

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

**ANÁLISE DAS VARIÁVEIS TEMPORAIS DA MARCHA DE IDOSOS COM E SEM
DOENÇA DE PARKINSON EM SIMULAÇÃO DE TRAVESSIA DE RUA**

LUCYANA TEODORO DE OLIVEIRA

MESTRADO ACADÊMICO

2018

LUCYANA TEODORO DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DAS VARIÁVEIS TEMPORAIS DE IDOSOS COM E SEM DOENÇA DE
PARKINSON DURANTE SIMULAÇÃO DE TRAVESSIA DE RUA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do Título de mestre em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde

Orientadora: Profa. Dra. Camilla Zamfolini Hallal

UBERLÂNDIA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

O48a
2018 Oliveira, Lucyana Teodoro de, 1992
 Análise das variáveis temporais de idosos com e sem Doença de
 Parkinson durante simulação de travessia de rua / Lucyana Teodoro de
 Oliveira. - 2018.
 44 f. : il.

 Orientadora: Camilla Zamfolini Hallal.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
 Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.
 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu>.
 Inclui bibliografia.

 1. Ciências médicas - Teses. 2. Parkinson, Doença de - Teses. 3.
 Acidentes de trânsito - Teses. 4. Cinemática - Teses. I. Hallal, Camilla
 Zamfolini. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-
 Graduação em Ciências da Saúde. III. Título.

CDU: 61

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUCYANA TEODORO DE OLIVEIRA

ANÁLISE DAS VARIÁVEIS TEMPORAIS DE IDOSOS COM E SEM DOENÇA DE PARKINSON DURANTE SIMULAÇÃO DE TRAVESSIA DE RUA

Presidente da Banca (orientador): Profa. Dra. Camilla Zamfolini Hallal

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde

Banca Examinadora

Titular: Prof.(a) Dr.(a) Vivian Mara Gonçalves de Oliveira Azevedo

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia

Titular: Prof.(a) Dr.(a) Mary Hellen Morelli Gotardo

Instituição: Universidade Estadual Paulista

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus.
A todos que estiveram ao meu lado me
ajudando a ser quem sou, chegar onde
estou e me motivando a ir além.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me proporcionar sempre mais do que eu mereço. Agradeço por guiar meus passos, por me dar sabedoria e ser a minha fortaleza em todos momentos. Que todas as minhas conquistas sejam para honra do Seu nome.

Aos meus pais. Minha mãe, Lourdes, por ter me dado a vida e o desejo de viver. Por ser mãe, acima de qualquer outra coisa. Ser um exemplo de força e determinação, por me mostrar que os obstáculos podem ser sempre superados. A senhora mais do que ninguém sabe que as conquistas vem com o esforço. Você me ajudou a crescer, e crescendo eu te ajudei a voltar a acreditar naquilo que sempre me ensinou.

À meu pai, Osmar, meu maior protetor, meu melhor defensor. Colocou como meta da vida me ver bem, formada e bem sucedida na carreira, mesmo muitas vezes não entendendo todo o processo pelo qual eu passei, o senhor sempre esteve ao meu lado, me apoiando. O senhor é meu maior exemplo de cuidado, de honestidade e generosidade. Enche se de orgulho a cada vez que fala em meu nome, saiba que me orgulho ainda mais em ser sua filha. Papai e mamãe meu eterno agradecimento a vocês, que Deus me permita sempre honrar o nome de vocês por onde eu for.

À meu namorado, Rodrigo, e sua família. Meu parceiro de todas as horas, e que foi fundamental na construção desse trabalho. Principalmente, por me ouvir e me fazer sorrir a cada angustia e incertezas que tive. Por sempre me fazer acreditar em mim. Você é o homem que Deus colocou na minha vida para iluminar meus dias e me fazer ser melhor do que aquilo que fui. Espero que possamos continuar caminhando juntos, conquistando nossos objetivos e celebrando nossas vitórias.

Aos familiares, que incentivaram e torceram por mim. Cada um a sua maneira, são essenciais. Agradeço aos amigos que também pertencem à minha família, vocês através de conselhos, abraços e risadas contribuíram para que o percurso fosse mais leve. Meu agradecimento especial a Fernanda e Lorraine vocês são fundamentais.

À profa. Dra. Camilla Zamfolini Hallal, agradeço por confiar em mim e no meu trabalho, por me orientar desde a graduação até o fim dessa etapa, por ser muito além de uma orientadora e compreender as peculiaridades e desafios que passamos. Que nosso trabalho continue dando frutos.

Aos que ajudaram no desenvolvimento desse trabalho, Juliana, Kennedy, Sarah Bárbara, Mirian e todos do grupo de pesquisa, meu obrigada pela parceria. Deixo meu agradecimento especial ao Lucas pela sua disponibilidade e gentileza em ajudar.

Aos professores que me deram valiosos conselhos e contribuições consideráveis para melhoria do trabalho. Às professoras Mary Hellen Gotardo e Vivian Mara Azevedo, que compuseram minha banca examinadora, e passaram conselhos e contribuições significativas ao meu trabalho.

Aos voluntários pela disponibilidade em participarem dessa pesquisa. Sem vocês a conclusão deste trabalho não seria possível.

Aos colegas de pós-graduação, os quais compartilharam momentos felizes e também incertezas e desafios, e apesar de tudo conseguiram continuar firmes no propósito e alcançar os objetivos, especialmente a Barbara Crepaldi, que Deus continue te abençoando.

Aos colegas de graduação primordiais durante na minha formação, quinta turma sempre será a melhor. Gabrielle, Natasha, Juliana, Daniella, Aline, Lara e Patrícia sem vocês não teria graça, eu agradeço por tudo que são e fizeram por mim e comigo.

Agradeço imensamente a ousadia e inovação da Alexandra Asanovna Elbakyan criadora do site Sci-Hub.

A esta universidade, seu corpo docente, direção, e administração. Especialmente à Sônia Paiva.

A cada um que de alguma forma contribuiu para a conclusão dessa fase tão importante de minha vida, e me fizeram crescer profissionalmente e pessoalmente, o meu sincero agradecimento.

*“É melhor tentar e falhar, que preocupar-se e ver a vida passar.
É melhor tentar, ainda que em vão que sentar-se, fazendo nada até o final.
Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias frios em casa me esconder.
Prefiro ser feliz embora louco, que em conformidade viver...”*

(Martin Luther King)

RESUMO

Introdução: A identificação dos fatores de risco para quedas e acidentes de trânsito em pedestres idosos com e sem Doença de Parkinson (DP) é uma estratégia para reduzir os gastos públicos e proporcionar maior independência funcional e melhor qualidade de vida. O objetivo do estudo foi analisar, por meio dos parâmetros cinemáticos temporais, alterações na marcha de idosos com e sem DP, durante simulação de travessia de rua.

Métodos: Participaram do estudo 40 idosos, 20 com DP e 20 sem DP, ambos entre 60 e 80 anos. A simulação de travessia de rua ocorreu em 3 condições: marcha normal (condição 1), marcha em simulação de travessia de rua (condição 2), e marcha em simulação de travessia de rua com tempo reduzido (condição 3). Na coleta de dados foram usados os sensores *Foot Switch*. A análise de dados foi realizada através de 10 ciclos de marcha dos participantes e analisada pelo programa Noraxan®.

Resultados: Os resultados mostraram que os idosos com e sem DP obtiveram maior tempo de passo e tempo de passada na condição 1 comparado a condição 2 e condição 3. Na comparação entre grupos, os idosos com DP tiveram maior tempo de apoio e menor tempo de balanço nas condições 1 e 2 comparados aos idosos sem DP.

Conclusão: Os idosos com e sem DP, quando submetidos a situações de travessia de rua, são capazes de realizar alterações nos parâmetros temporais tais como diminuir o tempo de passo e passada, a fim de completar as tarefas impostas. Nosso estudo pode ser utilizado em conjunto com pesquisas futuras, com o propósito de criar estratégias para tornar as vias públicas mais seguras às pessoas com dificuldade de mobilidade e reduzir gastos públicos.

Palavras-chaves: Cinemática, Dupla Tarefa, Marcha Parkinsoniana, Acidentes de Trânsito.

ABSTRACT

The identification of risk factors for falls and traffic accidents in elderly pedestrians with and without Parkinson's disease (PD) is a strategy to reduce public spending and provide greater functional independence and better quality of life for this group. This study's aim was to evaluate changes in the gait of the elderly with and without PD during street crossing simulation through temporal and kinematic parameters. The study included 40 elderly people aged between 60 and 80 years old, 20 of them with PD and 20 without PD. The street crossing simulations occurred in 3 conditions: normal gait (condition 1), gait during street crossing simulation (condition 2), and gait during street crossing simulation with reduced time (condition 3). *Foot Switch* sensors were used to collect data. The data analysis was performed by the Noraxon ® program over participants' 10 gait cycles. The results showed that the elderly with and without PD had longer step and stride times in condition 1 than in conditions 2 and 3. In the comparison between groups, the elderly with PD had longer support time and shorter swing time during conditions 1 and 2 than the elderly without PD. When in street crossing situations, the elderly with and without PD are able to make changes in the temporal parameters, such as decreasing step and stride times, in order to complete the tasks imposed. Our study can be used in combination with future research, in order to create strategies to make public roads safer for people with PD and reduce public spending.

Keywords: Kinematics, Double Task, Parkinson's Gait, Traffic Accidents.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Valores de média e Desvios-Padrão do tempo de passo, tempo de apoio e tempo de balanço dos idosos com e sem DP, durante condição 1.....	35
Figura 2- Valores de média e Desvios-Padrão do tempo de passo, tempo de apoio e tempo de balanço dos idosos com e sem DP, durante condição 2.....	36
Figura 3- Valores de média e Desvios-Padrão do tempo de passo, tempo de apoio e tempo de balanço dos idosos com e sem DP, durante condição 3.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da amostra.....	32
Tabela 2 - Tempo de travessia em diferentes condições de marcha: intragrupo.....	33
Tabela 3 - Valores de Média e Desvios-Padrão do tempo de passo, tempo de passada, tempo de apoio e tempo de balanço dos idosos com DP e sem DP.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DP	Doença de Parkinson
ID	Idosos sem Doença de Parkinson
MEEM	Mini Exame do Estado Mental
H&Y	Hoehn Yahr

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 Doença de Parkinson	15
2.2 Marcha e dupla tarefa	16
2.3 Análise cinemática da marcha	18
2.4 Idosos com e sem DP x Travessia de rua	19
2.5 Ambiente virtual	20
3 OBJETIVO	21
3.1 Objetivo Geral.....	21
REFERÊNCIAS	22
ARTIGO ORIGINAL	27
1. INTRODUÇÃO.....	30
2. MÉTODOS	31
2.1. Participantes	31
2.2. Instrumentos.....	32
2.3. Procedimentos para a coleta de dados	32
2.4. Análise dos dados	33
3. RESULTADOS	34
4. DISCUSSÃO.....	38
4.1.Comparação intragrupos	38
4.2.Comparação entre grupos	39
4.3.Limitações do estudo.....	40
5.CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS	42

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação de Mestrado foi desenvolvida na Universidade Federal de Uberlândia com financiamento do CNPq e FAPEMIG, sob a orientação da Profa. Dra. Camilla Zamfolini Hallal. A apresentação dá-se inicialmente pela Fundamentação Teórica com o objetivo de elucidar o conteúdo referencial utilizado em todas as etapas da realização desta pesquisa. Na sequência, segue apresentado o artigo científico, produto das coletas e processamento de dados realizados durante a execução do Mestrado.

O artigo foi submetido na língua inglesa, de acordo com as exigências da revista *Gait & Posture*, entretanto, para efeito da apresentação, neste momento como parte integrante desta defesa de mestrado, o mesmo está apresentado em português.

1 INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é caracterizada pelas manifestações dos sinais cardinais de rigidez, acinesia, bradicinesia, tremor e instabilidade postural (KULISEVSKY et al., 2013; O’SULLINAN; SCHMITZ, 2010). A DP ocorre em mais de 2% da população no mundo e 3% no Brasil, com idade acima de 65 anos, em distribuição universal e atinge todos os grupos étnicos e classes socioeconômicas (SOUZA, 2008; WIRDEFELDT et al., 201).

Atravessar a rua com segurança é uma tarefa bastante complexa, pois implica a coordenação de estímulos sensoriais, cognitivos e motores (OXLEY; CHARTON; FILDES, 2005). Para tanto é primordial adequar o tempo de travessia para pedestres de forma que toda população tenha condições de se locomover com segurança (DOS SANTOS; RODRIGUES; DINIZ, 2015). Uma vez que, os idosos, e principalmente os idosos com DP, são populações com maiores riscos de acidentes no trânsito. Tanto pelas alterações próprias do envelhecimento quanto pelas características da DP. As alterações sensório-motoras relacionadas à doença podem aumentar o risco de quedas, resultando em acidentes fatais e lesões graves (DOS SANTOS; RODRIGUES; DINIZ, 2015).

A investigação de alterações cinemáticas temporais durante simulação de travessia de rua permite a identificação de situações cotidianas com potencial risco de quedas e acidentes para a pacientes com Doença de Parkinson. Estes indicadores podem fornecer importantes subsídios para orientar estratégias de prevenção, baseadas em atividade física e orientação à comunidade, visando assim um melhor desempenho da marcha em situações de risco.

Neste sentido, a análise biomecânica da marcha pode fornecer importantes informações acerca da execução dos movimentos envolvidos na caminhada sendo, portanto primordial para avaliar e prever os riscos associados à mobilidade em idosos e indivíduos com dificuldade de mobilidade (WRISLEY; KUMAR, 2010; NIXON, 2006).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Doença de Parkinson

A Doença de Parkinson (DP) foi descrita pela primeira vez por James Parkinson, médico inglês, em 1871, que a definiu como um movimento involuntário, com força muscular diminuída, tendência de inclinação do tronco para frente e alterações na marcha (TEIVE, 1998). É caracterizada como uma enfermidade crônica, degenerativa e progressiva do sistema nervoso, que ocorre devido à perda de neurônios na substância negra produtora de dopamina (VERBANN et al., 2007).

Manifesta-se pela presença de dois ou mais dos sinais cardinais: bradicinesia, tremor de repouso, rigidez e alterações posturais. E ainda, sintomas não motores tais como distúrbios cognitivos, psiquiátricos, sensitivos e sensoriais. Além de afetar, os processos cognitivos, tais como a consciência da orientação do corpo no espaço (VERBANN et al., 2007; LEES, 2009). Embora a etiologia da DP seja desconhecida estudos mostram que há diversas interações entre vulnerabilidade dos neurônios dopaminérgicos nigroestriatais, predisposição genética e fatores tóxicos ambientais (HIRSCH; JENNER; PRZEDBORSKI, 2012).

Fisiologicamente, o que é conhecido, é que a DP está associada à degeneração de neurônios dopaminérgicos da substância negra pelo acúmulo da proteína alfa-sinucleína e inclusões intraneuronais de corpos de Lewy, resultando na redução da ação da dopamina no corpo estriado. A diminuição da dopamina tem como consequência um desequilíbrio nas funções dos núcleos da base, resultando em alterações no planejamento e a programação dos movimentos. Outros neurotransmissores, com a serotonina e norepinefrina, podem sofrer depleção, contudo, os seus efeitos são menos compreendidos (O'SULLIVAN; SCHMITZ, 2010).

Dentro os sintomas motores, a bradicinesia é o principal sinal cardinal. É definido como lentidão dos movimentos, mas muitas vezes é associada à acinesia, caracterizada pela dificuldade de se começar movimentos espontâneos e associados (BERARDELLI et al., 2001). A bradicinesia é, por vezes, relacionada à dificuldade e lentidão no planejamento, execução do movimento e no desempenho de tarefas em sequência (JANKOVIC, 2008).

O tremor de repouso, sinal frequente na DP, na maioria das vezes é localizado nos membros superiores. Pode ser desencadeado por movimentos voluntários e ou estresse. Alguns pacientes apresentam como manifestação inicial os tremores posturais. A rigidez

muscular é entendida como aumento do tônus muscular em repouso, aumento da resistência (velocidade dependente) ao movimento passivo lento (JANKOVIC, 2008).

A postura característica na DP é a em flexão de troncos e membros, muitas vezes, devido à rigidez muscular. A rigidez no pescoço e no tronco pode acarretar em desvios posturais como escoliose. Mas este sinal é mais frequente em estágios avançados da doença (JANKOVIC, 2008).

As alterações na marcha são evidentes na DP. Caracterizada por movimentos hipocinéticos, passos curtos e arrastados, apresenta redução do comprimento de passo e menor balanço dos membros superiores durante a caminhada. A marcha apresenta também, menor velocidade durante sua iniciação e execução com redução da amplitude dos movimentos (RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009).

Nos indivíduos com DP, os déficits motores resultantes da degradação dopaminérgica nos gânglios basais podem causar déficits significativos na marcha (OBESO et al., 2009). O aumento da co-ativação antagonista, consequência de alterações no controle neuromuscular, refletem em velocidade de marcha reduzida e aumento da variabilidade da marcha, além de aumento da frequência de queda (HAUSDORFF, 2009). Outras alterações como mobilidade mais restrita, falta de atenção, dificuldades visuais e auditivas, insuficiência postural e congelamento da marcha estão presentes (LIN, et al., 2013).

2.2 Marcha e Dupla Tarefa

A marcha é entendida como uma série de movimentos repetitivos dos membros que deslocam o corpo para frente e ao mesmo tempo mantém a postura estável (PERRY, 2005). A locomoção é considerada uma das atividades mais comuns realizadas no cotidiano. Considerada uma tarefa essencial para que os indivíduos se desloquem de um lugar para outro com menor gasto energético, a marcha tem como objetivos propiciar a exploração do ambiente, promover uma visualização ampliada e liberar os membros superiores para outras tarefas enquanto se caminha. Por outro lado, se realizada de maneira inadequada predispõe à ocorrência de fadiga, quedas e lesões (IVANENKO; DOMINICI; LACQUANITI, 2007).

O aprendizado da marcha pode ser considerado como uma tarefa complexa, porém ao longo dos anos essa atividade torna-se automática e inconsciente. A complexidade do processo biomecânico da marcha é mais evidente em situações que o indivíduo é afetado por lesões, doenças degenerativas como a DP, fadiga ou situações de risco, e durante a realização de dupla tarefa (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003).

A capacidade de realizar duplas tarefas é um requisito importante para atividades do cotidiano durante a marcha. (ADOLPH; VEREIJKEN; SHROUT, 2003). A habilidade da dupla tarefa envolve a realização de uma tarefa primária, que é o principal centro de atenção, e uma tarefa secundária desenvolvida ao mesmo tempo (O'SHEA; MORRIS; IANSEK, 2002).

Durante a realização de duas tarefas, exigindo complexo grau de processamento de informações, o desempenho de uma ou de ambas as tarefas é reduzido (NORKIN; SCHMITZ, 2001). Quando se tem dois ou mais estímulos acontecendo ao mesmo momento, o tempo de processamento das tarefas é aumentado devido às limitações da capacidade compartilhada. Assim, a execução de uma dupla tarefa, como a travessia de rua, pode alterar a marcha, uma vez que, é necessário prestar atenção nos estímulos sonoros, no tráfego de veículos e no semáforo, além de avaliar a velocidade do veículo e sua própria velocidade (ADOLP; VEREIJKEN; SHROUT, 2003).

As consequências da dupla tarefa durante a marcha têm sido estudadas em várias populações. É de conhecimento que adultos jovens saudáveis, caminham mais lentamente quando orientados a andar e executar outra tarefa. Durante a marcha, a realização da dupla tarefa, muitas vezes causou um atraso na atuação da segunda tarefa e lentidão da marcha. (ADOLP; VEREIJKEN; SHROUT, 2003). Autores mostram que o mau desempenho na atividade de dupla tarefa é um fator que propicia maior risco de quedas em populações idosas (YANG et al., 2015).

Os idosos podem apresentar dificuldades ao executar atividades que envolvem dupla tarefa, em particular, quando caminham, pois com o envelhecimento, há mudanças estruturais no cérebro, especialmente nas áreas pré-frontais. Há evidências que o desempenho de tarefas enquanto caminham pode aumentar o tempo de reação da tarefa. E ainda que os custos para execução da dupla tarefa aumentam com o envelhecimento, aumentando o número de erros ao caminhar e reduzindo o desempenho da tarefa cognitiva (YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2008).

Indivíduos saudáveis possuem estratégias para manter um melhor desempenho durante duplas tarefas. Segundo a literatura o desempenho da tarefa secundária ocorre a nível cortical, enquanto o circuito dos núcleos da base é responsável por regular o desempenho da tarefa primária (PLUMMER-D'AMATO; ALTMANN; REILLY, 2011). Porém esse mecanismo não ocorre em indivíduos com DP, pois devido às alterações nos núcleos da base, possuem a atividade primária também regulada pelas regiões corticais, gerando uma disputa por demandas similares para execução das tarefas, predispondo essa população a um maior risco

de quedas em situações de dupla tarefa envolvendo a marcha (PLUMMER-D'AMATO; ALTMANN; REILLY, 2011).

2.3 Análise cinemática da Marcha

O interesse pela análise do movimento e, especialmente, pela análise da marcha, vem desde a antiguidade. Há citações de pensadores como Aristóteles, Hipócrates, Galeno, Leonardo Da Vinci e Borelli, realizavam apenas observações para a descrição do movimento humano (SOUZA; TAVARES; CORREIA, 2007).

Além de ser uma ferramenta de avaliação funcional, a análise do movimento permite determinar as relações entre limitações funcionais, déficits e incapacidades. É importante ainda, para identificar possíveis alterações na locomoção e propor medidas que diminuam situações de risco (ALONSO et al. 2002; SOUSA; TAVARES; CORREIA, 2007).

A análise cinemática da marcha é importante para descrever o movimento sem considerar as forças envolvidas na produção do movimento. Os resultados obtidos por meio dessas análises são quantificados, propiciando informações primordiais para analisar graus de comprometimento motor (O'SULLIVAN; SCHMITZ, 2010), além de fornecer informações válidas para identificação de uma pessoa saudável, já que todo o corpo está envolvido na execução do movimento para caminhada (NIXON, 2006).

As variáveis espaciais e temporais são utilizadas na análise cinemática da marcha para interpretação de dados sobre o movimento (O'SULLIVAN; SCHMITZ, 2010). À medida que o corpo se desloca, um membro serve de apoio enquanto o outro avança para uma nova posição de suporte. Em seguida, os papéis dos membros se invertem. Para que o corpo transfira o peso de um membro para o outro, ambos os pés devem estar em contato com o solo. Uma única sequência dessa atividade é chamada de ciclo de passo (PERRY, 2005). As principais vantagens de avaliar as variáveis espaço-temporais da marcha são que essas medidas podem ser analisadas de forma simples e com baixos custos, fornecendo informações objetivas e confiáveis (O'SULLIVAN; SCHMITZ, 2010).

A marcha é composta por repetidos passos e ciclos de passo. Um ciclo de marcha (tempo de passada) é o tempo gasto de um contato do pé até o próximo contato do mesmo pé. Cada ciclo é dividido em fase de apoio e fase de balanço. A quantidade de tempo que o pé fica fora do solo é entendida como tempo de balanço, e o tempo que os pés ficam em contato com a superfície é entendida como tempo de apoio (O'SULLIVAN; SCHMITZ, 2010).

A fase de apoio é subdividida de acordo com a sequência de contato dos dois pés com o solo. O duplo apoio é o momento em que ambos os pés estão no chão. O apoio simples é o momento em que apenas um pé está em contato com o solo (PERRY, 2005). A duração precisa desses intervalos de ciclo de passo varia com a velocidade do passo do indivíduo. De forma que, as fases de apoio e balanço diminuem à medida que aumenta a velocidade do passo. Alguns autores reconheceram que cada padrão de movimento está relacionado a uma demanda funcional diferente. Durante a marcha, a perda do controle sobre o ritmo dos movimentos pode resultar em comprimentos de passo e passada assimétricos (PERRY, 2005).

Dentre os métodos de análise de marcha, os sensores de contato *foot switch* são bem populares por possibilitar a análise das variáveis temporais da marcha (NENE, 1999; PERRY, 2005). O *foot switch* é um transdutor de força que, quando saturado, emite um sinal analógico, permitindo identificar contato e perda de contato do pé com o solo. O *foot switch* pode ser colocado na região plantar do pé do indivíduo, ou inseridos em palmilhas modificadas (NENE, 1999).

2.4 Idosos com e sem DP X Travessia de rua

Os acidentes de trânsito são um dos problemas mais graves oriundos do tráfego rodoviário e se destaca no Brasil por ser uma das principais causas de morte e lesões graves. No Brasil, cerca de 45 mil óbitos e 204 mil pessoas ficaram feridas no trânsito por ano, sendo que 30 % acidentes ocorrem durante travessia de rua (IPEA, 2015; WIRDEFELDT, 2011). Dentre a população com maiores riscos de acidentes de trânsito, estão os idosos. Em 2007, o Sistema de Informação sobre Mortalidade do Ministério da Saúde registrou 18.946 mortes de pessoas com mais de 60 anos por causas externas, das quais 5.084 foram decorrentes de acidentes de transporte (RODRIGUES; CIOSAK, 2012).

Por ser uma doença neurológica degenerativa e causar distúrbios no movimento e instabilidade postural, os portadores de DP também representam um grupo de risco exposto a sofrer acidentes de trânsito (RODRIGUEZ et al., 2013). Este risco é ainda mais evidente nos indivíduos com DP classificados até o grau III da escala de Hoehn e Yahr (H&Y), por serem considerados andadores funcionais e realizarem tarefas cotidianas.

A decisão de atravessar a rua com segurança é baseada na aquisição e interpretação das informações audiovisuais do ambiente e devem ser tomadas dentro de um período de tempo (DOMMES; CAVALLO, 2011). Para os pedestres é necessário ter atenção nas vias e na velocidade dos veículos, estimar os tempos da velocidade do automóvel e de sua própria

velocidade, além de avaliar se a distância é segura para que ele atravesse (OXLEY; CHARTON; FILDES, 2005).

O risco em atravessar a rua é aumentado devido a fatores, como o tempo dos semáforos nas vias, a falta de sinalizações e faixas de pedestres, as condições de pavimentação e a velocidade com que os veículos trafegam (LIN, et al., 2013). Autores mostram que a velocidade média da marcha dos idosos ditos como saudáveis na rua é de aproximadamente 0.4 m/s, por sua vez, as maiorias dos semáforos presentes nas vias públicas estão programados, em média, para pedestres que caminham a uma velocidade de 1.2m/s, fato que pode agravar as alterações na marcha e causar acidentes de trânsito (PRADO, 2003).

2.5 Ambiente Virtual

Muitos estudos envolvendo travessia de rua ocorrem em ambiente virtual, uma vez que, a travessia de rua em um ambiente real pode ser perigoso. Em um ambiente de realidade virtual é possível ter maior controle do ambiente, frente a estímulos externos, e ainda, proporcionar maior padronização de protocolos tanto de avaliação, quanto de tratamento (RIZZO; BUCKWALTER; NEUMANN, 1997; DOMMES; CAVALLO, 2011; LOBJOIS; CAVALLO, 2007; LOBJOIS; CAVALLO, 2009; JÄGER et al., 2014).

A realidade virtual também tem certas desvantagens. Os voluntários devem realmente estarem inseridos na cena virtual, e não se pode ter certeza se as distâncias e velocidades dos veículos são percebidas do mesmo modo que no ambiente correspondente da vida real. Embora tais fatores sejam considerados, o baixo custo, facilidade de uso e controle de interferências adversas, faz com que a realidade virtual seja importante, especialmente para populações com problemas neurológicos (KATZ et al., 2005).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Avaliar por meio dos parâmetros cinemáticos temporais de tempo de passo, tempo de passada, tempo de balanço e tempo de apoio, alterações na marcha de idosos com e sem doença de Parkinson, durante a realização de simulação de travessia de rua.

REFERÊNCIAS

ADOLPH, Karen E.; VEREIJKEN, B.; SHROUT, P. E. What Changes in Infant Walking and Why. *Child Development*, v. 74, n. 2, p.475-497, mar. 2003.

<https://doi.org/10.1111/1467-8624.7402011>

Berardeelli et al. Pathophysiology of bradykinesia in Parkinson's disease. *Brain*, v.88, n.2, p.2131-46, Nov. 2001.

<https://doi.org/10.1093/brain/124.11.2131>

Berg, W.P. et al. Circumstances and consequences of falls in independent community-dwelling older adults. *Age Ageing*. V.26, n.4,p.261-8,Jul.1997.

<https://doi.org/10.1093/ageing/26.4.261>

BLOEM, Bastiaan R. et al. The "posture second" strategy: A review of wrong priorities in Parkinson's disease. *Journal Of The Neurological Sciences*, v. 248, n. 1-2, p.196-204, out. 2006.

<https://doi.org/10.1016/j.jns.2006.05.010>

Bruijn, S. M. et al. Assessing the stability of human locomotion: a review of current measures. *Journal Of The Royal Society Interface*, v. 10, n. 83, p.20120999-20120999, 20 mar. 2013.

<https://doi.org/10.1098/rsif.2012.0999>

CARVALHO, Aline de Mesquita; COUTINHO, Evandro da Silva Freire. Demência como fator de risco para fraturas graves em idosos. *Revista de Saúde Pública*, v. 36, n. 4, p.448-454, ago. 2002.

Dommes, A.; Cavallo, V. The role of perceptual, cognitive, and motor abilities in street-crossing decisions of young and older pedestrians. *Ophthalmic And Physiological Optics*, v. 31, n. 3, p.292-301, 7 abr. 2011.

<https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2011.00835.x>

Dos Santos, A. M. R.; Rodrigues, R. A. P.; Diniz, M. A. Trauma no idoso por acidente de trânsito: revisão integrativa. *Revista da Escola de Enfermagem*, v. 49, n. 1, p. 162-172, 2015. <https://doi.org/10.1590/S0080-623420150000100021>

HAUSDORFF, Jeffrey M. Gait dynamics in Parkinson's disease: Common and distinct behavior among stride length, gait variability, and fractal-like scaling. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, v. 19, n. 2, p.0261-13, jun. 2009.

<https://doi.org/10.1063/1.3147408>

HIRSCH, Etienne C.; JENNER, Peter; PRZEDBORSKI, Serge. Pathogenesis of Parkinson's disease. *Movement Disorders*, v. 28, n. 1, p.24-30, 23 ago. 2012.

<https://doi.org/10.1002/mds.25032>

IVANENKO, Yuri P.; DOMINICI, Nadia; LACQUANITI, Francesco. Development of Independent Walking in Toddlers. *Exercise And Sport Sciences Reviews*, p.67-73, abr. 2007. <https://doi.org/10.1249/JES.0b013e31803eafa8>

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras: caracterização, tendências e custos para a sociedade, Relatório de Pesquisa Brasília, <http://www.ipea.gov.br>, 2015 10 de Fevereiro de 2018.

Jäger, M. et al. Adapting a Driving Simulator to Study Pedestrians' Street-Crossing Decisions: A

Feasibility Study. *Assistive Technology*, v. 27, n. 1, p.1-8, 4 jun. 2014. <https://doi.org/10.1080/10400435.2014.929193>

Jankovic, J. Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. *Journal Of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, v. 79, n. 4, p.368-376, 1 abr. 2008. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2007.131045>

Katz, N. et al. Interactive virtual environment training for safe street crossing of right hemisphere stroke patients with Unilateral Spatial Neglect. *Disability And Rehabilitation*, v. 27, n. 20, p.1235-1244, jan. 2005. <https://doi.org/10.1080/09638280500076079>

Kulisevsky, J. et al. Enfermedad de Parkinson avanzada. Características clínicas y tratamiento (parte I). *Neurología*, v. 28, n. 8, p. 503-521, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2013.05.001>

Lees, A. J. The Parkinson chimera. *Neurology*, v. 72, n. 72, p.2-11, 16 fev. 2009. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e318198daec>

LIN, Chin-hsien et al. Predictors of road crossing safety in pedestrians with Parkinson's disease. *Accident Analysis & Prevention*, v. 51, p.202-207, mar. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.11.018>

LOBJOIS, Régis; CAVALLO, Viola. The effects of aging on street-crossing behavior: From estimation to actual crossing. *Accident Analysis & Prevention*, v. 41, n. 2, p.259-267, mar. 2009. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.12.001>

LOBJOIS, Régis; CAVALLO, Viola. Age-related differences in street-crossing decisions: The effects of vehicle speed and time constraints on gap selection in an estimation task. *Accident Analysis & Prevention*, v. 39, n. 5, p.934-943, set. 2007. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.12.013>

Nene, A.; Mayagoitia, R.; Veltink, P. Assessment of rectus femoris function during initial swing phase. *Gait and Posture*. v.9, p.1-9. 1999. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(98\)00042-3](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(98)00042-3)

Nixon, M. S. et al., *Human Identification Based on Gait*. New York: Springer, 2006. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-29488-9>

Norkin, C. C.; Schmitz, T. J. *Análise da marcha*. São Paulo: Medsi, 2001.

Obeso, J. A. et al. The basal ganglia in Parkinson's disease: Current concepts and unexplained observations. *Annals Of Neurology*, v. 64, n. 2, p.30-46, 6 jan. 2009. <https://doi.org/10.1002/ana.21481>

O'Shea, S.; Morris, M.; Ianse, R. Dual task interference during gait in people with Parkinson disease: effects of motor versus cognitive secondary tasks. *Phys Ther*, v.82, n.9, p.888-97, set. 2002. <https://doi.org/10.1093/ptj/82.9.888>

O'SULLIVAN, SB; SCHMITZ, T.J. *Doença de Parkinson. Fisioterapia Avaliação e Tratamento*. 2ª ed. São Paulo: Manole, 2010. p. 930-939.

Oxley J; Charton, J.L; Fildes, B.N. The effect of cognitive impairment on older pedestrian behaviour and crash risk, vol. 244. Australia: Monash University Accident Research Centre Melbourne, 2005.

Perry, J. *Análise de marcha*, v.1, Barueri: Manole, 2005. p. 8-43.

PLUMMER-D'AMATO, Prudence; ALTMANN, Lori J.p.; REILLY, Kevin. Dual-task effects of spontaneous speech and executive function on gait in aging: Exaggerated effects in slow walkers. *Gait & Posture*, v. 33, n. 2, p.233-237, fev. 2011. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.11.011>

Prado, A.R. *Acessibilidade e Desenho Universal*. Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232008000400023>

Ribeiro, A. P. et al. A influência das quedas na qualidade de vida dos idosos. *Ciência e saúde coletiva*, Rio de Janeiro, v.13, n.4, p.1266-1273, jul./ago. 2008.

Rizzo, A.; Buckwalter, J.; Neumann, U. Virtual Reality and Cognitive Rehabilitation: A Brief Review of the Future. *Journal Of Head Trauma Rehabilitation*, v. 12, n. 6, p.1-15, dez. 1997. <https://doi.org/10.1097/00001199-199712000-00002>

RODRIGUES, Juliana; CIOSAK, Suely Itsuko. Idosos vítimas de trauma: análise de

fatores de risco. Revista da Escola de Enfermagem da Usp, v. 46, n. 6, p.1400-1405, dez. 2012.

<https://doi.org/10.1590/S0080-62342012000600017>

RODRIGUEZ-OROZ, Maria C et al. Initial clinical manifestations of Parkinson's disease: features and pathophysiological mechanisms. The Lancet Neurology, v.8, n.12, p.1128-1139, dez. 2009.

[https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(09\)70293-5](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(09)70293-5)

Shumway-Cook A; Woollacott, M H. Controle Motor: Teorias e aplicações práticas. 2ª ed. São Paulo: Manole, 2003. p. 179-208.

SOUSA, D. S. S.; TAVARES, J. M. R. S.; CORREIA, M. V. EM LABORATÓRIO DE MOVIMENTO. Encontro Nacional de Biomecânica, p. 1-6, 2007.

TEIVE, HÉLIO A.G. O papel de Charcot na doença de Parkinson. Arquivos de Neuropsiquiatria, v. 56, n. 1, p.141-145, mar. 1998.

<https://doi.org/10.1590/S0004-282X1998000100026>

Tinetti, M. Prevention of Falls and Fall Injuries in Elderly Persons: A Research Agenda. Preventive Medicine, v. 23, n. 5, p.756-762, set. 1994.

<https://doi.org/10.1006/pmed.1994.1130>

Verbaan, D. et al. Patient-reported autonomic symptoms in Parkinson disease. Neurology, v. 69, n. 4, p.333-341, 23 jul. 2007.

<https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000266593.50534.e8>

Wirdefeldt, K. et al. Epidemiology and etiology of Parkinson's disease: a review of the evidence. European Journal Of Epidemiology, v. 26, n. 1, p.1-58, maio 2011.

<https://doi.org/10.1007/s10654-011-9581-6>

Souza, S.E.M.; Tratamento das doenças neurológicas. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2008.

Wrisley, D. M.; Kumar, N. A. Functional Gait Assessment: Concurrent, Discriminative, and Predictive Validity in Community-Dwelling Older Adults. Physical Therapy, v. 90, n. 5, p.761-773, abr. 2010.

<https://doi.org/10.2522/ptj.20090069>

Yang, L. et al. Psychometric properties of dual-task balance assessments for older adults: A systematic review. Maturitas, v. 80, n. 4, p.359-369, abr. 2015.

<https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2015.01.001>

YOGEV-SELIGMANN, Galit; HAUSDORFF, Jeffrey M.; GILADI, Nir. The role of

executive function and attention in gait. *Movement Disorders*, v. 23, n. 3, p.329-342, 15 fev. 2008.

<https://doi.org/10.1002/mds.21720>

**ANALYSIS OF TEMPORAL VARIABLES IN THE GAIT OF THE ELDERLY WITH
AND WITHOUT PARKINSON'S DISEASE DURING STREET CROSSING
SIMULATIONS**

ANALYSIS OF TEMPORAL VARIABLES IN THE GAIT OF THE ELDERLY WITH AND WITHOUT PARKINSON'S DISEASE DURING STREET CROSSING SIMULATIONS

Lucyana T. de Oliveira^{a,*}, Lucas R. Souza^b, Bárbara C. R. Martins^c, Camilla Z. Hallal^d

^aPrograma de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Departamento de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, BRA, lucyanat.oliveira@hotmail.com.

^bPrograma de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Departamento de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, BRA, lucas.resende.sousa@hotmail.com.

^cPrograma de Pós-Graduação em Fisioterapia, UFTM/UFU, Brasil, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, BRA, barbara.martins15@hotmail.com.

^dDepartamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, BRA, camillazhallal@yahoo.com.br

*Autor Correspondente: Rua Benjamin Constant, 1286, Bairro Nossa Senhora Aparecida, CEP 38400-678, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.
(34) 3231 3780 (34) 3231 37 80
lucyanat.oliveira@hotmail.com

ABSTRACT

The identification of risk factors for falls and traffic accidents in elderly pedestrians with and without Parkinson's disease (PD) is a strategy to reduce public spending and provide greater functional independence and better quality of life for this group. This study's aim was to evaluate changes in the gait of the elderly with and without PD during street crossing simulation through temporal and kinematic parameters. The study included 40 elderly people aged between 60 and 80 years old, 20 of them with PD and 20 without PD. The street crossing simulations occurred in 3 conditions: normal gait (condition 1), gait during street crossing simulation (condition 2), and gait during street crossing simulation with reduced time (condition 3). *Foot Switch* sensors were used to collect data. The data analysis was performed by the Noraxon ® program over participants' 10 gait cycles. The results showed that the elderly with and without PD had longer step and stride times in condition 1 than in conditions 2 and 3. In the comparison between groups, the elderly with PD had longer support time and shorter swing time during conditions 1 and 2 than the elderly without PD. When in street crossing situations, the elderly with and without PD are able to make changes in the temporal parameters, such as decreasing step and stride times, in order to complete the tasks imposed. Our study can be used in combination with future research, in order to create strategies to make public roads safer for people with PD and reduce public spending.

Keywords: Kinematics, Double Task, Parkinson's Gait, Traffic Accidents.

1. Introduction

Parkinson's disease (PD) is a chronic, degenerative and progressive disease of the nervous system. It is characterized by manifestations of cardinal signs of stiffness, akinesia, bradykinesia, trembling and postural instability [1,2]. Neuromuscular changes such as muscle mass loss and strength loss commonly follow these symptoms [3]. PD occurs in more than 2% of the world's population and in 3% of Brazil's population over 65 years old, in a universal distribution, and it affects all ethnic groups and socioeconomic levels. According to the World Health Organization, there are at least 200,000 people who have PD in Brazil [4,5].

Characteristical PD signs associated with the changes that are inherent to aging promote a greater predisposition to falls and traffic accidents due to the difficulty of mobility, which leads to function loss and dependence [6,7,8]. These mobility changes caused by aging and by degenerative diseases may drive individuals to adopt strategies to maintain their balance during gait which are not always efficient and safe [9,10].

Crossing the street safely is a very complex task, since it involves the coordination of sensory, cognitive and motor stimuli [11]. This task is even more difficult for individuals with Parkinson's disease because there may be an increased risk of falls due to sensory-motor changes related to the disease, and these accidents can cause serious injuries or even death [12]. Accident-related risks may increase considerably when pedestrians cross the street while performing other tasks of motor and / or cognitive demand, such as paying attention to traffic lights, sound stimuli, traffic speed and their own speed [11].

The temporal-spatial kinematic characteristics of gait describe human movement patterns quantitatively [13]. Authors state that temporal gait parameters provide important information about the symmetry of the individual's walking patterns, such as the gait phases duration [14], and they are also essential for assessing and preventing mobility-associated risks for the elderly and individuals with mobility difficulties [15,16].

Identificating risk factors for falls and pedestrian accidents related to people who have degenerative diseases such as Parkinson's disease is a primary care strategy that can reduce public spending and provide greater functional independence and better quality of life for these population [17,18], and that can help to identify everyday situations with potential risk for falls. These indicators can provide important inputs to orientate prevention strategies based on physical activity and community guidance in order to promote a better gait performance in risk situations.

Therefore, the objective of our study is to evaluate, through the kinematic parameters, temporal changes in the gait of the elderly with and without Parkinson's disease, during street crossing simulations.

We hypothesized that the gait during street crossing simulations promotes changes in the kinematic gait parameters of the elderly with and without PD due to the task's demand. In addition, we hypothesized that these changes are different between elderly with and without PD, given the PD-related characteristics that have a direct influence on motor behavior.

2. Methods

2.1 Participants

The study included 40 volunteers, both men and women between 60 and 80 years old, divided into two groups of elderly with and without PD. The group of elderly without PD consisted on 20 volunteers who should not have a history of neurological diseases and should perform physical activity for at least 3 times a week within 6 months. The elderly group with PD was composed of 20 participants with a diagnosis of idiopathic PD, classified in stages I to II of the Hoehn Yahr scale [19] in which it is possible to perform independent gait. They could not be in a pharmacological adaptation stage and should do physiotherapy sessions at least 3 times a week, within a 6-month period. The sample size was determined based on the data collected in the pilot study, using the G * Power program (power = 0.95, effect size = 1.21, α error = 0.05). The sample characteristics are shown on Table 1.

The eligibility criteria common to all participants were: absence of pain, fracture, or severe soft tissue injury during the 6 previous months to the study, as well as a history of cognitive, cardiovascular or respiratory changes. The Mini Mental State Exam was used to evaluate the cognitive function, excluding the elderly with a score <24 [20]. The work was approved by the Research Ethics Committee (CAAE 43869315.2.0000.5152). All participants were informed about the procedures and signed a Free Informed Consent Form.

Table 1: Sample characterization.

Characteristics	without Parkinson (n=20)	with Parkinson (n=20)	<i>p</i>
Age (years)	69 ± 2	69 ± 2	0,942
Men/women (n)	10/11	9/10	-
H&Y I / H&Y II (n)	-	9/10	-
Weight (kg)	71 ± 3	73 ± 3	0,648
Height (cm)	161 ± 2	160 ± 2	0,877
H & Y. Hoen & Yahr rating and progression scale of Parkinson's Disease			

2.2 Instruments

In order to collect kinematic data, the foot switch contact sensors were placed on the calcaneus and at the base of the hallux and were used bilaterally. Scenes of a high traffic flow road with cars and motorcycles moving were used, as well as real sound and visual stimuli, for the gait evaluation through the street crossing simulation. The images were projected at eye level, with a standard 2.33-meter distance from the projector to the projection screen and a 12-meter distance between the subject and the screen.

The kinematic gait evaluation was performed on a 12-meter-long and 2-meter-wide carpet, but since the first and last meters of length were disregarded in the analysis to avoid possible influences of the acceleration and deceleration process, only 10 meters were considered [21].

2.3 Procedures for data collection

The street crossing simulations were carried out according to the Brazilian National Traffic Department's recommendations for the traffic signal timing. Before the gait evaluation procedures, volunteers were instructed about all procedures and familiarized with each of the conditions three times before the collection was initiated [8].

The gait evaluation occurred in three different conditions: free gait speed, gait during the street crossing simulation and gait during street crossing simulation with reduced time. Each volunteer walked on the runway 3 consecutive times in each one of the gait conditions, which were randomized.

During normal gait (condition 1), volunteers were instructed to walk on the runway at their usual speed and they had no time limit to perform the task. In street crossing simulation (condition 2), the volunteers should pay attention to video and sound projections that simulated traffic and also to the pedestrian traffic signals. According to the traffic video and the image of the traffic light, the volunteer decided on the best time to cross the runway, respecting the 17-second limit of pedestrian traffic signals.

In the street crossing simulation with reduced time (condition 3), the participants should pay attention to video and sound projections that simulated traffic and also to the pedestrian traffic signals. According to the traffic video and the image of the traffic light, the volunteer decided the best time to cross the runway. However, in this condition, the pedestrian traffic signals' time was reduced to 8.5 seconds, simulating a daily condition in which the pedestrian starts to cross the street with little time left to do that.

In condition 1, the elderly without PD crossed the runway in 11.161 seconds, and the elderly with PD took 11.105 seconds. To cross the runway in condition 2, the elderly without PD spent 10,017 seconds and the elderly with PD spent 10,117 seconds. In condition 3, the elderly without and with PD crossed the runway in 9.031 and 8.757 seconds, respectively. Table 2 shows the crossing time differences between participants without and with DP in each one of the 3 gait conditions.

Table 2: Crossing time in different gait conditions: intragroup.

	Average time difference to perform gait(s)	
	Elderly without DP	Elderly with DP
Condition 1 x Condition 2	0,992 (p=0,001) ^a	1,144 (p=0,004) ^a
Condition 1 x Condition 3	2,359 (p=0,000) ^b	2,130 (p=0,000) ^b
Condition 2 x Condition 3	1,367 (p=0,000) ^c	0,986 (p=0,016) ^c

a = p<0,05 between conditions 1 and 2; b = p<0,05 between conditions 1 and 3; c = p<0,05 between conditions 2 and 3

2.4 Data analysis

The gait time parameters analyzed were: step time, stride time, support time, and balance time. Data analysis was performed using 10 consecutive cycles of each of the three conditions analyzed by the Noraxon® program.

The Shapiro Wilk test was initially performed to verify the data normality. The MANOVA test was used through the PASW statistics 18.0® software (SPSS) for intragroup and intergroup analysis.

3. Results

In the intra group comparisons, for the elderly group with PD, the step time in condition 1 was higher compared to conditions 2 ($p = 0.001$) and 3 ($p = 0.000$). Stride time in condition 1 was higher compared to conditions 2 ($p = 0.002$), and 3 ($p = 0.000$). There were no significant differences for the variables step time and stride time between conditions 2 and 3 ($p = 0.055$ and $p = 0.069$, respectively). The support time condition was higher in condition 1 than 3 ($p = 0.003$). There was no difference between conditions 1 and 2 ($p = 0.536$) and conditions 2 and 3 ($p = 0.102$). There were no significant differences between conditions 1 and 2 ($p = 0.772$), 2 and 3 ($p = 1,000$), and between conditions 1 and 3 ($p = 1,000$) (Table 3).

Considering gait conditions in the elderly group without PD, the step time parameter was higher in condition 1 than in condition 2 ($p = 0.002$), higher in condition 1 than 3 ($p = 0.000$), and also higher in condition 2 in comparison to 3 ($p = 0.000$). The same occurred with the stride time between conditions 1 and 2 ($p = 0.048$), 1 and 3 ($p = 0.000$); and between conditions 2 and 3 ($p = 0.000$).

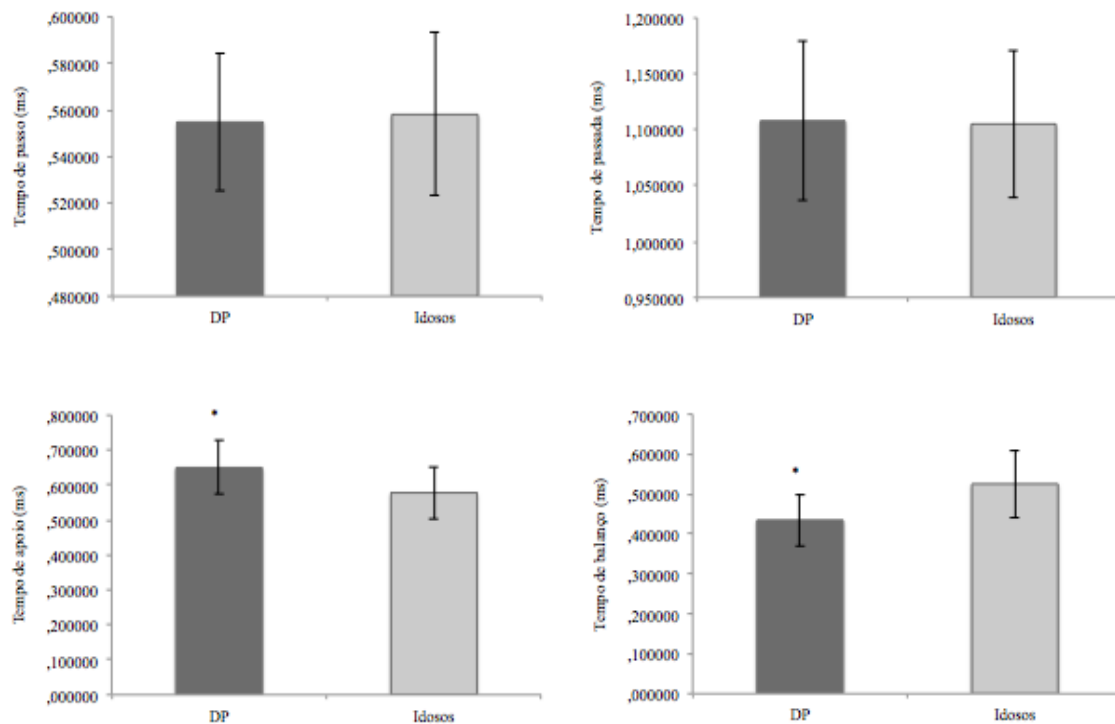
Support time in the elderly without PD is higher in conditions 1 to 3 ($p = 0.000$), higher in condition 2 than 3 ($p = 0.002$). Between conditions 1 and 2 there were no significant differences ($p = 0.294$). In the elderly group with PD, there were no significant differences in swing time between conditions 1 and 2 ($p = 0.964$), 1 and 3 ($p = 0.051$), and between conditions 2 and 3 ($p = 0.448$) (Table 3).

Table 3: Mean values and standard deviations of step time, stride time, support time and swing time of the elderly with and without PD.

	Condition 1	Condition 2	Condition 3
Step time with PD	0,555(0,294) ^a	0,499(0,051) ^b	0,464(0,053)
Stride time with PD	1,108(0,071) ^a	1,005(0,095) ^b	0,936(0,106)
Support time with PD	0,650(0,077) ^a	0,614(0,086)	0,557(0,085)
Swing time with PD	0,435(0,064)	0,390(0,069)	0,415(0,193)
Step time EL	0,558(0,035) ^a	0,517(0,035) ^b	0,455(0,039) ^c
Stride time EL	1,105(0,066) ^a	1,042(0,073) ^b	0,899(0,096) ^c
Support time EL	0,578(0,075) ^a	0,537(0,087) ^b	0,448(0,069)
Swing time EL	0,526(0,084)	0,500(0,071)	0,463(0,083)

PD = Parkinson's Disease; ID =Elderly without Parkinson's Disease; a = $p < 0,05$ between conditions 1 and 2; b = $p < 0,05$ between conditions 1 and 3; c = $p < 0,05$ between conditions 2 and 3

Comparing temporal variables between groups, in condition 1, the support time was higher in the group with PD than in the group without PD ($p = 0.005$). In the same condition, the group with PD had shorter swing time than the group without PD ($p=0.000$). In relation to step and the stride times, there were no significant differences ($p = 0.752$ and $p = 0.899$, respectively), according to Figure 1.

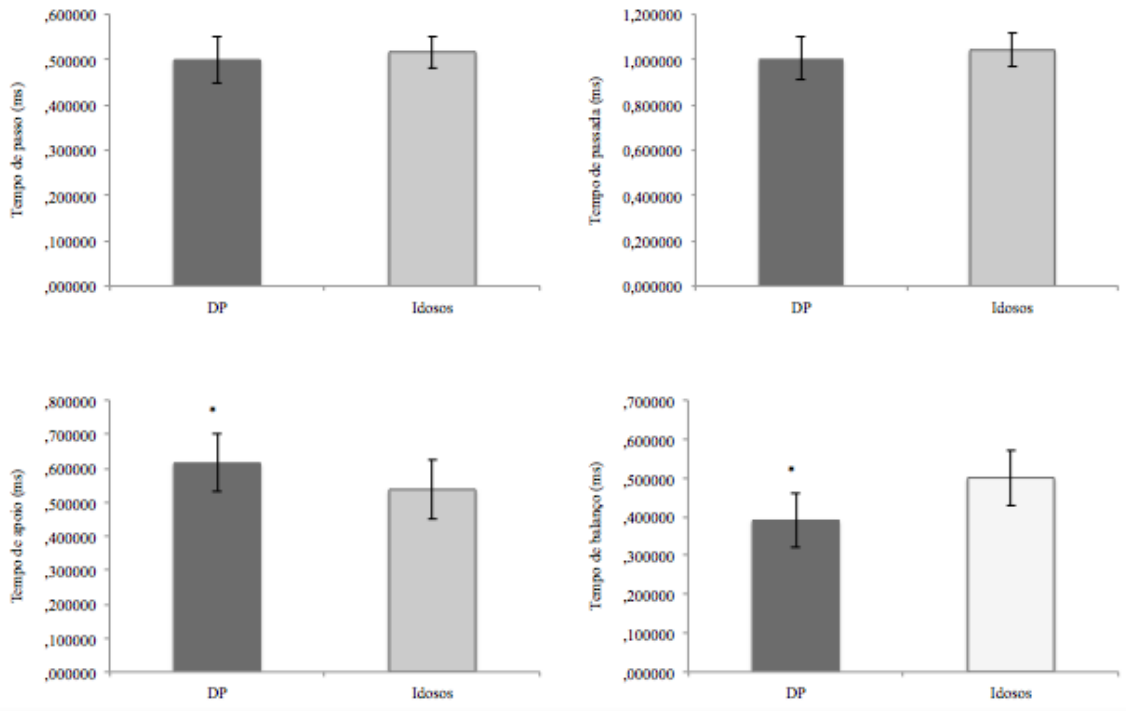


PD =Parkinson's Disease; * = $p < 0,05$

Figure 1: Mean values and Standard deviations of step time, stride time, support time and swing time of the elderly with and without PD, during condition 1.

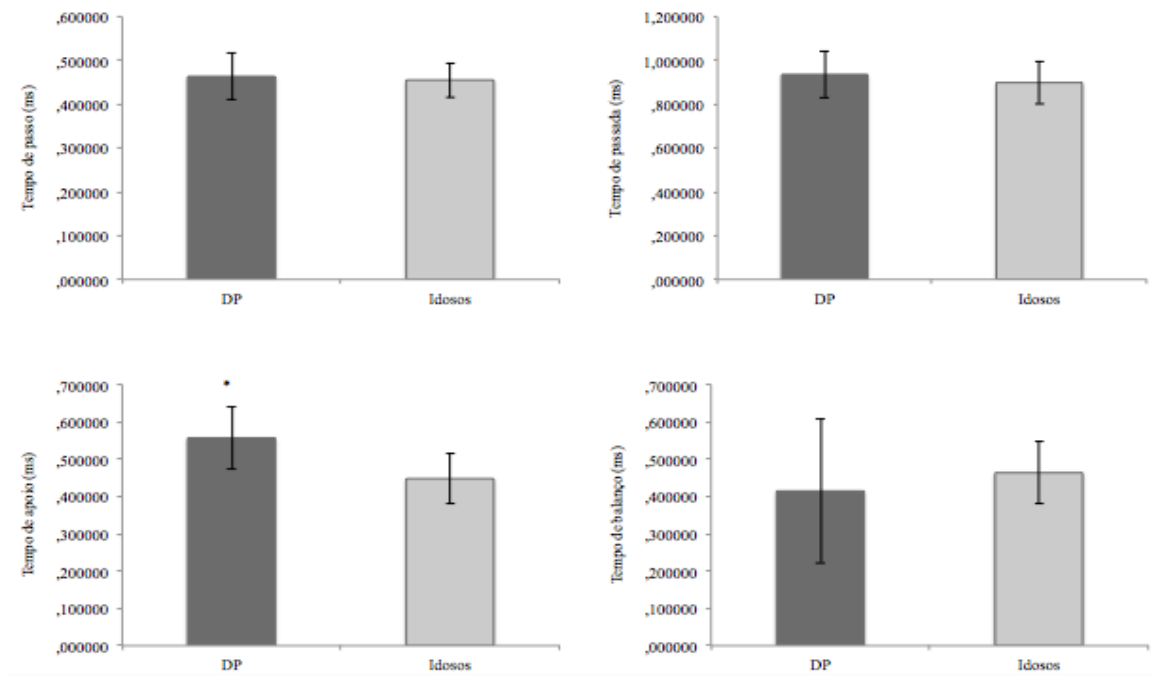
In condition 2, the support time was higher in the elderly group with PD than in the group without PD ($p = 0.007$), whereas the swing time was lower in the elderly group with PD than in the group without PD ($p = 0.000$). In the step and stride times, there were no significant differences ($p = 0.210$ and $p = 0.170$, respectively) (Figure 2).

In condition 3, the elderly group with PD had longer support time in comparison to the group without PD ($p = 0.000$). There were no significant differences between groups ($p = 0.581$, $p = 0.261$, $p = 0.307$, respectively) concerned to the step time, stride time and swing time (Figure 3).



PD =Parkinson's Disease; * = p<0,05

Figure 2: Mean values and Standard deviations of step time, stride time, support time and swing time of the elderly with and without PD, during condition 2.



PD =Parkinson's Disease; * = p<0,05

Figure 3: Mean values and Standard deviations of step time, stride time, support time and swing time of the elderly with and without PD, during condition 3.

4. Discussion

The present study aimed to analyze the kinematic parameters of time: step time, stride time, support time and swing time of elderly individuals with and without PD during street crossing simulations. Our main results show that step and stride times were higher in condition 1 than in conditions 2 and 3 in both groups. The support time was higher in condition 1 in comparison to condition 2 in both groups, and higher in condition 2 than in 3 in the group without PD. In the comparison between groups, the elderly with PD had longer support time and shorter swing time than the group without PD in conditions 1 and 2.

4.1 Intragroup Comparison

We simulated everyday situations of street crossing which involve, in addition to the gait, attention to other environmental stimuli such as traffic lights, and traffic images and sounds. These multiple task situations can change the gait in a way that predispose these individuals to a greater risk of accidents, since gait patterns are not performed as efficiently as by healthy young individuals [22].

In our study, the elderly with PD showed higher step and stride times in condition 1 than in conditions 2 and 3. They showed longer support time during condition 1 in comparison to 3. The elderly without PD had a longer step and stride times in condition 1 than in conditions 2 and 3, and in condition 2 than 3, in addition to longer support time in condition 1 than 3, and between conditions 2 and 3.

During the simulated situations, as the participants should complete the route in the time programmed for the pedestrian signals in addition to the multiple tasks they had to perform during the street crossing simulation, it was necessary to adjust the normal gait speed so they could complete the task successfully. When the gait speed is increased as a function of some external demand, there is a reduction in the cycle time and in the support phase duration [23], reflecting on shorter step time, stride time and support time in the conditions of street crossing simulation.

In our study, we did not find significant differences between step time and stride time in conditions 2 and 3 when analyzing the group with PD, possibly because condition 2 is already a situation that demands a greater challenge than the usual gait.

In the group with PD, no differences in support time were found between conditions 1 and 3, and conditions 2 and 3. In the elderly group without PD, we did not find differences in support time when comparing conditions 1 and 3. We did not find time differences in any of

the conditions analyzed in both groups. These results may have occurred due to the difficulty of gait adaptation that the elderly and people with PD face in double-task situations. In challenging situations, mainly in condition 3, we already expected support time and swing time to be reduced in order to keep greater gait stability as a strategy to maintain the dynamic balance to complete the task within the time proposed.

4.2 Comparison Between Groups

Intrinsic aging changes, such as sarcopenia, reduced strength, reduced muscle mass, reduced balance, altered cognition, range of motion and changes in tissue viscoelasticity significantly contribute to reduced function and independence among the elderly, with gait consequences [6,24, 25].

In the elderly with PD, the factors inherent to aging are added to motor and non-motor problems related to PD [7,8], such as: hypokinetic movements, short and dragged steps, reduction of step length and less upper-limb swing during the walk. Those factors can make dual-task activities like street crossing even more risky.

In our study, when comparing the groups of elderly with and without PD, the elderly with PD had longer support time in relation to the elderly without PD in conditions 1 and 2. The swing time was shorter in the group with PD in conditions 1 and 2. As seen on the results, individuals with PD have greater difficulties in gait execution [27]. In the present study, the elderly with PD may have adopted longer support time and shorter swing time, in conditions 1 and 2, as a compensatory mechanism to maintain balance and perform the task imposed.

We did not find significant differences in step and stride times in conditions 1 and 2 when comparing the elderly with and without PD. We expected the step and stride times to be shorter in the group with PD since PD causes festination, understood as the tendency to move forward with increasingly faster and smaller steps, among other symptoms [27]. However, our volunteers were classified in stages I to II of the H & Y scale, therefore, they do not present this symptom in evidence.

There were no differences in swing time, step time and stride time, when two groups were compared in condition 3. We understand that condition 3 is not a condition recommended in daily life, since it required a gait speed much higher than the usual one. This way, some participants had to run to complete the crossing within the time established and others could not complete the route within the time proposed. In real situations, it is not

recommended that individuals with or without mobility problems cross the road at high speeds, as the risk of accidents is significant.

4.3 Limitations of the Study

This study presents some limitations that should be considered when analyzing the results. The elderly with PD who participated in this study were classified in stages I to II of the H & Y scale, and therefore had no symptoms such as festination and involvement of observable postural reflexes. Since these individuals are in the early stage of PD, the motor manifestations are still very discrete, which may have contributed to the lack of some differences expected. However, we use only individuals with PD classified in stages I to II of the H & Y scale, for they can perform gait independently, which was fundamental for the execution of the conditions established, besides the recognition of gait changes during street crossing is primordial in individuals who are in the early PD stages, allowing an early intervention in these individuals' treatments.

5. Conclusion

We conclude that the gait during the street crossing simulation and the street crossing with reduced time resulted in significant changes in the time parameters analyzed. There were alterations in the temporal parameters analyzed in order to complete the task imposed. However, these adaptations were different among the studied groups, showing greater gait changes of the participants with PD regarding support and balance times. Our results can be used with future research to promote changes in the timing of traffic lights, with the aim of making public roads a safe place for people with mobility difficulties, such as the elderly with PD, and for the elaboration of public education policies to reduce public spending.

Conflict of interest statement

None of the authors have financial or personal relationships that could affect the article.

Acknowledgement

We thank the development agencies CNPq (Process no. 459592/2014) and FAPEMIG (Process APQ 00327-14).

REFERÊNCIAS

- [1] J. Kulisevsky, M.R. Luquinb, J.M. Arbeloc, J.A. Burguera , F. Carrillo, A. Castrof, J. Chacón, P.J. García-Ruiz, E. Lezcano, P. Mir, J.C. Martínez-Castrillo, I. Martínez-Torres, V. Puentek, Á. Sesar, F. Valldeoriola-Serral, R. Yanez, Enfermedad de Parkinson avanzada. Características clínicas y tratamiento (parte I), *Neurología* 28 (2013) 503-521. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2013.05.001>
- [2] S.B. O'Sullivan, T.J. Schmitz, *Fisioterapia Avaliação e Tratamento, Doença de Parkinson*, Manole São Paulo 5 (2010) 930-939.
- [3] C.C. Porto, *Semiologia médica*, Guanabara Koogan Rio de Janeiro 5 (2001).
- [4] S.E.M. Souza, *Tratamento das doenças neurológicas*, Guanabara Koogan Rio de Janeiro 2 (2008) 640-647.
- [5] K. Wirdefeldt, H.O. Adami, D. Trichopoulos, J. Mandel, Epidemiology and etiology of Parkinson's disease: a review of the evidence, *European Journal Of Epidemiology* 26 (1) (2011) 1-58. <https://doi.org/10.1007/s10654-011-9581-6>
- [6] T.C. Rubinstein, N. Giladi, J.M. Hausdorff, The power of cueing to circumvent dopamine deficits: A review of physical therapy treatment of gait disturbances in Parkinson's disease, *Movement Disorders* 17 (6) (2002) 1148-1160. <https://doi.org/10.1002/mds.10259>
- [7] C.H. Lin, Y.K. Ou, R.M. Wu, Y.C. Liu, Predictors of road crossing safety in pedestrians with Parkinson's disease, *Accident Analysis & Prevention* 51 (2013) 202-207. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.11.018>
- [8] E. Vieira, H.H. Lim, D. Brunt, C.Z. Hallal, L. Kinsey, L. Errington, M.G. Alves, Temporo-spatial gait parameters during street crossing conditions: A comparison between younger and older adults, *Gait & Posture* 41 (2) (2015) 510-515. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.12.001>
- [9] T. Hortobágyi, S. Solnik, A. Gruber, P. Rider, K. Steinweg, J. Helseth, P. Devita P, Interaction between age and gait velocity in the amplitude and timing of antagonist muscle coactivation, *Gait & Posture* 29 (2009) 558-564. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2008.12.007>
- [10] M.A. Pastor, M. Jahanshahi, J. Arteida, J.A. Obeso, Performance of repetitive wrist movements in Parkinson's disease, *Brain* 115 (1992) 875-891. <https://doi.org/10.1093/brain/115.3.875>
- [11] J.A. Oxley, E. Ihsen, B. N. Fildes, J.L. Charlton, R.H. Day, Crossing roads safely: An experimental study of age differences in gait selection by pedestrians, *Accident Analysis*

and Prevention 31 (2005) 962-971.

<https://doi.org/10.1016/j.aap.2005.04.017>

[12] J. Korteling, Effects of aging, skill modification and demand alternation on multiple-task performance, *Hum Factors* 32(5) (1994) 597-608.

<https://doi.org/10.1177/001872089403600102>

[13] J.Rose, J.G. Gamble, *Marcha Humana*, Premier São Paulo 2 (1998).

[14] M.F. Levin, J.A.Kleim, S.L.Wolf, What Do Motor "Recovery" and "Compensation" Mean in Patients Following Stroke?, *Neurorehabilitation And Neural Repair* 23 (4) (2008) 313-319.

<https://doi.org/10.1177/1545968308328727>

[15] D.M. Wrisley, N.A. Kumar, Functional Gait Assessment: Concurrent, Discriminative, and Predictive Validity in Community-Dwelling Older Adults, *Physical Therapy* 90 (5) (2010) 761-773.<https://doi.org/10.2522/ptj.20090069>

[16] M.S. Nixon, T. Tan, R. Chellappa, *Human Identification Based on Gait*, Springer New York (2006).<https://doi.org/10.1007/978-0-387-29488-9>

[17] D.A.Skelton, N.Beyer, Exercise and injury prevention in older people, *Journal Medicine e Science in Sport* 13 (2013) 77-85.

[18] D.J. Rose, D. Hernandez, The role of exercise in fall prevention for older adults, *Clin Geriatr Med* 26 (2010) 607–631.

<https://doi.org/10.1016/j.cger.2010.07.003>

[19] M.M. Hoehn, M.D. Yahr. Parkinsonism: onset, progression and mortality, *Neurology* 17 (1967) 427-442.

<https://doi.org/10.1212/WNL.17.5.427>

[20] G. A. C. Abbud, K.Z.H. Li, R.G. Demont, Attentional requirements of walking according to the gait phase and onset of auditory stimuli, *Gait & Posture* 30 (2009) 227-232.

<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2009.05.013>

[21] R. Beurskens, F. Steinberg, F. Antoniewicz, W. Wolff, U. Granacher, Neural Correlates of Dual-Task Walking: Effects of Cognitive versus Motor Interference in Young Adults, *Neural Plasticity* 2016 (2016) 9 pages.

[22] K.E. Adolph, B. Vereijken, P.E. Shrout, What Changes in Infant Walking and Why, *Child Development* 74 (2) (2003) 475-497. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.7402011>

- [23] N.A. Borghese, L. Bianchi, F. Lacquaniti, Kinematic Determinants of Human Locomotion, *Journal of Physiology* 494 (3) (1996) 863-869.
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.1996.sp021539>
- [24] M. Pijnappels, F. Bobbert, J. Van Dieen, Changes in walking pattern caused by the possibility of a tripping reaction, *Gait & Posture* 14 (1) (2001) 11-18.
[https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(01\)00110-2](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(01)00110-2)
- [25] P.C. Grabiner, S. Biswas, M.D. Grabiner, Age-related changes in spatial and temporal gait variables, *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation* 82 (1) (2001) 31-35.
<https://doi.org/10.1053/apmr.2001.18219>
- [26] S. O'Shea, M.E. Morris, R. Ianssek. Dual task interference during gait in people with Parkinson disease: effects of motor versus cognitive secondary tasks, *Phys Ther* 82 (2002) 888-97. <https://doi.org/10.1093/ptj/82.9.888>
- [27] J.G. Nutt, B.R. Bloem, N. Giladi, M. Hallett, F.B. Horak, A. Nieuwboer, Freezing of gait: moving forward on a mysterious clinical phenomenon, *Lancet Neurol* 10(8) (2011) 734-744.
[https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(11\)70143-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(11)70143-0)