook *et al.*, 2000) e em pessoas com DP a pontuação igual ou superior a 11,5 segundos (Nocera *et al.*, 2013).

Este teste inicia-se com o participante sentado numa cadeira com braços e indica-se que ao ouvir o comando “agora” deve levantar-se e percorrer 3 metros em linha recta, utilizando o seu calçado habitual e caminhando de forma confortável sobre uma superfície estável. Ao fim dos 3 metros contorna um objecto de marcação e realiza o mesmo trajecto na direcção oposta, regressando à cadeira e sentando-se. O examinador regista o tempo que o participante demora a realizar estas tarefas, desde que se levanta da cadeira até se voltar a sentar novamente.

O grau de atenção foi avaliado através do teste “Corte de ‘A’s”, que é um subteste da Bateria de Lisboa para Avaliação de Demências (BLAD) que avalia a dimensão das funções cognitivas relacionada com a atenção, medindo a capacidade de atenção sustentada (Guerreiro, 1998). É teste de papel/lápis cronometrado em que o participante deve “cortar” com um traço todos os “A”s que encontra no conjunto de letras e dizer quando tiver terminado, momento em que se regista o tempo decorrido. A pontuação final é obtida através da seguinte operação: (N.º de “A”s cortados x 10) / tempo. Os dados normativos para a população portuguesa são (Guerreiro, 1998):

- 50-64 anos e analfabetos: intervalo normativo = 1,05-2,11; média = 1,58; desvio-padrão = 0,53;

- 50-64 anos e escolaridade ≤ 4ª Classe: intervalo normativo = 1,62-5,24; média = 3,43; desvio-padrão = 1,81;

- 50-64 anos e escolaridade > 4ª Classe: intervalo normativo = 4,31-7,51; média = 5,91; desvio-padrão = 1,60;

- 65-79 anos e analfabetos: intervalo normativo = 1,17-2,11; média = 1,64; desvio-padrão = 0,47;

- 65-79 anos e escolaridade ≤ 4ª Classe: intervalo normativo = 1,94-4,20; média = 3,07; desvio-padrão = 1,13;

- 65-79 anos e escolaridade > 4ª Classe: intervalo normativo = 2,90-4,86; média = 3,88; desvio-padrão = 0,98;

A velocidade de marcha em cada prova foi calculada através do quociente entre a distância do percurso de marcha (em metros) e o tempo de realização do percurso (em segundos).

O procedimento consistiu num primeiro momento de avaliação inicial do risco de queda e da função cognitiva, especificamente ao nível da atenção, de todos os participantes através da aplicação do teste Timed Up and Go (TUG) e do teste de corte de “A”s, respectivamente. Foi realizada uma prova de teste do TUG para que os participantes se familiarizassem com o procedimento antes de o desempenho ser cronometrado. De seguida realizou-se um percurso de marcha em duas provas (1 - tarefa simples; 2 - dupla-tarefa em simultâneo com uma tarefa de atenção) com um acelerómetro (Enobio 8 Wireless EEG da Neuroelectrics®) acoplado à cintura pélvica

[de acordo com o protocolo de colocação descrito por Brodie *et al.* (2015a)], registando as suas oscilações durante a marcha. Na prova 1 (P1) foi pedido aos participantes para realizar um percurso de 10 metros em linha recta, sobre uma superfície estável, sem obstáculos, compreendido entre duas marcações bem definidas, sendo registado o tempo que demoraram a realizar a tarefa. Na prova 2 (P2) o participante realizou a mesma tarefa que na P1, desempenhando uma tarefa de atenção em simultâneo que consistiu na identificação e nomeação do número de peças de roupa de determinada cor (indicada pelo examinador), de entre um variado conjunto exposto num painel no final do percurso (Apêndice 1), também com cronometragem do percurso.

Os dados fornecidos pelo acelerómetro foram tratados através do programa MATLAB®, versão 9.1.0.441655 (R2016b), de acordo com o protocolo de Brodie *et al.* (2015a), de forma a aplicar correcções matemáticas para alinhar os eixos do sensor do acelerómetro com o sistema global de coordenadas e garantir a qualidade dos dados. Este protocolo já foi usado em estudos com pessoas com DP, permite a redução de erros do sinal que podem perturbar a leitura dos dados reais das oscilações e fornece os gráficos (Apêndice 2 - figuras 1, 2, 3 e 4) que ilustram as oscilações (Brodie *et al.*, 2015a) em ambas as provas e os dados necessários para obter os valores das três variáveis correspondentes às oscilações da cintura pélvica nos três eixos [vertical (VT), ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML)]: amplitude, variação do deslocamento [raiz quadrada da média dos quadrados (RMS) dos valores do deslocamento] e variação da velocidade (RMS dos valores da velocidade). Depois, em conjunto com os restantes dados, estes foram submetidos a análise estatística descritiva com recurso a testes de hipóteses para os comparar e correlacionar, de acordo com as variáveis seleccionadas para estudo, através do programa IBM® SPSS® Statistics, versão 26. As variáveis estudadas foram: amplitude das oscilações da cintura pélvica, variação do deslocamento das oscilações da cintura pélvica, variação da velocidade das oscilações da cintura pélvica e velocidade de marcha nas duas provas; risco de queda e grau de atenção.

Este estudo decorreu seguindo os princípios éticos recomendados pela Declaração de Helsínquia, elaborada pela World Medical Association (2013). Neste sentido, os participantes declararam estar de acordo com os procedimentos propostos, descritos num consentimento informado que leram e assinaram em que constou também que seria respeitada a privacidade e confidencialidade dos dados recolhidos¹ e que poderiam desistir da participação do estudo em qualquer momento, se desejassem.

Adicionalmente, este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa (CE-ESTESL-Nº49.-2019).

Deste trabalho resultou a produção de um artigo científico, submetido para publicação na revista *Physiotherapy Theory and Practice* (Manuscript ID UPTP-2020-0577) que se apresenta de seguida, onde estão descritos todos os seus detalhes.

¹De acordo com o Regulamento (UE) 2016/679 de 27 de abril de 2016 – Relativo à protecção das pessoas singulares no que diz respeito ao tratamento de dados pessoais e à livre circulação desses dados e que revoga a Diretiva 95/46/CE (Regulamento Geral sobre a Protecção de Dados) e com a Deliberação CNPD n.º 1704/2015 – Aplicável aos tratamentos de dados pessoais efetuados no âmbito de Investigação Clínica.

Capítulo 2. Artigo científico (versão original)

Título original: Relationship Between Pelvic Girdle Oscillations, Falls Risk and Attention in People with Parkinson's Disease

Autores e filiações:

- Cláudia Inês da Silva Guerra
PT, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa, Portugal

- Fernando Melício
ISEL, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Portugal
Evolutionary Systems and Biomedical Engineering Lab, Institute for Systems and Robotics, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal

- João Casaca Carreira
PhD, PT, Escola Superior de Saúde da Cruz Vermelha Portuguesa, Lisboa, Portugal
Associação Portuguesa dos Doentes de Parkinson, Lisboa, Portugal

- Beatriz Fernandes
PhD, PT, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa, Portugal

Artigo submetido na Revista *Physiotherapy Theory and Practice*

 **Home**

 **Author**

 **Review**

Submission Confirmation

 **Print**

Thank you for your submission

Submitted to

Physiotherapy Theory and Practice

Manuscript ID

UPTP-2020-0577

Title

Relationship Between Pelvic Girdle Oscillations, Falls Risk and Attention in People with Parkinson's Disease

Authors

Guerra, Cláudia

Melício, Fernando

Casaca Carreira, João

Fernandes, Maria

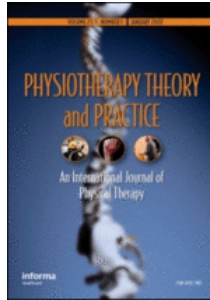
Date Submitted

15-Jul-2020

[Author Dashboard](#)

© Clarivate Analytics | © ScholarOne, Inc., 2020. All Rights Reserved.
ScholarOne Manuscripts and ScholarOne are registered trademarks of ScholarOne, Inc.
ScholarOne Manuscripts Patents #7,257,767 and #7,263,655.

[@ScholarOneNews](#) | [System Requirements](#) | [Privacy Statement](#) | [Terms of Use](#)



Relationship Between Pelvic Girdle Oscillations, Falls Risk and Attention in People with Parkinson's Disease

Journal:	<i>Physiotherapy Theory and Practice</i>
Manuscript ID:	Draft
Manuscript Type:	Research Report
Keywords:	Postural instability, Motor control, Gait, Dual-task

SCHOLARONE™
Manuscripts

URL: <http://mc.manuscriptcentral.com/uptp> Email: shasson@gru.edu

1
2
3 **Relationship Between Pelvic Girdle Oscillations, Falls Risk and Attention in People with**
4
5 **Parkinson's Disease**
6
7
8
9

10 ABSTRACT

11
12 **Background:** Gait oscillations seem to be altered in people with Parkinson's disease (PD),
13 suggesting a postural instability associated with an increased risk of falling. Performing dual
14 task can be a risk factor for falling in people with PD.
15
16

17
18 **Objectives:** We sought to understand whether there is a relationship between pelvic
19 oscillations, risk of falling and attention deficits. Additionally, we aim to gain insight into how
20 dual-task influences the gait pattern of people with PD.
21
22

23
24 **Methods:** Cross-sectional observational study. Sample of 20 participants divided into 3 groups:
25 PD with history of falls (n = 7), PD without history of falls (n = 7) and healthy subjects without
26 history of falls (n = 6). Falls risk and attention were evaluated and pelvic oscillations and gait
27 speed were measured in two tests: simple and dual-task.
28
29

30
31 **Results:** No relationship was found between pelvic oscillations, risk of falling and attention in
32 people with PD. Gait speed decreased significantly in the two groups without history of falls
33 when performing dual task. Participants with PD and without falls history also showed
34 significant changes in pelvic oscillations.
35
36

37
38 **Conclusions:** Pelvic oscillations does not seem to be related to falls risk or to attention in people
39 with PD. People with PD and falls history show a tendency to walk slowly and with more
40 instability regardless of the type of task. Moreover, people with PD without history of falls
41 seem to change their gait pattern according to the type of task and show a tendency to walk
42 with more stability.
43
44

45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58 **Keywords:** Postural instability, motor control, gait, dual-task
59
60

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

INTRODUCTION

One of the main causes of morbidity associated with neurodegenerative diseases such as Parkinson's disease (PD) is the occurrence of falls and these are often related to postural instability, among other factors (Michałowska, Fiszer, Krygowska-Wajs and Owczarek 2005). On the other hand, attention deficit can compromise postural and gait stability and increase the risk of falling (Montero-Odasso, Verghese, Beauchet and Hausdorff 2012).

Dual-task performance is essential for everyday life and there are evidence that shows that compromised ability to walk with a simultaneous cognitive task is an important risk factor for falling in PD (Pelosin et al., 2016; Fasano, Plotnik, Bove and Berardelli, 2012). Other studies have shown that gait speed is decreased in people with PD during single task (Hausdorff, Cudkowicz, Firtion, Wei and Goldberger, 1998), even during their "on" period of medication (Wild et al., 2013) due to the typical PD's bradykinesia (Kelly, Eusterbrock and Shumway-Cook, 2012) and performing a dual-task makes gait speed decrease even more (Brown, de Bruin, Doan, Suchowersky and Hu, 2009). However, the inability to dual-tasking depends on the individual/environment characteristics, the task and the influence of each factor is still not clear, so more specific controlled studies on these issues are needed (Kelly, Eusterbrock and Shumway-Cook, 2012).

Despite the controversy related with the concept of postural instability, the presence of gait oscillations is also a risk factor for falls and PD patients with history of falls have increased head movements while walking (Cole et al., 2010). The analysis of these oscillations using accelerometers allows us to draw valid conclusions, as it was observed that individuals with PD have augmented head oscillations that are not correlated with gait speed, which suggests a translation into a motor symptom related to gait instability distinct from gait hypokinesia (Brodie, Canning, Beijer and Lord, 2015b). Brodie, Canning, Beijer and Lord (2015b) also found that these patients have uncontrolled head oscillations in the transverse plane, but the

1
2
3 authors suggest further investigation to compare head and pelvic oscillations in postural/gait
4
5 instability and their relationship with falls risk.
6

7
8 Based on this, we considered the importance of studying this components of gait instability
9
10 in PD and try to clarify them. Therefore, we intend to investigate the relationship between risk
11
12 of falling, attention and pelvic oscillations during gait in people with PD. Additionally, we want
13
14 to analyze how pelvic oscillations and walking speed change from the simple task to the dual-
15
16 task, in order to comprehend the influence that dual-tasking has on postural stability control.
17
18 Such knowledge will allow for a better management of interventions to prevent falls in PD.
19
20
21
22

23 24 MATERIAL AND METHODS

25 26 Design

27
28 A cross-sectional observational study was carried out at a PD patients Association
29
30 specialized in PD care where patients attend to rehabilitation treatment.
31
32

33
34 The study was developed according to the ethical principles recommended by the
35
36 Declaration of Helsinki (World Medical Association, 2013). All participants signed an
37
38 informed consent before data collection referring that data protection and anonymity are
39
40 guaranteed. This study was approved by the Ethics Committee of the Lisbon School of Health
41
42 Technology (CE-ESTESL-Nº49.-2019).
43
44
45
46

47 Participants

48
49 A convenience sample of 20 participants was selected from the group of PD patients that
50
51 attend to the referred Association, whose therapists suggested which patients could participate
52
53 in this study, based on this study inclusion and exclusion criteria. Some patient's
54
55 companion/spouse were also selected to form a control group.
56
57
58
59
60

1
2
3 Participants were invited if they were 60 years and over, had a diagnosis of PD between
4 stages II and IV on the Hoehn and Yahr (H&Y) scale and lived in the community. The exclusion
5 criteria were: diagnosis of other neurological diseases, cognitive impairment [Mini-Mental
6 State Evaluation score ≤ 22 for 0 - 2 years of education; ≤ 24 for 3 - 6 years of education; ≤ 27
7 for 7 or more years of education (Guerreiro et al., 1994)] and inability to walk without walking
8 aids.
9

10 After initial assessment, the participants were divided into 3 groups:
11

- 12 - PDF: individuals with PD and with history of falls in the last year (n = 7);
- 13 - PDNF: individuals with PD and without history of falls in the last year (n = 7);
- 14 - NPDF: individuals without PD and with no history of falls in the last year (n = 6).

15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 Outcome Measures

29 The risk of falling was assessed using the Timed Up and Go (TUG) test. The TUG assesses
30 mobility and the risk of falling. The performance of this test involves balance and gait tasks
31 usually present in the activities of daily living - getting up/sitting out of a chair, walking,
32 changing direction (Shumway-Cook, Brauer and Woollacott, 2000).
33

34 The TUG test was initially developed for older adults but is also commonly used in
35 individuals with PD (Morris, Morris and Iansek, 2001), showing a high intra- and inter-rater
36 reliability for both populations (Steffen, Hacker and Mollinger, 2002; Morris, Morris and
37 Iansek, 2001; Huang et al., 2011). For patients with PD performing the test in 11,5 seconds or
38 more indicates risk of falling (Nocera et al., 2013) and for older adults the cut-off score for risk
39 of falling is 13,5 seconds (Shumway-Cook, Brauer and Woollacott, 2000).
40

41 The test starts with the participant sitting in a chair with arms. On the command "GO", he
42 gets up and walks comfortably 3 meters in a straight line, turns, walks in the opposite direction
43 and sits down on the chair. The examiner records the time that the participant takes to perform
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 these tasks, starting from the command “GO” and stopping when the participant is seated again.

4
5 Before recording a valid trial, each participant was given the opportunity to practice.

6
7 The degree of attention was assessed using the “Corte de 'A's” test, which is a subtest of the
8
9 Lisbon Battery for Assessment of Dementia (BLAD), which assesses the dimension of
10
11 cognitive functions related to attention, measuring the capacity for sustained attention
12
13 (Guerreiro, 1998). It is a timed paper/pencil test in which the participant must “cut” with a dash
14
15 all the “A”s that he finds in the set of letters and say when he has finished, when the elapsed
16
17 time is recorded. The final score is obtained through the following operation: (No. of "A" s cut
18
19 x 10) / time.
20
21
22

23
24 Pelvic girdle oscillations were measured using an accelerometer Enobio 8 Wireless EEG by
25
26 Neuroelectronics® attached to the pelvic girdle. Accelerometers allow to measure the oscillations
27
28 that occur during gait in a valid way, offering a relatively accessible and practical option with
29
30 application in PD (Brodie, Canning, Beijer and Lord, 2015b).
31
32
33

34 35 Procedures

36
37 An initial assessment of the risk of falling with the TUG test and the attention degree with
38
39 the cut off “A”s test was carried out. After, all participants completed a walking path with the
40
41 accelerometer attached to the pelvic girdle [according to the placement protocol described by
42
43 Brodie, Canning, Beijer and Lord (2015a)] recording their oscillations. Two measurements
44
45 were taken. Firstly, the participants performed a 10-meter course in a straight line, on a stable
46
47 surface, without obstacles, between two well-defined markings, recording the time it took to
48
49 complete the simple task (T1). A second measurement was taken with the participants
50
51 completing a dual task consisting on the same task as in T1, while performing an attentional
52
53 task. They had to identify and name the number of pieces of clothing of a certain color, indicated
54
55 by the examiner, from a set displayed on a panel at the end of the path (T2).
56
57
58
59
60

Data analysis

Data provided by the accelerometer were processed using the MATLAB® program, version 9.1.0.441655 (R2016b), according to the protocol described by Brodie, Canning, Beijer and Lord (2015a), in order to apply mathematical corrections to align the accelerometer sensor axes with the global coordinate system and guarantee data quality. This protocol was used in a study about gait instability in people with PD (Brodie, Canning, Beijer and Lord, 2015b) and offers a continuous pitch and roll correction with gravity removed method that reduces signal errors (Brodie, Canning, Beijer and Lord, 2015a) and provide the graphs (Figures 1, 2, 3 and 4) that illustrate the oscillations in both tests and the values of the three variables corresponding to the oscillations of the pelvic girdle in the three axes [vertical (VT), anteroposterior (AP) and mediolateral (ML)]: amplitude, variation of the displacement [root mean square (RMS) of the displacement values] and variation of the speed (RMS of the velocity values). Then, together with the remaining data, descriptive statistics and inferential statistics analysis was performed to describe, compare and correlate variables, using the IBM® SPSS® Statistics, version 26 program.

RESULTS

The PDF group showed a higher number of participants classified in grade III of the H&Y scale and the PDNF group showed a greater distribution by grades II-IV. The average score on the TUG test showed that all the participants with PD had a high risk of falling, with the PDNF group having the highest percentage of people in this situation. The NPDNF obtained the highest average score on the TUG test (not considered high risk of falling) and presented the highest average value of degree of attention (Table 1).

There was no correlation between the risk of falling and the degree of attention with any variable of the oscillations in participants with PD. On the other hand, there was a positive

1
2
3 correlation between the degree of attention and the three variables related to pelvic oscillations
4
5 (amplitude, variation of displacement and variation of speed) in the ML axis in T2 in NPDFN
6
7 group (Table 2), that also showed a tendency to higher attention function (Table 1) and to
8
9 greater values of oscillations amplitude and speed variation on the ML axis during dual-task.
10

11
12 No significant differences were found between the groups with and without a diagnosis of
13
14 PD in relation to any variable analyzed. Comparing the two walking tests in each group, the
15
16 dual-task walking speed was significantly lower than single task walking speed in both groups.
17
18 Finally, there was a significant decrease in the amplitude ($t = 2,186; p = 0,048$) and variation in
19
20 the oscillations speed ($t = 4,368; p = 0,001$) on the VT axis from the first to the second test in
21
22 the group of people with PD.
23
24

25
26 Considering the PDF, PPDF and NPDFN groups, there were also no correlations between
27
28 pelvic girdle oscillations and the degree of attention/risk of falling, nor significant differences
29
30 between groups.
31

32
33 Comparing the two tests performed in each group, the walking speed was significantly lower
34
35 in the dual-task in both groups without falls (Table 3). Additionally, in the PPDFN group, on the
36
37 vertical axis, the variation in the oscillations speed decreased significantly and the variation in
38
39 the displacement of the oscillations was significantly greater in the second task (Table 4).
40
41

42
43 Although without a significant difference detected, the variation in the pelvic girdle
44
45 oscillations speed on the ML axis was practically the same in both tasks in the PDF and NPDFN
46
47 groups and suffered a more noticeable decrease in the PPDFN group in the second task (Figures
48
49 5 and 6).
50

51
52 The variation in the pelvic girdle oscillations speed of the PPDFN group in the second task
53
54 on the ML (RMSvelML2) and VT (RMSvelVT2) axes showed a positive correlation with the
55
56 walking speed in this task ($r = 0,765, p = 0,045$ and $r = 0,936; p = 0,002$, respectively), different
57
58 from the first task (Table 5).
59
60

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

DISCUSSION

Our study sought to understand whether there is a relationship between pelvic girdle oscillations, the risk of falling and attention in people with PD during the performance of a single-task (gait) and a dual-task (gait + attention task). No relationship between these variables in people with PD was found, but other interesting results were obtained regarding the influence of the dual-task on the pelvic girdle oscillations and gait speed, as well as the variation that the history of falls promotes in people with PD regarding gait stability.

The NPDNF group showed a tendency for a greater degree of attention and a positive correlation between the degree of attention and all the variables of pelvic oscillations on the ML axis in the dual-task was found. Moreover, when performing this task, the walking speed decreased significantly and there was a trend towards greater values of oscillations amplitude and speed variation on the ML axis in this group in relation to the others. According to Brodie, Canning, Beijer and Lord (2015a), the displacement and speed of pelvic girdle oscillations on the ML axis of healthy young people has a 'U' -shaped correlation with gait speed: oscillations are attenuated when walking at the usual speed and increased when walking more slowly or faster than usual. Our study showed similar results in healthy older adults that walked more slowly than usual in the context of a dual-task. In addition, we showed that the oscillations amplitude follow the same pattern as the variation in their displacement and speed and that the degree of attention is related to these variables. According to these results, we can agree with the suggestion of Brodie, Canning, Beijer and Lord (2015a) that the oscillations in the transverse plane, related to stability, are reduced during walking with usual speed and that this can be an advantage for gait stability/efficiency also in older adults. Since we only obtained these results for healthy people, we can suggest that there seems to exist mechanisms of postural

1
2
3 control to preserve gait stability in the context of a single task at a normal speed that are
4
5 disturbed by the dual-task and that are not present or do not work in the same way in people
6
7 with PD. A study with a larger sample is needed to clarify this point.
8
9

10 The dual-task influenced gait speed, amplitude of oscillations and variation of the
11
12 oscillations speed in the VT axis of people with PD, as they significantly decreased in the dual-
13
14 task. For healthy people, only walking speed was significantly lower in the dual-task. Several
15
16 studies have been carried out with dual-task and the results often show that older healthy adults
17
18 respond with decreased walking speed without disturbing stability (assessed through its
19
20 variability), despite the deterioration in the cognitive function characteristic of aging (Li,
21
22 Lindenberger, Freund and Baltes, 2001; Abernethy, Hanna and Plooy, 2002; Sparrow,
23
24 Bradshaw, Lamoureux, and Tirosh, 2002; Schrodt, Mercer, Giuliani and Hartman, 2004; Gérin-
25
26 Lajoie, Richards and McFadyen, 2005; Springer et al, 2006). In people with PD, in addition to
27
28 the reduction in gait speed, there is also a greater variability in the gait pattern, with less stability
29
30 during the performance of a dual-task (Hausdorff, Balash and Giladi, 2003). Since there is a
31
32 relationship between stability and the oscillations that occur during gait (Cole et al., 2010;
33
34 Brodie, Canning, Beijer and Lord, 2015b), our results are similar to those of Yogeve-Seligmann,
35
36 Hausdorff and Giladi (2008) regarding the non-interference of the dual-task on gait stability in
37
38 the group of healthy people, but contradict, in a way, the evidence related to the DP group,
39
40 since a smaller amplitude and less variation in the speed of oscillations during the dual-task
41
42 represents less variability in these gait components. However, analyzing the PD participants in
43
44 more detail, we can observe that not everyone behaves in the same way: those who have no
45
46 history of falls in the last year were influenced by the dual-task, showing a significant decrease
47
48 in gait speed and in the variation of oscillations speed on the VT axis and a greater variation in
49
50 the displacement of the oscillations on the VT axis in the second task. Regarding the
51
52 participants who have a history of falls, there is a clear distinction, since no variable under study
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 has significant differences between the two tasks, showing that the dual-task does not influence
4
5 their gait speed or their pelvic girdle oscillations in the same way as in the other groups. This
6
7 result adds an interesting topic of discussion, since differences are identified within the group
8
9 of people with the same pathology according to the factor of having or not a history of falls.
10

11
12 Along with the results of Brodie, Canning, Beijer and Lord (2015b) it can be concluded that
13
14 control of gait speed and the control of pelvic girdle oscillations in the transverse plane, such
15
16 as those of the head, may be different elements from the gait pattern of people with PD, since
17
18 they may undergo changes independently following the introduction of the dual-task. This
19
20 result gives strength to the theory of these authors that is possible to distinguish the hypokinetic
21
22 gait from the unstable gait in people with PD and that seems to be possible to analyze it through
23
24 pelvic girdle oscillations measured with accelerometers. This is also shown in dual-task context,
25
26 in which people with no history of falls seem to adapt their gait pattern to the type of task and
27
28 those who have a history of falls maintain the tendency towards greater instability. More
29
30 detailed studies with larger samples and more specific regarding to the type of dual-task and
31
32 PD patient's characteristics such as history of falls, disease stage and educational level are
33
34 needed to confirm the trends found here and to understand the factors that cause these
35
36 variations, but there seems to be some influence of the type of task, single or dual with attention
37
38 task, and the history of falls that should be confirmed.
39
40
41
42
43

44
45 Regarding the attention function, it is important to highlight that although there was no
46
47 deficit in any group, there was a tendency towards lower values in the group of people with
48
49 falls and in the other groups there was a significant interference in gait performance when
50
51 introducing a task requiring attention. This shows that gait is a motor task that depends on
52
53 attention, especially in people with PD and with no history of falls, which were the ones that
54
55 showed significant changes both in gait speed and in pelvic girdle oscillations when diverting
56
57 attention to another task. As Sousa and Macedo (2019) have already mentioned, the assessment
58
59
60

1
2
3 of the attention of people with PD is important and specific guidelines must be established for
4
5 falls prevention work when this function is compromised. With our study we reinforce this
6
7 importance, considering the history of falls and the type of gait pattern for fall prevention
8
9 intervention planning and postural stability training in people with PD even without attention
10
11 impairment.
12
13

14
15 One limitation of our study is the small sample size. A larger sample is needed to obtain
16
17 results that allow the influence of the dual-task to be analyzed more accurately.
18

19
20 Another limitation is the fact that the oscillations data in each task relate to a single path
21
22 after carrying out a preparation trial. The performance of several trials and the use of their
23
24 average values would have allowed to obtain more reliable results, reason why this procedure
25
26 must be taken into account in future investigations.
27
28

29
30
31 There was no clear association between pelvic girdle oscillations, risk of falling and degree
32
33 of attention in single or dual tasks in a sample of people with PD during gait.
34

35
36 People with PD and with history of falls during dual-task performance tend to give priority
37
38 to the motor task over the cognitive one, presenting a more unstable gait pattern regardless the
39
40 type of task.
41

42
43 In future studies we suggest careful selection of the motor and cognitive tasks and to duly
44
45 address the history of falls and the gait pattern of PD participants, since the results may vary
46
47 according to these variables. This is a very important issue for physiotherapy practice, since the
48
49 intervention planning for falls prevention must consider this variability and must be adjusted to
50
51 the characteristics of each patient.
52
53

54 55 56 DISCLOSURE OF INTERESTS

57
58 The authors report no conflict of interest.
59
60

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

REFERENCES

- Abernethy, B., Hanna, A., and Plooy, A. (2002). The attentional demands of preferred and non-preferred gait patterns. *Gait and posture*, 15, 256–265
- Brodie, M.A., Canning, C.G., Beijer, T.R., Lord, S.R. (2015a). Head and pelvis stride-to-stride oscillations in gait: validation and interpretation of measurements from wearable accelerometers. *Physiological Measurement*, 36, 857-872
- Brodie, M.A., Canning, C.G., Beijer, T.R., Lord, S.R. (2015b). Uncontrolled head oscillations in people with Parkinson's disease may reflect an inability to respond to perturbations while walking. *Physiological Measurement*, 36, 873-881
- Brown, L.A., de Bruin, N., Doan, J.B., Suchowersky, O. and Hu, B. (2009). Novel challenges to gait in Parkinson's disease: the effect of concurrent music in single- and dual-task contexts. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90, 1578–1583
- Cole, M.H., Silburn, P.A., Wood, J.M., Worringham, C.J., Kerr, G.K. (2010). Falls in Parkinson's disease: kinematic evidence for impaired head and trunk control. *Movement Disorders*, 25, 2369-2378
- Fasano, A., Plotnik, M., Bove, F., Berardelli, A. (2012). The neurobiology of falls. *Neurological Sciences* 33, 1215–1223

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

- Gérin-Lajoie, M., Richards, C. L., and McFadyen, B. J. (2005). The negotiation of stationary and moving obstructions during walking: anticipatory locomotor adaptations and preservation of personal space. *Motor control*, 9, 242–269
- Guerreiro, M. (1998). *Contributo da neuropsicologia para o estudo das demências*. Doctoral dissertation. Faculdade de Medicina, Universidade de Lisboa.
- Guerreiro, M., Silva, A.P., Botelho, M., Leitão, O., Castro-Caldas, A., Garcia, C. (1994). Adaptação à população portuguesa da tradução do Mini Mental State Examination. *Revista Portuguesa de Neurologia.*, 1, 9-10
- Hausdorff, J. M., Balash, J., and Giladi, N. (2003). Effects of cognitive challenge on gait variability in patients with Parkinson's disease. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 16, 53–58
- Hausdorff, J.M, Cudkowicz, M.E., Firtion, R., Wei, J.Y., and Goldberger, A.L. (1998). Gait variability and basal ganglia disorders: stride-to-stride variations of gait cycle timing in Parkinson's disease and Huntington's disease. *Movement Disorders*, 13, 428–437
- Huang, S., Hsieh, C., Wu, R., Tai, C., Lin, C., Lu, W. (2011). Minimal detectable change of the timed "up go" test and the dynamic gait index in people with parkinson disease. *Physical Therapy.*, 91,114-121

- 1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
- Kelly, V. E., Eusterbrock, A. J., Shumway-Cook, A. (2012). A review of dual-task walking deficits in people with Parkinson's disease: motor and cognitive contributions, mechanisms, and clinical implications. *Parkinson's disease* [In Press]
<https://doi.org/10.1155/2012/918719>
 - Li, K. Z., Lindenberger, U., Freund, A. M., and Baltes, P. B. (2001). Walking while memorizing: age-related differences in compensatory behavior. *Psychological science*, *12*, 230–237
 - Michałowska, M., Fiszer, U., Krygowska-Wajs, A., Owczarek, K. (2005). Falls in Parkinson's disease. Causes and impact on patients' quality of life. *Functional Neurology*, *20*, 163-168
 - Montero-Odasso, M., Verghese, J., Beauchet, O., Hausdorff, J.M. (2012). Gait and cognition: a complementary approach to understanding brain function and the risk of falling. *Journal of the American Geriatrics Society*, *60*, 2127-2136
 - Morris, S., Morris, M.E., Iansek, R. (2001). Reliability of measurements obtained with the Timed "Up and Go" test in people with Parkinson disease. *Physical Therapy*, *81*, 810-818
 - Nocera, J. R., Stegemöller, E. L., Malaty, I. A., Okun, M. S., Marsiske, M., Hass, C. J., and National Parkinson Foundation Quality Improvement Initiative Investigators (2013). Using the Timed Up and Go test in a clinical setting to predict falling in Parkinson's disease. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *94*, 1300–1305

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

- Pelosin, E., Ogliastrro, C., Lagravinese, G., Bonassi, G., Mirelman, A., Hausdorff, J. M., Abbruzzese, G., & Avanzino, L. (2016). Attentional Control of Gait and Falls: Is Cholinergic Dysfunction a Common Substrate in the Elderly and Parkinson's Disease?. *Frontiers in aging neuroscience* [In Press]
<https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00104016.00104>
- Schrodtt, L. A., Mercer, V. S., Giuliani, C. A., and Hartman, M. (2004). Characteristics of stepping over an obstacle in community dwelling older adults under dual-task conditions. *Gait and posture*, *19*, 279–287
- Shumway-Cook, A., Brauer, S., Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the timed up and go test. *Physical Therapy*, *80*, 896-903
- Sousa, N.M.F., and Macedo, R.C. (2019). Relationship between cognitive performance and mobility in patients with Parkinson's disease: A cross-sectional study. *Dementia e Neuropsychologia*, *13*, 403-409
- Sparrow, W. A., Bradshaw, E. J., Lamoureux, E., and Tirosh, O. (2002). Ageing effects on the attention demands of walking. *Human movement science*, *21*, 961–972
- Springer, S., Giladi, N., Peretz, C., Yogev, G., Simon, E. S., and Hausdorff, J. M. (2006). Dual-tasking effects on gait variability: the role of aging, falls, and executive function. *Movement disorders*, *21*, 950–957

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

- Steffen T, Hacker T, Mollinger L. (2002). Age and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: six-minute walk test, berg balance scale, timed up go test, and gait speeds. *Physical Therapy*, 82, 128-137
- Yogev-Seligmann, G., Hausdorff, J. M., and Giladi, N. (2008). The role of executive function and attention in gait. *Movement disorders*, 23, 329–472
- Wild, L. B., de Lima, D. B., Balardin, J. B., Rizzi, L., Giacobbo, B. L., Oliveira, H. B., de Lima Argimon, I. I., Peyré-Tartaruga, L. A., Rieder, C. R., and Bromberg, E. (2013). Characterization of cognitive and motor performance during dual-tasking in healthy older adults and patients with Parkinson's disease. *Journal of Neurology*, 260, 580–589
- World Medical Association (2013). WMA Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>

TABLES

Table 1 - Sample description

	PDF (n = 7)	PDFNF (n = 7)	NPDFNF (n = 6)
	F = 2; M = 5	F = 2; M = 5	F = 4; M = 2
Age (years)	72,43 (5,86)	72,29 (8,60)	70 (9,86)
H&Y II **	0	3 (42,9%)	
H&Y III**	6 (85,7%)	2 (28,6%)	
H&Y IV**	1 (14,3%)	2 (28,6%)	
High risk of falling**	4 (57,1%)	6 (85,7%)	1 (16,7%)
TUG score* (segundos)	13,63 (3,13)	14,35 (2,94)	11,50 (2,40)
Corte de "A"s score (points)	4,70 (1,12)	4,95 (1,84)	5,24 (1,74)

F = female; M = male; H&Y = Hoehn & Yahr scale

*values expressed in mean (\pm standard deviation)

**values expressed in frequencies (percentage)

Table 2. Correlation between corte de "A"s score and oscillations variables in the ML axis in T2 (NPDNF group)

	Corte de "A"s score
Oscillations amplitude	$r = 0,859; 0,028$
Oscillations displacement variation	$r = 0,832; 0,040$
Oscillations speed variation	$r = 0,878; 0,021$

r = Pearson correlation coefficient; p value

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Table 3. Gait speed in T1 and T2 and comparison between tasks in each group

	PDF (n = 7)	PDNF(n = 7)	NPDNF (n = 6)
Gait speed in T1 (V1; m/s)	0,83 (0,21)	0,89 (0,19)	0,87 (0,15)
Gait speed in T2 (V2; m/s)	0,65 (0,16)	0,63 (0,19)	0,61 (0,19)
<i>p</i> value (V1 vs V2)	0,058	0,014	0,009
Gait speed variation (V1 - V2; m/s)	0,171 (0,194)	0,256 (0,196)	0,262 (0,155)

Values expressed in mean (\pm standard deviation)

Table 4. Values of oscillations components on VT axis in each task for all groups

	PDF (n = 7)	PDNF(n = 7)	NPDNF (n = 6)
Oscillations amplitude VT axis T1 (mm)	149,380505	135,177981	160,86395433
Oscillations amplitude VT axis T2 (mm)	120,827563	71,781123	87,47252067
<i>p</i> value¹	0,34	0,099	0,173
Oscillations displacement variation VT axis T1 (mm)	27,666779	20,331438*	36,05885531
Oscillations displacement variation VT axis T2 (mm)	22,493791	12,617872*	15,71583073
<i>p</i> value²	0,527	0,018**	0,173
Oscillations speed variation VT axis T1 (mm/s)	129,378604	123,36397991	133,917326
Oscillations speed variation VT axis T2 (mm/s)	97,395181	77,02196545	84,199454
<i>p</i> value³	0,061	0,008	0,097

Values expressed in mean, except for those with *

*values expressed in median; **non-normal data distribution (non parametric test)

^{1,2,3}Comparison of each oscillation variable between T1 and T2

Table 5. Correlations between oscillations speed variation in ML and VT axes and gait speed in each task (PDNF group)

	RMSvelML1	RMSvelVT1	RMSvelML2	RMSvelVT2
Gait speed T1 (m/s)	$r = 0,101; 0,830$	$r = 0,363; 0,423$		
Gait speed T2 (m/s)			$r = 0,765; \mathbf{0,045}$	$r = 0,936; \mathbf{0,002}$

r = Pearson correlation coefficient; p value

RMSvelML1 and RMSvelML2 = variation of oscillations speed in ML axis in T1 and T2

RMSvelVT1 and RMSvelVT2 = variation of oscillations speed in VT axis in T1 and T2

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

FIGURES

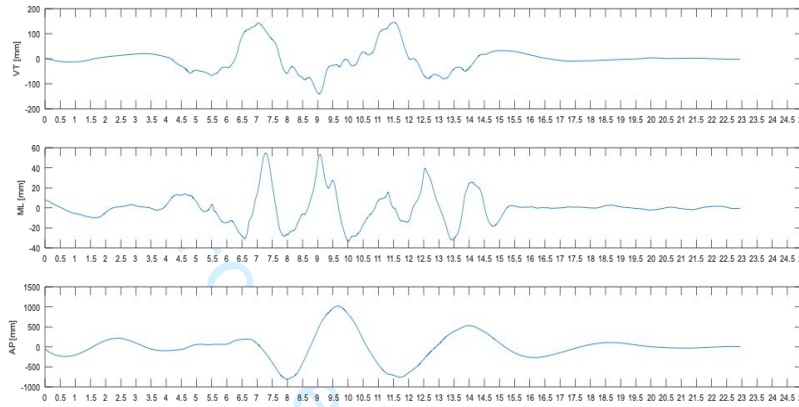


Figure 1 – Example of a graph that illustrates a participant’s oscillations displacement during single task

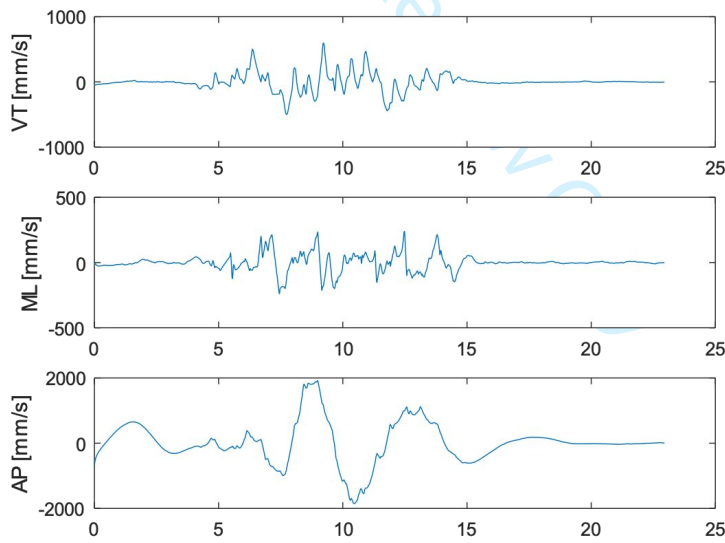


Figure 2 – Example of a graph that illustrates a participant’s oscillations velocities during single task

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

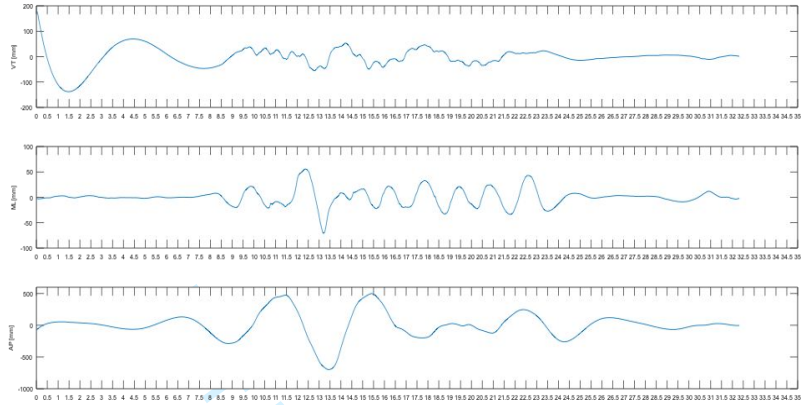


Figure 3 – Example of a graph that illustrates a participant’s oscillations displacement during dual-task

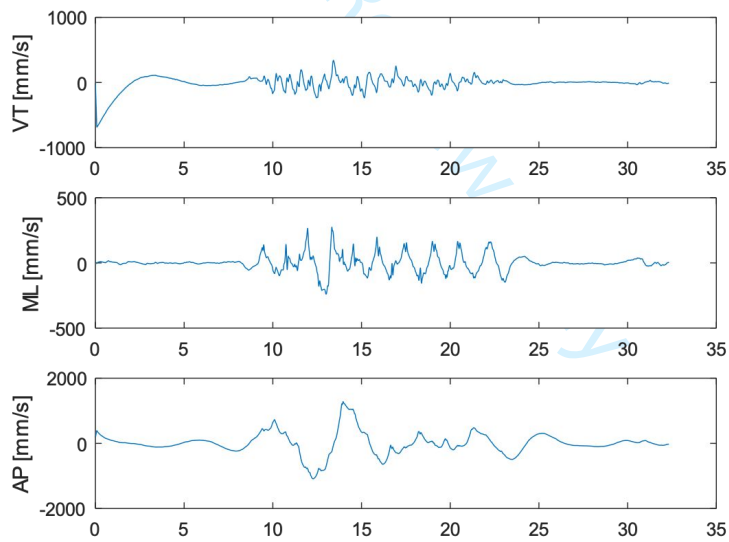


Figure 4 – Example of a graph that illustrates a participant’s oscillations velocities during dual-task

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

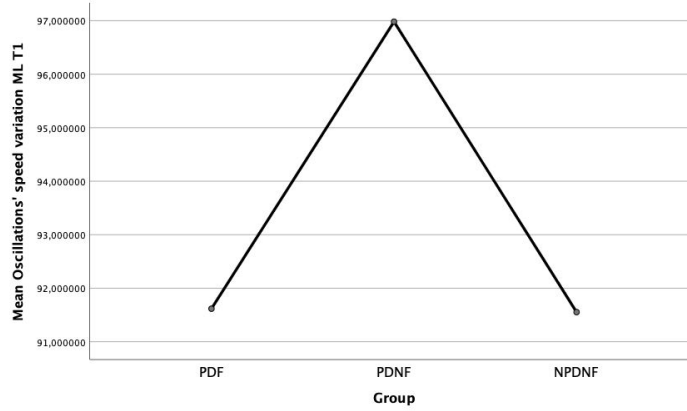


Figure 5. Differences between groups in variation of the oscillations speed in ML axis in T1

Values expressed in mean (mm)

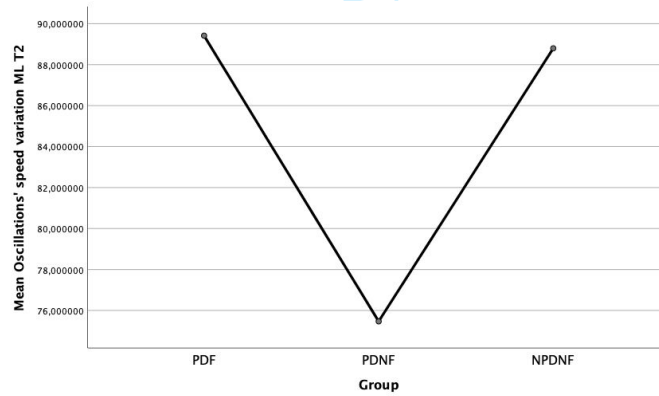


Figure 6. Differences between groups in variation of the oscillations speed in ML axis in T2

Values expressed in mean (mm)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Word count: 4503

For Peer Review Only

Capítulo 3. Discussão

O presente estudo procurou perceber se existe relação entre as oscilações da cintura pélvica, o risco de queda e o grau de atenção nas pessoas com DP durante a realização de tarefa simples (marcha) e de dupla tarefa (marcha+tarefa de atenção). Não foi possível encontrar relação entre estas variáveis nas pessoas com DP mas obtiveram-se outros resultados interessantes relativamente à influência da dupla tarefa sobre as oscilações da cintura pélvica e a velocidade de marcha, bem como da diferenciação que o historial de quedas promove nas pessoas com DP relativamente à estabilidade da marcha.

A idade média dos participantes foi bastante aproximada entre grupos. O grupo DPQ apresentou uma maior concentração de pessoas no grau III de severidade da DP pela escala H&Y e o grupo DPSQ mostrou uma maior distribuição pelos graus II-IV. O *score* médio na prova TUG mostra que todas as pessoas com DP apresentaram risco elevado de queda, tendo o grupo DPSQ a maior percentagem de pessoas nesta situação. O grupo de pessoas saudáveis obteve o *score* médio na prova TUG mais elevado (não considerado risco de queda elevado) e apresentou o maior valor médio de grau de atenção (Apêndice 2 - tabela 1).

Consideraram-se *outcomes* primários as correlações das oscilações da cintura pélvica com o risco de queda e o grau de atenção nos vários grupos. Os *outcomes* secundários foram definidos como a variação das oscilações da cintura pélvica e da velocidade de marcha da tarefa simples para a dupla tarefa e a diferença entre grupos com e sem DP (DP e SDPSQ) e com e sem historial de quedas (DPQ, DPSQ e SDPSQ) relativamente a estas variáveis.

Começando pela análise dos resultados relativos ao grau de atenção, o grupo de pessoas sem DP e sem historial de quedas, que apresentou tendência para ter o valor mais elevado de grau de atenção, foi o único em que se verificou uma correlação positiva entre o grau de atenção e todas as variáveis das oscilações da cintura no eixo ML na segunda prova, que envolve a realização de um exercício de atenção durante o percurso de marcha (Apêndice 2 - tabela 2). Por outro lado, ao realizar esta tarefa, a velocidade de marcha diminuiu significativamente e registou-se uma tendência para maiores valores de amplitude e variação da velocidade das oscilações da cintura pélvica no eixo ML neste grupo em relação aos restantes. De acordo com Brodie *et al.* (2015a), o deslocamento e a velocidade das oscilações da cintura pélvica no eixo ML dos jovens saudáveis apresenta uma correlação em forma de 'U' com a velocidade de marcha: as oscilações estão atenuadas ao andar à velocidade habitual e aumentadas ao andar mais devagar ou mais depressa do que o habitual. O nosso estudo mostrou resultados semelhantes em pessoas mais velhas saudáveis ao andar mais devagar do

que o habitual em contexto de dupla tarefa de marcha com exercício de atenção e acrescentou que a amplitude das oscilações segue o mesmo padrão que a variação do deslocamento e da velocidade das mesmas e que o grau de atenção está relacionado com estas variáveis. De acordo com estes resultados podemos concordar com a sugestão de Brodie *et al.* (2015a) de que as oscilações no plano transversal (relacionadas com a estabilidade) estão diminuídas durante a marcha com velocidade habitual e que isso pode ser uma vantagem para a estabilidade/eficiência da marcha também em pessoas mais velhas. Uma vez que só obtivemos estes resultados para as pessoas saudáveis, podemos pensar que parecem existir mecanismos de controlo postural para preservar a estabilidade da marcha em contexto de tarefa simples a uma velocidade habitual que são perturbados pela dupla tarefa e que não estão presentes ou não funcionam da mesma forma nas pessoas com DP. Seria necessário fazer um estudo mais detalhado e com uma amostra maior para esclarecer este ponto.

Passando para a análise dos resultados da velocidade de marcha, o presente trabalho corrobora as conclusões de Brown *et al.* (2009) de que esta diminui significativamente nas pessoas com DP em contexto de dupla tarefa, apesar de não haver uma diferença significativa que permita dizer que estas pessoas andam mais devagar do que as pessoas saudáveis na tarefa simples (provavelmente devido ao tamanho da amostra) como Hausdorff *et al.* (1998), Wild *et al.* (2012) e Kelly *et al.* (2012) referiram. Ambos os grupos apresentaram uma redução significativa da velocidade de marcha durante a realização de dupla tarefa e é fácil perceber porquê, uma vez que, teoricamente, existem mecanismos fisiológicos que explicam a interferência entre os componentes da dupla tarefa tanto específicos como não específicos da DP. As teorias não específicas da DP defendem que a realização da dupla tarefa depende de um processamento de informação (no qual participa a atenção), que é um recurso flexível mas limitado, pelo que tem que ser distribuído pelas tarefas envolvidas (de acordo com as características individuais, a motivação, fadiga o entusiasmo ou o tipo de tarefas). A interferência ocorre quando a distribuição deste recurso cognitivo é feita de forma desigual ou as duas tarefas competem pelo mecanismo de processamento de informação, o que resulta numa perturbação do desempenho de uma ou de ambas as tarefas. Os mecanismos específicos da DP que podem afectar tanto a marcha como a função cognitiva e, por isso, provocar défices na capacidade de realização de dupla tarefa são a deterioração do automatismo motor, a disfunção dopaminérgica dos gânglios da base e a eventual presença de patologia não dopaminérgica (Kelly *et al.*, 2012; Wild *et al.*, 2012).

A dupla tarefa também influenciou a amplitude e a variação da velocidade das oscilações no eixo VT das pessoas com DP, uma vez que estas variáveis diminuíram significativamente da primeira para a segunda prova. Já no caso das pessoas sem DP,

as oscilações da cintura pélvica não sofreram alterações significativas. Vários estudos têm sido desenvolvidos acerca da dupla tarefa e, salvo raras exceções, os resultados mostram que os adultos mais velhos e saudáveis respondem com diminuição da velocidade de marcha sem perturbações da estabilidade da marcha (avaliada através da sua variabilidade), apesar da deterioração da função cognitiva característica do envelhecimento (Yogev-Seligmann, Hausdorff & Giladi, 2008). Já em pessoas com DP, para além da influência sobre a velocidade da marcha, verifica-se também uma maior variabilidade do padrão de marcha, que traduz menos estabilidade, durante a realização de dupla tarefa (Hausdorff, Balash & Giladi, 2003). Zirek, Huseyinsinoglu, Tufekcioglu, Bilgic & Hanagasi (2018) determinaram que as pessoas com DP sofrem uma maior diminuição da velocidade de marcha e perturbação do equilíbrio quando realizam marcha com uma tarefa de atenção complexa em simultâneo. A presente investigação tem como referência para a interpretação da estabilidade da marcha as oscilações que ocorrem durante a mesma, visto que existe alguma relação entre as duas dimensões (Cole *et al.*, 2010; Brodie *et al.*, 2015b), especificamente ao nível da cintura pélvica. Neste ponto, os resultados são semelhantes aos dos autores anteriores relativamente à não interferência da dupla tarefa sobre a estabilidade da marcha no grupo de pessoas saudáveis mas contradizem, de certa forma, a evidência relativa ao grupo DP, uma vez que uma menor amplitude e menor variação da velocidade das oscilações durante a dupla tarefa representam uma menor variabilidade destes componentes da marcha. Mas analisando com mais detalhe o grupo de pessoas com DP verificamos que nem todos os participantes se comportam da mesma forma: os que não têm historial de quedas no último ano sofreram a influência da dupla tarefa, mostrando uma diminuição significativa da velocidade da marcha (Apêndice 2 - tabela 3) e da variação da velocidade das oscilações no eixo VT e apresentando uma maior variação do deslocamento das oscilações no eixo VT na segunda prova (Apêndice 2 - tabela 4). Já no que diz respeito aos participantes que têm historial de quedas encontra-se uma clara distinção, uma vez que nenhuma variável em estudo apresenta diferenças significativas entre as duas provas, traduzindo que a dupla tarefa não influencia a sua velocidade (Apêndice 2 - tabela 3) de marcha nem as suas oscilações da cintura pélvica (Apêndice 2 - tabela 4) da mesma forma que nos outros grupos. Este resultado acrescenta um tópico de discussão interessante, uma vez que se identificam diferenças dentro do grupo de pessoas com a mesma patologia de acordo com o factor de ter ou não historial de quedas.

Yogev, Plotnik, Peretz, Giladi & Hausdorff (2007) concluíram que pessoas mais velhas com historial de quedas sem patologia associada apresentam maior assimetria da marcha em tarefa simples, que aumenta com a dupla tarefa de carácter cognitivo.

Estes autores referem também que o mesmo acontece nas pessoas com DP e sugerem que a assimetria da marcha piora com a evolução dos sintomas da doença. A amostra do presente estudo apresenta tendência para um grau mais elevado de severidade da doença no grupo DPQ, que apresentou também tendência para oscilar mais durante ambas as tarefas, o que pode indicar que, tal como a assimetria, também a variabilidade/instabilidade da marcha aumente com a progressão da doença mas serão necessários mais estudos para o confirmar.

As tendências dos resultados deste estudo mostram que as pessoas com DP e historial de quedas andam mais devagar do que as pessoas saudáveis durante a tarefa simples, tal como Kelly *et al.* (2012), Wild *et al.* (2012) e Hausdorff *et al.* (1998) concluíram apesar de não distinguirem o historial de quedas. Já a tendência do grupo DPSQ contraria esta evidência, uma vez que a sua velocidade de marcha foi tendencialmente superior à das pessoas saudáveis na primeira prova. Por outro lado, na prova de dupla tarefa, o grupo DPQ andou tendencialmente mais depressa do que os outros grupos mas a par deste facto verifica-se que a velocidade de marcha deste grupo não variou tanto como a dos outros, que sofreram uma diminuição maior e com tendência para um valor muito próximo entre ambos (Apêndice 2 - figura 5). A evidência científica disponível mostra que a resposta a uma situação que implique a realização de várias tarefas em simultâneo varia de acordo com o indivíduo. Esta resposta pode ser a priorização do controlo do equilíbrio ou da marcha sobre tarefas concorrentes, segundo uma estratégia de “primeiro a postura”, que é adoptada principalmente por pessoas mais jovens e saudáveis e menos por pessoas mais velhas, especialmente com DP (Bloem, Grimbergen, van Dijk & Munneke, 2006). Por outro lado, a resposta pode ser dar prioridade à tarefa cognitiva e desempenhar a tarefa motora com mais erros ou simplesmente responder aleatoriamente, sem dar prioridade a nenhum tipo de tarefa, situação que pode promover uma maior instabilidade ou potenciar a ocorrência de quedas e que se verifica mais em pessoas com DP e excesso de confiança ou perturbação da avaliação do perigo (Bloem *et al.* 2006; Yogev-Seligmann *et al.*, 2012). No entanto, o medo de cair que muitas pessoas com DP sentem pode ajudar a evitar situações de perigo, apesar de poder também implicar uma imobilização excessiva (Bloem *et al.* 2006). Já outros autores como Wild *et al.* (2012) e Fuller *et al.* (2012) concluíram que, em contexto de dupla tarefa, as pessoas com DP dão prioridade à marcha sobre a tarefa cognitiva concorrente, e Yogev-Seligmann, Rotem-Galili, Dickstein, Giladi & Hausdorff (2012) perceberam que as pessoas com DP conseguem alterar a tarefa à qual dão prioridade conforme as instruções que recebem da mesma forma que as pessoas saudáveis. De qualquer forma, a priorização de tarefas depende de vários factores, entre os quais o tipo e a complexidade da tarefa cognitiva, a experiência pessoal de realização da tarefa e a

personalidade/estado de ânimo, pelo que dentro de um grupo aparentemente homogéneo é possível obter diferentes respostas (Yogev-Seligmann *et al.*, 2012). No presente estudo pudemos observar os dois tipos de resposta nas pessoas com DP: o grupo DPSQ parece ter dado prioridade à tarefa cognitiva, uma vez que tanto a velocidade de marcha como as oscilações da cintura variaram significativamente, e o grupo DPQ, cujo medo de cair não foi avaliado mas que possui historial de quedas, a partir das quais surge o medo de cair (Haertner, L. *et al.*, 2018), mostrou dar prioridade à tarefa motora, uma vez que a velocidade de marcha e as oscilações da cintura pélvica não sofreram alterações significativas na segunda prova. Para explicar este facto, pode colocar-se a hipótese de que as pessoas com DP e historial de quedas adoptam um padrão de marcha mais defensivo, à semelhança das pessoas com medo de cair como Bloem *et al.* (2006) referem no seu trabalho, com base nas experiências traumáticas passadas, em que à partida andam mais devagar e dedicam mais a sua atenção à tarefa da marcha, independentemente das condições em que se encontram, de forma a prevenir a ocorrência de quedas. Esta situação tanto pode ser positiva, considerando que este padrão de marcha funcione como um mecanismo de defesa e protecção contra a ocorrência de quedas na sequência de distrações irrelevantes que “roubem” a atenção da tarefa da marcha, como negativa, sendo que podem surgir situações inesperadas de perigo para as quais é imprescindível uma resposta (como um obstáculo em movimento durante o percurso de marcha) e a capacidade para a dar de forma eficaz pode estar comprometida devido a este mecanismo de priorização da tarefa motora em curso. A este ponto acrescenta-se que deste estudo resultou uma tendência para valores mais baixos de grau de atenção neste mesmo grupo (Apêndice 2 - tabela 1), conforme a conclusão do estudo de Allcock *et al.* (2009) de que o défice de atenção está associado com a frequência de quedas nas pessoas com DP. Seria interessante realizar estudos com amostras maiores para perceber se o grau de atenção será significativamente menor neste grupo e avaliar o desempenho no exercício de atenção da segunda prova para perceber se teria sido pior neste grupo e confirmar se a atenção realmente esteve menos disponível para o mesmo.

As tendências apontam também para maiores oscilações da cintura pélvica no eixo ML em ambas as provas nas pessoas com DP que caem, tal como Cole *et al.* (2010) e Brodie *et al.* (2015b) já tinham referido nos seus estudos sobre as oscilações da cabeça de pessoas com DP em contexto de tarefa simples (marcha). Com este trabalho acrescenta-se que há uma tendência para o mesmo comportamento das oscilações ao nível da cintura pélvica e que a dupla tarefa com exercício de atenção não parece provocar alterações neste cenário em pessoas com DP e historial de quedas. No entanto, parece que estas conclusões não se podem generalizar a todas as pessoas com DP.

Brodie *et al.* (2015b) referem que as pessoas com DP andam mais devagar, com passos mais curtos e oscilações da cabeça mais lentas no plano vertical e mais rápidas e descontroladas no plano transversal (eixos AP e ML, que parecem estar relacionadas com a instabilidade postural durante a marcha) do que as pessoas saudáveis e que a relação entre as oscilações da cabeça e a velocidade de marcha pode traduzir diferentes padrões de marcha entre as pessoas com DP, de acordo com o eixo em questão: menor velocidade de marcha e menos oscilações no eixo VT corresponderão a um padrão de marcha “hipocinético”; mais oscilações no plano transversal independentemente da velocidade de marcha traduzirão um padrão de marcha instável.

No presente estudo parece encontrar-se também esta variabilidade de padrões de marcha dentro do grupo de pessoas com DP, de acordo com o seu historial de quedas. No grupo DPQ encontrou-se uma tendência para mais oscilações no plano transversal em ambas as provas sem variação significativa da velocidade de marcha, sugerindo um padrão instável independentemente do tipo de tarefa. Já no grupo DPSQ verificou-se uma adaptação do padrão de marcha à tarefa em questão. Registou-se uma tendência para maior variação da velocidade das oscilações no eixo ML na tarefa simples (sem correlação com a velocidade da marcha nesta prova) e inversão da tendência na dupla tarefa (com correlação positiva com a velocidade de marcha nesta prova), juntamente com tendência para menor valor desta variável também no eixo VT (também com correlação positiva com a velocidade de marcha) e menor velocidade de marcha (Apêndice 2 - tabela 5; figuras 6 e 7), pelo que parece existir um padrão mais instável na tarefa simples e hipocinético na dupla tarefa.

Em suma, a par dos resultados de Brodie *et al.* (2015b) pode concluir-se que o controlo da velocidade da marcha e o controlo das oscilações da cintura pélvica no plano transversal [aparentemente relacionadas com a estabilidade da marcha em pessoas saudáveis (Brodie *et al.* 2015a)], tal como das da cabeça, podem ser elementos distintos do padrão de marcha das pessoas com DP, visto que podem sofrer alterações de forma independente na sequência da introdução da dupla tarefa. Este resultado dá força à teoria destes autores de que se pode diferenciar a marcha hipocinética da marcha instável em pessoas com esta patologia e acrescenta que isto também parece ser possível analisar-se através das oscilações da cintura pélvica medidas por acelerómetros e que também se verifica em contexto de dupla tarefa, em que as pessoas com historial de queda parecem adaptar o seu padrão de marcha ao tipo de tarefa e as que não têm historial de quedas mantêm a tendência para maior instabilidade. São necessários estudos mais detalhados e com amostras maiores para confirmar as tendências encontradas e perceber os factores que provocam estas

variações mas parece haver alguma influência por parte do tipo de tarefa (simples ou dupla com exercício de atenção) e do historial de quedas que deverá ser confirmada.

O facto de não termos obtido resultados significativos nas análises feitas às oscilações no plano transversal pode dever-se ao reduzido tamanho da amostra ou à eventual falta de sensibilidade das oscilações da cintura pélvica à instabilidade postural. Brodie *et al.* (2015b) já tinham referido no seu trabalho que, com base no modelo do pêndulo invertido, eventualmente as oscilações da cabeça poderiam ser mais sensíveis do que as da cintura pélvica à instabilidade postural das pessoas com DP. Uma vez que estes autores encontraram dados significativos que relacionam a falta de controlo das oscilações da cabeça no plano transversal com a instabilidade da marcha e no nosso estudo não aconteceu o mesmo, colocamos também esta hipótese, ainda que não possamos concluir acerca deste aspecto, sendo necessário um estudo mais robusto e com um desenho de estudo diferente em que se comparem as oscilações da cabeça e da cintura pélvica no que toca à sua relação com a instabilidade postural.

Relativamente à função da atenção é importante destacar que apesar de não se ter identificado défice da mesma em nenhum grupo houve uma tendência para menores valores no grupo de pessoas com quedas e nos outros grupos verificou-se uma interferência significativa no desempenho da marcha ao introduzir uma tarefa que exigiu a participação da atenção. Isto mostra que a marcha é uma tarefa motora que depende da atenção, principalmente nas pessoas com DP e sem historial de quedas, que foram as que mostraram alterações significativas tanto na velocidade de marcha como nas oscilações da cintura pélvica ao desviar a atenção para outra tarefa. Tal como Sousa & Macedo (2019) já referiram, a avaliação da atenção das pessoas com DP é importante e devem ser estabelecidas *guidelines* específicas para o trabalho de prevenção de quedas quando esta função está comprometida. Com o presente trabalho reforçamos esta importância mesmo sem existir comprometimento da mesma, considerando o historial de quedas e o tipo de padrão de marcha.

Este estudo apresenta algumas limitações. Em primeiro lugar, devido às medidas de contingência exigidas para controlo da pandemia de COVID19 que interromperam a recolha de dados em curso para este estudo, a dimensão da amostra ficou bastante reduzida, o que não nos permitiu tirar conclusões seguras que se possam assumir como certas dentro desta população. No entanto, obtiveram-se resultados que podem servir de base para estudos futuros que esclareçam estas questões. Aponta-se também como limitação o facto de os dados das oscilações em cada prova dizerem respeito a um único percurso após realização de um teste de preparação. A realização de várias provas e a utilização dos valores médios dessas provas teria permitido obter

resultados mais fiáveis, pelo que se deve ter este procedimento em conta em próximas investigações.

Os resultados deste estudo podem ter implicações para a intervenção da Fisioterapia na Doença de Parkinson, uma vez que a abordagem deverá ter em conta aspectos como o historial de quedas e o padrão de marcha em diferentes contextos, como a tarefa simples e a dupla tarefa, para que o treino de controlo postural e equilíbrio, especialmente durante a marcha, seja mais adequado e permita prevenir a ocorrência de quedas. Adicionalmente, os acelerómetros podem ser uma ferramenta útil para os fisioterapeutas neste contexto, visto que a sua utilização é bastante simples e pode ajudar a caracterizar a estabilidade da marcha das pessoas com DP e diferenciá-las para uma intervenção mais personalizada.

Capítulo 4. Conclusões

As oscilações da cintura pélvica não parecem estar associadas com o risco de queda nem com o grau de atenção nas pessoas com DP, tanto durante a realização de tarefa simples de marcha como em dupla tarefa de marcha com tarefa de atenção.

As pessoas com DP e com historial de quedas tendem a ter um grau de atenção mais baixo mas parecem ter mecanismos de controlo da marcha que não permitem que esta sofra perturbações ao introduzir uma tarefa simultânea que exija a participação da atenção. Por outro lado, as pessoas com DP e sem historial de quedas evidenciaram mais a interferência da dupla tarefa sobre o controlo da marcha, sem alteração significativa das oscilações relacionadas com a estabilidade.

Parece haver uma tendência para que as pessoas com DP que caem tenham uma marcha mais instável independentemente do tipo de tarefa e as que não caem apresentem uma marcha mais instável e rápida na tarefa simples e mais lenta e estável na dupla tarefa. Idealmente, devem realizar-se futuros estudos com amostras maiores e que comparem as oscilações da cabeça e da cintura pélvica para esclarecer a sensibilidade destas oscilações à instabilidade postural.

Pela variabilidade de resultados que se podem encontrar neste tipo de estudos, parece ser importante distinguir o tipo de tarefas motoras e cognitivas envolvidas nos mesmos. Também no que toca aos grupos de pessoas com DP deve ser feita uma distinção cuidadosa, analisando as características dos participantes, nomeadamente o historial de quedas e o padrão de marcha em diferentes contextos, uma vez que esses factores podem ser determinantes dos resultados dos estudos sobre a dupla tarefa.

O planeamento de intervenções no âmbito da Fisioterapia para prevenção de quedas em pessoas com DP deve ter em conta a variabilidade existente entre as mesmas e fazer uma cuidadosa avaliação que permita identificar as suas diferenças e adequar a abordagem em conformidade.

Capítulo 5. Referências bibliográficas

- Allcock, L. M., Rowan, E. N., Steen, I. N., Wesnes, K., Kenny, R. A., & Burn, D. J. (2009). Impaired attention predicts falling in Parkinson's disease. *Parkinsonism & related disorders*, 15(2), 110–115. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2008.03.010>
- Andlin-Sobocki, P., Jönsson, B., Wittchen, HU., Olesen, J. (2005). Cost of disorders of the brain in Europe. *Eur J Neurol*, 12, 1-27
- Amboni, M., Barone, P., Hausdorff, J.M. (2013). Cognitive contributions to gait and falls: Evidence and implications. *Mov Disord.*, 28(11), 1520-1533
- Belghali, M., Chastan, N., Cignetti, F., Davenne, D., Decker, L.M. (2017) Loss of gait control assessed by cognitive-motor dual-tasks: pros and cons in detecting people at risk of developing Alzheimer's and Parkinson's diseases. *GeroScience* 39(3), 305–329
- Bloem, B. R., Grimbergen, Y. A., van Dijk, J. G., & Munneke, M. (2006). The "posture second" strategy: a review of wrong priorities in Parkinson's disease. *Journal of the neurological sciences*, 248(1-2), 196–204. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2006.05.010>
- Brodie, M.A., Canning, C.G., Beijer, T.R., Lord, S.R. (2015a). Head and pelvis stride-to-stride oscillations in gait: validation and interpretation of measurements from wearable accelerometers. *Physiol Meas.*, 36(5), 857-72
- Brodie, M.A., Canning, C.G., Beijer, T.R., Lord, S.R. (2015b). Uncontrolled head oscillations in people with Parkinson's disease may reflect an inability to respond to perturbations while walking. *Physiol Meas.*, 36(5), 873-81
- Brognara, L., Palumbo, P., Grimm, B., Palmerini, L. (2019). Assessing Gait in Parkinson's Disease Using Wearable Motion Sensors: A Systematic Review. *Diseases*, 7, 18
- Brown, L.A., de Bruin, N., Doan, J.B., Suchowersky, O. & Hu, B. (2009). Novel challenges to gait in Parkinson's disease: the effect of concurrent music in single-

and dual-task contexts. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90 (9), 1578–1583

- Cole, M.H., Silburn, P.A., Wood, J.M., Worringham, C.J., Kerr, G.K. (2010). Falls in Parkinson's disease: kinematic evidence for impaired head and trunk control. *Mov Disord*, 25 (14), 2369-78
- Fasano, A., Plotnik, M., Bove, F., Berardelli, A. (2012). The neurobiology of falls. *Neurol Sci* 33(6), 1215–1223
- Guerreiro, M. (1998). *Contributo da neuropsicologia para o estudo das demências*. (Dissertação de Doutoramento não publicada). Faculdade de Medicina, Universidade de Lisboa.
- Guerreiro, M., Silva, A.P., Botelho, M., Leitão, O., Castro-Caldas, A., Garcia, C. (1994). Adaptação à população portuguesa da tradução do Mini Mental State Examination. *Rev Port Neurol.*, 1, 9
- Haertner, L. *et al.* (2018). Effect of Fear of Falling on Turning Performance in Parkinson's Disease in the Lab and at Home. *Frontiers in aging neuroscience*, 10, 78. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00078>
- Hausdorff, J. M., Balash, J., & Giladi, N. (2003). Effects of cognitive challenge on gait variability in patients with Parkinson's disease. *Journal of geriatric psychiatry and neurology*, 16(1), 53–58. <https://doi.org/10.1177/0891988702250580>
- Hausdorff, J.M., Cudkovicz, M.E., Firtion, R., Wei, J.Y., & Goldberger, A.L. (1998). Gait variability and basal ganglia disorders: stride-to-stride variations of gait cycle timing in Parkinson's disease and Huntington's disease. *Movement Disorders*, 13 (3), 428–437
- Huang, S., Hsieh, C., Wu, R., Tai, C., Lin, C., Lu, W. (2011). Minimal detectable change of the timed "up go" test and the dynamic gait index in people with parkinson disease. *Phys Ther.*, 91 (1), 114-121
- Kelly, V. E., Eusterbrock, A. J., Shumway-Cook, A. (2012). A review of dual-task walking deficits in people with Parkinson's disease: motor and cognitive

contributions, mechanisms, and clinical implications. *Parkinson's disease*, 2012, 918719. <https://doi.org/10.1155/2012/918719>

- Keus, S.H., Bloem, B.R., Hendriks, E.J., Bredero-Cohen, A.B., Munneke, M. (2007). Evidence-based analysis of physical therapy in Parkinson's disease with recommendations for practice and research. *Mov. Disord.*, 22, 451-460
- Michałowska, M., Fiszer, U., Krygowska-Wajs, A., Owczarek, K. (2005). Falls in Parkinson's disease. Causes and impact on patients' quality of life. *Funct Neurol*, 20(4), 163-8
- Montero-Odasso, M., Verghese, J., Beauchet, O., Hausdorff, J.M. (2012). Gait and cognition: a complementary approach to understanding brain function and the risk of falling. *J Am Geriatr Soc.*, 60(11), 2127-36
- Morgado, J., Rocha, C.S., Maruta, C., Guerreiro, M., Martins, I.P. (2009). Novos valores normativos do Mini-Mental State Examination. *Sinapse*, 2, 10-16
- Morris, M., Iansek, R., Smithson, F., Huxham, F. (2000). Postural instability in Parkinson's disease: a comparison with and without a concurrent task. *Gait Posture*, 12(3), 205-16
- Morris, S., Morris, M.E., Iansek, R. (2001). Reliability of measurements obtained with the Timed "Up & Go" test in people with Parkinson disease. *Phys Ther.*, 81(2), 810-8
- Nieuwhof, F. *et al.* (2017). Impaired dual tasking in Parkinson's disease is associated with reduced focusing of cortico-striatal activity. *Brain* 140(5), 1384–1398
- Nocera, J.R. *et al.* (2013). Using the Timed Up & Go Test in a Clinical Setting to Predict Falling in Parkinson's Disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 94(7), 1300–1305
- Pelosin, E. *et al.* (2016). Attentional Control of Gait and Falls: Is Cholinergic Dysfunction a Common Substrate in the Elderly and Parkinson's Disease? *Front Aging Neurosci*, 8, 104

- Pelosin, E. *et al.* (2019). A multimodal training modulates short-afferent inhibition and improves complex walking in a cohort of faller older adults with an increased prevalence of Parkinson's disease. *The Journals of Gerontology, Series A*, glz072
- Plummer, P. & Eskes, G. (2015). Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice. *Frontiers in human neuroscience*, 9 (225)
- Santana, I., *et al.* (2016). MMSE: avaliação de novos dados normativos, *Acta Med Port*, 29 (4), 240–248
- Schrag A., Jahanshahi M., Quinn, N. (2000). What contributes to quality of life in patients with Parkinson's disease? *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 69(3), 308-12
- Shumway-Cook, A., Brauer, S., Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the timed up & go test. *Phys Ther.*, 80 (9), 896-903
- Sousa, N.M.F., & Macedo, R.C. (2019). Relationship between cognitive performance and mobility in patients with Parkinson's disease: A cross-sectional study. *Dementia & Neuropsychologia*, 13(4), 403-409. Epub December 09, 2019. <https://dx.doi.org/10.1590/1980-57642018dn13-040006>
- Steffen T, Hacker T, Mollinger L. (2002). Age and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: six-minute walk test, berg balance scale, timed up go test, and gait speeds. *Phys Ther.*, 82 (2), 128-13
- Yogev, G., Plotnik, M., Peretz, C., Giladi, N., & Hausdorff, J. M. (2007). Gait asymmetry in patients with Parkinson's disease and elderly fallers: when does the bilateral coordination of gait require attention?. *Experimental brain research*, 177(3), 336–346. <https://doi.org/10.1007/s00221-006-0676-3>
- Yogev-Seligmann, G., Hausdorff, J. M., & Giladi, N. (2008). The role of executive function and attention in gait. *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society*, 23(3), 329–472. <https://doi.org/10.1002/mds.21720>

- Yogev-Seligmann, G., Hausdorff, J. M., & Giladi, N. (2012). Do we always prioritize balance when walking? Towards an integrated model of task prioritization. *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society*, 27(6), 765–770. <https://doi.org/10.1002/mds.24963>

- Yogev-Seligmann, G., Rotem-Galili, Y., Dickstein, R., Giladi, N., & Hausdorff, J. M. (2012). Effects of explicit prioritization on dual task walking in patients with Parkinson's disease. *Gait & posture*, 35(4), 641–646. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.12.016>

- World Medical Association (2013). WMA Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. Recuperado em Julho 1, 2019 a partir de <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>

- Wu, T., Hallett, M., Chan, P. (2015) Motor automaticity in Parkinson's disease. *Neurobiol Dis* 82, 226–234

- Zirek, E., Huseyinsinoglu, B.E., Tufekcioglu, Z., Bilgic, B., & Hanagasi, H. (2018). Which cognitive dual-task walking causes most interference on the Timed Up and Go test in Parkinson's disease: a controlled study. *Neurological sciences : official journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology*, 39(12), 2151–2157. <https://doi.org/10.1007/s10072-018-3564-2>

Apêndices

Apêndice 1. Painel dupla tarefa



Apêndice 2. Tabelas e figuras

Tabela 1 - Caracterização da amostra

	DPQ (n = 7) F = 2; M = 5	DPSQ (n = 7) F = 2; M = 5	SDPSQ (n = 6) F = 4; M = 2
Idade (anos)	72,43 (5,86)	72,29 (8,60)	70 (9,86)
H&Y II **	0	3 (42,9%)	
H&Y III**	6 (85,7%)	2 (28,6%)	
H&Y IV**	1 (14,3%)	2 (28,6%)	
Risco elevado de queda**	4 (57,1%)	6 (85,7%)	1 (16,7%)
Score TUG* (segundos)	13,63 (3,13)	14,35 (2,94)	11,50 (2,40)
Score Corte de A's (pontuação)	4,70 (1,12)	4,95 (1,84)	5,24 (1,74)

F = feminino; M = masculino; H&Y = escala Hoehn & Yahr

*valores expressos em média (\pm desvio padrão)

**valores expressos em frequências (percentagem)

Tabela 2. Correlação entre a pontuação no teste corte de "A"s e as variáveis das oscilações no eixo ML na prova 2 no grupo SDPSQ

	Pontuação no teste corte de "A"s
Amplitude das oscilações	r = 0,859; 0,028
Varição do deslocamento das oscilações	r = 0,832; 0,040
Varição da velocidade das oscilações	r = 0,878; 0,021

r = coeficiente de correlação de Pearson; valor *p*

Tabela 3. Valores da velocidade de marcha na prova 1 (tarefa simples) e na prova 2 (dupla-tarefa) e comparação entre as duas provas em cada grupo

	DPQ (n = 7)	DPSQ (n = 7)	SDPSQ (n = 6)
Velocidade de marcha P1 (V1; m/s)	0,83 (0,21)	0,89 (0,19)	0,87 (0,15)
Velocidade de marcha P2 (V2; m/s)	0,65 (0,16)	0,63 (0,19)	0,61 (0,19)
Valor p (V1 vs V2)	0,058	0,014	0,009
Varição da velocidade de marcha (V1 - V2; m/s)	0,171 (0,194)	0,256 (0,196)	0,262 (0,155)

Valores apresentados em média (\pm desvio padrão)

Tabela 4. Valores dos componentes das oscilações no eixo vertical de cada grupo em cada prova

	DPQ (n = 7)	DPSQ (n = 7)	SDPSQ (n = 6)
Amplitude oscilações eixo VT P1 (mm)	149,380505	135,177981	160,86395433
Amplitude oscilações eixo VT P2 (mm)	120,827563	71,781123	87,47252067
Valor p¹	0,34	0,099	0,173
Varição do deslocamento das oscilações eixo VT P1 (mm)	27,666779	20,331438*	36,05885531
Varição do deslocamento das oscilações eixo VT P2 (mm)	22,493791	12,617872*	15,71583073
Valor p²	0,527	0,018**	0,173
Varição da velocidade das oscilações eixo VT P1 (mm/s)	129,378604	123,36397991	133,917326
Varição da velocidade das oscilações eixo VT P2 (mm/s)	97,395181	77,02196545	84,199454
Valor p³	0,061	0,008	0,097

Valores apresentados em médias de cada componente das oscilações, excepto os assinalados com * *valores expressos em medianas; **dados não ajustados a uma distribuição normal (teste não paramétrico)

^{1,2,3}Comparação de cada variável das oscilações da cintura pélvica entre P1 e P2

Tabela 5. Correlação entre a variação da velocidade das oscilações no eixos ML e VT e a velocidade de marcha em cada prova no grupo DPSQ

	RMSveIML1	RMSveVT1	RMSveIML2	RMSveVT2
Velocidade de marcha P1 (V1; m/s)	$r = 0,101; 0,830$	$r = 0,363; 0,423$		
Velocidade de marcha P2 (V2; m/s)			$r = 0,765; 0,045$	$r = 0,936; 0,002$

r = coeficiente de correlação de Pearson; valor p

RMSveIML1 e RMSveIML2 = variação da velocidade das oscilações no eixo médio-lateral na tarefa simples e na dupla tarefa, respectivamente

RMSveVT1 e RMSveVT2 - variação da velocidade das oscilações no eixo vertical na tarefa simples e na dupla tarefa, respectivamente

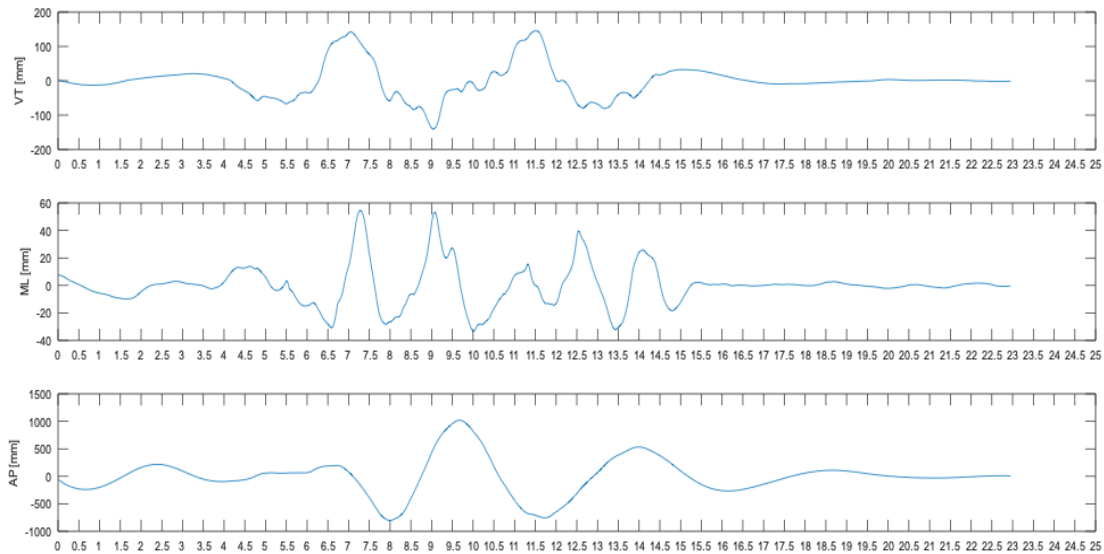


Figura 1 – Exemplo de um gráfico que ilustra o deslocamento das oscilações de um participante durante a tarefa simples

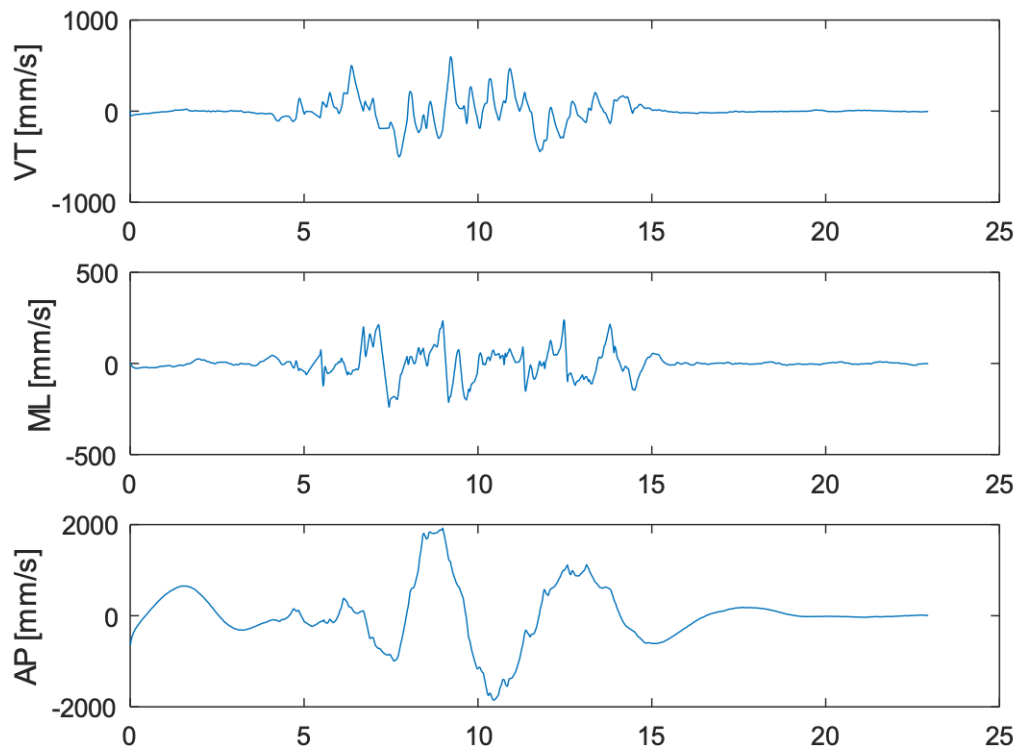


Figura 2 – Exemplo de um gráfico que ilustra a velocidade das oscilações de um participante durante a tarefa simples

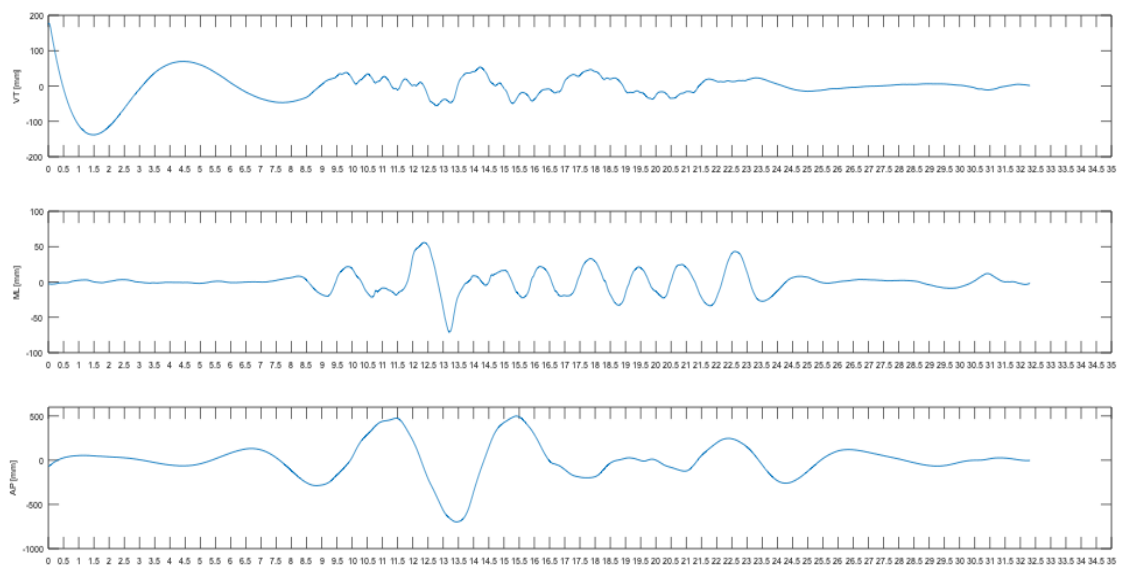


Figura 3 – Exemplo de um gráfico que ilustra o deslocamento das oscilações de um participante durante a dupla tarefa

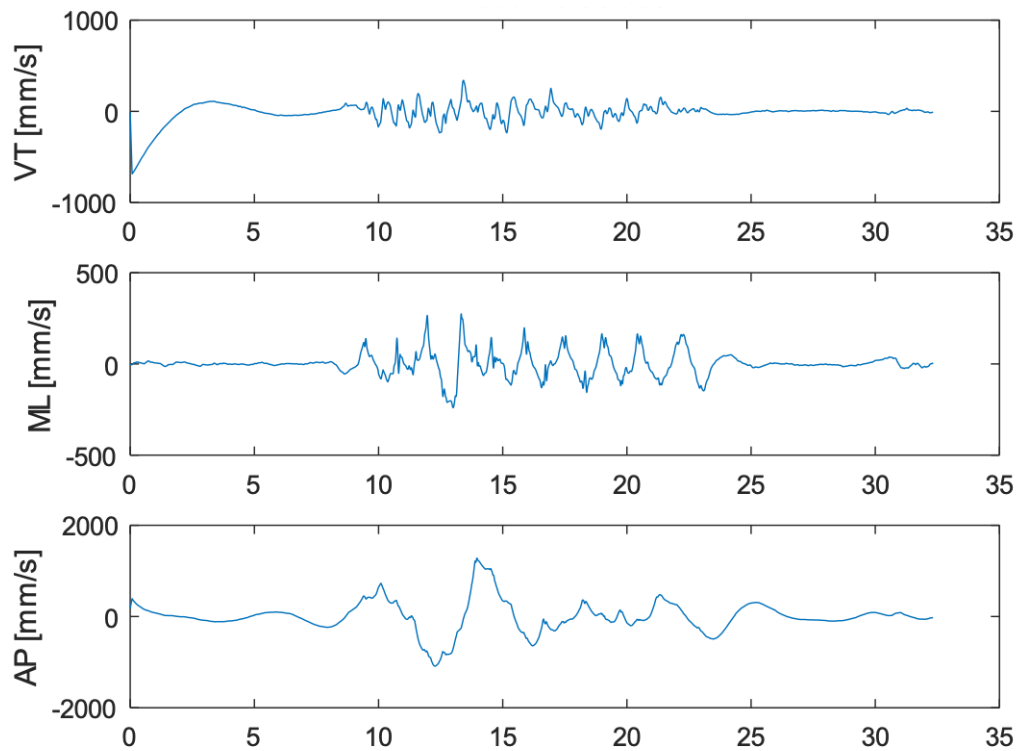


Figura 4 – Exemplo de um gráfico que ilustra a velocidade das oscilações de um participante durante a dupla tarefa

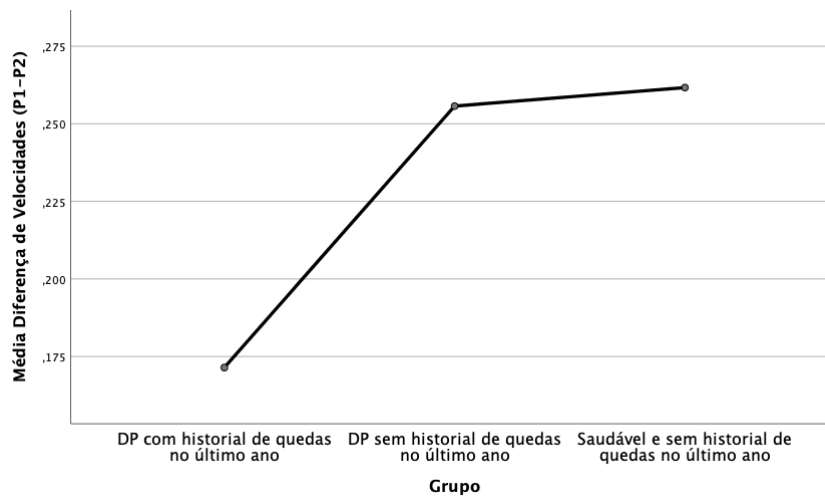


Figura 5. Comparação entre grupos relativamente à diferença de velocidade de marcha entre a prova 1 e a prova 2

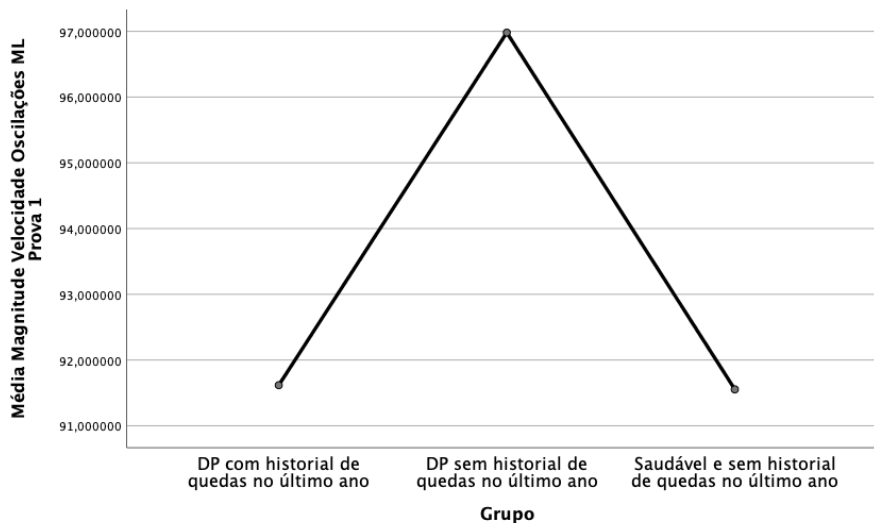


Figura 6. Comparação entre grupos relativamente à variação da velocidade das oscilações no eixo ML na prova 1
Valores expressos em médias (mm)

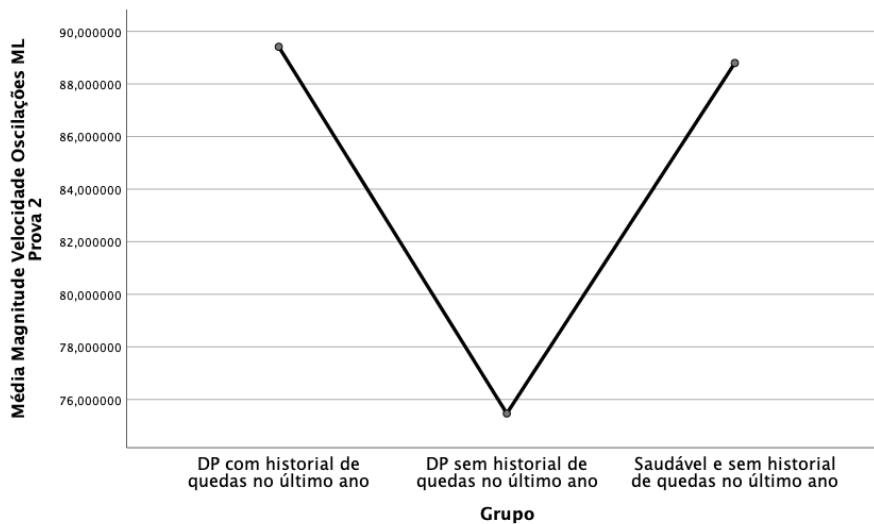


Figura 7. Comparação entre grupos relativamente à variação da velocidade das oscilações no eixo ML na prova 2
Valores expressos em médias (mm)