UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

Jéssica Andrea Espinoza Araneda

Assimetria do balanço dos braços na doença de Parkinson e Caminhada Nórdica como estratégia de intervenção.

Porto Alegre

2023

Catalogação na Publicação

Espinoza Araneda, Jessica Andrea
Assimetria do balanço dos braços na doença de Parkinson e Caminhada Nórdica como estratégia de intervenção. / Jessica Andrea Espinoza Araneda. -- 2023.
135 f. : il., tab. ; 30 cm.

Tese (doutorado) -- Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2023.

Orientador(a): Profa. Dra. Aline Souza Pagnussat.

1. Doença de Parkinson. 2. Assimetria do balanço do braço. 3. Caminhada Nórdica. 4. Marcha. 5. Reabilitação neurológica. I. Título.

Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFCSPA com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Jéssica Andrea Espinoza Araneda

Assimetria do balanço dos braços na doença de Parkinson e Caminhada Nórdica como estratégia de intervenção.

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre como requisito para a obtenção do grau de Doutor.

Orientador: Prof. Dra. Aline de Souza Pagnussat

Porto Alegre

2023

Assimetria do balanço dos braços na doença de Parkinson e Caminhada Nórdica como estratégia de intervenção.

BANCA AVALIADORA

_____

Dr. Luis Henrique Telles da Rosa

Departamento de Fisioterapia

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

_____

Dr. Clynton Lourenço Corrêa

Departamento de Fisioterapia

Universidade Federal do Rio de Janeiro

_____

Dr. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga

Departamento de Educação Física, Fisioterapia e Dança

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre

2023

Dedicado ao meu marido e filhos, pelo amor incondicional, paciência nas minhas ausências e apoio constante. Aos meus pais, que não hesitam em me apoiar e têm sido testemunhas ativas e orgulhosas de cada passo que dei. Para os meus queridos sogros, sem o vosso apoio tudo teria sido mais difícil.

AGRADECIMENTO

Quero agradecer a todos que contribuíram de alguma forma para esse processo, que me permitiu crescer como pessoa e profissionalmente. Agradeço a toda a minha família, mas especialmente ao meu marido Cristian, que me incentivou a aproveitar essa oportunidade e me acompanhou durante todo esse processo, aos meus filhos Valentina e Andrés, que me deram força para enfrentar todos os desafios, aos meus pais German e Brígida, que estão sempre prontos para me dar seu amor e apoio incondicional; aos meus sogros Alba e Gastón, que me enchem de amor e me ajudam para que eu possa enfrentar os desafios de ser mãe, trabalhar e estudar.

Agradeço àqueles que tornaram possível a realização desse sonho, Paula Caballero e Ramón Valdés, que conseguiram criar a oportunidade na Universidade de Talca para que eu fizesse meu doutorado na Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA) e crescesse profissionalmente. Mas eu gostaria de agradecer especialmente à Paula por todos os detalhes e pela ajuda prestada durante minha estada em Porto Alegre. Sem dúvida, sem sua ajuda tudo teria sido mais difícil, minha primeira viagem foi inesquecível. Agradeço aos meus queridos colegas da Universidade de Talca, do Departamento de Ciências do Movimento Humano, que me ajudaram de várias maneiras, incentivando-me, sacrificando tempo e criando espaços para que eu pudesse continuar. Espero de todo o coração que aqueles que se interessam por esse caminho e têm a oportunidade possam viver essa experiência, aprender e crescer juntos como uma equipe. Também gostaria de agradecer a Beatriz Corvalán, pioneira da caminhada nórdica no Chile, instrutora mestre na Espanha, que impulsiona o desenvolvimento dessa disciplina em meu país. Ela me treinou como instrutora de caminhada nórdica, apesar das adversidades e da distância, e apoiou meu processo de várias maneiras. Beatriz, esse caminho que desejo seguir não poderia ter sido feito sem sua ajuda e disposição para me treinar, muito obrigada.

Também gostaria de agradecer a todos aqueles que me receberam na UFCSPA, a todos os professores com quem pude compartilhar e aprender, mas especialmente ao Professor Luis Henrique e ao Professor Rodrigo Plentz, realmente cada aula, cada compartilhamento, cada conversa foi um impulso para continuar trabalhando. De uma forma muito especial, quero agradecer à Mayra da Cunha. Mairita, sua ajuda é inestimável, tudo o que aprendi, todas as suas observações e comentários, sempre precisos, me ajudaram a concluir esse processo, tenho muita

estima por você e espero que um dia possamos tomar um delicioso café no Chile. Por fim, de forma muito especial e importante, agradeço à minha orientadora Aline Pagnussat. Sou infinitamente grata por ter aceitado o desafio de nos orientar nesse processo, com todas as dificuldades que a distância e o tempo implicam, por ter me recebido na linha, pela paciência e por ter confiado em mim, por toda a ajuda prestada, que me permitiu concluir esse processo e realizar esse sonho, muito, muito obrigada.

Epígrafe

"Estar preparado é importante, saber esperar é ainda mais importante, mas aproveitar o momento certo é a chave da vida".

Arthur Schnitzler

RESUMO

A doença de Parkinson (DP) é um distúrbio neurodegenerativo crônico e progressivo, cuja prevalência está aumentando rapidamente como consequência do envelhecimento da população. O distúrbio da marcha é um dos sintomas mais comuns da doença e é a principal causa de quedas, limitação funcional e baixa qualidade de vida. Até o momento, as alterações nos parâmetros da marcha dos membros inferiores foram amplamente estudadas na DP. No entanto, o estudo do desempenho dos membros superiores durante a marcha tem recebido muito menos atenção na literatura. O balanço do braço (BB) ocorre naturalmente durante a marcha e estudos mostram que ele contribui para a recuperação da estabilidade, facilita o movimento dos membros inferiores e reduz o custo metabólico durante a marcha. Pessoas com DP geralmente apresentam diminuição da amplitude do BB no lado mais afetado do corpo, gerando assimetria do balanço do braço (ABB). Foi demonstrado que a ABB é um marcador motor precoce da doença, permitindo o diagnóstico diferencial em estágios iniciais e monitorando a progressão da doença. Além disso, as disfunções dos membros superiores são progressivas ao longo do tempo e podem afetar a qualidade da marcha, tornando seu estudo particularmente importante para melhorar o diagnóstico e o gerenciamento da DP. A caminhada nórdica (CN) é um esporte que consiste em caminhar com o uso ativo de dois bastões e, portanto, pode influenciar positivamente os parâmetros do BB e o desempenho da marcha em maior grau do que a caminhada livre. Considerando a importância dos parâmetros de BB para a marcha na DP, realizamos uma revisão sistemática com meta-análise para investigar as diferenças na ABB e em outros parâmetros de BB entre indivíduos com DP e saudáveis. Além disso, analisamos a relação entre a ABB, os parâmetros espaço-temporais da marcha dos membros inferiores e a progressão da doença. Os resultados mostraram, com moderada qualidade de evidência, que os indivíduos com DP têm maior ABB independentemente da fase da medicação (ON ou OFF) e do tipo de teste de marcha utilizado. A qualidade da evidência, muito baixa, sugere que também apresentam maior assimetria da velocidade do BB e menor amplitude tanto no braço mais afetado como no menos afetado. A meta-regressão indicou que à medida que a doença progride e os sintomas pioram, a ABB tende a diminuir. Em segundo lugar, criamos um protocolo de ensaio clínico com o objetivo de estudar os efeitos de um programa de CN sobre os parâmetros cinemáticos do BB em

comparação com a caminhada livre e sua influência no desempenho dos membros inferiores, mobilidade funcional e qualidade de vida. Este é o primeiro estudo voltado para os efeitos da CN sobre a assimetria e a amplitude do BB e sua influência sobre os parâmetros espaço-temporais da marcha, portanto, pode fornecer novas evidências para a compreensão dos efeitos da CN sobre os distúrbios da marcha na DP.

Palavras-chave: Braço; Assimetria do balanço do braço; Marcha; Doença de Parkinson, Caminhada Nórdica, Terapia de exercício, Reabilitação neurológica.

ABSTRACT

Parkinson's disease (PD) is a chronic and progressive neurodegenerative disorder whose prevalence is rapidly increasing as a result of the aging population. Gait disturbance is one of the most common symptoms of the disease and is the main cause of falls, functional limitations, and poor quality of life. To date, changes in lower limb gait parameters have been widely studied in PD. However, the study of upper limb performance during gait has received much less attention in the literature. Arm swing (AS) occurs naturally during gait, and studies show that it contributes to the recovery of stability, facilitates lower limb movement, and reduces the metabolic costs of walking. People with PD generally have a decreased AS amplitude on the more affected side of the body, generating arm swing asymmetry (ASA). ASA has been shown to be an early motor marker of the disease, allowing differential diagnosis in the early stages and monitoring the progression of the disease. In addition, upper limb dysfunction is progressive over time and can affect gait quality, making its study particularly important for improving the diagnosis and management of PD. Nordic walking (NW) is a sport that consists of walking with the active use of two poles and can, therefore, positively influence AS parameters and gait performance to a greater extent than free walking. Considering the importance of AS parameters for gait in PD, we conducted a systematic review with meta-analysis to investigate the differences in ASA and other AS parameters between individuals with PD and their healthy peers. In addition, we analyzed the relationship between ASA, spatiotemporal parameters of lower limb gait, and disease progression. The results showed, with moderate quality of evidence, that individuals with PD have higher ASA independent of the phase of medication (ON or OFF) and the type of gait test used. Very low quality of evidence suggests that they also have higher ASA velocity and lower AS amplitude of both the most and least affected. Meta-regression indicated that ASA is inversely associated with disease duration and progression of motor symptoms. Secondly, we created a clinical trial protocol to study the effects of a NW program on the kinematic parameters of AS compared to free walking and its influence on lower limb performance, functional mobility and quality of life. This protocol is the first study focusing on the effects of NW on the asymmetry and amplitude of the AS and its influence on the temporospatial parameters of gait, so it may provide new evidence for understanding the effects of NW on gait disturbances in PD.

Key words: Arm; Arm swing asymmetry; Gait; Parkinson Disease, Nordic Walking, exercise therapy, neurological rehabilitation.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura 1 – PRISMA flowchart.....68
Figura 2 – Forest plot from the meta-analysis of arm swing asymmetry during gait in people with Parkinson's disease versus healthy individuals. …….....69
Figura 3A – Forest plot sensitivity analysis showing effect sizes for arm swing asymmetry in relation to ON/OFF medication status in people with Parkinson's disease during walking… 70
Figura 3B – Forest plot sensitivity analysis showing effect sizes for arm swing asymmetry in relation to the methods used to determine ASA in people with Parkinson's disease during walking..... 70

ARTIGO 2

Figura 1 – Trial Flow chart..... 100

LISTA DE TABELAS

CONTEXTUALIZAÇÃO

Tabela 1 – Critérios para o diagnóstico da DP UK Parkinson Disease Society - Brain Bank ……..... 21

Tabela 2 –Estágios para as fases iniciais da doença de acordo com a MDS...22

Tabela 3 – Escala Hoehn & Yahr (H&Y) 23

ARTIGO 1

Tabela 1 – Characteristics of the Included Studies 64

Tabela 2 – Certainty of evidence for meta-analyzed outcomes…….67

Tabela S.1 – Supplementary Material- Search Strategy Used in This Study...71

Tabela S.2 – Supplementary Material - Assessment of Risk of Bias in Included Studies Using the Critical Appraisal Checklist of the Joanna Briggs Institute…….....73

Tabela S.3 – Supplementary Material - Other Arm Swing Parameters in People with Parkinson's disease Versus Healthy Controls …….....74

Tabela S.4 – Supplementary Material - Meta-regression of moderators of clinical and gait parameters on ASA in subjects with Parkinson's disease…….....74

Supplementary Material- PRISMA 2020 Main Checklist……76

ARTIGO 2

Tabela 1 – Inclusion and exclusion criteria……..... 85

Tabela 2 – General structure of the training sessions..... 87

Tabela S.1 – Supplementary Material - Description of the gait induction phase for both groups……. 101

Tabela S.2 – Supplementary Material- Prescription of the NW and FW training program per session……113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABB	Assimetria da Amplitude do BB
ABB	Assimetria do Balanço dos Braços
AEs	Adverse events
AS	Arm Swing
ASA	Arm Swing Asymmetry
ASI	Arm Symmetry Index
BB	Balanço dos Braços
CI	Confidence Interval
CL	Caminhada Livre
CN	Caminhada Nórdica
DP	Doença de Parkinson
FW	Free Walking
GRADE	Grading of Recommendations Assessment, Development, and Evaluation
H&Y	Hoehn & Yahr
IMUs	Inertial Measurements Unit
iSAW	7-meter instrumented Stand and Walk Test
iTUG	Instrumented Timed Up and Go test
MDS	Sociedade Internacional de Parkinson e Distúrbios do Movimento
MMII	Membros Inferiores
MMSS	Membros Superiores
MoCA	Montreal Cognitive Assessment
NB	Núcleos Basais
NW	Nordic Walking
PD	Parkinson's disease
PDQ39	Parkinson's Disease Questionnaire
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
PROSPERO	International Prospective Registry of Systematic Reviews
SMD	Standardized Mean Difference
SNc	Substância Negra porção *pars compacta*
SPIRIT	Standard Protocol Items for Clinical Trials
UPDRS	Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO ……..17

2 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO ...……...19

2.1 Doença de Parkinson.....….. 19

2.2 Epidemiologia…… 19

2.3 Etiopatogenia e fisiopatologia da doença de Parkinson……. 20

2.4 Diagnóstico da doença de Parkinson…… 21

2.5 Tratamento medicamentoso na doença de Parkinson..……. 23

2.6 Tratamento não farmacológico – Reabilitação……24

2.7 Distúrbios da marcha na doença de Parkinson……24

2.8 Caminhada Nórdica como estratégia de intervenção……..26

3 REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA……..27

4 OBJETIVOS.....32

5 CONCLUSÃO GERAL 33

6 IMPACTOS DO TRABALHO.....34

1 INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é uma enfermidade neurodegenerativa, cuja prevalência está aumentando rapidamente. Globalmente, 9 milhões de pessoas recebem o diagnóstico da DP (1), e com o aumento da expectativa de vida na população idosa estima-se que este número ultrapasse os 12 milhões em 2040 (2). Fisiologicamente, a DP é caracterizada pela perda progressiva de neurônios dopaminérgicos na porção *pars compacta* da substância negra (SNc) do mesencéfalo, bem como pela presença de inclusões intracelulares conhecidas como corpos de Lewy em diferentes áreas cerebrais (3). Essas alterações repercutem diretamente no controle do processamento da informação pelos núcleos da base, desencadeando sinais clínicos clássicos como bradicinesia ou lentidão motora, tremor de repouso, instabilidade postural e alterações na marcha (3, 4). Os distúrbios da marcha representam o sintoma mais incapacitante nos acometidos pela DP, e são considerados um problema de saúde pública devido à sua estreita relação com quedas, dependência, baixa qualidade de vida e incapacidade física (5-7). A maioria dos estudos que abordam os distúrbios da marcha na DP referem-se principalmente às alterações nos parâmetros espaço-temporais e cinemáticos dos membros inferiores (MMII), os quais têm sido amplamente caracterizados (8, 9). No entanto, o estudo das alterações nos membros superiores (MMSS) é comparativamente muito menor, apesar de os MMSS desempenharem um papel importante na locomoção (10).

O balanço do braço (BB) é uma característica biomecânica específica da marcha humana e desempenha um papel importante na recuperação da estabilidade da marcha após uma perturbação (11). Além disso regula o movimento rotacional do corpo, promove a estabilidade dinâmica, e reduz o custo metabólico da caminhada (12-14). Estudos prévios mostraram que indivíduos com DP apresentam alterações significativas no movimento do BB, mesmo em estágios iniciais da doença (11, 15, 16). Essas alterações são caracterizadas por uma redução da amplitude e da velocidade máxima do BB, principalmente no lado mais afetado (17), o que resulta em uma assimetria entre os MMSS (18, 19). Curiosamente, estas alterações demonstraram ser resistentes à terapia dopaminérgica (20, 21). A assimetria da amplitude do BB (ABB) é uma característica relevante (22), podendo ser um marcador motor precoce para o diagnóstico e monitoramento da progressão da DP (23-25).

A reabilitação da marcha na DP centra-se frequentemente no treino do MMII e negligencia o papel dos MMSS (26). A ABB implica maior risco de queda (12, 27), maior custo energético e risco de congelamento da marcha (28). Nesse sentido, é importante a incorporação de estratégias de reabilitação que visem otimizar o BB e reduzir a assimetria. Melhorar os parâmetros do BB, principalmente amplitude e simetria, poderia contribuir para diminuir o momento angular em torno da vertical, e momento vertical de reação do solo, aumentando a velocidade da caminhada e o comprimento da passada, promovendo estabilidade e diminuindo o custo energético durante a caminhada (12, 14, 27, 29).

A caminhada nórdica (CN) é uma atividade física desportiva de natureza aeróbica, que se caracteriza pela caminhada com a utilização ativa de dois bastões, que gera uma demanda energética e mecânica tanto dos MMSS como dos MMII durante a sua prática (30, 31). O uso de bastões promove aumento na amplitude dos movimentos dos braços durante a caminhada, favorece a ativação muscular do MMSS, gerando ao mesmo tempo maior consumo energético com menor fadiga quando comparado a caminhada livre (CL) ou em esteira (32-34). Estudos mostram que a CN melhora os sintomas motores, o equilíbrio e os parâmetros da marcha relacionados aos MMII na DP (35-37). Desta forma, a CN pode ser uma atividade bastante promissora como estratégia para a reabilitação de pessoas com DP, especialmente nos parâmetros dos MMSS.

As disfunções do MMSS na DP são progressivas ao longo do tempo e podem deteriorar a qualidade da marcha (12, 19) Acreditamos que a investigação de tal característica seja relevante para facilitar o diagnóstico, monitoramento e tratamento da doença. Considerando que a CN favorece o uso ativo dos braços durante a caminhada, é possível levantar a hipótese de que um programa de treinamento CN em pessoas com DP poderia reduzir a assimetria e aumentar a amplitude do BB durante a caminhada e influenciar positivamente no desempenho dos MMII durante a marcha. A marcha é um componente essencial da mobilidade funcional e qualidade de vida (38). A mobilidade funcional é a capacidade fisiológica das pessoas de se movimentarem de forma independente e segura em vários ambientes para realizar suas atividades de vida diária e participar da comunidade (39). Portanto, as ações voltadas para a otimização da marcha, como a CN, poderiam melhorar a mobilidade funcional, o estado de saúde e a qualidade de vida das pessoas com DP.

Dentro desse contexto, o objetivo geral desta tese foi investigar a diferença na ABB entre indivíduos com e sem diagnóstico de DP, e estabelecer a relação com parâmetros espaço-temporais da marcha e progressão da doença. Também objetivamos criar um protocolo para um ensaio clínico randomizado que nos permita avaliar os efeitos de um programa de treinamento de CN e de CL nos parâmetros cinemáticos do BB e sua influência no desempenho do MMII, mobilidade funcional e qualidade de vida de pessoas com DP.

2 REVISÃO DE LITERATURA - CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 Doença de Parkinson

A doença de Parkinson (DP) é uma síndrome neurológica clínica crônica, progressiva, de início na idade adulta, com diversas causas e apresentações clínicas (40). Sua principal característica é a morte neuronal progressiva da substância negra, com consequente diminuição do neurotransmissor dopamina, causando alterações motoras típicas, como lentidão motora ou bradicinesia, tremor de repouso, rigidez e instabilidade postural (4). A idade média de início dos sintomas é aproximadamente 60 anos (41), com duração média do diagnóstico final até a morte de 10 anos (42).

2.2 Epidemiologia

Atualmente, a DP é a segunda doença neurodegenerativa mais prevalente depois da doença de Alzheimer (43) e estima-se que tanto a incidência como a prevalência global desta doença aumentem rapidamente, como consequência do crescimento populacional, já que a idade é o principal fator de risco (40, 44). No Brasil, a notificação da DP não é obrigatória, portanto, não há dados precisos sobre sua prevalência. De acordo com um estudo realizado numa cidade do interior do estado de Minas Gerais-Brasil, 3,3% das pessoas com mais de 60 anos têm DP, pelo que, extrapolando este valor para a população brasileira, mais de 630.000 pessoas teriam a doença (45, 46). No Chile, entre o período 1990-2016, a prevalência da DP aumentou 19,9%, colocando o Chile como o país latino-americano que registrou o maior aumento desta doença, seguido pelo Paraguai, El Salvador e Honduras (47). Neste contexto, a DP constitui atualmente um importante problema de saúde pública,

sendo que há perspectiva de que haja um aumento crescente de indivíduos acometidos pela doença em todo o mundo, exigindo, portanto, uma atenção aos impactos à nível populacional e econômico (40).

2.3 Etiopatogenia e fisiopatologia da Doença de Parkinson

Em 1817, o médico inglês James Parkinson descobriu pela primeira vez esta síndrome clínica chamada *Paralysis Agitans (*Parkinson*, 2002*) e mais tarde, em 1861, foi chamada de Doença de Parkinson por Jean-Martin Charcot, em homenagem ao seu descobridor (48). Sua etiologia permanece obscura e controversa. Em termos gerais, estudos acreditam que a DP pode ser decorrente da interação de fatores, sejam eles genéticos, ambientais, alterações mitocondriais, neuroinflamação, estresse oxidativo e alterações do próprio envelhecimento (40, 41, 49-51). Acredita-se que etiopatogenia seja multifatorial, ou seja, a combinação de predisposição genética com a presença de fatores tóxicos ambientais, além disso há contribuição do envelhecimento cerebral associada à perda neuronal progressiva (52).

A base fisiológica da DP é a disfunção dos núcleos basais (NB) devido à depleção de dopamina, um neurotransmissor do tipo catecolamina, cuja deficiência leva a uma cascata de alterações funcionais no circuito dos NB, que são, em última instância, responsáveis para o desenvolvimento das características cardinais da DP (53). Os NB são estruturas neurais subcorticales, incluem o estriado (caudado e putâmen), o globo pálido interno e externo, o núcleo subtalâmico, e o núcleo ventro-lateral do tálamo. Do ponto de vista funcional, essa rede interconectada inclui a SNc e a substância negra reticulada no mesencéfalo, e juntos eles desempenham uma variedade de funções, como programar e automatizar o movimento, seja ativando ou inibindo os movimentos (53). Além disso, eles têm uma importante participação em processos cognitivos. Os NB são segregados anatomicamente em circuitos: Motor, oculomotor, límbico e associativo ou cognitivo (53, 54).

2.4 Diagnóstico da doença de Parkinson

O diagnóstico da DP é clínico, sendo os sinais motores a base do diagnóstico. Os critérios aceitos para o diagnóstico da DP baseados em sinais clínicos foram introduzidos pela UK Parkinson Disease Society - Brain Bank (55) (Tabela 1).

Tabela 1

Critérios para o diagnóstico da DP UK Parkinson Disease Society - Brain Bank

I	A presença de bradicinesia (diminuição progressiva da amplitude e/ou velocidade do movimento) e pelo menos um outro sinal motor como: tremor de repouso, rigidez muscular e/ou instabilidade postural (não devido a alterações visuais, cerebelares, vestibulares ou proprioceptivas).
II	A ausência de critérios de exclusão da DP (outras causas que explicam os sinais e sintomas).
III	A existência de elementos característicos da doença durante o seguimento que apoiam o diagnóstico, tais como: início unilateral, curso progressivo, assimetria mantida dos sinais motores com maior envolvimento de um lado do corpo, resposta benéfica à terapia com levodopa e duração da doença superior a 10 anos.

A Sociedade Internacional de Distúrbios do Movimento (MDS) publicou em 2015, uma versão atualizada dos critérios de diagnóstico clínico da doença de Parkinson, conhecidos como Critérios de Diagnóstico Clínico da MDS para a Doença de Parkinson (MDS Clinical Diagnostic Criteria for Parkinson’s Disease), com o objetivo de contribuir para o diagnóstico clínico padronizado tanto para a pesquisa quanto para a prática clínica. Os critérios incluem um processo de diagnóstico em duas etapas. Identificação do parkinsonismo, por meio da presença de bradicinesia com fadiga, além de rigidez ou tremor de repouso e 2. Determinação da DP como a causa do parkinsonismo. Essa última etapa se baseia em três elementos diagnósticos: critérios de apoio ao diagnóstico (características típicas da DP, que estão presentes em muitos pacientes, mas não em todos), critérios de exclusão absoluta (características que descartam a provável DP) e sinais de alerta (características que argumentam contra a DP, mas não são suficientes para descartar a provável DP). Os sinais de alerta podem ser equilibrados por critérios de apoio, de modo que a documentação de um critério de apoio pode compensar um sinal de alerta (Postuma et al.; 2015)

A DP é caracterizada como uma doença progressiva e geralmente o diagnóstico é feito quando sinais motores da doença se tornam evidentes (41). Entretanto já são identificados sinais de neurodegeneração em outras áreas do cérebro nas fases iniciais da doença quando os sinais motores clássicos não estão visíveis. Tais degenerações neuropatológicas resultam em sintomas não motores como sintomas neuropsiquiátricos, distúrbios do sono, sintomas autonômicos, gastrointestinais e sensoriais (56). Nesse sentido, a Sociedade Internacional de Parkinson e Distúrbios do Movimento (MDS) propôs 3 estágios para as fases iniciais da doença (57), em que aspectos motores e não motores podem estar presentes, mas ainda não são suficientes para estabelecer um diagnóstico (Tabela 2).

Tabela 2

Estágios para as fases iniciais da doença de acordo com a MDS

Estágio	Descrição
1.DP pré-clínica	Processo degenerativo já começou, mas os sinais e sintomas clássicos ainda não são evidentes
2. DP pro-drômica	Sinais e sintomas presentes, mas ainda insuficientes para o diagnóstico
3. DP em fase clínica	Sinais e sintomas clássicos estão presentes

Para as fases clínicas foram desenvolvidos instrumentos que permitem classificar as fases da doença com base principalmente em sinais e sintomas motores. A escala Hoehn & Yahr (H&Y) é um instrumento que mede o grau de incapacidade e classifica os pacientes em cinco estágios (58) (Tabela 3).

Tabela 3

Escala Hoehn & Yahr (H&Y)

Estágio	Descrição
Estágio 0	Nenhum sinal do quadro do paciente.
Estágio 1	Doença unilateral
Estágio 2	Envolvimento bilateral sem deficiência de equilíbrio
Estágio 3	Envolvimento bilateral leve a moderado, instabilidade postural, mas o paciente mantém a capacidade de viver de forma independente
Estágio 4	Deficiência grave, mas ainda capaz de ficar em pé e andar com ajuda
Estágio 5	Confinamento ao leito ou cama, a menos que seja assistido

A Revisão da Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (MDS-UPDRS) patrocinada pela Sociedade de Distúrbios do Movimento (MDS) é um instrumento confiável e válido para monitorar a progressão da doença (59). Avalia os sinais, sintomas e determinadas atividades dos indivíduos por meio de autorrelato e observação clínica. É composto por 62 itens, divididos em quatro domínios (I: Experiências não motoras da vida diária; II: Experiências motoras da vida diária; III: Exame motor; IV: Complicações motoras). A classificação de cada item varia de 0 a 4 pontos, sendo que o valor máximo indica maior comprometimento e o mínimo, normalidade (59).

2.5 Tratamento medicamentoso na doença de Parkinson

Ainda não há tratamento disponível para curar a DP. O tratamento convencional visa reduzir os sintomas motores da doença, como bradicinesia, rigidez e tremor (60). Como primeira opção, o tratamento consiste na administração de levodopa (L-dopa), mas com o passar do tempo o tratamento perde eficácia, possivelmente porque a morte neuronal continua e, portanto, a dosagem deve ser aumentada (60) . Além disso, o tratamento crônico com L-Dopa (5-10 anos), gera alguns efeitos colaterais, como discinesias (entendidas como movimentos paradoxais anormais e exagerados, como tiques ou contrações e espasmos musculares distônicos) (61), que afetam seriamente as atividades diárias dos pacientes (62, 63). As discinesias ocorrem como parte de um fenômeno caracterizado por flutuações

motoras, quando a eficácia do tratamento com levodopa começa a diminuir ao longo do dia (64). De acordo com isso, diferenciam-se os estados “ON”, onde a resposta motora ao tratamento com L-dopa é máxima, e os estados “OFF”, onde seu efeito terapêutico é menor (65). Outros tratamentos, orais, transdérmicos ou subcutâneos, são inibidores da MAO-B, agonistas da dopamina, inibidores da COMT, amantadina ou anticolinérgicos (66). Outras terapias de segunda linha são a cirurgia funcional nos NB (estimulação cerebral profunda) e a infusão contínua de medicamentos como apomorfina ou levodopa (41). O início de uma ou outra terapia depende dos sintomas do paciente e às vezes é necessário agregar outros tratamentos para tratar aspectos não motores da doença, como antidepressivos ou analgésicos (67).

2.6 Tratamento não farmacológico – Reabilitação

Até agora, o tratamento farmacológico não é suficiente para impedir a evolução da doença, que é progressivamente incapacitante, principalmente quando os medicamentos já não são eficazes. Neste sentido, a reabilitação é essencial, é amplamente recomendada (66, 68) e tem como principal objetivo melhorar e/ou manter a qualidade de vida das pessoas com DP, ajudando a aumentar a mobilidade, melhorar o equilíbrio, a coordenação e manter a autonomia do paciente (69). Neste sentido, existe um conjunto crescente de evidências que revelam os benefícios da fisioterapia e do exercício para atenuar sinais motores e não motores, melhorar a função física e reduzir a incapacidade (69), principalmente através de estratégias direcionadas para melhorar postura, equilíbrio, marcha e capacidade física (5, 69).

2.7 Distúrbios da marcha na doença de Parkinson

Os distúrbios da marcha na DP são um dos sintomas mais comuns e incapacitantes da doença, e estão relacionados com quedas, limitação funcional e perda de qualidade de vida (5-7, 70).

O comprometimento da marcha está relacionado a conexões disfuncionais entre as regiões do NB, Área motora suplementar e mesencéfalo (71), o que altera a geração e execução de sequências motoras necessárias aos movimentos sequenciais e rítmicos da caminhada (72). O comprometimento de MMII e as alterações na marcha têm sido amplamente descritas na literatura (8, 9). Uma revisão sistemática, que

reuniu informações de 72 estudos e um total de 1.510 pessoas com DP e 1.517 indivíduos saudáveis, mostrou que pessoas com DP, em comparação com indivíduos saudáveis, apresentam menor velocidade autosselecionada, comprimento do passo, ritmo de equilíbrio e excursão do quadril, bem como maior cadência e ritmo de duplo apoio durante a caminhada. Essas mudanças não foram influenciadas pela idade, duração da doença, estágio da doença medido pelo H&Y e sintomas da doença medidos pela UPDRS (8).

A maioria dos estudos que analisam o comprometimento da marcha na DP concentram-se nos parâmetros espaço temporais e cinemáticos, principalmente relacionado aos MMII (7, 8, 73). Embora os braços desempenhem um papel importante na locomoção bípede (10), a análise dos parâmetros MMSS e o seu impacto na marcha em indivíduos com DP tem recebido menos atenção na literatura científica. O balanço dos braços (BB) é uma característica distintiva da marcha humana e é definido como um movimento rotacional rítmico dos braços, ocorrendo livremente no espaço, em direções opostas, principalmente no plano sagital durante a caminhada e corrida bípede (22). Estudos anteriores relatam que o BB contribui para a recuperação da estabilidade após uma perturbação, facilita o movimento das pernas e reduz o custo metabólico da caminhada (11-13).

A DP é por definição uma doença assimétrica. A diminuição da amplitude de BB é um dos sintomas mais frequentemente relatados (16, 21) e ocorre inicialmente no lado mais afetado do corpo. Esta diferença no movimento do BB entre o lado direito e esquerdo é conhecida como assimetria do BB (ABB) e é particularmente relevante (22). A ABB, diferentemente de outros parâmetros, tem sido considerada um marcador precoce de disfunção motora na DP, contribuindo assim para o diagnóstico precoce e diferencial, bem como para o monitoramento da progressão da doença (23, 24, 74). Além disso, é um preditor independente de quedas (12, 27) e implica um risco aumentado de desenvolvimento de congelamento da marcha (28). Curiosamente, alterações no BB demonstram ser resistentes à medicação dopaminérgica (Espinoza-Araneda et al., 2023; Navarro-López et al., 2022). Nesse sentido, é relevante a incorporação de estratégias de reabilitação que visem a otimização do BB e a redução de sua assimetria em pessoas com DP.

2.8 Caminhada Nórdica como estratégia de intervenção

Caminhada Nórdica (CN) é uma atividade física esportiva que tem origem no esqui de fundo na Finlândia na década de 1930 (Zurawik, 2016). É uma atividade principalmente de resistência aeróbica e consiste na realização de caminhada natural com o uso ativo de dois bastões, especialmente projetados para isso, que exige energética e mecanicamente tanto os MMSS quanto os MMII durante sua prática (Morsø, Hartvigsen, Puggaard, & Manniche, 2006; van Eijkeren et al., 2008).

Entre as inúmeras estratégias de reabilitação para a DP, a CN tem recebido atenção especial como uma alternativa emergente e promissora para estimular um estilo de vida ativo (31, 75), promover a melhora da marcha, da participação social, ea qualidade de vida em pessoas com DP (76-78). O uso dos bastões promove aumento do movimento do braço durante a caminhada, favorece a ativação muscular dos MMSS e envolve coordenação intencional entre os MMSS e os MMII, o que constitui uma opção interessante para otimizar os parâmetros da marcha dos membros superiores e inferiores, ao contrário da caminhada livre (CL) ou da caminhada em esteira (31, 33, 34, 79). Além disso, o uso dos bastões de forma rítmica pode atuar como uma pista sensorial, ativando circuitos intactos e evitando circuitos defeituosos dos NB, favorecendo a coordenação intersegmentar, organização temporal da marcha e estabilidade médio lateral (31, 78). Com base no exposto, é possível levantar a hipótese de que a CN poderia otimizar os parâmetros do BB, aumentando a amplitude e reduzindo a assimetria durante a caminhada em maior proporção quando comparado a CL. Além disso, melhorias no BB poderiam influenciar positivamente a execução dos MMII durante a caminhada, aumentando a velocidade, o comprimento do passo, a mobilidade funcional e assim contribuir para uma melhor qualidade de vida das pessoas com DP.

3 REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA

1. Dorsey ER, Sherer T, Okun MS, Bloem BR. The Emerging Evidence of the Parkinson Pandemic. Journal of Parkinson's disease. 2018;8(s1):S3-s8.
2. Masejerian N V-I, Dilley. Estimation of the 2020 Global Population of Parkinson's Disease (PD) [abstract]. Mov Disord. 2020;35 (suppl 1).
3. Kouli A, Torsney KM, Kuan WL. Parkinson's Disease: Etiology, Neuropathology, and Pathogenesis. In: Stoker TB, Greenland JC, editors. Parkinson's Disease: Pathogenesis and Clinical Aspects. Brisbane (AU): Codon Publications Copyright: The Authors.; 2018.
4. Kalia LV, Lang AE. Parkinson's disease. Lancet (London, England). 2015;386(9996):896-912.
5. Boonstra TA, van der Kooij H, Munneke M, Bloem BR. Gait disorders and balance disturbances in Parkinson's disease: clinical update and pathophysiology. Current opinion in neurology. 2008;21(4):461-71.
6. Fasano A, Canning CG, Hausdorff JM, Lord S, Rochester L. Falls in Parkinson's disease: A complex and evolving picture. Movement Disorders. 2017;32(11):1524-36.
7. Creaby MW, Cole MH. Gait characteristics and falls in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. Parkinsonism & Related Disorders. 2018;57:1-8.
8. Zanardi APJ, da Silva ES, Costa RR, Passos-Monteiro E, Dos Santos IO, Kruel LFM, et al. Gait parameters of Parkinson's disease compared with healthy controls: a systematic review and meta-analysis. Scientific reports. 2021;11(1):752.
9. Guo Y, Yang J, Liu Y, Chen X, Yang GZ. Detection and assessment of Parkinson's disease based on gait analysis: A survey. Frontiers in aging neuroscience. 2022;14:916971.
10. de Graaf ML, Hubert J, Houdijk H, Bruijn SM. Influence of arm swing on cost of transport during walking. Biology open. 2019;8(6).
11. Bruijn SM, Meijer OG, Beek PJ, van Dieën JH. The effects of arm swing on human gait stability. The Journal of experimental biology. 2010;213(Pt 23):3945-52.
12. Meyns P, Bruijn SM, Duysens J. The how and why of arm swing during human walking. Gait & posture. 2013;38(4):555-62.
13. Ortega JD, Fehlman LA, Farley CT. Effects of aging and arm swing on the metabolic cost of stability in human walking. Journal of biomechanics. 2008;41(16):3303-8.
14. Yizhar Z, Boulos S, Inbar O, Carmeli E. The effect of restricted arm swing on energy expenditure in healthy men. International journal of rehabilitation research Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung Revue internationale de recherches de readaptation. 2009;32(2):115-23.
15. Schneider SA, Drude L, Kasten M, Klein C, Hagenah J. A study of subtle motor signs in early Parkinson's disease. Movement Disorders. 2012;27(12):1563-6.
16. Nieuwboer A, De Weerdt W, Dom R, Lesaffre E. A frequency and correlation analysis of motor deficits in Parkinson patients. Disability and rehabilitation. 1998;20(4):142-50.
17. Huang Y, Liao J, Liu X, Zhong Y, Cai X, Long L. Review: The Role of Intestinal Dysbiosis in Parkinson's Disease. Frontiers in cellular and infection microbiology. 2021;11:615075.
18. Lewek MD, Poole R, Johnson J, Halawa O, Huang XM. Arm swing magnitude and asymmetry during gait in the early stages of Parkinson's disease. Gait & posture. 2010;31(2):256-60.

19. Roggendorf J, Chen S, Baudrexel S, van de Loo S, Seifried C, Hilker R. Arm swing asymmetry in Parkinson's disease measured with ultrasound based motion analysis during treadmill gait. Gait & posture. 2012;35(1):116-20.
20. Espinoza-Araneda Jessica C-MC, Caballero M Paula, da Cunha Maira J, Marchese Ritchele, Pagnussat Aline S. Arm swing asymmetry in people with Parkinson's disease and its relationship with gait: A systematic review and meta-analysis. Brazilian Journal of Physical Therapy. 2023.
21. Navarro-López V, Fernández-Vázquez D, Molina-Rueda F, Cuesta-Gómez A, García-Prados P, Del-Valle-Gratacós M, et al. Arm-swing kinematics in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. Gait & posture. 2022;98:85-95.
22. Warmerdam E, Romijnders R, Welzel J, Hansen C, Schmidt G, Maetzler W. Quantification of Arm Swing during Walking in Healthy Adults and Parkinson's Disease Patients: Wearable Sensor-Based Algorithm Development and Validation. Sensors (Basel, Switzerland). 2020;20(20).
23. Mirelman A, Bernad-Elazari H, Thaler A, Giladi-Yacobi E, Gurevich T, Gana-Weisz M, et al. Arm swing as a potential new prodromal marker of Parkinson's disease. Mov Disord. 2016;31(10):1527-34.
24. Lewek MD, Poole R, Johnson J, Halawa O, Huang X. Arm swing magnitude and asymmetry during gait in the early stages of Parkinson's disease. Gait & posture. 2010;31(2):256-60.
25. Ospina BM, Chaparro JAV, Paredes JDA, Pino YJC, Navarro A, Orozco JL. Objective Arm Swing Analysis in Early-Stage Parkinson's Disease Using an RGB-D Camera (Kinect®). Journal of Parkinson's disease. 2018;8(4):563-70.
26. Hejrati B, Chesebrough S, Bo Foreman K, Abbott JJ, Merryweather AS. Comprehensive quantitative investigation of arm swing during walking at various speed and surface slope conditions. Human movement science. 2016;49:104-15.
27. Siragy T, MacDonald ME, Nantel J. Restricted Arm Swing in People With Parkinson's Disease Decreases Step Length and Time on Destabilizing Surfaces. Frontiers in neurology. 2020;11:873.
28. Plotnik M, Giladi N, Balash Y, Peretz C, Hausdorff JM. Is freezing of gait in Parkinson's disease related to asymmetric motor function? Annals of neurology. 2005;57(5):656-63.
29. Umberger BR. Effects of suppressing arm swing on kinematics, kinetics, and energetics of human walking. Journal of biomechanics. 2008;41(11):2575-80.
30. Morsø L, Hartvigsen J, Puggaard L, Manniche C. Nordic walking and chronic low back pain: design of a randomized clinical trial. BMC musculoskeletal disorders. 2006;7:77.
31. van Eijkeren FJ, Reijmers RS, Kleinveld MJ, Minten A, Bruggen JP, Bloem BR. Nordic walking improves mobility in Parkinson's disease. Mov Disord. 2008;23(15):2239-43.
32. Tschentscher M, Niederseer D, Niebauer J. Health benefits of Nordic walking: a systematic review. American journal of preventive medicine. 2013;44(1):76-84.
33. Pellegrini B, Peyré-Tartaruga LA, Zoppirolli C, Bortolan L, Bacchi E, Figard-Fabre H, et al. Exploring Muscle Activation during Nordic Walking: A Comparison between Conventional and Uphill Walking. PloS one. 2015;10(9):e0138906.
34. Gomeñuka NA, Oliveira HB, da Silva ES, Passos-Monteiro E, da Rosa RG, Carvalho AR, et al. Nordic walking training in elderly, a randomized clinical trial. Part II: Biomechanical and metabolic adaptations. Sports medicine - open. 2020;6(1):3.

35. Radder DLM, Lígia Silva de Lima A, Domingos J, Keus SHJ, van Nimwegen M, Bloem BR, et al. Physiotherapy in Parkinson's Disease: A Meta-Analysis of Present Treatment Modalities. Neurorehabilitation and neural repair. 2020;34(10):871-80.
36. Cugusi L, Manca A, Dragone D, Deriu F, Solla P, Secci C, et al. Nordic Walking for the Management of People With Parkinson Disease: A Systematic Review. PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation. 2017;9(11):1157-66.
37. Bang DH, Shin WS. Effects of an intensive Nordic walking intervention on the balance function and walking ability of individuals with Parkinson's disease: a randomized controlled pilot trial. Aging clinical and experimental research. 2017;29(5):993-9.
38. Bouça-Machado R, Maetzler W, Ferreira JJ. What is Functional Mobility Applied to Parkinson's Disease? Journal of Parkinson's disease. 2018;8(1):121-30.
39. Santos MP, da Silva BA, Ovando AC, Ilha J, Swarowsky A. Comparison between two functional mobility scales for Parkinson's disease directly applied to physical therapy practice: cross-cultural adaptation and measurement properties. European journal of physical and rehabilitation medicine. 2017;53(5):664-75.
40. Bloem BR, Okun MS, Klein C. Parkinson's disease. Lancet (London, England). 2021;397(10291):2284-303.
41. Jankovic J. Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry. 2008;79(4):368-76.
42. Marttila RJ, Rinne UK. Progression and survival in Parkinson's disease. Acta neurologica Scandinavica Supplementum. 1991;136:24-8.
43. Opara J, Małecki A, Małecka E, Socha T. Motor assessment in Parkinson`s disease. Annals of agricultural and environmental medicine : AAEM. 2017;24(3):411-5.
44. Ascherio A, Schwarzschild MA. The epidemiology of Parkinson's disease: risk factors and prevention. The Lancet Neurology. 2016;15(12):1257-72.
45. Barbosa MT, Caramelli P, Cunningham MC, Maia DP, Lima-Costa MF, Cardoso F. Prevalence and clinical classification of tremor in elderly--a community-based survey in Brazil. Mov Disord. 2013;28(5):640-6.
46. Bovolenta TM, Felício AC. Parkinson's patients in the Brazilian Public Health Policy context. einstein (São Paulo). 2016;14.
47. Leiva AM, Martínez-Sanguinetti MA, Troncoso-Pantoja C, Nazar G, Petermann-Rocha F, Celis-Morales C. Chile lidera el ranking latinoamericano de prevalencia de enfermedad de Parkinson. Revista medica de Chile. 2019;147:535-6.
48. Goetz CG. Charcot on Parkinson's disease. Mov Disord. 1986;1(1):27-32.
49. Valdés EG, Andel R, Sieurin J, Feldman AL, Edwards JD, Långström N, et al. Occupational complexity and risk of Parkinson's disease. PloS one. 2014;9(9):e106676.
50. Dick FD, De Palma G, Ahmadi A, Scott NW, Prescott GJ, Bennett J, et al. Environmental risk factors for Parkinson's disease and parkinsonism: the Geoparkinson study. Occupational and environmental medicine. 2007;64(10):666-72.
51. Jankovic J, Tan EK. Parkinson's disease: etiopathogenesis and treatment. Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry. 2020;91(8):795-808.
52. Simon DK, Tanner CM, Brundin P. Parkinson Disease Epidemiology, Pathology, Genetics, and Pathophysiology. Clinics in geriatric medicine. 2020;36(1):1-12.
53. Obeso JA, Marin C, Rodriguez-Oroz C, Blesa J, Benitez-Temiño B, Mena-Segovia J, et al. The basal ganglia in Parkinson's disease: current concepts and unexplained observations. Annals of neurology. 2008;64 Suppl 2:S30-46.

54. Martínez-Fernández R, Gasca-Salas C C, Sánchez-Ferro Á, Ángel Obeso J. ACTUALIZACIÓN EN LA ENFERMEDAD DE PARKINSON. Revista Médica Clínica Las Condes.
55. Postuma RB, Berg D, Stern M, Poewe W, Olanow CW, Oertel W, et al. MDS clinical diagnostic criteria for Parkinson's disease. Mov Disord. 2015;30(12):1591-601.
56. Chaudhuri KR, Healy DG, Schapira AH. Non-motor symptoms of Parkinson's disease: diagnosis and management. The Lancet Neurology. 2006;5(3):235-45.
57. Berg D, Postuma RB, Adler CH, Bloem BR, Chan P, Dubois B, et al. MDS research criteria for prodromal Parkinson's disease. Mov Disord. 2015;30(12):1600-11.
58. Goetz CG, Poewe W, Rascol O, Sampaio C, Stebbins GT, Counsell C, et al. Movement Disorder Society Task Force report on the Hoehn and Yahr staging scale: status and recommendations. Mov Disord. 2004;19(9):1020-8.
59. Goetz CG, Tilley BC, Shaftman SR, Stebbins GT, Fahn S, Martinez-Martin P, et al. Movement Disorder Society-sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS): scale presentation and clinimetric testing results. Mov Disord. 2008;23(15):2129-70.
60. Armstrong MJ, Okun MS. Diagnosis and Treatment of Parkinson Disease: A Review. Jama. 2020;323(6):548-60.
61. Connolly BS, Lang AE. Pharmacological treatment of Parkinson disease: a review. Jama. 2014;311(16):1670-83.
62. Sethi KD. The impact of levodopa on quality of life in patients with Parkinson disease. The neurologist. 2010;16(2):76-83.
63. Whetten-Goldstein K, Sloan F, Kulas E, Cutson T, Schenkman M. The burden of Parkinson's disease on society, family, and the individual. Journal of the American Geriatrics Society. 1997;45(7):844-9.
64. Jankovic J. Motor fluctuations and dyskinesias in Parkinson's disease: clinical manifestations. Mov Disord. 2005;20 Suppl 11:S11-6.
65. Bhidayasiri R, Tarsy D. Parkinson’s Disease: “On-Off” Phenomenon. Movement Disorders: A Video Atlas: A Video Atlas. Totowa, NJ: Humana Press; 2012. p. 14-5.
66. Oertel W, Schulz JB. Current and experimental treatments of Parkinson disease: A guide for neuroscientists. Journal of neurochemistry. 2016;139 Suppl 1:325-37.
67. Rodríguez-Violante M, Cervantes-Arriaga A. Detección y manejo de síntomas no motores en la enfermedad de Parkinson: impacto en su prevalencia. Revista medica de Chile. 2011;139:1032-8.
68. Rafferty MR, Nettnin E, Goldman JG, MacDonald J. Frameworks for Parkinson's Disease Rehabilitation Addressing When, What, and How. Current neurology and neuroscience reports. 2021;21(3):12.
69. Ellis TD, Colón-Semenza C, DeAngelis TR, Thomas CA, Hilaire MS, Earhart GM, et al. Evidence for Early and Regular Physical Therapy and Exercise in Parkinson's Disease. Seminars in neurology. 2021;41(2):189-205.
70. Zhao N, Yang Y, Zhang L, Zhang Q, Balbuena L, Ungvari GS, et al. Quality of life in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis of comparative studies. CNS neuroscience & therapeutics. 2021;27(3):270-9.
71. Mirelman A, Bonato P, Camicioli R, Ellis TD, Giladi N, Hamilton JL, et al. Gait impairments in Parkinson's disease. The Lancet Neurology. 2019;18(7):697-708.
72. Takakusaki K. Functional Neuroanatomy for Posture and Gait Control. Journal of movement disorders. 2017;10(1):1-17.

73. Allen NE, Schwarzel AK, Canning CG. Recurrent falls in Parkinson's disease: a systematic review. Parkinson's disease. 2013;2013:906274.
74. Ospina BM, Chaparro JAV, Paredes JDA, Pino YJC, Navarro A, Orozco JL. Objective Arm Swing Analysis in Early-Stage Parkinson's Disease Using an RGB-D Camera (Kinect (R)). J Parkinsons Dis. 2018;8(4):563-70.
75. Cugusi L, Solla P, Serpe R, Carzedda T, Piras L, Oggianu M, et al. Effects of a Nordic Walking program on motor and non-motor symptoms, functional performance and body composition in patients with Parkinson's disease. NeuroRehabilitation. 2015;37(2):245-54.
76. Passos-Monteiro E, F BS, L TF, A RC, N AG, Becker M, et al. Nordic Walking and Free Walking Improve the Quality of Life, Cognitive Function, and Depressive Symptoms in Individuals with Parkinson's Disease: A Randomized Clinical Trial. Journal of functional morphology and kinesiology. 2020;5(4).
77. Szefler-Derela J, Arkuszewski M, Knapik A, Wasiuk-Zowada D, Gorzkowska A, Krzystanek E. Effectiveness of 6-Week Nordic Walking Training on Functional Performance, Gait Quality, and Quality of Life in Parkinson's Disease. Medicina (Kaunas, Lithuania). 2020;56(7).
78. Warlop T, Detrembleur C, Buxes Lopez M, Stoquart G, Lejeune T, Jeanjean A. Does Nordic Walking restore the temporal organization of gait variability in Parkinson's disease? Journal of neuroengineering and rehabilitation. 2017;14(1):17.
79. Reuter I, Mehnert S, Leone P, Kaps M, Oechsner M, Engelhardt M. Effects of a Flexibility and Relaxation Programme, Walking, and Nordic Walking on Parkinson's Disease. Journal of Aging Research. 2011;2011:232473.

4. OBJETIVOS

Artigo 1

Investigar a diferença na assimetria do balanço dos braços entre indivíduos com DP e pessoas saudáveis, e estabelecer a relação com parâmetros espaço temporais da marcha e progressão da doença.

Artigo 2

Criar um protocolo de ensaio clínico randomizado que permita avaliar os efeitos de um programa de treinamento de CN e de CL nos parâmetros cinemáticos do balanço dos braços e sua influência no desempenho dos membros inferiores mobilidade funcional e qualidade de vida de pessoas com DP.

5. CONCLUSÃO GERAL

O objetivo desta tese foi verificar possíveis diferenças na ABB entre indivíduos com e sem DP e analisar sua relação com parâmetros espaço-temporais da marcha e de progressão da doença. Adicionalmente, também objetivamos propor um protocolo de ensaio clínico controlado e randomizado para investigar o efeito do treinamento de CN sobre os parâmetros cinemáticos do BB e sua influência sobre os parâmetros da marcha em membros inferiores, mobilidade funcional e qualidade de vida.

Com base no primeiro artigo, é possível concluir que pessoas com DP têm maior amplitude da ABB e velocidade, bem como menor amplitude de BB em comparação com indivíduos sema doença, independentemente da fase de medicação ON/OFF e do teste de marcha utilizado. À medida que a doença progride e os sintomas pioram, a ABB tende a diminuir. A ABB não mostrou associação significativa com a cadência e o comprimento da passada. Isso sugere que a DP altera o BB durante a marcha de forma assimétrica e que a assimetria da amplitude e da velocidade, bem como a amplitude do BB, seriam parâmetros motores capazes de diferenciar pessoas com DP de pessoas sem a doença. Por fim, nossos resultados mostraram que à medida que a doença progride e os sintomas aumentam, a ABB diminui.

Ainda há poucos estudos que abordam os distúrbios dos membros superiores e sua influência sobre os membros inferiores durante a marcha na DP, em diferentes estágios da doença, em diferentes fases farmacológicas e após diferentes estratégias de reabilitação da marcha. Estudos futuros devem se concentrar na análise da influência do ABB e do BB nos parâmetros dos membros inferiores durante a marcha e na avaliação da terapia farmacológica e não farmacológica sobre o BB e os parâmetros da marcha em diferentes estágios da doença. Além disso, os resultados destacam a necessidade de pesquisas que avaliem os distúrbios do BB de forma objetiva. Os sistemas de análise baseados em instrumentos são complexos e caros para serem implementados na clínica e em ambientes não supervisionados, exigindo a validação de instrumentos econômicos e minimamente invasivos que permitiriam aos clínicos monitorarem os parâmetros do BB e avaliar a eficácia das estratégias de reabilitação da marcha na DP. Atualmente, surgiram dispositivos como sensores portáteis, smartphones, sensores ópticos de baixo custo, entre outros, que permitiriam

expandir o estudo do BB e dos distúrbios dos membros inferiores, bem como os efeitos das estratégias de reabilitação.

No segundo estudo, levantamos a hipótese de que a CN poderia aumentar a amplitude do BB, reduzir a assimetria e impactar positivamente os parâmetros da marcha em pessoas com DP. A CN difere da caminhada livre pelo uso ativo de bastões, o que favorece a atividade dos membros superiores e tem se mostrado uma modalidade de exercício físico que pode ser usada como uma estratégia não farmacológica para reduzir o declínio funcional em pessoas com DP. Este é o primeiro estudo destinado a avaliar os efeitos da CN nos parâmetros cinemáticos do BB e sua influência nos parâmetros espaço-temporais dos membros inferiores na marcha. Acreditamos que este estudo fornece um protocolo detalhado que permitirá a replicação de resultados obtidos pelo futuro ensaio clínico que será realizado.

Até o momento, vários estudos demonstraram que a CN é uma atividade fácil e segura, com efeitos benéficos em diferentes condições de saúde. A CN é uma atividade esportiva incipiente no Chile, não existindo nenhum programa de CN, nem grupos de pesquisa nessa linha de trabalho na Universidade de Talca. Portanto, considero que esta tese, além de cumprir com seu papel como requisito para concessão do título de doutor, servirá como base para iniciar uma linha de pesquisa pioneira e promissora, com o objetivo de avaliar os efeitos da CN em diferentes parâmetros de saúde e grupos populacionais na cidade e na Univerdidade de Talca – Chile.

6. IMPACTOS DO TRABALHO

Do ponto de vista clínico, a ABB e o BB devem ser considerados parâmetros motores relevantes no exame das anormalidades da marcha na DP. A avaliação objetiva desses parâmetros pode contribuir para o diagnóstico diferencial e precoce da DP. Além disso, os parâmetros BB podem ser usados para detectar o início das anormalidades da marcha, evitar consequências adversas, como quedas, monitorar a progressão da doença e avaliar os efeitos das estratégias de intervenção em pessoas com DP.

Por fim, a criação de um protocolo de ensaio clínico sobre os efeitos da CN nos parâmetros de BB e na marcha permitirá a replicação dos resultados e melhorará a

qualidade metodológica dos estudos clínicos que usam a CN como estratégia de intervenção na DP.