

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

**EFEITOS DOS TREINAMENTOS MULTIMODAL E MAT PILATES NA MARCHA
E EQUILÍBRIO DE PESSOAS COM DOENÇA DE PARKINSON: UM ENSAIO
CLÍNICO RANDOMIZADO UNICEGO**

LUCAS RESENDE SOUSA

Uberlândia/MG

2021

LUCAS RESENDE SOUSA

**EFEITOS DOS TREINAMENTOS MULTIMODAL E MAT PILATES NA MARCHA
E EQUILÍBRIO DE PESSOAS COM DOENÇA DE PARKINSON: UM ENSAIO
CLÍNICO RANDOMIZADO UNICEGO**

Tese 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 Doutor em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde

Orientadora: Prof^ª. Dra. Camilla Zamfolini Hallal

Uberlândia/MG

2021

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S725 2021	<p>Sousa, Lucas Resende, 1991- Efeitos dos treinamentos multimodal e mat Pilates na marcha e equilíbrio de pessoas com doença de Parkinson: um ensaio clínico randomizado unicego [recurso eletrônico] : Intervenções para melhorar o desempenho da marcha e equilíbrio de pessoas com doença de Parkinson / Lucas Resende Sousa. - 2021.</p> <p>Orientadora: Camilla Zamfolini Hallal. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Ciências da Saúde. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.te.2021.244 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Ciências médicas. I. Hallal, Camilla Zamfolini, 1985-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ciências da Saúde. III. Título.</p>
--------------	---

CDU: 61

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
 Av. Pará, 1720, Bloco 2H, Sala 11 - Bairro Umarama, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 3225-8628 - www.ppcsafamed.ufu.br - ppcsaf@famed.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ciências da Saúde				
Defesa de:	Tese de Doutorado Nº 007/PPCSA				
Data:	26.05.21	Hora de início:	13:30h	Hora de encerramento:	16:30h
Matrícula do Discente:	11713CSD024				
Nome do Discente:	Lucas Resende Sousa				
Título do Trabalho:	Efeitos dos treinamentos multimodal e Mat Pilates na marcha e equilíbrio de pessoas com doença de Parkinson: um ensaio clínico randomizado unicego.				
Área de concentração:	Ciências da Saúde				
Linha de pesquisa:	3: Fisiopatologia das doenças e dos agravos à saúde				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Biomecânica e técnicas de avaliação e intervenção em fisioterapia				

Reuniu-se em web conferência pela plataforma Zoom, em conformidade com a PORTARIA Nº 36, DE 19 DE MARÇO DE 2020 da COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES, pela Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, assim composta: Camila Torriani-Pasin (USP), Gustavo José Luvizutto (UFTM), Luciane Aparecida Pascucci Sande de Souza (UFTM), Lilian Ramiro Felicio (UFU) e Camilla Zamfolini Hallal (UFU) orientadora do candidato.

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, Dra. Camilla Zamfolini Hallal, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.

Documento assinado eletronicamente por **Camilla Zamfolini Hallal, Professor(a) do Magistério**



Superior, em 27/05/2021, às 14:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciane Aparecida Pascucci Sande de Souza, Usuário Externo**, em 27/05/2021, às 15:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lilian Ramiro Felicio, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/05/2021, às 16:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo José Luvizutto, Usuário Externo**, em 28/05/2021, às 09:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Camila Torriani Pasin, Usuário Externo**, em 28/05/2021, às 15:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2796331** e o código CRC **AA9393BB**.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Lucas Resende Sousa

Efeitos dos treinamentos Multimodal e mat Pilates na marcha e equilíbrio de pessoas com doença de Parkinson: um ensaio clínico randomizado unicego.

Presidente da Banca: Prof^ª. Dr^ª. Camilla Zamfolini Hallal

Tese 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 Doutor em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde

Banca Examinadora

Titular (membro externo): Prof^ª. Dr^ª. Camila Torriani-Pasin

Instituição: Universidade de São Paulo (USP)

Titular (membro externo): Prof. Dr. Gustavo José Luvizutto

Instituição: Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)

Titular (membro externo): Prof^ª. Dr^ª. Luciane Aparecida Pascucci Sande de Souza

Instituição: Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)

Titular (membro interno): Prof^ª. Dr^ª. Lilian Ramiro Felicio

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

DEDICATÓRIA

Ao criador de tudo e guia da minha caminhada: Deus. Pelo amparo, sustento e proteção. À minha esposa, parte fundamental do processo, pelo amor diário, suporte e incentivo, enxergando em mim muito mais do que eu mesmo. Aos meus pais, meus heróis, alicerces e cúmplices, pelo aconchego e motivação a cada desafio e por serem meus grandes professores. À minha irmã, cunhado e afilhados, minha fonte de sentimentos puros e laços fortes, pelas boas vibrações sempre enviadas a mim. Se cheguei até aqui, foi por e com vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por me permitir vivenciar os prazeres e inquietudes da caminhada, por cada aprendizado e por cada peça escolhida com tanto zelo para compor este quebra-cabeça chamado pós-graduação. Sou eternamente grato pela proteção, pelas bênçãos, pelos livramentos e por me contemplar com o crescimento como pessoa e como pesquisador.

À minha orientadora e amiga Prof^ª. Dr^ª. Camilla Zamfolini Hallal, agradeço pela honra de ser conduzido por você no mestrado e doutorado, e pelo laço forte que criamos, ultrapassando a relação profissional. As instruções, orientações, ensinamentos e principalmente, o exemplo profissional, foram fundamentais para o meu desenvolvimento.

Aos meus pais Gilmar e Cleusa, agradeço por me incentivarem desde sempre a correr atrás dos meus objetivos, e por jamais soltarem a minha mão. Agradeço pelo amor incondicional, pela nossa sintonia, por cada oração e por cada semente que vocês plantaram em mim. Tento retribuir dando o meu melhor a cada escolha e sei que há muito dos dois em mim. Obrigado por acreditarem que aquele instinto questionador e crítico desde a infância me levaria à algum lugar. Vocês são meu tesouro!

À minha esposa Débora, minha fiel companheira e força motriz, agradeço pelo amor diário, compreensão, sintonia, e por me preencher com os melhores sentimentos, me acalmando nos momentos de angústia e me motivando a buscar o melhor para nós. Espero estar à altura de receber um amor tão puro e verdadeiro, e que possamos juntos, trilhar pelos melhores caminhos. Você e sua família foram peças fundamentais, e eu sou grato por isso.

À minha irmã Taísa, minha grande referência, agradeço pela conexão forte que temos desde sempre e pelas palavras de amor que sempre confortam o coração. Exemplo de mulher, pesquisadora, mãe e irmã. Saber que tenho você, Gustavo, Davi e Mateus ao meu lado faz tudo ter mais graça e valor. Obrigado pelo afeto e cumplicidade.

Aos anjos que olham por mim lá de cima, eu sinto vocês aqui dentro de mim! Eu sei que hoje vocês vibram comigo daí do outro lado, e só Deus sabe o quanto existe de vocês no meu caminhar! Vocês me ensinaram coisas que livro nenhum ensina. Obrigado por me mostrarem que existe um propósito para tudo aqui na terra e no céu também.

Às companheiras de pós-graduação Paula e Jaque, e companheiras do grupo de pesquisa Ana Cláudia, Júlia e Miriam, agradeço pelas trocas e compartilhamento das emoções do processo. Vocês foram essenciais para que tudo isso se concretizasse e fosse mais leve.

Por fim, aos familiares e amigos que torceram e comemoraram comigo em todas as etapas, compartilho essa vitória com todos vocês, e reconheço o papel de cada um!

“A vida sem ciência é uma espécie de morte.”

Sócrates

RESUMO

Introdução: As manifestações clínicas da Doença de Parkinson (DP), em especial as alterações da marcha e equilíbrio, têm impacto direto na realização das atividades cotidianas, se relacionando ao risco aumentado de quedas. Neste contexto, o exercício físico é apontado como um dos melhores recursos para auxiliar o tratamento da DP.

Objetivos: Avaliar os efeitos do Treinamento Multimodal (TM) e Mat Pilates (MP) na marcha e equilíbrio de pessoas com DP. **Métodos:** Trata-se de um ensaio clínico de tratamento, randomizado, unicego, paralelo com dois braços, com a participação de 34 pessoas com DP idiopática no estágio inicial e aleatoriamente distribuídos em 2 grupos de intervenção: MP e TM, que foram realizados em sessões de 60 minutos, três vezes por semana, durante doze semanas. Para avaliação da marcha foram utilizadas variáveis espaço-temporais e variabilidade temporal da marcha em situação de velocidade confortável, utilizando uma passarela de 10m e o equipamento CHANNELS MYOTRACE 400: BLUETOOTH (Noraxon®) com sensores de pressão *footswitch*. Para avaliar a mobilidade funcional, utilizou-se o teste *Timed Up and Go* (TUG) e TUG dupla tarefa (TUG DT); e para a avaliação do equilíbrio foi utilizado o MiniBESTest. Para a comparação das variáveis nos diferentes períodos de avaliação, foi utilizado o Modelo de Equações de Estimativas Generalizadas (GEE), adotando o nível de significância de $p < 0,05$ e para verificar o tamanho do efeito foi utilizado o *d* de Cohen. **Resultados:** O TM comparado ao MP promoveu substancialmente melhora nos parâmetros da marcha, observada pelo aumento da velocidade de marcha, do tempo de balanço, do comprimento de passo e passada, a diminuição da cadência e do tempo de duplo apoio, a diminuição da variabilidade da velocidade, do tempo de balanço, do tempo de duplo apoio, do tempo de passo e do tempo de apoio simples. As duas intervenções promoveram melhora na pontuação do MiniBESTest; apenas o TM foi capaz de diminuir o tempo de realização do TUG DT; e nenhuma intervenção melhorou significativamente o tempo de realização do TUG. **Conclusão:** O TM comparado ao MP apresentou superioridade tanto na melhora do desempenho da marcha quanto na melhora do equilíbrio de indivíduos com DP.

Palavras-chave: Doença de Parkinson, método Pilates, treinamento multimodal, marcha, equilíbrio.

ABSTRACT

Background: The clinical manifestations of Parkinson's disease (PD), especially changes in gait and balance, have a direct impact on the performance of daily activities, related to the increased risk of falls. In this context, physical exercise is considered one of the best resources to assist in the treatment of PD. **Aim:** To evaluate the effects of Multimodal Training (TM) and Mat Pilates (MP) on the gait and balance of people with PD. **Methods:** Clinical trial of treatment, randomized, single-blind, parallel with two arms, with the participation of 34 people with idiopathic PD in the initial stage and randomly distributed in 2 intervention groups: MP and TM, which were performed in 60-minute sessions, three times a week, for twelve weeks. For gait assessment, spatiotemporal parameters and gait variability were used in a comfortable speed situation, using a 10m walkway and the CHANNELS MYOTRACE 400: BLUETOOTH (Noraxon®) equipment with footswitch pressure sensors. To assess functional mobility, use the Timed Up and Go test (TUG) and double task TUG (TUG DT); and for balance assessment, MiniBESTest was used. To compare the variables in the different evaluation periods, the Generalized Estimating Equation Model (GEE) test was used, adopting a significance level of $p < 0.05$ and to verify the effect size, Cohen's d was used. **Results:** TM compared to MP promoted a substantial improvement in gait parameters, observed by increasing gait speed, swing time, stride length and stride, decreased cadence and double support time, decreased variability speed, swing time, double support time, step time and single support time. Both interventions promoted an improvement in the MiniBESTest score; only the TM was able to decrease the time to perform the TUG DT; and neither intervention significantly improved the time to perform the TUG. **Conclusion:** The TM compared to the MP showed superiority both in improving gait performance and in improving balance in individuals with PD.

Keywords: Parkinson's disease, Pilates method, multimodal training, gait, balance.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1 Doença de Parkinson.....	10
2.1.1 Histórico, definição e fisiopatologia.....	10
2.1.2 Epidemiologia da doença de Parkinson	12
2.1.3 Diagnóstico e manifestações clínicas	14
2.2 Marcha na doença de Parkinson	16
2.2.1 Avaliação da marcha.....	16
2.2.2 Alterações na marcha e risco de quedas na doença de Parkinson	20
2.2.3 Alterações em variáveis espaço-temporais na DP	22
2.2.4 Variabilidade de variáveis espaço-temporais da marcha na DP	24
2.3 Marcha e equilíbrio na doença de Parkinson.....	26
2.4 Intervenções na doença de Parkinson.....	28
2.4.1 Exercício físico.....	28
2.4.2 Treinamento mat Pilates	33
2.4.3 Treinamento Multimodal	35
3 OBJETIVOS	39
3.1 Objetivo geral e específico.....	39
4 REFERÊNCIAS.....	40
5 ARTIGOS CIENTÍFICOS	66

1 INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) promove alterações significativas na marcha e no equilíbrio (MIRELMAN et al., 2019), que se associam à maior propensão a quedas (PELICIONI et al., 2019; SCHMITT et al., 2020), diminuição da independência e piora da qualidade de vida (REHMAN et al., 2019). Os comprometimentos da marcha podem ser observados pelas alterações em variáveis espaço-temporais (ARCOLIN et al., 2019; PISTACCHI et al., 2017; VILA et al., 2021), na variabilidade da marcha (ARCOLIN et al., 2019; MICÓ-AMIGO et al., 2019; MIRELMAN et al., 2019; REHMAN et al., 2019) e se associam à alteração do equilíbrio (ARMSTRONG; OKUN, 2020; SVEINBJORNSDOTTIR, 2016).

Neste contexto, o exercício físico é considerado capaz de aprimorar o desempenho da marcha e do equilíbrio (NI et al., 2018; RADDER et al., 2020). O mat Pilates (MP) é uma modalidade que engloba diferentes capacidades físicas, sendo capaz de aprimorar a força dos membros inferiores (SUÁREZ-IGLESIAS et al., 2019) e melhorar o desempenho da marcha em testes funcionais e no aumento da velocidade e do comprimento do passo (JOHNSON et al., 2013; NEWELL; SHEAD; SLOANE, 2012; ROLLER et al., 2018), salientando o efeito positivo no equilíbrio (SHAILJA PANDYA, T. NAGENDRAN, AVNI SHAH, 2017).

O Treinamento Multimodal (TM), por sua vez, além de englobar as capacidades físicas, inclui o treinamento de habilidades essenciais para o cotidiano, (BOUÇA-MACHADO et al., 2020a), e também melhora o desempenho da marcha em testes funcionais (FERRAZ et al., 2018; GAZMURI-CANCINO et al., 2019) e equilíbrio (TOLLÁR et al., 2018), melhorando também a força muscular, coordenação motora e mobilidade (ORCIOLI-SILVA et al., 2014), podendo aumentar a velocidade da marcha, comprimento da passada e reduzir quedas (MIRELMAN et al., 2019; ZHANG et al., 2015). Tanto o MP quanto o TM apresentam efeitos desconhecidos na variabilidade temporal da marcha.

Considerando o impacto das alterações da marcha e do déficit de equilíbrio no cotidiano das pessoas com DP e que não há um consenso sobre qual modalidade é mais eficaz para promover melhora no desempenho da marcha e no equilíbrio (BOUÇA-MACHADO et al., 2020a), o objetivo do presente estudo foi identificar qual intervenção é mais indicada para aprimorar a marcha e o equilíbrio de pessoas com DP. Hipotetizamos que o TM, por trabalhar de forma integrada as capacidades físicas e habilidades cotidianas, apresentará superioridade em relação ao MP na melhora no desempenho da marcha e equilíbrio.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Doença de Parkinson

2.1.1 Histórico, definição e fisiopatologia

A doença de Parkinson (DP) foi mundialmente descrita em 1817 pelo médico inglês James Parkinson, que após observações de seus pacientes, caracterizou-a inicialmente como uma doença de início insidioso, de curso progressivo e incapacitante, denominando-a “*shaking palsy*”. O médico notou que estas pessoas apresentavam um tremor de repouso, postura flexionada, diminuição da força muscular e festinação, sem alterações no intelecto (PARKINSON J, 1817).

Em seguida, Jean-Martin Charcot acrescentou novos detalhes em relação à doença, identificando a bradicinesia, rigidez muscular e instabilidade postural como características importantes. Outras observações foram que o tremor de repouso era típico nos pacientes, porém não essencial para o diagnóstico, e que a diminuição da força muscular não era sinal clínico da doença. Foi ele quem denominou a doença como "doença de Parkinson" (CHARCOT JM, 1872).

Outros avanços foram surgindo desde então, como a descoberta que o sistema nervoso central estava envolvido na patologia (1899), que corpos de inclusão celulares estavam presentes nos cérebros de pessoas com a patologia – posteriormente chamados de corpos de Lewy (1912), e que havia uma relação com a substância negra do mesencéfalo (1919). Posteriormente, foi observado que a doença se relacionava a uma degeneração de neurônios pigmentados da substância negra, que eram precursores de um neurotransmissor da via nigro-estriatal, identificando o papel da dopamina no corpo estriado (1957). Surge em 1961 a era “L-dopa” como um avanço farmacológico promissor para tentar controlar a mortalidade de pessoas que recebiam o diagnóstico de DP (OBESO et al., 2018).

Grandes foram os avanços em diferentes campos de estudo para entender como a doença se origina, como ela se manifesta, e como intervir nestas manifestações. Entretanto, mesmo com todos os progressos que se iniciaram há mais de 200 anos, a maioria dos casos de parkinsonismo ainda são considerados de origem idiopática, existindo várias postulações de múltiplos fatores e sistemas envolvidos (MANTRI; MORLEY; SIDEROWF, 2019), subtipos da doença (ARMSTRONG; OKUN, 2020), além de marcadores pré-clínicos que poderiam auxiliar no diagnóstico e manejo terapêutico (CHASTAN; DECKER, 2019; FULLARD;

MORLEY; DUDA, 2017; MANTRI; MORLEY; SIDEROWF, 2019; TITOVA; SIMON; RAY, 2017).

Como definição, sabe-se que a DP é um distúrbio neurodegenerativo e progressivo do sistema nervoso central (SNC) que comumente acomete a população idosa, marcada por perda de neurônios dopaminérgicos da substância negra do mesencéfalo, que causa deficiência de dopamina na via nigro-estriatal, diminuindo a capacidade modulatória das vias diretas e indiretas do movimento, e conseqüente desordem no funcionamento dos núcleos da base, envolvidos no controle do movimento voluntário. Além disso, é marcada pela presença de inclusões intracelulares contendo agregados de alfa sinucleína (α -SYN) na forma de corpos de Lewy que podem se deslocar por diversas áreas e atuarem como patógenos na morte neuronal (ESPAY; LANG, 2018; KIM et al., 2019; MANTRI; MORLEY; SIDEROWF, 2019; POEWE et al., 2017).

A relação da alfa sinucleína com a patogênese da doença foi postulada em 1997, quando ela foi descoberta como o principal constituinte dos corpos de Lewy e neurites de Lewy (SPILLANTINI et al., 1997). A alfa sinucleína é uma proteína que, em condições normais, está em equilíbrio e não é propensa a formar fibrilas e oligômeros que resultam em agregação, ou seja, sua forma tóxica é que está envolvida na patogênese. Estes agregados de alfa sinucleína culminam na interrupção de funções celulares essenciais e por isso está em investigação seu potencial como abordagem terapêutica, seja para diminuir sua produção, inibir a agregação, promover a degradação intracelular ou promover sua degradação extracelular via imunização (SAVITT; JANKOVIC, 2019).

Sua fisiopatologia é considerada complexa, abrangente, múltipla e heterogênea por envolver várias regiões, vários mecanismos e várias vias. As vias neurotransmissoras afetadas incluem os sistemas dopaminérgico, colinérgico, noradrenérgico, adrenérgico, serotoninérgico, catecolaminérgico, gabaérgico, glutamatérgico, e possivelmente, isso se relaciona a uma anormalidade na rede cerebral central, resultando nos sinais motores e não motores da doença (TITOVA; SIMON; RAY, 2017).

Além do acúmulo de alfa-sinucleína, anormalidades mitocondriais, estresse oxidativo, excitotoxicidade, neuroinflamação, fatores ambientais (pesticidas, herbicidas, metais pesados), fatores gliais e inflamatórios, fatores genéticos (SNCA, DJ-1, LRRK2, PARKIN, PINK1) e comportamentais, podem estar envolvidos (ARMSTRONG; OKUN, 2020; BALL et al., 2019; KAUR; MEHAN; SINGH, 2019; KIM et al., 2019; MARRAS; CANNING; GOLDMAN, 2019; TITOVA; SIMON; RAY, 2017).

O estudo de Braak et al. (2003) foi de grande impacto por classificarem o estadiamento da DP baseado em critérios neuropatológicos. Com base nas regiões que se encontram os marcadores neuropatológicos (corpos de Lewy), foram definidos os seis estágios evolutivos da DP, confirmando que não existe o acometimento exclusivo do sistema dopaminérgico e com isso, os sinais não-motores poderiam surgir antes dos motores e estarem relacionados com o acometimento de diferentes áreas do tronco encefálico e outras regiões do cérebro, sendo possivelmente sinais pré-clínicos da doença (BRAAK et al., 2003).

A compreensão da fisiopatologia da DP obteve grandes avanços comparada aos últimos anos (ESPAY; LANG, 2018), pois foram identificados os principais riscos genéticos, os modelos animais atualmente são mais representativos, os medicamentos passaram por processos de melhoramento e outras intervenções não farmacológicas coadjuvantes foram comprovadas (ARMSTRONG; OKUN, 2020). As perspectivas futuras para os próximos anos são promissoras e animadoras em relação aos avanços para a descoberta de terapias que podem prevenir, retardar, parar ou reverter a DP (FOLTYNIE; LANGSTON, 2018).

2.1.2 Epidemiologia da doença de Parkinson

Os distúrbios neurológicos são considerados os principais causadores de incapacidade mundialmente, e a prevalência da DP em relação às demais doenças neurológicas, está crescendo de forma mais rápida. Sendo a segunda doença neurodegenerativa mais prevalente no mundo, a DP afeta 1% da população com idade superior a 60 anos, e é estimado que em 2016, no mundo todo, 6,1 milhões de pessoas foram diagnosticadas com a DP, sendo este número 2,4 vezes maior do que em 1990 (RAY DORSEY et al., 2018). Isso pode ser atribuído ao aumento do envelhecimento populacional e expectativa de vida, ao aprimoramento de métodos de diagnóstico e conscientização em relação à doença (ARMSTRONG; OKUN, 2020; TYSNES; STORSTEIN, 2017).

Sendo mais comum entre indivíduos idosos, do gênero masculino – devido a um possível efeito protetor associado aos hormônios sexuais femininos (POEWE et al., 2017), com idade média de 70 anos, a DP apresentou aproximadamente 128.836 casos no Brasil em 2016, tendo um aumento de 16,4% comparado à 1990, porém como a divulgação da DP não é obrigatória no país e são escassos os estudos epidemiológicos brasileiros, há uma dificuldade em obter o valor real, sendo que este valor pode chegar em cerca de 220.000 casos em todo o país (BOVOLENTA; FELICIO, 2017; RAY DORSEY et al., 2018; TYSNES; STORSTEIN,

2017). Em uma estimativa para o período entre 2005 a 2030, sugeriu-se que o número de indivíduos com idade superior a 50 anos com DP passaria de aproximadamente 4,6 milhões para 9,3 milhões em 15 países analisados, incluindo o Brasil (CALABRESE, 2007).

Em relação aos custos para o Sistema Único de Saúde (SUS), em 2013, o Brasil gastou 8% de seu PIB (131,5 bilhões) com serviços de saúde. Isso engloba consultas médicas regulares, uso de medicamentos, exames complementares, hospitalizações e programas multiprofissionais de reabilitação. Como muitos indivíduos podem estar na fase produtiva, estes custos aumentam ainda mais (BOVOLENTA; FELICIO, 2017).

Neste contexto, e considerando a transição demográfica que o Brasil está passando, são imprescindíveis estratégias que minimizem as manifestações da DP, reduzam custos para o sistema de saúde, além de políticas públicas que priorizem o cuidado com idosos com doenças crônicas (BOVOLENTA; FELICIO, 2017). A DP é considerada uma das doenças neurológicas com maiores custos (GUO et al., 2013) e os indivíduos com DP são os que mais consomem os serviços de saúde, necessitam de medicamentos para o resto da vida, têm maior probabilidade de hospitalizações decorrentes de sua doença ou comorbidades, e necessitam de cuidados domiciliares (BOVOLENTA; FELÍCIO, 2016).

Um outro número alarmante se refere às quedas anuais na população com DP por diversas causas, destacando a duração e gravidade da doença, comprometimento motor e cognitivo, medo de cair, congelamento da marcha, mobilidade diminuída e nível de atividade física reduzido. Cerca de 60% dos indivíduos com DP caem anualmente e destes, aproximadamente 70% apresentam quedas recorrentes (ALLEN; SCHWARZEL; CANNING, 2013). Este cenário implica tanto na saúde do indivíduo quanto no impacto econômico aos serviços de saúde, considerando que as quedas correspondem a aproximadamente 1,5% das despesas nacionais de saúde (HEINRICH et al., 2010).

As quedas em idosos são um problema de saúde mundial, sendo a segunda principal causa de mortes no mundo inteiro, ficando atrás apenas dos acidentes de trânsito (OMS, 2012), causando lesões graves e em mais de 70% delas, envolvendo hospitalizações (DO et al., 2015). A Organização Mundial de Saúde (OMS) alertou a população mundial em 2003 que se não investissem em prevenção de quedas, o número de ferimentos causados por quedas dobraria até 2030 (KANNUS et al., 2007).

2.1.3 Diagnóstico e manifestações clínicas

Atualmente a DP não é mais vista como uma doença estritamente motora, tanto que foi proposta uma revisão dos critérios de diagnóstico clínico. Sugeriram que a bradicinesia, rigidez muscular e tremor de repouso se mantivessem como sinais cardinais da doença e a instabilidade postural fosse considerada uma manifestação não essencial para o diagnóstico, e sim uma manifestação tardia. Neste contexto, como sinal obrigatório, o indivíduo deveria apresentar a bradicinesia, e ela deveria ocorrer em combinação com tremor de repouso, rigidez ou ambos (POSTUMA et al., 2015). Porém a instabilidade postural ainda é considerada em vários estudos como sinal cardinal da doença (ARMSTRONG; OKUN, 2020).

A bradicinesia é caracterizada como a lentidão ao iniciar o movimento voluntário, marcada pelo decréscimo progressivo da velocidade ou amplitude de movimento em ações repetitivas. Ela pode ser avaliada ao tocar o dedo indicador e o polegar, abrir e fechar as mãos, pronação e supinação, toque do dedo do pé e toque do pé. A bradicinesia pode combinar-se com outros termos que geralmente estão presentes, porém não simultaneamente: acinesia - ausência de movimento, e hipocinesia - diminuição da amplitude de movimento (POSTUMA et al., 2015).

A rigidez muscular é o aumento da resistência involuntária ao movimento passivo de uma articulação ao ser testada em relaxamento, por um examinador. Esta manifestação é independente da velocidade, e pode ser observada com ou sem um fenômeno de roda denteada (ARMSTRONG; OKUN, 2020; POSTUMA et al., 2015; SVEINBJORNSDOTTIR, 2016).

Outro sinal importante para o diagnóstico é o tremor de repouso, definido como uma oscilação involuntária de partes do corpo que se encontram em repouso, com uma frequência normalmente entre 4Hz a 6Hz, que desaparece temporariamente quando o membro é mantido em uma posição por um período de tempo. Esta manifestação pode ser avaliada durante a entrevista observando o indivíduo (POSTUMA et al., 2015; SVEINBJORNSDOTTIR, 2016).

A instabilidade postural, é a dificuldade em integrar informações sensoriais, que repercute em um déficit de equilíbrio que afeta a capacidade de uma pessoa de alterar ou manter posturas como por exemplo caminhar ou se manter em pé (ARMSTRONG; OKUN, 2020; SVEINBJORNSDOTTIR, 2016). Os distúrbios posturais são atribuídos tanto às alterações nos sistemas dopaminérgico e colinérgico quanto ao declínio de funções cognitivas (causado pela falta de processamento sensorial integrativo que permite produzir o esquema

corporal). Além disso, a falha na programação motora devido à atividade reduzida nas áreas corticais motoras e os distúrbios nas áreas da postura e marcha no tronco encefálico, contribuem para a ocorrência destes distúrbios (TAKAKUSAKI, 2017).

O interesse em identificar sinais pré-clínicos da DP é crescente e visa que o diagnóstico e a intervenção sejam precoces e as chances das terapias neuroprotetoras ou modificadoras da doença sejam mais eficazes, considerando o extenso estágio prodromico da DP. Essa ideia se baseia no fato de que a neurodegeneração dos neurônios envolvidos na DP começam décadas antes do aparecimento dos sinais cardinais da doença, e que quando se instalam, já existe uma perda extensa de mais de 60% de neurônios (CHASTAN; DECKER, 2019; FEARNLEY JM; LEES AJ, 1991; MANTRI; MORLEY; SIDEROWF, 2019).

A alfa sinucleína, que se expressa nos terminais pré-sinápticos, pode ser encontrada também em outros locais, como trato gastrointestinal, bulbo olfatório, pele e glândula submandibular, e isto pode se relacionar a marcadores pré-clínicos da doença (SAVITT; JANKOVIC, 2019). São exemplos de possíveis marcadores da DP prodromica: perda olfatória, disfunção do sono, disfunção autonômica – constipação intestinal principalmente, comprometimento cognitivo e distúrbios de humor (ARMSTRONG; OKUN, 2020; DE PABLO-FERNÁNDEZ et al., 2019; MANTRI; MORLEY; SIDEROWF, 2019).

As evidências sugerem que existam subtipos heterogêneos da DP baseados em características motoras e não motoras, que tem impacto tanto no diagnóstico, no prognóstico quanto nas respostas ao tratamento. A proposta classifica os indivíduos em 4 subtipos: início mais precoce da doença (antes dos 55 anos); tremor dominante; acinético rígido/ instabilidade postural e distúrbio de marcha (PIGD - *postural imbalance and gait disorder*); e rápida progressão da doença sem demência (CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015).

O subtipo de início precoce da doença associa-se a um início tardio de quedas e de declínio cognitivo, porém um início precoce de congelamento da marcha, menos tempo até apresentar discinesias e um tempo maior até chegar no estágio moderado da doença (estágio 3 da escala Hoehn Yahr). No subtipo tremor dominante são apresentadas respostas piores à levodopa, porém há uma progressão mais lenta da doença e mais tempo até chegar no estágio moderado da DP em comparação ao subtipo PIGD. Um subtipo com maiores declínios nas capacidades físicas é o PIGD, que se relaciona a deficiências predominantes de postura e marcha, maiores prevalência e gravidade de sintomas depressivos e demência. O subtipo de rápida progressão da doença sem demência é mais comum na população mais idosa e 70%

dos casos iniciam com tremores e associam-se a sintomas motores axiais precoces (CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015).

O subtipo instabilidade postural e distúrbio de marcha já apresenta limitações nos estágios iniciais e tais alterações parecem progredir mais rápido do que outras características motoras, podendo ser indicador de progressão da doença (CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015). Sendo assim, a avaliação detalhada e intervenção específica na marcha devem ser priorizadas nessa população (ARCOLIN et al., 2019; MIRELMAN et al., 2019; OPARA et al., 2017; PETERSON et al., 2020; PISTACCHI et al., 2017).

Ao considerar as principais manifestações clínicas, independente de subtipo, diferentes escalas específicas estão disponíveis para classificar e monitorar a progressão da doença. A escala de Hoehn Yahr (HOEHN; YAHR, 1967) é amplamente utilizada para determinar o estágio da doença, e compõe cinco estágios que permitem classificar o indivíduo em estágio leve a moderado e grave.

2.2 Marcha na doença de Parkinson

2.2.1 Avaliação da marcha

O desempenho da marcha é um importante indicador de saúde geral, sendo que seus declínios se relacionam ao maior risco de quedas, maior mortalidade na população idosa e ocorrência de distúrbios neurodegenerativos (LORD; GALNA; ROCHESTER, 2013; WILSON et al., 2019). A marcha é uma atividade cíclica que inclui componentes espaciais e temporais, e é considerada essencial para a independência e participação social do indivíduo, que permite o deslocamento de um lugar para outro por meio da repetição de movimentos coordenados dos segmentos corporais e interações intrínsecas e extrínsecas (MIRELMAN et al., 2018).

A marcha já foi considerada um processo automático regulado por um sistema motor, composta apenas por ativação muscular e reflexos. Atualmente, substituído por um modelo sensorio-cognitivo-motor, sabe-se que além do controle de “nível inferior” que regula a ativação muscular, está envolvido também um processo cognitivo que requer controle cognitivo de "nível superior", envolvendo redes neurais complexas que incorpora informações sensoriais e motoras. Deambular então, deixou de ser considerada uma tarefa simples e se tornou uma tarefa complexa, envolvendo fatores biomecânicos e neuromusculares

(CARPINELLA et al., 2007; MIRELMAN et al., 2018; MORRIS et al., 2016; VANSWEARINGEN; STUDENSKI, 2014).

São apontados quatro processos envolvidos na marcha: cognição da informação corporal, transmissão de informações do corpo, programação motora e controle postural. A literatura aponta que em condições desafiadoras (dupla tarefa, obstáculos), aumentam-se as demandas cognitivas e a dependência da função executiva e da atenção, e a relação entre marcha, declínio cognitivo, quedas e alterações neurológicas se torna cada vez mais evidente. Sabe-se que nos casos de distúrbios neurológicos, até mesmo a caminhada habitual se torna uma tarefa desafiadora, e os déficits na função cognitiva podem levar a falhas na função da marcha (MIRELMAN et al., 2018).

A marcha é muito mais que apenas “pisar”, ela é uma integração de padrões locomotores com as fases biomecânicas cíclicas da marcha e com as demandas posturais necessárias para o indivíduo se manter em pé. Ela é uma habilidade motora advinda do processo de aprendizagem motora que pode ser treinada e aperfeiçoada pela repetição e estímulos focados na tarefa para refinar o planejamento motor. Como resultado, aumenta-se a precisão espacial e temporal na execução do movimento, que pode ocorrer com mais rapidez e menor gasto energético, além dos movimentos se tornarem mais automáticos e sincronizados. Para manter a habilidade motora, a prática é essencial para transformar este processo em automação e refinar a habilidade, alcançando a marcha eficiente/funcional, que exige menor gasto energético e pouca variabilidade (HIRATA et al., 2020; VANSWEARINGEN; STUDENSKI, 2014).

A marcha é controlada por processos sub-corticais e corticais, sendo o controle sub-cortical automático, rápido e pouco sensível a fatores de estresse, sendo mais flexível e não necessitando um controle de atenção contínuo. Já o controle cortical ou cognitivo da marcha é lento, sensível a estressores e requer esforços e pode haver interferências com outras tarefas de processamento devido à competição pelos recursos de atenção limitados. Com a limitação do controle automático devido a diminuição da função dos núcleos da base na DP, os indivíduos diagnosticados utilizam o controle cortical para executar a marcha (DEBÛ et al., 2018).

O controle postural e a marcha são seriamente prejudicados na DP, sendo os núcleos da base envolvidos tanto no controle motor quanto no processamento sensorial, cognição e comportamento. Um dano aos neurônios dopaminérgicos da substância negra, que se projeta para os núcleos da base, é atribuído a um aumento da inibição gabaérgica dos núcleos da base.

Isso pode inibir fortemente os sistemas tálamo-corticais e as estruturas do tronco encefálico. Em adição, distúrbios na atenção, integração sensorio-motora e processamento cognitivo na DP podem ser amplamente atribuídos aos danos dos sistemas colinérgicos. Tanto a inibição excessiva dos núcleos da base quanto o dano dos sistemas colinérgicos podem prejudicar as funções corticais e subcorticais, principalmente do tronco encefálico (TAKAKUSAKI, 2017).

Ao considerar os principais acometimentos motores da DP e suas consequências na mobilidade e execução de atividades diárias, as alterações da marcha e equilíbrio são comuns e merecem destaque principalmente por se agravarem com a progressão da doença e se relacionarem à maior propensão a quedas, medo de cair, diminuição da independência, inatividade, incapacidade e isolamento social. Além de ser importante avaliar a marcha e o equilíbrio rotineiramente nas avaliações clínicas, é indispensável incluir nos planos de intervenção o treinamento de ambos, pois mesmo havendo o tratamento farmacológico padrão ouro para a DP, seus efeitos na marcha e equilíbrio não são totalmente controlados e podem gerar efeitos inesperados, como discinesias e flutuações motoras que podem prejudicar ainda mais a marcha e o equilíbrio (CHASTAN; DECKER, 2019; MIRELMAN et al., 2018, 2019).

A avaliação da marcha em indivíduos com DP, pautada no reconhecimento do vínculo entre as alterações específicas da marcha, seus mecanismos subjacentes e a progressão da doença, tem uma ampla aplicabilidade clínica. Esta avaliação apresenta um emergente potencial de identificar marcadores de patologias neurodegenerativas, auxiliar no diagnóstico, podendo reproduzir e prever precocemente alterações que ocorrem em situações cotidianas e permitir o desenvolvimento de estratégias de intervenção eficazes e monitorar esta eficácia (CHASTAN; DECKER, 2019; MIRELMAN et al., 2019).

Mesmo tendo ampla aplicabilidade, a avaliação quantitativa da marcha é frequente nos estudos e rara no exame clínico de rotina, o que pode ser justificado pela baixa compreensão dos mecanismos subjacentes envolvidos. Embora a marcha seja um processo de alta complexidade, a avaliação deveria ser um processo focado, simples e de baixo custo, que fornecesse informações quantificáveis e qualitativas sobre desvios do padrão de marcha normal e o desempenho (MIRELMAN et al., 2018, 2019).

Existe uma variedade de análises funcionais e biomecânicas utilizados para avaliar a marcha de indivíduos com DP, sendo os mais populares os testes de caminhada de dois ou seis minutos e testes de caminhada de 10 ou 20 metros. Os testes podem ser realizados tanto em ambientes laboratoriais de análise bidimensional ou tridimensional do movimento (destacando a análise cinemática e eletromiográfica da marcha), quanto em ambientes

externos, que se sobressaem por serem realizados na casa da pessoa ou na comunidade, fornecendo informações valiosas sobre a função habitual, flutuações motoras e resposta a medicamentos (KHO et al., 2007; MIRELMAN et al., 2018, 2019). Salienta-se que os estudos frequentemente utilizam passarelas de 10 m e adotam a velocidade confortável com maior frequência (BOUÇA-MACHADO et al., 2020b).

Os avanços em tecnologias para análise de marcha são crescentes e promissores. Sensores vestíveis, fixados no corpo (*footswitch*) ou aderidos a palmilhas, por exemplo, podem identificar características quantitativas da marcha, e técnicas de neuroimagem que registram a atividade neural durante a caminhada, podem auxiliar na compreensão de mecanismos envolvidos nas alterações nos padrões de marcha. Adicionalmente, o uso de aplicativos em smartphone podem ser ferramentas importantes para monitorar diariamente o desempenho da marcha (BROGNARA et al., 2019; DEL DIN et al., 2019; HOBERT et al., 2019; MIRELMAN et al., 2018; SCHLACHETZKI et al., 2017).

Os sensores que são utilizados para a avaliação podem medir diferentes características da marcha, permitindo avaliar mudanças no ritmo, déficits da marcha ao longo do tempo e consistência da marcha. As variáveis obtidas pelos sensores apresentam evidências de aumentar o valor preditivo de declínio cognitivo e risco de quedas, além de refletirem o comportamento motor do cotidiano (MIRELMAN et al., 2018).

Um tipo de avaliação frequentemente usada nos estudos é a avaliação cinemática da marcha, que analisa ciclos de marcha e fornecem informações sobre os recursos dinâmicos da marcha, que podem ser observados através de variáveis espaço-temporais. Este tipo de avaliação permite a obtenção de informações espaço-temporais ricas apenas com a observação, e por não ser subjetiva permite comparações entre e dentre indivíduos (WILSON et al., 2019). O foco da avaliação observacional da marcha é a detecção de desvios em relação ao “padrão normal” da marcha, enquanto a avaliação orientada para o desempenho da marcha enfatiza mais resultados espaço-temporais, que refletem as consequências funcionais das deficiências motoras (MIRELMAN et al., 2018).

A marcha é normalmente descrita por suas características espaço-temporais, incluindo características médias da marcha, como comprimento do passo e passada, velocidade, largura do passo, tempo de passo e passada, tempo de balanço, tempo de apoio, cadência e suas respectivas variabilidades e assimetrias, chamadas características dinâmicas da marcha (LORD; GALNA; ROCHESTER, 2013). A velocidade da marcha é normalmente usada como uma medida global da marcha, devido à sua facilidade de medição e

confiabilidade, porém não reflete todas as alterações da marcha. Neste sentido, foi proposta por (LORD et al., 2013) uma abordagem mais abrangente para caracterizar a marcha de idosos por meio de domínios (Figura 1), que podem refletir substratos neuroanatômicos e funcionais independentes: *pace*, ritmo, variabilidade, assimetria e controle postural (LORD et al., 2013; WILSON et al., 2019).

O modelo foi importante por associar variáveis da marcha com atributos clínicos, incluindo comprometimento cognitivo na DP. Ou seja, os fatores no domínio do ritmo podem auxiliar na diferenciação da cognição normal e comprometimento cognitivo leve. Já o controle postural pode atuar como um marcador precoce de doenças neurodegenerativas assimétricas como a DP. Por fim, a variabilidade na marcha pode predizer quedas em idosos e indivíduos com DP e parece ser um promissor marcador pré-clínico da DP (CHASTAN; DECKER, 2019; REHMAN et al., 2019).

2.2.2 Alterações na marcha e risco de quedas na doença de Parkinson

A marcha parkinsoniana é caracterizada pela diminuição do comprimento e largura do passo do lado mais acometido inicialmente, postura curvada, diminuição do balanço dos braços, diminuição da base de suporte, giro em bloco (rotação simultânea da cabeça, tronco e pelve). Com a progressão da doença, são comuns o congelamento da marcha (*freezing*) e a festinação, que se relacionam ao aumento do risco de quedas. A festinação consiste em um fenômeno em que os passos se tornam cada vez mais rápidos e curtos, sendo a marcha semelhante a uma corrida. Já o congelamento consiste na incapacidade episódica de gerar passos eficazes apesar da intenção de andar, como se os pés estivessem presos ao chão (BAKER, 2018).

Um campo da pesquisa que evolui constantemente é a análise do risco de quedas e incapacidades relacionados aos declínios na marcha, que estão entre os acometimentos que mais afetam a qualidade de vida de pessoas com DP. Além disso, deve ser considerado que as quedas ocorrem em sua maioria durante a realização da marcha e apresentam grande impacto nas capacidades físicas em indivíduos idosos e principalmente em idosos com DP. As quedas podem resultar em fraturas, lesões, incapacidades, imobilismo, medo de cair e perda de autonomia, além de sobrecarga aos cuidadores. É necessário então o monitoramento consistente e frequente relacionado à adaptabilidade da marcha e estratégias eficazes de

prevenção de quedas (BROGNARA et al., 2019; CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015; LORD; CLOSE, 2018).

Os principais fatores de risco associados à ocorrência de quedas são os comprometimentos na marcha e do equilíbrio, uso de vários medicamentos e histórico de quedas anteriores. A idade avançada, gênero feminino, deficiências visuais, declínio cognitivo e fatores ambientais também são incluídos como fatores de risco (AMBROSE; PAUL; HAUSDORFF, 2013). Em adição, sabe-se a medicação dopaminérgica para DP melhora apenas parcialmente o comprometimento do equilíbrio e alterações na marcha (CURTZE et al., 2016; ROCHESTER et al., 2011).

As quedas são muito comuns em pessoas com DP, variando sua frequência de 38% a 54% para um período de três meses e chegando a 68% em um período de 12 meses, podendo ocorrer mesmo nos estágios iniciais. Em sua maioria, estas quedas ocorrem em espaços internos, ao se levantar ou virar, inclinar para a frente ou durante a realização de duas tarefas simultâneas, e frequentemente está relacionada a alterações na marcha (CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015).

A marcha de pessoas com DP pode apresentar diferenças tanto no estágio inicial quanto no estágio mais avançado quando comparada a pessoas idosas sem DP, que também podem apresentar alterações inerentes ao envelhecimento devido aos declínios musculoesqueléticos e neurológicos. O congelamento da marcha (*freezing*) e a festinação são características comumente observadas na marcha de pessoas com DP, além de alterações em variáveis espaço-temporais e na variabilidade destas variáveis (ARCOLIN et al., 2019; MIRELMAN et al., 2019; PEREIRA; GOBBI; ALMEIDA, 2016; PISTACCHI et al., 2017).

As alterações biomecânicas da marcha de pessoas com DP em comparação com pessoas sem DP incluem a dificuldade na regulação espaço-temporal, redução do balanço dos braços (inicialmente de forma assimétrica e posteriormente de forma bilateral), redução da amplitude de movimento nas articulações dos membros inferiores, aumento da base de apoio, dificuldades para virar, postura inclinada, controle postural e ritmo prejudicados e padrão de marcha assimétrico e variável (CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015; MIRELMAN et al., 2019; MONTEIRO et al., 2016; OPARA et al., 2017; PISTACCHI et al., 2017; REHMAN et al., 2019).

A avaliação clínica da marcha, pautada em realizar a diferenciação dos componentes da marcha permite um melhor entendimento das dificuldades de locomoção que as pessoas com DP enfrentam no seu dia-a-dia, possibilitando planos de tratamento mais personalizados

(SMULDERS et al., 2017). A literatura sugere que as variáveis cinemáticas da marcha podem ser usadas como marcadores precoces de distúrbios da marcha na DP pré-clínica e também desempenharem um importante papel na predição de risco de quedas, tanto por meio de testes clínicos ou instrumentais (CHASTAN; DECKER, 2019). A caminhada em passarela de 10m também é encontrada nos trabalhos como um método adequado e bem aceito para realizar avaliação cinemática da marcha (GOMES et al., 2016).

2.2.3 Alterações em variáveis espaço-temporais na DP

O declínio no desempenho da marcha e o aumento da variabilidade da marcha são comuns entre indivíduos com DP e se associam ao risco aumentado de quedas. Neste contexto, as variáveis espaço-temporais são bastante utilizadas nas pesquisas e podem fornecer tanto características discriminativas da marcha de pessoas com DP comparadas a pessoas sem a DP, além de revelar variações no desempenho da marcha (REHMAN et al., 2019).

As alterações da marcha na DP relacionada às variáveis espaço-temporais é observada pela redução da velocidade de marcha, menor comprimento de passo e de passada, menor tempo de balanço, maior tempo do duplo apoio, maior tempo de passo e passada, aumento da cadência, e maior variabilidade dos parâmetros espaço-temporais (CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015; MIRELMAN et al., 2019; MONTEIRO et al., 2016; OPARA et al., 2017; PISTACCHI et al., 2017; REHMAN et al., 2019; SHONEBURG; et al., 2013). Essas alterações na marcha podem refletir a bradicinesia, o déficit de equilíbrio e medo de cair, e somadas à essas alterações, observa-se a diminuição do ritmo, redução da rotação de tronco e do balanço dos braços, com o aumento da dificuldade de execução da marcha ao virar ou contornar um obstáculo (MIRELMAN et al., 2019; SHONEBURG; et al., 2013).

Entre os diferentes estágios da DP também são encontradas alterações progressivas na velocidade, cadência, comprimento da passada, tempo de apoio, tempo balanço, largura do passo, tempo de passada e tempo de duplo apoio (VILA et al., 2021). Além disso, quando comparados a indivíduos saudáveis, a marcha de pessoas com DP também apresenta alterações dos parâmetros espaço-temporais. São destacados como as variáveis mais importantes para avaliar o desempenho da marcha a velocidade, cadência, tempo de passada e comprimento de passada, que são conhecidos por se degradarem com a progressão da doença (BROGNARA et al., 2019).

Os parâmetros espaço-temporais no estágio inicial e avançado da DP se diferem. Com a progressão da doença, a velocidade diminui, a cadência aumenta, e o comprimento da passada e do passo diminuem, a largura do passo aumenta, o tempo de passada aumenta e o tempo de duplo apoio aumenta. Sugere-se então que sejam desenvolvidos programas de reabilitação motora eficazes para diminuir as variações na marcha (VILA et al., 2021).

Estudos tentaram descrever o padrão de marcha de pessoas com DP baseados em variáveis espaço-temporais da marcha (DEBÛ et al., 2018; KWON et al., 2017; PISTACCHI et al., 2017). Além disso, identificaram subgrupos da doença de acordo com o padrão de marcha, ou seja, é possível observar que a diminuição do comprimento da passada pode ser compensada com o aumento da cadência bem como a diminuição da velocidade ser compensada com o aumento da cadência (KIM et al., 2020).

Em recente revisão sistemática foram fornecidos valores de média e desvio padrão para parâmetros espaço-temporais da marcha de pessoas com DP para facilitar a interpretação de resultados com a população citada, comparando com indivíduos sem a DP. Os valores médios de pessoas com DP foram: velocidade da marcha 1,01 (m/s); cadência 106 (passos/min); tempo de balanço 0,39 (s); tempo de passada 1,18 (s); tempo de passo 0,55 (s); e tempo de apoio simples 0,74 (s) (BOUÇA-MACHADO et al., 2020b).

A velocidade da marcha é o parâmetro utilizado com maior frequência nos estudos e apresenta uma série de correlações clínicas tanto com a DP quanto com a fragilidade relacionada ao envelhecimento (BROGNARA et al., 2019; HÖRDER et al., 2015). Em segundo lugar, aparece a cadência, seguida do comprimento de passada (BROGNARA et al., 2019). Além da velocidade da marcha se correlacionar com a limitação de atividades de vida diárias (AVD's) e ser um fator de risco independente para a mortalidade, a velocidade média da marcha inferior a 1,0m/s se relaciona a declínios cognitivos (CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015; SAVICA et al., 2017) e pode ser considerada uma marcha ineficiente que resulta em quedas e hospitalizações (HÖRDER et al., 2015; MONTERO-ODASSO et al., 2011; SHIMADA et al., 2015). Ela também pode ser uma medida compensatória relacionada à confiança de equilíbrio que uma pessoa sente ao caminhar (SHONEBURG; et al., 2013).

A velocidade média da marcha de pessoas com DP é estimada em 0,88 m/s, sendo considerada muito mais lenta do que o padrão internacional de 0,94 m/s a 1,2 m/s que corresponde a velocidade necessária para atravessar uma faixa de pedestres. Adicionalmente, pessoas com DP que andam a uma velocidade inferior ao intervalo de 0,98 m/s a 1,1 m/s são

propensas ao maior risco de quedas, sendo a velocidade um indicador de fragilidade (CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015; MONTERO-ODASSO et al., 2011).

A literatura apresenta algumas intervenções não farmacológicas capazes de gerar efeitos positivos em variáveis espaço-temporais. É observado que o treinamento aeróbico é capaz de melhorar alguns parâmetros da marcha, como o aumento da velocidade de caminhada através do aumento da cadência, sem alterar o comprimento do passo (NADEAU et al., 2017). Além disso, as intervenções que englobam o treinamento de marcha são capazes de melhorar parâmetros espaço-temporais da marcha, como o aumento do comprimento da passada e da cadência (GEROIN et al., 2018). A caminhada nórdica, por sua vez, pode aumentar o comprimento do passo e reduzir a cadência da marcha sem alterar a velocidade da marcha na DP (WARLOP et al., 2017).

Podem ocorrer alterações sutis que não afetem os valores médios das etapas da marcha. Assim sendo, uma boa alternativa é avaliar a variabilidade destas variáveis, que pode permitir uma análise e monitoramento mais sensíveis às alterações da marcha resultantes do envelhecimento ou da DP (HAUSDORFF; CUDKOWICZ; FIRTION, 1998; MICÓ-AMIGO et al., 2019; MIRELMAN et al., 2019).

2.2.4 Variabilidade de variáveis espaço-temporais da marcha na DP

Atualmente há evidências de que o aumento da variabilidade da marcha está associada à diminuição da automação da marcha, progressão da doença, alterações cognitivas, aumento do risco de quedas e instabilidade da marcha em pessoas com DP (MICÓ-AMIGO et al., 2019; MOON et al., 2016; RENNIE et al., 2018; SAVICA et al., 2017; WARLOP et al., 2016; WEISS et al., 2014). A variabilidade temporal da marcha, quantificada pelo número de flutuações/variações passo a passo, obtida pelo desvio padrão ou coeficiente de variação da média para cada medida, vem demonstrado resultados promissores há um tempo em diferentes condições neurodegenerativas (HAUSDORFF; CUDKOWICZ; FIRTION, 1998; SHONEBURG; et al., 2013).

A variabilidade da marcha se caracteriza por padrões de passos inconsistentes e alteração no controle postural, e como reflexo ocorre a perda de automação durante a caminhada, podendo tornar a pessoa mais suscetível a quedas (HOLLMAN et al., 2010). São descritos três fatores responsáveis pela variância no desempenho da marcha em idosos: "*pace*", altamente correlacionado com a velocidade, comprimento da passada e tempo de duplo apoio; "*ritmo*", altamente correlacionado com a cadência, o tempo de balanço e o tempo

de apoio; e um fator de "variabilidade", altamente correlacionado com a variabilidade do comprimento da passada e a variabilidade do tempo da passada (VERGHESE et al., 2007).

Em comparação com a variabilidade espacial da marcha, a variabilidade temporal é mais frequente nos estudos e é mais sensível para detectar distúrbios da marcha na fase pré-clínica da DP, notados pelo aumento da variabilidade do tempo de passada, variabilidade do tempo de duplo apoio e variabilidade do tempo de balanço (CHASTAN; DECKER, 2019). Além disso, o aumento da variabilidade do tempo de passo e de passada somados ao aumento da cadência podem quantificar déficits progressivos da marcha de pessoas com DP, atuando como marcadores de piora da doença e de instabilidade da marcha. O aumento da variabilidade do tempo de duplo apoio e da variabilidade do comprimento do passo também são importantes marcadores de instabilidade da marcha e podem prever risco aumentado de quedas, e associarem-se a incidência de quedas recorrentes (HOBERT et al., 2019; MICÓ-AMIGO et al., 2019; MODARRESI et al., 2018; WARLOP et al., 2016).

A variabilidade na marcha pode ser um dos melhores preditores de quedas em idosos e em indivíduos com DP ser um promissor marcador pré-clínico da DP (CHASTAN; DECKER, 2019; REHMAN et al., 2019). A velocidade da marcha é muito utilizada nos estudos, mas além deste parâmetro, a variabilidade dos parâmetros da marcha se associam à fragilidade e declínio da mobilidade, destacando-se a variabilidade do tempo de passada (MONTERO-ODASSO et al., 2011).

As variáveis temporais da marcha apresentam maior sensibilidade para detectar risco de quedas em pessoas idosas. Os idosos caidores tendem a realizar a marcha com velocidade reduzida, com tempos maiores de passada e duplo apoio, com redução do comprimento do passo, e aumento da largura do passo. Além disso, apresentam maior variabilidade nos parâmetros espaço-temporais. O comprimento do passo, velocidade da marcha, o comprimento da passada e a variabilidade do tempo de duplo apoio e do tempo de apoio simples são mais capazes de diferenciar idosos caidores e não caidores (MORTAZA, N., OSMAN, N.A.ABU., MEHDIKHANI, 2014).

As variáveis quantitativas da marcha permitem também diferenciar idosos caidores de não caidores (MARQUES et al., 2017). O grupo de idosos caidores apresentam menor velocidade de marcha, menor comprimento de passada, maior variabilidade do tempo de passo e maior tempo de duplo apoio, que é associado à estabilização da marcha (KWON et al., 2018). A diminuição da velocidade da marcha e da cadência, aumento do tempo de duplo apoio, diminuição do comprimento da passada e aumento da variabilidade do tempo de

balanço e variabilidade do tempo de duplo apoio podem ser preditores de declínios cognitivos (SAVICA et al., 2017). A variabilidade do tempo de apoio, o tempo de balanço e o comprimento da passada são preditivos de quedas, e apresentaram sensibilidade superior a 70% (MARQUES et al., 2018).

É importante ressaltar que as variáveis não se relacionam apenas ao risco aumentado de quedas. A velocidade média, comprimento do passo, largura do passo e a variabilidade da largura do passo, variabilidade do comprimento do passo são consideradas características importantes para classificar a DP e auxiliar na discriminação da marcha de pessoas no estágio inicial da DP de pessoas sem a DP (REHMAN et al., 2019) e a variabilidade do tempo de passada atua como potenciais marcadores de progressão no estágio moderado da DP (MICÓ-AMIGO et al., 2019).

Em relação ao desempenho na marcha, o tratamento farmacológico precursor de dopamina é mais eficaz para controlar a bradicinesia, rigidez e o tremor, sendo menos eficaz na instabilidade postural e quedas. Não está claro se habilidades de caminhada mais complexas, como início da marcha e ajustes da marcha, melhoram com o tratamento dopaminérgico, sendo de suma importância avaliações e intervenções que priorizem estas habilidades (SMULDERS et al., 2017). Mesmo podendo ter efeitos positivos, sabe-se que a medicação pode não controlar a instabilidade da marcha e o equilíbrio, observados pela variabilidade temporal da marcha (KWON et al., 2018; RUTERING et al., 2016; SMULDERS et al., 2017).

2.3 Marcha e equilíbrio na doença de Parkinson

A mobilidade funcional, que consiste na capacidade do indivíduo se movimentar de forma independente e segura em diversos ambientes e realizar atividades rotineiras, como locomoção e transferências posturais (DA SILVA et al., 2017), apresenta relação direta com o equilíbrio e com a marcha, sendo primordial programas de exercícios para amenizar estes distúrbios. Sendo assim, o exercício físico pode aprimorar vários aspectos da marcha de pessoas com DP simultaneamente, por meio de vários mecanismos, tanto diretamente nos aspectos centrais de controle da marcha quanto indiretamente na melhora do condicionamento, força e equilíbrio (MIRELMAN et al., 2019).

Postula-se que os distúrbios da marcha e do equilíbrio podem ser marcadores pré-clínicos da DP, já que a neurodegeneração afeta a função dos núcleos da base, e isso prejudica

o controle motor, refletido no equilíbrio e execução da marcha (CHASTAN; DECKER, 2019). Em adição, podem aparecer como queixa principal do indivíduo ao relatar suas dificuldades cotidianas na avaliação, e isso contribuir para o diagnóstico (ARMSTRONG; OKUN, 2020).

A instabilidade postural, alterações na marcha e equilíbrio são comuns e impactantes na qualidade de vida e funcionalidade de pessoas com DP, e conseqüentemente aumentam o risco de quedas e conseqüentemente hospitalizações (KIM et al., 2018; WEISS et al., 2014). A disfunção do equilíbrio em pessoas com DP que ocasiona os episódios de queda, pode ser caracterizada pelos sistemas principais de controle postural: equilíbrio na posição estática, ajustes posturais reativos a perturbações externas, ajustes posturais antecipatórios em preparação para movimentos voluntários e controle postural dinâmico, ou seja, equilíbrio dinâmico durante movimentos como caminhar (SHONEBURG; et al., 2013).

Tendo em vista o impacto da instabilidade postural e alterações de equilíbrio no risco aumentado de quedas e incidência de quedas recorrentes em pessoas com DP, é imprescindível buscar intervenções que sejam mais eficazes em aprimorar o equilíbrio, visando uma marcha mais estável e segura e necessariamente buscar ferramentas específicas que sejam eficazes para avaliar o equilíbrio (WINSER et al., 2019). Neste contexto, o MiniBESTest (HORAK; WRISLEY; FRANK, 2009; MAIA et al., 2013) é considerado um instrumento com excelente confiabilidade, validade e responsividade para avaliar o equilíbrio, frequentemente utilizado em pessoas com DP (DI CARLO et al., 2016; WINSER et al., 2019).

O Mini-BESTest (HORAK; WRISLEY; FRANK, 2009) é eficaz para rastrear transtornos no equilíbrio dinâmico, possui rápida aplicação, alta confiabilidade interavaliadores e teste-reteste na DP. É um teste formulado originalmente em inglês, mas possui tradução e adaptação cultural para o português do Brasil (MAIA et al., 2013). Consiste em 14 itens e cada um tem 3 níveis de pontuação (de 0 a 2), sendo que 0 significa um grave comprometimento no equilíbrio e 2 representa nenhum comprometimento no equilíbrio; tendo como 28 a pontuação máxima possível. De forma geral, seus 14 itens abordam sobre diferentes sistemas de controle postural: ajustes posturais antecipatórios, controle postural reativo, orientação postural e marcha dinâmica (HORAK; WRISLEY; FRANK, 2009).

Em complemento, o “*Timed Up & Go*” (TUG) (PODSIADLO, D; RICHARDSON, 1991) é um teste de avaliação da mobilidade funcional, correlacionado ao equilíbrio dinâmico, que envolve a velocidade e agilidade em atividades que envolvem o levantar,

caminhar e sentar, frequentemente utilizado nos estudos com pessoas com DP (HUANG et al., 2011; SHAILJA PANDYA, T. NAGENDRAN, AVNI SHAH, 2017; SOKE et al., 2021) e apresenta uma versão associada à uma tarefa cognitiva, conhecido como TUG dupla tarefa ou TUG cognitivo, que tende a diminuir o valor de acordo com o aprimoramento do nível de atividade física (VON ROSEN et al., 2021). Em pessoas com DP, apresenta confiabilidade inter-examinador e intra-examinador, teste-reteste excelentes (DA SILVA et al., 2017).

2.4 Intervenções na doença de Parkinson

2.4.1 Exercício físico

Ao considerar as diversas manifestações da DP, a eficácia do exercício físico na prevenção ou manutenção da funcionalidade nesta população é emergente, e acumula diversos ensaios clínicos e metanálises (FRAZZITTA et al., 2014; LAUZÉ; DANEAULT; DUVAL, 2016; MAK et al., 2017; MAK; WONG-YU, 2019; MONTICONE et al., 2015; PAILLARD; ROLLAND; DE BARRETO, 2015; RADDER et al., 2020; SCHENKMAN et al., 2018) que dão suporte à prática da fisioterapia. Considerando este crescente interesse em identificar os benefícios de tratamentos adjuvantes no manejo da DP, a *Movement Disorder Society* (MDS) revisou em 2011 as intervenções não farmacológicas para os sintomas motores da DP e recomendou que a intervenção fisioterapêutica e o exercício físico apresentam eficácia no controle da DP, atuando como adjuvantes ao tratamento farmacológico (FOX et al., 2011).

A fisioterapia tem uma visão holística do ser humano, com olhar centrado no paciente, visando restaurar e maximizar a qualidade do movimento e a independência funcional, além de apoiar a participação e inserção social da pessoa. O exercício físico é considerado uma das intervenções mais comuns nos programas de fisioterapia. No tratamento da DP, a intervenção fisioterapêutica, reconhecida como uma das intervenções terapêuticas mais promissoras para retardar a progressão da doença, contempla cinco áreas principais: aptidão física, transferências, atividades manuais, equilíbrio e marcha (BOUÇA-MACHADO et al., 2020a; DOMINGOS et al., 2018; LAUZÉ; DANEAULT; DUVAL, 2016). Para garantir os benefícios, os princípios da prescrição devem ser seguidos, considerando a frequência, intensidade, tipo e tempo, e abordando os princípios do treinamento: especificidade, sobrecarga, progressão, variância e reversibilidade (BOUÇA-MACHADO et al., 2020a).

A especificidade do treinamento indica que os efeitos do programa de exercícios são específicos ao exercício realizado, requerendo um objetivo predefinido. A sobrecarga, sugere

que o corpo tem que trabalhar em uma intensidade maior do que o normal para haver melhora. A progressão refere-se à necessidade de adaptação do nível de sobrecarga, por meio de aumentos em um ou mais componentes dos princípios de prescrição. A reversibilidade diz que ao se retirar o estímulo, os níveis de aptidão podem retornar à linha de base. A variância destaca a necessidade de variar o tipo de exercício a fim de garantir que o exercício permaneça interessante ao longo do tempo (BOUÇA-MACHADO et al., 2020a).

Os benefícios do exercício físico na DP relacionam-se com o favorecimento de neuroplasticidade positiva. A neuroplasticidade é demonstrada pelo aumento da força sináptica, que influencia a neurotransmissão e potencializa os circuitos funcionais, aumento da excitação do córtex motor, alteração no volume da substância cinzenta, aumento da produção do fator neurotrófico derivado da linha celular da glia (GDNF) e do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), que regulam a sobrevivência e atividade dos neurônios dopaminérgicos, inibindo a morte neuronal (ABBRUZZESE et al., 2015; HIRSCH; IYER; SANJAK, 2016). O aumento do nível de BDNF devido ao exercício físico tem um efeito neuroprotetor e pode ser considerado uma terapia adjuvante na DP (FRAZZITTA et al., 2014; PALASZ et al., 2020).

Estudos em humanos e animais sugerem que o exercício físico facilita a neuroplasticidade de algumas estruturas cerebrais. Estudos em animais demonstram que o exercício promove um aprimoramento da neurogênese, sinaptogênese, angiogênese e liberação de neurotrofinas, podendo desencadear processos que facilitam a neuroplasticidade e, assim, aumenta a capacidade do indivíduo de se adaptar à novas demandas (HÖTTING; RÖDER, 2013).

Haja vista a importância do exercício físico, o *American College of Sports Medicine* (ACSM), criou um guia para fornecer informações aos profissionais de saúde referente às evidências e diretrizes para orientar as pessoas com DP. Por considerarem as complicações dos indivíduos com DP, como a redução da amplitude de movimento; alterações na marcha, equilíbrio, alterações no controle postural, agilidade, coordenação; postura curvada; e déficits nas funções executivas (atenção, planejamento e cognição), os exercícios são fundamentais para melhorar a capacidade aeróbia, força muscular, equilíbrio, controle postural, marcha, função física, função executiva e reduzir quedas, além de terem efeitos benéficos também nos sintomas não motores, incluindo cognição, distúrbios do sono e qualidade de vida (AMARA; MEMON, 2019; GALLO; GARBER, 2011).

A ACSM publicou em 2018 as diretrizes de atividade física para idosos, sendo aplicável a doenças crônicas, como a DP. Segundo o ACSM, o exercício pode ser dividido em treinamento de resistência, treinamento resistido, treinamento de flexibilidade, treinamento de equilíbrio e destaca-se o treinamento multimodal. O exercício físico apresenta segurança, fácil acesso, baixo custo e impacto social (BOUÇA-MACHADO et al., 2020a; PIERCY et al., 2018)

É crescente o número de estudos que avaliam os benefícios, tipo de intervenção, frequência, intensidade e volume do exercício físico na DP, além de efeitos a curto, médio e a longo prazo, mas os resultados ainda são divergentes (MIRELMAN et al., 2019). São encontradas na literatura tanto diretrizes quanto metanálises que reúnem as principais intervenções para esta população (CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015; RADDER et al., 2020), e algo que merece atenção é que embora preconiza-se que a intervenção seja iniciada precocemente, deve-se sempre considerar que a DP é uma doença crônica e progressiva, então a intervenção deve ser ajustada às mudanças das condições clínicas e adaptada às necessidades de cada indivíduo (ABBRUZZESE et al., 2015; BOUÇA-MACHADO et al., 2020a).

Em relação às abordagens terapêuticas para otimizar a marcha de pessoas com DP, sabe-se que o exercício físico é capaz de melhorar significativamente o desempenho em testes funcionais de marcha e aumentar a velocidade de marcha (em situação de marcha em velocidade confortável e velocidade de caminhada rápida), bem como aumentar o comprimento de passo e passada. Destacam-se as intervenções multimodais, com ênfase nos componentes do equilíbrio e da marcha. Em adição, o ciclismo, os treinamentos em esteira, uso de pistas auditivas e visuais, o treinamento resistido com foco na musculatura de membros inferiores, Tai Chi, Yoga, dança e boxe são indicados para melhorar o desempenho da marcha (NI et al., 2018). Além de melhorar o desempenho da marcha, o exercício físico é capaz de diminuir número de quedas, com efeitos tanto em curto quanto longo prazo (SHEN; WONG-YU; MAK, 2016)

As modalidades de intervenções na DP encontradas na literatura incluem o treinamento resistido (DEMONCEAU et al., 2017; LEAL et al., 2019; PEEK; STEVENS, 2016; SALTYCHEV et al., 2016), treinamento aeróbio (AHLSSKOG, 2018; CARVALHO et al., 2015; MAVROMMATI et al., 2017; SILVEIRA et al., 2018), treinamento cognitivo (WEIJER et al., 2017), treinamento de marcha com pistas multissensoriais (CASSIMATIS et al., 2016), treinamento de marcha com esteira (MEHRHOLZ et al., 2015), treinamento de

equilíbrio (WALLÉN et al., 2018), treinamento de agilidade (TOLLÁR et al., 2019), hidroterapia e artes marciais (RADDER et al., 2020). O Tai Chi (M. et al., 2014; MAK; WONG-YU, 2019; WU; LEE; HUANG, 2017), a dança (MAK; WONG-YU, 2019), a musicoterapia (PEREIRA et al., 2019), a caminhada nórdica (WARLOP et al., 2017), a caminhada em alta velocidade (MAK; WONG-YU, 2019), o mat Pilates (ANCELA et al., 2018; MOLLINEDO-CARDALDA; ANCELA-CARRAL; VILA-SUÁREZ, 2018) e intervenções com realidade virtual também são indicados (DOCKX et al., 2016; FENG et al., 2019).

Em relação à forma de propor a execução de exercícios, uma modalidade que chama atenção são os programas de exercícios em grupo, úteis para proporcionar além dos efeitos fisiológicos do exercício, a interação social e apoio social. (ANNESI, 2019; GALLO; GARBER, 2011). Para a intervenção em grupo, é sugerido que o ambiente seja estimulante, com novidades e conteúdo variado, e que promova inserção e interação social (ROSSI et al., 2018). Além disso, a literatura demonstra que os treinamentos de moderada/alta intensidade são indicados e apresentam bons resultados para a população com DP (HARVEY et al., 2019; SCHENKMAN et al., 2018; UHRBRAND et al., 2015).

É recomendado pelo menos 150 minutos semanais de exercícios físicos de intensidade moderada ou 75 minutos semanais de exercícios físicos de alta intensidade em pessoas com DP com idade superior a 65 anos. Além disso, é proposto que uma maneira eficaz de aprimorar a execução do movimento é usar um plano de exercícios bem projetado que trará benefícios associados à mobilidade, sobrecarga do cuidador e atividades cotidianas (BOUÇA-MACHADO et al., 2020a; KRASLOW et al., 2019). Segundo a Organização Mundial de Saúde, a recomendação para idosos é de 150 a 300 minutos de atividades físicas aeróbias de intensidade moderada por semana ou de 75 a 150 minutos de atividade física intensa por semana, quando não houver contra-indicação (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020).

O exercício físico pode aprimorar vários aspectos da marcha de pessoas com DP simultaneamente, por meio de vários mecanismos, tanto diretamente nos aspectos centrais de controle da marcha quanto indiretamente na melhora do condicionamento, força e equilíbrio. O exercício físico é capaz de promover melhora nas variáveis espaço-temporais da marcha e na variabilidade destas variáveis, porém a maioria das intervenções de exercícios incluem medidas clínicas grosseiras e reducionistas de marcha, ou seja, reduzindo a análise da marcha apenas à velocidade, restringindo a compreensão dos potenciais mecanismos que

fundamentam as melhorias observadas. Adicionalmente, existe uma lacuna na literatura para compreender melhor as diferenças entre os vários parâmetros de marcha e sua capacidade de resposta à diferentes terapias (MIRELMAN et al., 2019). Sugere-se que a mudança positiva nos parâmetros da marcha podem ser atribuídas ao aprimoramento da aprendizagem e retenção motora (NI et al., 2018).

Os programa de exercícios para pessoas com DP devem ser baseados em metas específicas, com destaque para programas que utilizem o treino orientado à tarefas (SOKE et al., 2021). Além disso, devem considerar as cinco áreas principais: capacidade física; transferências; atividades manuais; equilíbrio e marcha. Sendo assim, o TM, por incluir tanto o treino de capacidades físicas quanto o treino da habilidade de andar, de uma forma dinâmica em um ambiente enriquecido (BOUÇA-MACHADO et al., 2020a; GALLO; GARBER, 2011; PIERCY et al., 2018; RESENDE-NETO et al., 2016), apresenta constructos que podem ser superiores ao MP, que engloba principalmente o treino de capacidades físicas que repercutem no desempenho da marcha, não treinando a habilidade específica de caminhar (WELLS; KOLT; BIALOCERKOWSKI, 2012).

As abordagens para a DP são heterogêneas e apresentam uma diversidade de desfechos, não havendo um consenso sobre a melhor intervenção de exercício para essa população, porém o TM se destaca (BOUÇA-MACHADO et al., 2020a; CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015). O mat Pilates (MP) é considerado mais eficaz do que os programas de treinamento de capacidades físicas isoladas para melhorar a função dos membros inferiores, podendo ser prescrito com segurança para pessoas com DP, podendo aumentar a velocidade da marcha e o comprimento da passada (NEWELL; SHEAD; SLOANE, 2012), com efeito desconhecido na variabilidade temporal da marcha. Por outro lado, o treinamento multimodal (TM) pode maximizar o efeito de mais de um tipo de intervenção, potencializando e aumentando o efeito (MIRELMAN et al., 2019), contemplando um ambiente dinâmico, com circuitos de multitarefas funcionais (RESENDE-NETO et al., 2016). Em pessoas com DP, o TM é capaz de promover melhora na execução de testes funcionais (FERRAZ et al., 2018; GAZMURI-CANCINO et al., 2019), força muscular e coordenação motora (ORCIOLI-SILVA et al., 2014) e equilíbrio (TOLLÁR et al., 2018), melhora da velocidade de marcha e comprimento da passada (ZHANG et al., 2015), com efeitos desconhecidos na variabilidade temporal da marcha.

Além do MP, os programas de exercício que trabalham as capacidades físicas podem apresentar efeitos positivos nas variáveis cinemáticas da marcha, como por exemplo o treinamento aeróbio pode aumentar a velocidade e a cadência (NADEAU et al., 2017) e o treinamento resistido pode aumentar a velocidade e aprimorar o desempenho de iniciação da marcha (SALTYCHEV et al., 2016). Os efeitos dos treinamentos de equilíbrio se relacionam principalmente com a melhora do controle postural e o treinamento de flexibilidade com a melhora da postura flexionada, que repercutem na melhora do desempenho da marcha (CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015). Além do TM, outros programas de intervenção que englobam o treino de habilidades são encontrados, como por exemplo o treino de marcha associado a tarefas cognitivas, que pode aumentar o comprimento da passada (GEROIN et al., 2018); a caminhada nórdica que pode aumentar o comprimento do passo e diminuir a cadência (WARLOP et al., 2017); e o treinamento de capacidades físicas com ênfase no equilíbrio e treinamento de tarefas funcionais é capaz de melhorar o desempenho em testes funcionais de marcha (WONG-YU; MAK, 2015).

2.4.2 Treinamento mat Pilates

Uma opção de intervenção na DP é o método Pilates, uma abordagem de exercício com o enfoque mente-corpo, cujos princípios tradicionais envolvem a centralização, concentração, controle neuromuscular, precisão, fluidez e respiração, podendo ser realizado com aparelhos específicos, ou sem aparelhos específicos, denominado mat Pilates, que pode utilizar ou não acessórios (elásticos e bolas suíças). Os exercícios se baseiam na força, estabilidade da região central do corpo (core), flexibilidade, controle postural e respiração (WELLS; KOLT; BIALOCERKOWSKI, 2012).

O mat Pilates é considerado uma ferramenta convencional eficaz de reabilitação (BYRNES; WU; WHILLIER, 2018), apresenta efeitos conhecidos na população com DP (SUÁREZ-IGLESIAS et al., 2019), principalmente no equilíbrio dinâmico, força muscular de membros inferiores e superiores, melhora no tempo de realização da marcha, mobilidade funcional, resistência aeróbia, flexibilidade, agilidade motora, autonomia e qualidade de vida (CANCELA et al., 2018; MACIEL et al., 2020; MOLLINEDO-CARDALDA; CANCELA-CARRAL; VILA-SUÁREZ, 2018; SUÁREZ-IGLESIAS et al., 2019).

O mat Pilates, modalidade mais frequente nos estudos com DP do que o Pilates com aparelhos, é considerada uma intervenção viável e eficaz na DP nos estágios leve a moderado,

além de ser superior à outras intervenções convencionais para melhora da função dos membros inferiores (SUÁREZ-IGLESIAS et al., 2019). Em relação às variáveis cinemáticas da marcha de pessoas com DP, é observado que com o mat Pilates é possível aumentar velocidade da marcha e o comprimento do passo (NEWELL; SHEAD; SLOANE, 2012). Em relação à execução da marcha, há diminuição no tempo de marcha em 10m e no tempo do teste *Timed Up-and-go* (ROLLER et al., 2018).

Os efeitos do mat Pilates na população idosa como estratégia para o envelhecimento saudável são bem elucidados. Destacam-se os benefícios no equilíbrio estático e dinâmico (CASONATTO; YAMACITA, 2020), melhorando o controle postural e a confiança para andar, reduzindo o medo de cair e o risco de quedas (AIBAR-ALMAZÁN et al., 2019a; CASONATTO; YAMACITA, 2020; FRANCO; GRANDE; PADULLA, 2018; GOEDERT et al., 2018).

São reconhecidos também o impacto do mat Pilates no desempenho das funções físicas de idosos, reconhecidos pela melhora além do equilíbrio, na flexibilidade, força muscular e aptidão cardiorrespiratória (BUENO DE SOUZA et al., 2018). Da mesma forma, evidencia-se a melhora da capacidade funcional (BERTOLI; BIDUSKI; DE LA ROCHA FREITAS, 2017), ganho de massa magra (CARRASCO-POYATOS et al., 2019), melhora na percepção do estado de saúde e qualidade do sono (CHEN et al., 2020; CURI et al., 2018a), aumento da flexibilidade dos membros inferiores e superiores e da força nos membros inferiores e superiores, melhora da resistência aeróbica, satisfação e autonomia (CURI et al., 2018b).

Com base na literatura, a frequência dos programas de intervenção com o mat Pilates na população idosa varia de duas a três vezes por semana, com duração de 60 minutos, por um período de seis a 16 semanas (BERTOLI; BIDUSKI; DE LA ROCHA FREITAS, 2017; FRANCO; GRANDE; PADULLA, 2018). Realizando seis semanas de treinamento, três vezes por semana, com duração de 60 minutos, já é observado um aprimoramento da capacidade funcional (BERTOLI; BIDUSKI; DE LA ROCHA FREITAS, 2017). Com 12 semanas de intervenção, duas vezes por semana, com duração de 60 minutos, é observado benefício na confiança ao andar, no medo de cair e na estabilidade postural (AIBAR-ALMAZÁN et al., 2019a). Com 16 semanas de intervenção, duas vezes por semana, com duração de 60 minutos, é relatado melhora na qualidade do sono, percepção do estado de saúde, autonomia e satisfação (CURI et al., 2018a, 2018b).

Por ser considerada uma atividade de pouco impacto, o método pode ser adaptado a diferentes condições físicas e recomendada a diferentes populações (HITA-CONTRERAS et al., 2016). O mat Pilates pode ser aplicado à outras condições neurológicas, como acidente vascular cerebral (YUN; PARK; LIM, 2017) e esclerose múltipla (BULGUROGLU et al., 2017; KALRON et al., 2017). O método também abrange indivíduos saudáveis (LIM; PARK, 2019), indivíduos obesos (VANCINI et al., 2017), mulheres com câncer de mama (PINTO-CARRAL et al., 2018), mulheres grávidas (MAZZARINO; KERR; MORRIS, 2018), mulheres na pós-menopausa (AIBAR-ALMAZÁN et al., 2019b; BATISTA et al., 2019), atletas corredores (FINATTO et al., 2018), pessoas com dor lombar crônica (MIYAMOTO et al., 2018) e outras desordens musculoesqueléticas (CRUZ et al., 2016).

2.4.3 Treinamento Multimodal

Uma modalidade em ascensão é o Treinamento Multimodal, que se destaca principalmente por englobar de forma dinâmica capacidades que interferem na capacidade funcional e cognitiva do indivíduo (MEEREIS LEMOS; GUADAGNIN; MOTA, 2020; RESENDE-NETO et al., 2016). Este tipo de intervenção, denominada também de treinamento multimodal, treinamento neuromotor ou treinamento funcional, é a combinação de exercícios aeróbios, de força muscular, de flexibilidade e equilíbrio somados ao treinamento de diferentes habilidades motoras, como coordenação, treino de marcha, agilidade e treinamento proprioceptivo, utilizando movimentos considerados aplicáveis às necessidades específicas do cotidiano (BOUÇA-MACHADO et al., 2020a; GALLO; GARBER, 2011; PIERCY et al., 2018; RESENDE-NETO et al., 2016).

O Treinamento Multimodal apresenta benefícios biopsicossociais, e consiste em aplicar exercícios de forma dinâmica e integrada, priorizando variações, trabalhando com tarefas e ferramentas específicas e operando com mesociclos/circuitos. Os mesociclos associam velocidade, potência e rapidez com foco em tarefas cotidianas, multiarticulares e multiplanares associados à movimentos de aceleração, estabilização e redução. O principal objetivo é aprimorar a habilidade de movimento, melhorar a força e resistência muscular do core, e aumento da eficiência neuromuscular para as diferentes tarefas de vida diária (RESENDE-NETO et al., 2016).

É relatado que as principais razões para o indivíduo com DP começar a se exercitar são o encorajamento do neurologista, ter uma pessoa para motivá-lo e os benefícios propostos

no programa de treinamento (AFSHARI; YANG; BEGA, 2017). Em adição, para a intervenção em grupo, é sugerido que o ambiente seja estimulante, com novidades e conteúdo variado, e que promova inserção e interação social (ROSSI et al., 2018). Neste sentido, por contemplar um ambiente dinâmico, com circuitos de multitarefas funcionais, o Treinamento Multimodal pode ser uma intervenção indicada (RESENDE-NETO et al., 2016).

O Treinamento Multimodal se baseia no princípio de maximizar o efeito de mais de um tipo de intervenção e permitir englobar simultaneamente diferentes alvos terapêuticos. Seus benefícios nas variáveis cinemáticas da marcha de pessoas com DP consistem no aumento do comprimento da passada e da velocidade (MIRELMAN et al., 2019; VITÓRIO et al., 2011; ZHANG et al., 2015), com efeitos desconhecidos na variabilidade temporal da marcha. Considerando o impacto das alterações da marcha de pessoas com DP e sua relação com o maior risco de quedas e incidência de quedas recorrentes, o treinamento multimodal também se destaca por diminuir o risco de quedas (MIRELMAN et al., 2019).

Recentemente, o Treinamento Multimodal foi utilizado em pessoas com demência e foram avaliados desfechos nas variáveis da marcha, e observaram que mudanças na força e função dos membros inferiores, mobilidade, função executiva, atenção e memória podem contribuir com mudanças no desempenho da marcha (TRAUTWEIN et al., 2020). Em pessoas com demência, o treinamento multimodal é capaz de aumentar a velocidade (PERROCHON et al., 2015), sendo que na doença de Alzheimer ele pode promover aumento do comprimento de passada (COELHO et al., 2013).

Os principais resultados do Treinamento Multimodal em pessoas com DP são relatados através de análises observacionais, tendo efeito positivo na pontuação da UPDRS (Escala Unificada de Classificação da Doença de Parkinson) e PDQ-39 (Parkinson Disease Questionary-39) (TOLLÁR et al., 2018) execução de testes funcionais (teste de caminhada de seis minutos, sentar e levantar, TUG) (FERRAZ et al., 2018; GAZMURI-CANCINO et al., 2019), força muscular e coordenação motora (ORCIOLI-SILVA et al., 2014), depressão e equilíbrio (TOLLÁR et al., 2018).

A literatura mostra que uma intervenção com o Treinamento Multimodal em pessoas com DP com duração de oito semanas, três vezes por semana, com duração de uma hora, melhora o tempo de marcha e aumenta a distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos e melhora no tempo de execução do TUG (GAZMURI-CANCINO et al., 2019). A intervenção com oito semanas, três vezes por semana, com duração de 50 minutos pode aprimorar a capacidade de locomoção (FERRAZ et al., 2018).

O Treinamento Multimodal focado principalmente na força muscular, coordenação motora, ritmo e equilíbrio, realizado por seis meses, três vezes por semana, com duração de 60 minutos, em pessoas com DP, é capaz de melhorar a força e coordenação motora (ORCIOLI-SILVA et al., 2014). Com três semanas de intervenção, composta por 15 sessões de treinamento multimodal de alta intensidade, constituído por blocos de treinamento de marcha, treinamento de coordenação; treinamento postural; exercícios de equilíbrio; e exercícios de esquema corporal, apresentaram melhora na pontuação do PDQ-39 e da UPDRS, diminuição do tempo de execução do TUG, melhora da depressão, mobilidade e equilíbrio (TOLLÁR et al., 2018).

Em recente revisão sistemática que buscou as melhores evidências sobre exercício físico na DP, verificou-se que o Treinamento Multimodal foi a intervenção mais encontrada nos estudos para aumentar o nível de atividade física em pessoas com DP. Os parâmetros mais relatados foram a frequência de duas vezes por semana e a duração de 60 minutos. Como existe uma heterogeneidade no tipo e na maneira como o exercício é prescrito, ainda não há um consenso sobre a melhor intervenção de exercício para essa população, porém o treinamento multimodal se destaca (BOUÇA-MACHADO et al., 2020a).

Para a população idosa, com o Treinamento Multimodal é possível observar a melhora na mobilidade funcional, no ganho de força de membros inferiores, no equilíbrio, na flexibilidade, na composição corporal, na potência muscular, na resistência cardiorrespiratória, na cognição e na redução do risco de quedas (GALLO; GARBER, 2011; MEEREIS LEMOS; GUADAGNIN; MOTA, 2020; RESENDE-NETO et al., 2016). As intervenções que englobem diferentes capacidades físicas são apropriadas para proporcionar melhorias globais em idosos. A intervenção deve focar no aprimoramento de capacidades físicas e coordenativas relacionadas à funcionalidade, incluindo movimentos transferíveis para as ações essenciais do cotidiano, podendo ser realizada por meio de blocos de exercícios (RESENDE-NETO et al., 2016).

O Treinamento Multimodal, duas vezes por semana, com duração de 90 minutos por dia, durante seis meses, promoveu melhora da velocidade da marcha. A intervenção incluía exercícios aeróbicos, resistidos, de equilíbrio e cognitivos (MAKIZAKO et al., 2012). A intervenção de no mínimo oito semanas, duas vezes por semana no mínimo, incluindo exercícios aeróbicos, de força, de equilíbrio e flexibilidade mostraram benefícios em testes funcionais como o TUG, “Sentar e levantar” e Escala de Equilíbrio de Berg (MEEREIS LEMOS; GUADAGNIN; MOTA, 2020).

Ao considerar o impacto das manifestações da DP na independência e autonomia do indivíduo em executar atividades diárias, como a execução da marcha, que se relaciona a um maior risco de quedas e eventos adversos, é imprescindível realizar uma avaliação detalhada da marcha e promover uma intervenção que seja capaz de minimizar os declínios funcionais nessa população.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral e específico

Avaliar os efeitos dos treinamentos multimodal (TM) e mat Pilates (MP) na marcha e equilíbrio de pessoas com doença de Parkinson

- Comparar os efeitos dos treinamentos TM e MP no desempenho da marcha de pessoas com DP de acordo com variáveis cinemáticas e variabilidade temporal da marcha;
- Comparar os efeitos dos treinamentos TM e MP no equilíbrio e mobilidade funcional de pessoas com DP.

4 REFERÊNCIAS

- BESSER MP, KMIECZAK K, SCHWARTZ L, et al. Representation of temporal spatial gait parameters using means in adults without impairment. **Gait Posture**. v.9, n.113, 1999. <https://doi.org/10.2522/ptj.20070130>
- ABBRUZZESE, G. et al. Rehabilitation for Parkinson ' s disease : Current outlook and future challenges. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 22, n. 5, p. 60-64, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2015.09.005>
- AFSHARI, M.; YANG, A.; BEGA, D. Motivators and Barriers to Exercise in Parkinson's Disease. **Journal of Parkinson's Disease**, v. 7, n. 4, p. 703-711, 2017. <https://doi.org/10.3233/JPD-171173>
- AHLSKOG, J. E. Aerobic Exercise: Evidence for a Direct Brain Effect to Slow Parkinson Disease Progression. **Mayo Clinic Proceedings**, v. 93, n. 3, p. 360-372, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2017.12.015>
- AIBAR-ALMAZÁN, A. et al. Effects of Pilates on fall risk factors in community-dwelling elderly women: A randomized, controlled trial. **European Journal of Sport Science**, v. 19, n. 10, p. 1386-1394, 2019a. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1595739>
- AIBAR-ALMAZÁN, A. et al. Effects of Pilates training on sleep quality, anxiety, depression and fatigue in postmenopausal women: A randomized controlled trial. **Maturitas**, v. 124, n. March, p. 62-67, 2019b. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2019.03.019>
- ALLEN, N. E.; SCHWARZEL, A. K.; CANNING, C. G. Recurrent Falls in Parkinson ' s Disease: A Systematic Review. **Parkinsons Dis.**, p. 1-17, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/906274>

AMARA, A.; MEMON, A. Effects of Exercise on Non-Motor Symptoms in Parkinson's Disease. **Physiology & behavior**, v. 176, n. 3, p. 139-148, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2017.11.004>

AMBROSE, A. F.; PAUL, G.; HAUSDORFF, J. M. Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. **Maturitas**, v. 75, n. 1, p. 51-61, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.02.009>

ANNESI, J. J. Effects of a Group Protocol on Physical Activity and Associated Changes in Mood and Health Locus of Control in Adults with Parkinson Disease and Reduced Mobility. **The Permanente Journal**, v. 23, p. 18-128, 2019. <https://doi.org/10.7812/TPP/18-128>

ARCOLIN, I. et al. Proposal of a new conceptual gait model for patients with Parkinson's disease based on factor analysis. **BioMedical Engineering Online**, v. 18, n. 1, p. 1-18, 2019. <https://doi.org/10.1186/s12938-019-0689-3>

ARMSTRONG, M. J.; OKUN, M. S. Diagnosis and Treatment of Parkinson Disease: A Review. **JAMA - Journal of the American Medical Association**, v. 323, n. 6, p. 548-560, 2020. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.22360>

BAKER, J. M. Gait Disorders. **American Journal of Medicine**, v. 131, n. 6, p. 602-607, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2017.11.051>

BALL, N. et al. Parkinson's Disease and the Environment. **Frontiers in Neurology**, v. 10, n. March, 2019. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00218>

BATISTA, J. P. et al. The acute effects of Mat Pilates on hemodynamic and salivary nitrite responses after exercise in postmenopausal women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 27, n. 3, p. 371-377, 2019. <https://doi.org/10.1123/japa.2018-0106>

BERTOLI, J.; BIDUSKI, G. M.; DE LA ROCHA FREITAS, C. Six weeks of Mat Pilates training are enough to improve functional capacity in elderly women. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 21, n. 4, p. 1003-1008, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.12.001>

BOUÇA-MACHADO, R. et al. Physical Activity, Exercise, and Physiotherapy in Parkinson's Disease: Defining the Concepts. **Movement Disorders Clinical Practice**, v. 7, n. 1, p. 7-15, 2020a. <https://doi.org/10.1002/mdc3.12849>

BOUÇA-MACHADO, R. et al. Gait Kinematic Parameters in Parkinson's Disease: A Systematic Review. **Journal of Parkinson's Disease**, v. 10, n. 3, p. 843-853, 2020b. <https://doi.org/10.3233/JPD-201969>

BOVOLENTA, T. M.; FELICIO, A. C. How do demographic transitions and public health policies affect patients with Parkinson's disease in Brazil? **Clinical Interventions in Aging**, v. 12, p. 197-205, 2017. <https://doi.org/10.2147/CIA.S123029>

BOVOLENTA, T. M.; FELÍCIO, A. C. Parkinson's patients in the Brazilian Public Health Policy context. **Einstein**, v. 14, n. 3, p. 7-9, 2016. <https://doi.org/10.1590/S1679-45082016ED3780>

BRAAK, H. et al. Staging of brain pathology related to sporadic Parkinson's disease. **Neurobiology of Aging**, v. 24, n. 2, p. 197-211, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0197-4580\(02\)00065-9](https://doi.org/10.1016/S0197-4580(02)00065-9)

BROGNARA, L. et al. Assessing Gait in Parkinson's Disease Using Wearable Motion Sensors: A Systematic Review. **Diseases**, v. 7, n. 1, p. 18, 2019. <https://doi.org/10.3390/diseases7010018>

BUENO DE SOUZA, R. O. et al. Effects of Mat Pilates on Physical Functional

Performance of Older Adults: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. **Am J Phys Med Rehabil** . v. 97 <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000883>

BULGUROGLU, I. et al. The effects of Mat Pilates and Reformer Pilates in patients with Multiple Sclerosis: A randomized controlled study. **NeuroRehabilitation**, v. 41, n. 2, p. 413-422, 2017. <https://doi.org/10.3233/NRE-162121>

BYRNES, K.; WU, P. J.; WHILLIER, S. Is Pilates an effective rehabilitation tool? A systematic review. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 22, n. 1, p. 192-202, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.04.008>

CALABRESE, V. P. Projected number of people with Parkinson disease in the most populous nations, 2005 through 2030. **Neurology**, v. 69, n. 2, p. 223-224, 2007. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000271777.50910.73>

CANCELA, J. M. et al. Feasibility and Efficacy of Mat Pilates on People with Mild-to-Moderate Parkinson's Disease: A Preliminary Study. **Rejuvenation Research**, v. 21, n. 2, p. 109-116, 2018. <https://doi.org/10.1089/rej.2017.1969>

CARPINELLA, I. et al. Locomotor function in the early stage of Parkinson's disease. **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, v. 15, n. 4, p. 543-551, 2007. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2007.908933>

CARRASCO-POYATOS, M. et al. Pilates vs. muscular training in older women. Effects in functional factors and the cognitive interaction: A randomized controlled trial. **Physiology and Behavior**, v. 201, p. 157-164, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.12.008>

CARVALHO, A. et al. Comparison of strength training, aerobic training, and additional physical therapy as supplementary treatments for Parkinson's disease: Pilot study. **Clinical Interventions in Aging**, v. 10, p. 183-191, 2015.

<https://doi.org/10.2147/CIA.S68779>

CASONATTO, J.; YAMACITA, C. M. Pilates exercise and postural balance in older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 48, n. October, p. 1-27, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.102232>

CASSIMATIS, C. et al. The effectiveness of external sensory cues in improving functional performance in individuals with Parkinson's disease: A systematic review with meta-analysis. **International Journal of Rehabilitation Research**, v. 39, n. 3, p. 211-218, 2016. <https://doi.org/10.1097/MRR.000000000000171>

CHASTAN, N.; DECKER, L. M. Posturo-locomotor markers of preclinical Parkinson's disease. **Neurophysiologie Clinique**, v. 49, n. 2, p. 173-180, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2019.01.001>

CHEN, Z. et al. Effect of Pilates on Sleep Quality: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Frontiers in Neurology**, v. 11, n. March, p. 1-7, 2020. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00158>

COELHO, F. G. DE M. et al. Multimodal exercise intervention improves frontal cognitive functions and gait in Alzheimer's disease: A controlled trial. **Geriatrics and Gerontology International**, v. 13, n. 1, p. 198-203, 2013. <https://doi.org/10.1111/j.1447-0594.2012.00887.x>

CRUZ, J. C. et al. The Pilates method in the rehabilitation of musculoskeletal disorders: a systematic review. **Fisioterapia em Movimento**, v. 29, n. 3, p. 609-622, 2016. <https://doi.org/10.1590/1980-5918.029.003.AO19>

CURI, V. S. et al. Effects of 16-weeks of Pilates on health perception and sleep quality among elderly women. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 74, n. June 2017,

p. 118-122, 2018a. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2017.10.012>

CURI, V. S. et al. Effects of 16-weeks of Pilates on functional autonomy and life satisfaction among elderly women. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 22, n. 2, p. 424-429, 2018b. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.06.014>

CURTZE, C. et al. Levodopa is a Double-Edged Sword for Balance and Gait in People with Parkinson's Disease. **Movement Disorders**, v. 30, n. 10, p. 1361-1370, 2016. <https://doi.org/10.1002/mds.26269>

DA SILVA, B. A. et al. Assessing timed up and go in Parkinson's disease: Reliability and validity of timed up and go assessment of biomechanical strategies. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 49, n. 9, p. 723-731, 2017. <https://doi.org/10.2340/16501977-2254>

DE PABLO-FERNÁNDEZ, E. et al. Prognosis and Neuropathologic Correlation of Clinical Subtypes of Parkinson Disease. **JAMA Neurology**, v. 76, n. 4, p. 470-479, 2019. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2018.4377>

DEBÛ, B. et al. Managing Gait, Balance, and Posture in Parkinson's Disease. **Current Neurology and Neuroscience Reports**, v. 18, n. 5, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11910-018-0828-4>

DEL DIN, S. et al. Gait analysis with wearables predicts conversion to parkinson disease. **Annals of Neurology**, v. 86, n. 3, p. 357-367, 2019. <https://doi.org/10.1002/ana.25548>

DEL REY, N. L. G. et al. Advances in parkinson's disease: 200 years later. **Frontiers in Neuroanatomy**, v. 12, n. December, p. 1-14, 2018. <https://doi.org/10.3389/fnana.2018.00113>

DEMONCEAU, M. et al. Effects of twelve weeks of aerobic or strength training in addition to standard care in Parkinson's disease: A controlled study. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 53, n. 2, p. 184-200, 2017. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.16.04272-6>

DI CARLO, S. et al. The Mini-BESTest: A review of psychometric properties. **International Journal of Rehabilitation Research**, v. 39, n. 2, p. 97-105, 2016. <https://doi.org/10.1097/MRR.000000000000153>

DO, M. T. et al. Fall-related injuries among Canadian seniors, 2005-2013: An analysis of the Canadian community health survey. **Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada**, v. 35, n. 7, p. 99-108, 2015. <https://doi.org/10.24095/hpcdp.35.7.01>

DOCKX, K. et al. Virtual reality for rehabilitation in Parkinson's disease. **Cochrane**, n. 12, 2016. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010760.pub2>

DOMINGOS, J. et al. The european physiotherapy guideline for Parkinson's disease: Implications for neurologists. **Journal of Parkinson's Disease**, v. 8, n. 4, p. 499-502, 2018. <https://doi.org/10.3233/JPD-181383>

ESPAY, A. J.; LANG, A. E. Parkinson diseases in the 2020s and beyond: Replacing clinico-pathologic convergence with systems biology divergence. **Journal of Parkinson's Disease**, v. 8, n. s1, p. S59-S64, 2018. <https://doi.org/10.3233/JPD-181465>

FEARNLEY JM; LEES AJ. Ageing and Parkinson's disease: substantia nigra regional selectivity. **Brain**, v. 114, n. 5, p. 2283-2301, 1991. <https://doi.org/10.1093/brain/114.5.2283>

FENG, H. et al. Virtual reality rehabilitation versus conventional physical therapy for improving balance and gait in parkinson's disease patients: A randomized controlled

trial. **Medical Science Monitor**, v. 25, p. 4186-4192, 2019. <https://doi.org/10.12659/MSM.916455>

FERRAZ, D. D. et al. The Effects of Functional Training, Bicycle Exercise, and Exergaming on Walking Capacity of Elderly Patients With Parkinson Disease: A Pilot Randomized Controlled Single-blinded Trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 99, n. 5, p. 826-833, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.12.014>

FINATTO, P. et al. Pilates training improves 5-km run performance by changing metabolic cost and muscle activity in trained runners. **PLoS ONE**, v. 13, n. 3, p. 1-19, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194057>

FOLTYNIE, T.; LANGSTON, J. W. Therapies to slow, stop, or reverse Parkinson's disease. **Journal of Parkinson's Disease**, v. 8, n. 1, p. 115-S121, 2018. <https://doi.org/10.3233/JPD-181481>

FOX, S. H. et al. The movement disorder society evidence-based medicine review update: Treatments for the motor symptoms of Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 26, n. SUPPL. 3, p. 2-41, 2011. <https://doi.org/10.1002/mds.23829>

FRANCO, M. R.; GRANDE, G. H. D.; PADULLA, S. A. T. Effect of pilates exercise for improving balance in older adults (PEDro synthesis). **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, n. 3, p. 199-200, 2018. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097073>

FRAZZITTA, G. et al. Intensive rehabilitation increases BDNF serum levels in parkinsonian patients: A randomized study. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 28, n. 2, p. 163-168, 2014. <https://doi.org/10.1177/1545968313508474>

FULLARD, M. E.; MORLEY, J. F.; DUDA, J. E. Olfactory Dysfunction as an Early Biomarker in Parkinson ' s Disease. **Neuroscience Bulletin**, v. 33, n. 5, p. 515-525,

2017. <https://doi.org/10.1007/s12264-017-0170-x>

GALLO, P. M.; GARBER, C. E. PARKINSON ' S DISEASE A Comprehensive Approach to Exercise. **ACSM's Health and Fitness Journal**, v. 15, n. 4, p. 8-17, 2011. <https://doi.org/10.1249/FIT.0b013e31821eca84>

GAZMURI-CANCINO, M. et al. Efectos de un programa de entrenamiento multicomponente en la marcha funcional en pacientes con Parkinson. **Revista médica de Chile**, v. 147, n. 4, p. 465-469, 2019. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872019000400465>

GEROIN, C. et al. Does dual-task training improve spatiotemporal gait parameters in Parkinson's disease ? **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 55, n. April, p. 86-91, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2018.05.018>

GOEDERT, A. et al. The effect of Pilates practice on balance in elderly: a systematic review. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 23, p. 1-7, 2018. <https://doi.org/10.12820/rbafs.23e0019>

GOMES, G. DE C. et al. Desempenho de idosos na marcha com dupla tarefa : uma revisão dos instrumentos e parâmetros cinemáticos utilizados para análise. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.**, v. 19, n. 1, p. 165-182, 2016. <https://doi.org/10.1590/1809-9823.2016.14159>

GUO, X. et al. Gender and onset age-related features of non-motor symptoms of patients with Parkinson's disease - A study from Southwest China. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 19, n. 11, p. 961-965, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2013.06.009>

HARVEY, M. et al. High-intensity interval training in people with Parkinson's disease: a randomized, controlled feasibility trial. **Clinical Rehabilitation**, v. 33, n. 3, p. 428-

438, 2019. <https://doi.org/10.1177/0269215518815221>

HAUSDORFF, J. M.; CUDKOWICZ, M. E.; FIRTION, R. Gait Variability and Basal Ganglia Disorders : Stride-to-Stride Variations of Gait Cycle Timing in Parkinson ' s Disease and Huntington ' s Disease. **Movement Disorders**, v. 13, n. 3, p. 428-437, 1998. <https://doi.org/10.1002/mds.870130310>

HEINRICH, S. et al. Cost of falls in old age: A systematic review. **Osteoporosis International**, v. 21, n. 6, p. 891-902, 2010. <https://doi.org/10.1007/s00198-009-1100-1>

HIRATA, K. et al. Striatal Dopamine Denervation Impairs Gait Automaticity in Drug-Naïve Parkinson's Disease Patients. **Movement Disorders**, p. 1-10, 2020. <https://doi.org/10.1002/mds.28024>

HIRSCH, M. A.; IYER, S. S.; SANJAK, M. Exercise-induced neuroplasticity in human Parkinson's disease: What is the evidence telling us? **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 22, p. S78-S81, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2015.09.030>

HITA-CONTRERAS, F. et al. Fall prevention in postmenopausal women: the role of Pilates exercise training. **Climacteric**, v. 19, n. 3, p. 229-233, 2016. <https://doi.org/10.3109/13697137.2016.1139564>

HOBERT, M. A. et al. Progressive gait deficits in Parkinson's disease: A wearable-based biannual 5-year prospective study. **Frontiers in Aging Neuroscience**, v. 10, n. FEB, p. 1-7, 2019. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00022>

HOEHN, M. M.; YAHR, M. D. Parkinsonism : onset , progression , and mortality. **Neurology**, v. 17, n. May, p. 427-442, 1967. <https://doi.org/10.1212/WNL.17.5.427>

HOLLMAN, J. H. et al. Number of strides required for reliable measurements of pace, rhythm and variability parameters of gait during normal and dual task walking in older

individuals. **Gait and Posture**, v. 32, n. 1, p. 23-28, 2010.
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.02.017>

HORAK, F. B.; WRISLEY, D. M.; FRANK, J. The balance evaluation systems test (BESTest) to differentiate balance deficits. **Physical Therapy**, v. 89, n. 5, p. 484-498, 2009. <https://doi.org/10.2522/ptj.20080071>

HÖRDER, H. et al. Secular trends in frailty: A comparative study of 75-year olds born in 1911-12 and 1930. **Age and Ageing**, v. 44, n. 5, p. 817-822, 2015.
<https://doi.org/10.1093/ageing/afv084>

HÖTTING, K.; RÖDER, B. Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 37, n. 9, p. 2243-2257, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.04.005>

HUANG, S. L. et al. Minimal detectable change of the timed "up & go" test and the dynamic gait index in people with parkinson disease. **Physical Therapy**, v. 91, n. 1, p. 114-121, 2011. <https://doi.org/10.2522/ptj.20090126>

JOHNSON, L. et al. The effects of a supervised Pilates training program on balance in Parkinson's disease. **Advances in Parkinson's Disease**, v. 2, p. 58-61, 2013.
<https://doi.org/10.4236/apd.2013.22011>

KALRON, A. et al. Pilates exercise training vs. physical therapy for improving walking and balance in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. **Clinical Rehabilitation**, v. 31, n. 3, p. 319-328, 2017.
<https://doi.org/10.1177/0269215516637202>

KANNUS, P. et al. Alarming rise in the number and incidence of fall-induced cervical spine injuries among older adults. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 62, n. 2, p. 180-183,

2007. <https://doi.org/10.1093/gerona/62.2.180>

KAUR, R.; MEHAN, S.; SINGH, S. Understanding multifactorial architecture of Parkinson's disease: pathophysiology to management. **Neurological Sciences**, v. 40, n. 1, p. 13-23, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10072-018-3585-x>

KIM, D. H. et al. Characterization of idiopathic Parkinson's disease subgroups using quantitative gait analysis and corresponding subregional striatal uptake visualized using 18F-FP-CIT positron emission tomography. **Gait and Posture**, v. 82, n. September, p. 167-173, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.09.002>

KIM, S. et al. Transneuronal Propagation of Pathologic α -Synuclein from the Gut to the Brain Models Parkinson's Disease. **Neuron**, v. 103, n. 4, p. 627-641, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2019.05.035>

KWON, K. Y. et al. Recuperation of slow walking in de novo Parkinson's disease is more closely associated with increased cadence, rather than with expanded stride length. **Gait and Posture**, v. 58, n. May, p. 1-6, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.06.266>

KWON, M. S. et al. Comparison of gait patterns in elderly fallers and non-fallers. **Technology and Health Care**, v. 26, n. S1, p. S427-S436, 2018. <https://doi.org/10.3233/THC-174736>

LAUZÉ, M.; DANEAL, J. F.; DUVAL, C. The Effects of Physical Activity in Parkinson's Disease: A Review. **Journal of Parkinson's Disease**, v. 6, n. 4, p. 685-698, 2016. <https://doi.org/10.3233/JPD-160790>

LEAL, L. C. P. et al. Low-volume resistance training improves the functional capacity of older individuals with Parkinson's disease. **Geriatrics and Gerontology International**, v. 19, n. 7, p. 635-640, 2019. <https://doi.org/10.1111/ggi.13682>

LIM, E. J.; PARK, J. E. The effects of Pilates and yoga participant's on engagement in functional movement and individual health level. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 15, n. 4, p. 553-559, 2019. <https://doi.org/10.12965/jer.1938280.140>

LORD, S. et al. Independent domains of gait in older adults and associated motor and nonmotor attributes: Validation of a factor analysis approach. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 68, n. 7, p. 820-827, 2013. <https://doi.org/10.1093/gerona/gls255>

LORD, S.; GALNA, B.; ROCHESTER, L. Moving forward on gait measurement: Toward a more refined approach. **Movement Disorders**, v. 28, n. 11, p. 1534-1543, 2013. <https://doi.org/10.1002/mds.25545>

GLESSON, M.; SHERRINGTON, C.; KEAY, L. Exercise and physical training improve physical function in older adults with visual impairments but their effect on falls is unclear: a systematic review. **Journal of physiotherapy**, v. 60, n. 3, p. 130-135, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2014.06.010>

MACIEL, D. P. et al. Pilates method improves balance control in Parkinson's disease patients: An open-label clinical trial. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 77, n. May, p. 18-19, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2020.05.037>

MAIA, A. C. et al. Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties of the balance evaluation systems test and MiniBESTest in the elderly and individuals with Parkinson's disease: Application of the Rasch model. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 17, n. 3, p. 195-217, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000085>

MAK, M. K. et al. Long-term effects of exercise and physical therapy in people with Parkinson disease. **NATURE REVIEWS**, v. 13, p. 689-703, 2017.

<https://doi.org/10.1038/nrneuro.2017.128>

MAKIZAKO, H. et al. Does a multicomponent exercise program improve dual-task performance in amnesic mild cognitive impairment? A randomized controlled trial. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 24, n. 6, p. 640-646, 2012. <https://doi.org/10.3275/8760>

MANTRI, S.; MORLEY, J. F.; SIDEROWF, A. D. The importance of preclinical diagnostics in Parkinson disease. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 64, p. 20-28, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2018.09.011>

MARQUES, N. R. et al. Applying different mathematical variability methods to identify older fallers and non-fallers using gait variability data. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 29, n. 3, p. 473-481, 2017. <https://doi.org/10.1007/s40520-016-0592-8>

MARQUES, N. R. et al. Is it possible to predict falls in older adults using gait kinematics? **Clinical Biomechanics**, v. 11, n. 59, p. 5-18, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.08.006>

MARRAS, C.; CANNING, C. G.; GOLDMAN, S. M. Environment, lifestyle, and Parkinson's disease: Implications for prevention in the next decade. **Movement Disorders**, v. 34, n. 6, p. 801-811, 2019. <https://doi.org/10.1002/mds.27720>

MAVROMMATI, F. et al. Exercise response in Parkinson's disease: Insights from a cross-sectional comparison with sedentary controls and a per-protocol analysis of a randomised controlled trial. **BMJ Open**, v. 7, n. 12, p. 1-8, 2017. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-017194>

MAZZARINO, M.; KERR, D.; MORRIS, M. E. Pilates program design and health benefits for pregnant women: A practitioners' survey. **Journal of Bodywork and**

Movement Therapies, v. 22, n. 2, p. 411-417, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.05.015>

MEEREIS LEMOS, E. C. W.; GUADAGNIN, E. C.; MOTA, C. B. Influence of strength training and multicomponent training on the functionality of older adults: Systematic review and meta-analysis. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 22, 2020. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e6070>

MEHRHOLZ, J. et al. Treadmill training for patients with Parkinson ' s disease. **Cochrane**, n. 9, 2015. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007830.pub3>

MICÓ-AMIGO, M. E. et al. Potential markers of progression in idiopathic Parkinson's disease derived from assessment of circular gait with a single body-fixed-sensor: A 5 year longitudinal study. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 13, n. February, p. 1-14, 2019. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00059>

MIRELMAN, A. et al. Gait. **Handbook of Clinical Neurology**, v. 159, n. 7, p. 119-134, 2018. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63916-5.00007-0>

MIRELMAN, A. et al. Gait impairments in Parkinson's disease. **The Lancet Neurology**, v. 18, n. 7, p. 697-708, 2019. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30044-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30044-4)

MIYAMOTO, G. C. et al. Different doses of Pilates-based exercise therapy for chronic low back pain: a randomised controlled trial with economic evaluation. **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, n. 13, p. 859-868, 2018. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098825>

MODARRESI, S. et al. Gait parameters and characteristics associated with increased risk of falls in people with dementia: a systematic review. **Int Psychogeriatr**, v. 10, n.

1, p. 1-17, 2018. <https://doi.org/10.1017/S1041610218001783>

MOLLINEDO-CARDALDA, I.; CANCELA-CARRAL, J. M.; VILA-SUÁREZ, M. H. Effect of a Mat Pilates Program with TheraBand on Dynamic Balance in Patients with Parkinson's Disease: Feasibility Study and Randomized Controlled Trial. **Rejuvenation Research**, v. 21, n. 5, p. 423-430, 2018. <https://doi.org/10.1089/rej.2017.2007>

MONTEIRO, E. P. et al. Aspectos biomecânicos da locomoção de pessoas com doença de Parkinson: revisão narrativa. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, p. 1-8, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2016.07.003>

MONTERO-ODASSO, M. et al. Gait variability is associated with frailty in community-dwelling older adults. **Journals of Gerontology**, v. 66, n. 5, p. 568-576, 2011. <https://doi.org/10.1093/gerona/glr007>

MONTICONE, M. et al. In-patient multidisciplinary rehabilitation for Parkinson's disease: A randomized controlled trial. **Movement Disorders**, v. 30, n. 8, p. 1050-1058, 2015. <https://doi.org/10.1002/mds.26256>

MOON, Y. et al. Gait variability in people with neurological disorders: A systematic review and meta-analysis. **Human Movement Science**, v. 47, p. 197-208, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.03.010>

MORRIS, R. et al. Gait and cognition: Mapping the global and discrete relationships in ageing and neurodegenerative disease. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 64, p. 326-345, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.02.012>

NADEAU, A. et al. A 12-week cycling training regimen improves gait and executive functions concomitantly in people with parkinson's disease. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 10, n. January, p. 1-10, 2017. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00690>

NEWELL, D.; SHEAD, V.; SLOANE, L. Changes in gait and balance parameters in elderly subjects attending an 8-week supervised Pilates programme. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 16, n. 4, p. 549-554, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2012.02.002>

NI, M. et al. Exercise Guidelines for Gait Function in Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-analysis. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 32, n. 10, p. 872-886, 2018. <https://doi.org/10.1177/1545968318801558>

OBESO, J. A. et al. Past, Present, and Future of Parkinson's Disease: A Special Essay on the 200th Anniversary of the Shaking Palsy. **Mov Disord.**, v. 32, n. 9, p. 1264-1310, 2018. <https://doi.org/10.1002/mds.27113>

OPARA, J. A. et al. Motor assessment in Parkinson's disease. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v. 24, n. 3, p. 411-415, 2017. <https://doi.org/10.5604/12321966.1232774>

ORCIOLI-SILVA, D. et al. Effects of a multimodal exercise program on the functional capacity of Parkinson ' s disease patients considering disease severity and gender. **Motriz**, v. 20, n. 1, p. 100-106, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742014000100015>

PAILLARD, T.; ROLLAND, Y.; DE BARRETO, P. S. Protective effects of physical exercise in Alzheimer's disease and Parkinson's disease: A narrative review. **Journal of Clinical Neurology**, v. 11, n. 3, p. 212-219, 2015. <https://doi.org/10.3988/jcn.2015.11.3.212>

PALASZ, E. et al. BDNF as a promising therapeutic agent in parkinson's disease. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 3, p. 1-23, 2020. <https://doi.org/10.3390/ijms21031170>

PARKINSON J. An essay on the shaking palsy. Sherwood, Neely and Jones, London, 1817. <https://doi.org/0.1176/jnp.14.2.223>

PEEK, A. L.; STEVENS, M. L. Resistance training for people with Parkinson's disease (PEDro synthesis). **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 18, p. 1158, 2016. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096311>

PELICIONI, P. H. S. et al. Falls in Parkinson ' s Disease Subtypes : Risk Factors , Locations and Circumstances. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 16, n. 12, p. 1-9, 2019. <https://doi.org/10.3390/ijerph16122216>

PEREIRA, A. P. S. et al. Music Therapy and Dance as Gait Rehabilitation in Patients With Parkinson Disease: A Review of Evidence. **Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology**, v. 32, n. 1, p. 49-56, 2019. <https://doi.org/10.1177/0891988718819858>

PEREIRA, M. P.; GOBBI, L. T. B.; ALMEIDA, Q. J. Freezing of gait in Parkinson ' s disease: Evidence of sensory rather than attentional mechanisms through muscle vibration. **Parkinsonism and Related Disorders**, p. 1-5, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2016.05.021>

PERROCHON, A. et al. Effects of a Multicomponent Exercise Program on Spatiotemporal Gait Parameters, Risk of Falling and Physical Activity in Dementia Patients. **Dementia and Geriatric Cognitive Disorders**, v. 5, n. 3, p. 350-360, 2015. <https://doi.org/10.1159/000435772>

PETERSON, D. S. et al. Speeding Up Gait in Parkinson's Disease. **Journal of Parkinson's Disease**, v. 10, n. 1, p. 245-253, 2020. <https://doi.org/10.3233/JPD-191682>

PIERCY, K. L. et al. The physical activity guidelines for Americans. **JAMA**, v. 320, n. 19, p. 2020-2028, 2018. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.14854>

PINTO-CARRAL, A. et al. Pilates for women with breast cancer: A systematic review and meta-analysis. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 41, n. September, p. 130-140, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.09.011>

PISTACCHI, M. et al. Gait analysis and clinical correlations in early Parkinson's disease. **Functional Neurology**, v. 32, n. 1, p. 28-34, 2017. <https://doi.org/10.11138/FNeur/2017.32.1.028>

PODSIADLO, D; RICHARDSON, S. The Timed Up and Go: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 39, n. 2, p. 142-148, 1991. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>

POEWE, W. et al. Parkinson disease. **Nature Reviews**, v. 3, n. 17013, p. 1-21, 2017. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.13>

POSTUMA, R. B. et al. MDS Clinical Diagnostic Criteria for Parkinson ' s Disease. **Movement Disorders**, v. 30, n. 12, p. 1591-1599, 2015. <https://doi.org/10.1002/mds.26424>

RADDER, D. L. M. et al. Physiotherapy in Parkinson's Disease: A Meta-Analysis of Present Treatment Modalities. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 34, n. 10, p. 871-880, 2020. <https://doi.org/10.1177/1545968320952799>

RAY DORSEY, E. et al. Global, regional, and national burden of Parkinson's disease, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. **The Lancet Neurology**, v. 17, n. 11, p. 939-953, 2018. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30295-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30295-3)

REHMAN, R. Z. U. et al. Selecting Clinically Relevant Gait Characteristics for

Classification of Early Parkinson's Disease: A Comprehensive Machine Learning Approach. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1-12, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53656-7>

RENNIE, L. et al. The reliability of gait variability measures for individuals with Parkinson's disease and healthy older adults - The effect of gait speed. **Gait and Posture**, v. 62, n. September 2017, p. 505-509, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.04.011>

RESENDE-NETO, A. et al. Treinamento funcional para idosos: uma breve revisão. **Revista Brasileira Ciência & Movimento**, v. 24, n. 2, p. 167-77, 2016. <https://doi.org/10.18511/0103-1716/rbcm.v24n3p167-177>

ROCHESTER, L. et al. Targeting dopa-sensitive and dopa-resistant gait dysfunction in Parkinson's disease: Selective responses to internal and external cues. **Movement Disorders**, v. 26, n. 3, p. 430-435, 2011. <https://doi.org/10.1002/mds.23450>

ROLLER, M. et al. Pilates Reformer exercises for fall risk reduction in older adults: A randomized controlled trial. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 22, n. 4, p. 983-998, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.09.004>

ROSSI, A. et al. What makes a group fitness program for people with Parkinson's disease endure? A mixed-methods study of multiple stakeholders. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 41, n. July, p. 320-327, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.08.012>

SALTYCHEV, M. et al. Progressive resistance training in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. **BMJ Open**, v. 6, n. 1, 2016. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-008756>

SAVICA, R. et al. Comparison of Gait Parameters for Predicting Cognitive Decline:

The Mayo Clinic Study of Aging. **Journal of Alzheimer's Disease**, v. 55, n. 2, p. 559-567, 2017. <https://doi.org/10.3233/JAD-160697>

SAVITT, D.; JANKOVIC, J. Targeting α -Synuclein in Parkinson's Disease: Progress Towards the Development of Disease-Modifying Therapeutics. **Drugs**, v. 79, n. 8, p. 797-810, 2019. <https://doi.org/10.1007/s40265-019-01104-1>

SCHENKMAN, M. et al. Effect of high-intensity treadmill exercise on motor symptoms in patients with De Novo Parkinson disease a phase 2 randomized clinical trial. **JAMA**, v. 75, n. 2, p. 219-226, 2018. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2017.3517>

SCHLACHETZKI, J. C. M. et al. Wearable sensors objectively measure gait parameters in Parkinson's disease. **PLoS ONE**, v. 12, n. 10, p. 1-18, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183989>

SCHMITT, A. C. et al. Assessing the Relationship between the Enhanced Gait Variability Index and Falls in Individuals with Parkinson's Disease. **Parkinson's Disease**, v. 2020, p. 5-9, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5813049>

SHEN, X.; WONG-YU, I. S. K.; MAK, M. K. Y. Effects of Exercise on Falls, Balance, and Gait Ability in Parkinson's Disease. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 30, n. 6, p. 512-527, 2016. <https://doi.org/10.1177/1545968315613447>

SHIMADA, H. et al. Incidence of Disability in Frail Older Persons With or Without Slow Walking Speed. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 16, n. 8, p. 690-696, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2015.03.019>

SHONEBURG, B. et al. Framework for Understanding Balance Dysfunction in Parkinson's Disease. **Movement Disorders**, v. 28, n. 11, p. 1474-1482, 2013. <https://doi.org/10.1002/mds.25613>

SILVEIRA, C. R. A. et al. Aerobic exercise is more effective than goal-based exercise for the treatment of cognition in Parkinson's disease. **Brain and Cognition**, v. 122, n. August 2017, p. 1-8, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2018.01.002>

SMULDERS, K. et al. Pharmacological treatment in Parkinson's disease: effects on gait. **Parkinsonism Relat Disord.**, v. 31, p. 3-13, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2016.07.006>

SOKE, F. et al. Task-oriented circuit training combined with aerobic training improves motor performance and balance in people with Parkinson's Disease. **Acta Neurologica Belgica**, v. 121, n. 2, p. 535-543, 2021. <https://doi.org/10.1007/s13760-019-01247-8>

SPILLANTINI, G. M. et al. Alfa Synuclein in Lewy bodies. **Nature**, v. 388, p. 839-840, 1997. <https://doi.org/10.1038/42166>

SUÁREZ-IGLESIAS, D. et al. Benefits of pilates in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. **Medicina**, v. 55, n. 8, p. 1-14, 2019. <https://doi.org/10.3390/medicina55080476>

SVEINBJORNSDOTTIR, S. The clinical symptoms of Parkinson's disease. **Journal of Neurochemistry**, v. 139, n. 1, p. 318-324, 2016. <https://doi.org/10.1111/jnc.13691>

TAKAKUSAKI, K. Functional Neuroanatomy for Posture and Gait Control. **Journal of Movement Disorders**, v. 10, n. 1, p. 1-17, 2017. <https://doi.org/10.14802/jmd.16062>

TITOVA, N.; SIMON, C. P.; RAY, J. G. L. K. Parkinson's: a syndrome rather than a disease? **Journal of Neural Transmission**, v. 124, n. 8, p. 907-914, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00702-016-1667-6>

TOLLÁR, J. et al. A High-Intensity Multicomponent Agility Intervention Improves

Parkinson Patients' Clinical and Motor Symptoms. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 99, n. 12, p. 2478-2484.e1, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.05.007>

TOLLÁR, J. et al. Two-Year Agility Maintenance Training Slows the Progression of Parkinsonian Symptoms. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 51, n. 2, p. 237-245, 2019. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001793>

TRAUTWEIN, S. et al. Effects of a 16-week multimodal exercise program on gait performance in individuals with dementia: a multicenter randomized controlled trial. **BMC Geriatrics**, v. 20, n. 1, p. 1-19, 2020. <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01635-3>

TYSNES, O. B.; STORSTEIN, A. Epidemiology of Parkinson's disease. **Journal of Neural Transmission**, v. 124, n. 8, p. 901-905, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00702-017-1686-y>

UHRBRAND, A. et al. Parkinson's disease and intensive exercise therapy - A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 353, n. 1-2, p. 9-19, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2015.04.004>

VANCINI, R. L. et al. Pilates and aerobic training improve levels of depression, anxiety and quality of life in overweight and obese individuals. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 75, n. 12, p. 850-857, 2017. <https://doi.org/10.1590/0004-282x20170149>

VANSWEARINGEN, J. M.; STUDENSKI, S. A. Aging, motor skill, and the energy cost of walking: implications for the prevention and treatment of mobility decline in older persons. **The journals of gerontology**, v. 69, n. 11, p. 1429-36, 2014. <https://doi.org/10.1093/gerona/glu153>

VERGHESE, J. et al. Quantitative gait dysfunction and risk of cognitive decline and

dementia. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, v. 78, n. 9, p. 929-935, 2007. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2006.106914>

VILA, M. H. et al. Analysis of gait for disease stage in patients with parkinson's disease. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 2, p. 1-10, 2021. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020720>

VITÓRIO, R. et al. Effects of 6-month, Multimodal Exercise Program on Clinical and Gait Parameters of Patients with Idiopathic Parkinson's Disease: A Pilot Study. **ISRN Neurology**, v. 2011, p. 1-7, 2011. <https://doi.org/10.5402/2011/714947>

VON ROSEN, P. et al. Physical activity profiles in Parkinson's disease. **BMC Neurology**, v. 21, n. 1, p. 1-8, 2021. <https://doi.org/10.1186/s12883-021-02101-2>

WALLÉN, M. B. et al. Long-term effects of highly challenging balance training in Parkinson's disease-a randomized controlled trial. **Clinical Rehabilitation**, v. 32, n. 11, p. 1520-1529, 2018. <https://doi.org/10.1177/0269215518784338>

WARLOP, T. et al. Temporal organization of stride duration variability as a marker of gait instability in Parkinson's disease. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 48, n. 10, p. 865-871, 2016. <https://doi.org/10.2340/16501977-2158>

WARLOP, T. et al. Does Nordic Walking restore the temporal organization of gait variability in Parkinson's disease? **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2017. <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0226-1>

WEIJER, S. C. F. VAN DE et al. Promising non-pharmacological therapies in PD: targeting late stage disease and the role of computer based cognitive training. **Parkinsonism and Related Disorders**, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2017.09.002>

WEISS, A. et al. Objective assessment of fall risk in Parkinson's disease using a body-fixed sensor worn for 3 days. **PLoS ONE**, v. 9, n. 5, p. 1-10, 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096675>

WELLS, C.; KOLT, G. S.; BIALOCERKOWSKI, A. Defining Pilates exercise: A systematic review. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 20, n. 4, p. 253-262, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2012.02.005>

WILSON, J. et al. The neural correlates of discrete gait characteristics in ageing: A structured review. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 100, p. 344-369, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.12.017>

WINNER, S. J. et al. Measures of balance and falls risk prediction in people with Parkinson's disease: a systematic review of psychometric properties. **Clinical Rehabilitation**, v. 33, n. 12, p. 1949-1962, 2019. <https://doi.org/10.1177/0269215519877498>

WONG-YU, I. S. K.; MAK, M. K. Y. Multi-dimensional balance training programme improves balance and gait performance in people with Parkinson's disease: A pragmatic randomized controlled trial with 12-month follow-up. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 21, n. 6, p. 615-621, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2015.03.022>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2012) Falls. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs344/en/>. Accessed 05 May 2021.

WU, P. L.; LEE, M.; HUANG, T. T. Effectiveness of physical activity on patients with depression and Parkinson's disease: A systematic review. **PLoS ONE**, v. 12, n. 7, p. 1-14, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181515>

YUN, S. M.; PARK, S. K.; LIM, H. S. Influence of pilates training on the quality of life

of chronic stroke patients. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 29, n. 10, p. 1830-1835, 2017. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1830>

ZHANG, T. Y. et al. Effects of Tai Chi and multimodal exercise training on movement and balance function in mild to moderate idiopathic Parkinson disease. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 94, n. 10, p. 921-929, 2015. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000351>

5 ARTIGOS CIENTÍFICOS

Artigo1:

“EFEITOS DOS TREINAMENTOS MULTIMODAL E MAT PILATES EM PARÂMETROS CINEMÁTICOS DA MARCHA DE PESSOAS COM DOENÇA DE PARKINSON: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO UNICEGO”

Artigo 2:

“EFEITOS DOS TREINAMENTOS MULTIMODAL E MAT PILATES NO EQUILÍBRIO E MOBILIDADE FUNCIONAL DE PESSOAS COM DOENÇA DE PARKINSON: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO UNICEGO”

**EFEITOS DOS TREINAMENTOS MULTIMODAL E MAT PILATES EM
PARÂMETROS CINEMÁTICOS DA MARCHA DE PESSOAS COM DOENÇA DE
PARKINSON: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO UNICEGO**

Lucas Resende Sousa^a, Júlia Oliveira de Faria^b, Miriam Pimenta Ferreira^b, Ana Cláudia Dorásio Pamplona^b, Luciano F. Crozara^c, Camilla Z. Hallal^d

^a *Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil*

^b *Departamento de Fisioterapia - Faculdade de Educação Física, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil*

^c *Curso de Graduação em Educação Física, Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil*

^d *Curso de Graduação em Fisioterapia, Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil*

Autor correspondente: Dra. Camilla Zamfolini Hallal, Docente do Curso de Graduação em Fisioterapia, Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, Universidade Federal de Uberlândia, R. Benjamin Constant, 1286 - Nossa Sra. Aparecida, Uberlândia - MG, Brasil, +5534 38400-678; camillazhallal@ufu.br

Contagem de palavras: 4523

Intervenções e marcha na Doença de Parkinson

Palavras chave: Doença de Parkinson; exercício físico; marcha; cinemática

Agências financiadoras: O suporte financeiro para o estudo foi provido pela FAPEMIG (Processo APQ 00327-14) e pelo CNPQ (Processo n. 459592/2014)

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse na realização deste estudo.

RESUMO

Introdução e objetivo: As alterações da marcha na doença de Parkinson (DP) podem ser minimizadas por meio de diferentes modalidades baseadas em exercício físico que treinem capacidades físicas e habilidades específicas. Sendo assim, o estudo comparou os efeitos dos treinamentos mat Pilates (MP) e Treinamento Multimodal (TM) no desempenho da marcha de pessoas com DP. **Métodos:** O ensaio clínico randomizado unicego foi composto por 34 pessoas com DP idiopática no estágio inicial, aleatoriamente distribuídos em 2 grupos de intervenção: MP e TM. Os protocolos de intervenção foram realizados em sessões de 60 minutos, três vezes por semana, durante doze semanas. Para avaliação das variáveis espaço-temporais e variabilidade da marcha em velocidade confortável, foi utilizada uma passarela de 10 metros, o equipamento para avaliação cinemática, e sensores de pressão *footswitch* Noraxon®. Foram avaliadas as variáveis: velocidade, tempo de balanço, tempo de duplo apoio, tempo de passada, cadência, tempo de passo, tempo de apoio simples, comprimento da passada, comprimento do passo esquerdo e direito e variabilidade das variáveis temporais pré e pós intervenção. **Resultados:** Pela análise intergrupo, o TM foi capaz de promover com maior magnitude de efeito o aumento da velocidade de marcha, do tempo de balanço, do comprimento de passo e passada, e a diminuição da cadência, do tempo de duplo apoio, da variabilidade da velocidade, do tempo de balanço, do tempo de duplo apoio, do tempo de passo e do tempo de apoio simples. **Conclusão:** O TM apresentou superioridade na melhora do desempenho da marcha de pessoas com DP.

Palavras-chave: Doença de Parkinson; exercício; marcha; cinemática.

INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) se associa às manifestações motoras e não motoras (1) e as alterações da marcha estão entre as queixas mais frequentes e incapacitantes relatadas por essa população, com impacto direto na função física, qualidade de vida, independência, atividades diárias, mobilidade, interações sociais, risco aumentado de quedas, medo de cair, hospitalizações e mortalidade (2–5). Sendo assim, a avaliação da marcha é imprescindível na prática clínica, tanto para pontuar e monitorar déficits específicos quanto para direcionar as intervenções mais adequadas (2).

As variáveis cinemáticas da marcha podem ser usadas como marcadores de distúrbios da marcha na DP e também desempenham um importante papel na predição de risco de quedas (5), déficit de equilíbrio e medo de cair (2,6), podendo fornecer tanto características discriminativas da marcha de pessoas com DP comparadas a pessoas sem a DP, além de revelar variações no desempenho da marcha (3). Em adição, o aumento da variabilidade temporal da marcha também é considerado um promissor marcador pré-clínico da DP, podendo surgir antes das alterações em variáveis espaço-temporais (3,5,7), se associando à diminuição da estabilidade e automação da marcha, incidência de quedas recorrentes e preditor de risco aumentado de quedas (8,9), além de atuar como marcador de piora da doença (10–15).

Sugere-se então que sejam desenvolvidos programas de exercício físico que sejam eficazes para diminuir as variações na marcha (16). Neste contexto, são encontrados programas de intervenção que trabalham as capacidades físicas que podem repercutir na melhora do desempenho da marcha (17–19), como o treinamento mat Pilates (MP) (20–23), bem como programas que além do treino de capacidades físicas, englobam o treinamento de habilidades essenciais para o cotidiano, com foco em tarefas específicas (24–26), como o treinamento Multimodal (TM) (27–29).

O MP é uma abordagem de exercício com o enfoque mente-corpo, cujos princípios envolvem a centralização, concentração, controle neuromuscular, precisão, fluidez e respiração, englobando exercícios baseados no aprimoramento da força muscular, da estabilidade da região central do corpo, da flexibilidade, da respiração, do equilíbrio e do controle postural (30). Em pessoas com DP, o MP é capaz de melhorar o equilíbrio dinâmico, a força muscular de membros inferiores, o tempo de marcha, a mobilidade funcional, a flexibilidade, a agilidade motora (20–23) e aumentar a velocidade da marcha e o comprimento da passada (31), com efeitos pouco conhecidos na variabilidade temporal da marcha. Já o treinamento multimodal combina o

treinamento de capacidades físicas somado ao treinamento de diferentes habilidades motoras, de forma dinâmica e integrada, operando em mesociclos (32–35). Ao pensar em uma modalidade que engloba o treino de habilidades essenciais ao cotidiano, como a marcha, o TM se destaca pelos princípios da especificidade e variância do treinamento (33) somado aos benefícios de se trabalhar em circuitos tarefas específicas (36). Em pessoas com DP, o TM pode melhorar a execução de testes funcionais de marcha (27,28), a força muscular e coordenação motora (29), o equilíbrio (37) e aumentar a velocidade de marcha e comprimento da passada (38), com efeitos pouco conhecidos na variabilidade temporal da marcha.

Considerando que não há um consenso sobre qual modalidade é mais eficaz para promover melhora no desempenho da marcha (33) e que os efeitos dos treinamentos TM e MP nas variáveis espaço-temporais e na variabilidade temporal da marcha ainda são pouco conhecidos, as características do MP e TM podem apresentar efeitos positivos na marcha de pessoas com DP. Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos do MP e TM nas variáveis espaço-temporais e na variabilidade temporal da marcha de pessoas com DP, identificando qual seria a intervenção mais eficaz em promover mudanças positivas na marcha. Por ser uma intervenção que engloba além das capacidades físicas o treinamento de habilidades e tarefas específicas, nós hipotetizamos que o TM é superior em promover melhoras na execução da marcha de pessoas com DP.

MÉTODOS

Desenho do estudo e participantes

Trata-se de um ensaio clínico, randomizado, unicego, paralelo com dois braços, baseado nas recomendações do *Standard Protocol Items: Recommendations for Interventional Trials* (SPIRIT) e do *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT) (Apêndice A). O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local (CAAE 89858518.6.0000.5152) e cadastrado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC) com o número RBR-3z39v3.

Os participantes foram recrutados do Projeto de Extensão “Parkinson em movimento” da Universidade Federal de Uberlândia, que oferece a fisioterapia em grupo para pessoas com DP. Todos os participantes receberam explicações detalhadas sobre o estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Participantes, randomização e cegamento

Foram incluídos no estudo pessoas com diagnóstico médico de doença de Parkinson

idiopática, deambulação independente, classificação I ou II na Escala de Hoehn Yahr e fisicamente ativos de acordo com o Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ. Os critérios de exclusão adotados foram: comprometimento cognitivo, observado pela pontuação do Mini Exame do Estado Mental (MEEM) de acordo com a escolaridade (39), lesões osteomioarticulares agudas ou qualquer condição clínica que se caracterizasse como contra-indicação para a prática de atividade física. A Tabela 1 mostra a caracterização da amostra na linha de base para o TM e MP.

O cálculo amostral realizado por meio do programa G*Power 3.1 apontou a necessidade de uma amostra de 20 pessoas, sendo 10 pessoas em cada grupo de intervenção, adotando-se poder de teste de 0,80, nível de significância de $p < 0,05$ e tamanho de efeito de Cohen de 0,35. Com base nos critérios expostos, foram avaliados 34 indivíduos, alocados de forma aleatória nos grupos de intervenção por meio de um seletor aleatório computadorizado (Excel®), com o sigilo de alocação. Os grupos de intervenção foram: Grupo 1 (Treinamento mat Pilates - MP) e Grupo 2 (Treinamento Multimodal - TM). A figura 1 mostra o fluxograma dos participantes do estudo de acordo com o CONSORT.

A identidade dos participantes e o sigilo das informações pessoais foram preservadas em todas as etapas por meio de codificação numérica. O cegamento foi realizado entre os avaliadores, haja vista que o desenho do estudo não permitiu o cegamento dos pacientes e pesquisadores.

Linha de Base

Os voluntários que atenderam aos critérios de elegibilidade, foram submetidos à coleta dos dados da linha de base e à avaliação da marcha em velocidade confortável em dois momentos: 1) linha de base - antes do início das intervenções, e 2) imediatamente pós-intervenção. Para a construção da linha de base e avaliação, foram utilizados: Escala Unificada de Classificação da Doença de Parkinson (UPDRS) – parte motora, Mini-Exame do Estado Mental (MEEM), IPAQ, e avaliação cinemática da marcha.

Inicialmente os participantes preencheram uma Ficha de Identificação onde constava informações acerca de dados pessoais, características antropométricas auto-relatadas, tempo de diagnóstico, histórico de quedas e medicações em uso (Tabela 1).

Procedimentos e instrumentos de avaliação

A avaliação cinemática da marcha foi realizada em uma passarela de 10 metros de comprimento e 2 metros de largura, sendo desconsiderados os 2 primeiros e 2 últimos metros

da passarela para evitar possíveis influências dos processos de aceleração e desaceleração (40,41), sendo considerados os 6 metros de caminhada. Para a avaliação, utilizou-se o equipamento CHANNELS MYOTRACE 400: BLUETOOTH (Noraxon®) e sensores de pressão *footswitch* para captação dos ciclos da marcha. Os sensores foram posicionados nos dois pés do participante, na base do hálux e na base do calcâneo (9).

Os participantes foram instruídos a caminhar na passarela seguindo o comando verbal padronizado, “*você vai andar na velocidade que caminha em suas atividades diárias, como por exemplo andar em casa, sem pressa*”, sendo o teste repetido 3 vezes e considerada a primeira medida para análise. Todos os participantes fizeram a familiarização com a situação de marcha e com os sensores de pressão e equipamento, para se sentirem à vontade durante o procedimento de coleta.

Para a obtenção das variáveis espaço-temporais da marcha, foram utilizados 10 ciclos de marcha de cada participante (42), por meio do software Noraxon®. As variáveis temporais analisadas foram: velocidade, tempo de balanço, tempo de duplo apoio, tempo de passada, cadência, tempo de passo e tempo de apoio simples. Neste caso, para analisar as variáveis que envolviam membro inferior direito e esquerdo, foi selecionado o membro mais acometido, ou seja, com tempo de balanço e tempo de apoio simples menores, tempo de passada e tempo de passo simples maiores, que se caracterizam como parâmetros alterados em pessoas com DP (2,3,6,16,19,43–45). As variáveis espaciais foram: comprimento do passo esquerdo, comprimento do passo direito e comprimento da passada.

Após a obtenção das variáveis cinemáticas, foi calculada a variabilidade das variáveis velocidade, tempo de passada, tempo de balanço, tempo de duplo apoio, tempo de passo e tempo de apoio simples. A variabilidade foi calculada pela média do desvio padrão de cada ciclo de marcha (6,9).

Intervenção

Foram criados dois protocolos de intervenção, Treinamento Multimodal (Apêndice B) e Treinamento mat Pilates (Apêndice C) com objetivos terapêuticos semelhantes de aprimorar as capacidades físicas, porém a forma de executar a intervenção se diferenciava, sendo que cada um apresentava elementos e princípios específicos da modalidade, incluindo no TM o treino de habilidades e tarefas específicas e no MP o controle de tronco, estabilização, treino respiratório e de consciência corporal. Para a criação, aplicação e monitoramento dos protocolos, os pesquisadores fisioterapeutas fizeram formações específicas para desenvolverem o estudo, sendo todos formados e com experiência na área. Para as avaliações, os avaliadores realizaram

o treinamento com o representante do equipamento, desde a utilização do equipamento à obtenção e interpretação dos resultados.

Os dois protocolos foram realizados em um ginásio esportivo bem iluminado, com piso plano e antiderrapante. Cada protocolo foi realizado em grupo e tiveram duração de 60 minutos, frequência de 3 vezes por semana, durante 12 semanas, totalizando 36 sessões de treinamento. Antes do início dos protocolos de intervenção foram realizadas 2 semanas de familiarização com os exercícios iniciais propostos para cada grupo para garantir a execução correta. Além disso, os indivíduos iniciaram as intervenções após um período de destreino de 2 meses.

O Treinamento Multimodal (G2) foi subdividido em três etapas: 1) aquecimento; 2) exercícios com duração de 60 segundos, em formato de circuito/mesociclos, operando em 4 estações. As estações continham exercícios para treino de velocidade, potência, equilíbrio, força e coordenação, com foco em tarefas cotidianas e funcionais. Essas tarefas envolviam a realização de movimentos multiplanares e multiarticulares, associando movimentos de aceleração e estabilização; 3) alongamentos. O descanso acontecia após os exercícios mais vigorosos, durando 60 segundos (Apêndice B).

O treinamento mat Pilates (G1) foi subdividido em quatro etapas: 1) aquecimento; 2) pré-pilates; 3) exercícios de fortalecimento do core, flexibilidade, controle postural e fortalecimento de membros superiores e inferiores; 4) alongamentos. Os exercícios eram realizados em uma série de 10 repetições e o descanso ocorria entre cada exercício, com duração de 60 segundos (Apêndice C).

A tabela 2 demonstra os exercícios realizados nos dois protocolos, e as progressões nos protocolos ocorreram na quarta e oitava semana, pelo aumento da resistência de faixas elásticas, carga, velocidade, intensidade de comando, alteração de tempo, alturas e superfícies. Após a conclusão do protocolo de treinamento a avaliação cinemática da marcha foi repetida de maneira idêntica ao momento pré intervenção.

Análise Estatística

Os dados foram apresentados como média \pm erro padrão da média. Para a comparação de cada variável dependente dentro do grupo (tempo: pré X pós) e entre os grupos (grupo: mat Pilates X Multimodal), considerando o efeito da interação entre tempo e grupo, foi utilizado o modelo de equações de estimativa generalizada (GEE) com estimador robusto de matriz de covariância, matriz de correlação não estruturada e distribuição gamma com função de ligação log. A condição pré treinamento foi utilizada como covariável nas análises. Para todos os

procedimentos foi considerado o nível significância de $p < 0,05$. Todas as análises foram realizadas utilizando o software SPSS, v.18 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Para a verificação da semelhança entre os grupos na linha de base, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk e posteriormente o teste T de Student.

O tamanho de efeito foi calculado pelo d de Cohen, interpretado como: trivial ($<0,35$), pequeno (0,35 a 0,80), moderado (0,80 a 1,50) e grande ($>1,5$). Essa classificação correspondentes a indivíduos que treinam recreativamente, ou seja, de 1 a 5 anos de treinamento (46). Como medida de controle da taxa de erro do tipo I, foi realizado o ajuste de Holm-Bonferroni para as comparações múltiplas.

RESULTADOS

Efeitos das intervenções nas variáveis cinemáticas da marcha

Os 34 indivíduos avaliados foram randomizados para os dois grupos Treinamento Multimodal - TM ($n=17$) e Treinamento mat Pilates - MP ($n=17$). O TM foi capaz de promover aumento da velocidade de marcha ($p<0,001$; $d=7,29$) e aumento do tempo de balanço ($p<0,001$; $d=1,93$) com tamanho de efeito grande; e aumento do comprimento da passada ($p<0,001$; $d=0,92$) e do comprimento do passo esquerdo ($p<0,001$, $d=1,01$) e direito ($p<0,001$; $d=1,20$) com tamanho de efeito moderado. Também foi observada a diminuição da cadência ($p<0,001$; $d=1,58$) com tamanho de efeito grande; diminuição do tempo de duplo apoio ($p<0,001$; $d=1,35$) com tamanho de efeito moderado; e a diferença no tempo de passo e tempo de apoio simples tiveram um tamanho de efeito insignificante. Quanto ao grupo MP, embora tenha sido observado o efeito na diminuição da cadência e aumento do comprimento do passo direito, os tamanhos de efeito quando comparados ao TM foram inferiores e considerados insignificantes, enquanto para o TM os efeitos foram considerados de grande a moderado (Tabela 3).

Efeitos das intervenções na variabilidade de variáveis temporais da marcha

Após o TM houve diminuição significativa da variabilidade da velocidade ($p<0,001$; $d=1,65$), do tempo de balanço ($p=0,022$; $d=0,82$), do tempo de duplo apoio ($p=0,002$; $d=0,87$), do tempo de passo ($p=0,003$; $d=0,62$) e do tempo de apoio simples ($p<0,001$; $d=1,19$), o que não aconteceu com o MP. Em relação à variabilidade do tempo de passada, não houve diferença significativa após os dois protocolos de intervenção (Tabela 4).

DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo suportaram a hipótese inicial, pois o TM foi superior em promover efeitos positivos na marcha de pessoas com DP. Após o TM, os indivíduos com DP apresentaram aumento da velocidade, do tempo de balanço, do comprimento de passo e passada, e diminuição da cadência e do tempo de duplo apoio, bem como a redução da variabilidade da velocidade, do tempo de balanço, do tempo de duplo apoio, do tempo de passo e do tempo de apoio simples com tamanho de efeito superior ao MP. Quanto ao grupo submetido ao MP, embora tenha sido observado diminuição da cadência e aumento do comprimento do passo direito, os tamanhos de efeito foram considerados insignificantes e inferiores ao TM, e não houve diferença significativa na variabilidade temporal da marcha.

Os programas de exercícios para pessoas com DP devem ser baseados em metas específicas, com destaque para programas que utilizem o treino orientado à tarefas (36). Além disso, devem considerar as cinco áreas principais: capacidade física; transferências; atividades manuais; equilíbrio e marcha. Sendo assim, o TM, por incluir tanto o treino de capacidades físicas quanto o treino da habilidade de andar, de uma forma dinâmica em um ambiente enriquecido (32–35), apresenta constructos que podem ser superiores ao MP, que engloba principalmente o treino de capacidades físicas que repercutem no desempenho da marcha, não treinando a habilidade específica de caminhar (30), justificando a superioridade do TM no presente estudo. Além disso, considerando que a aprendizagem motora envolve 3 fases: a aquisição; a automatização e a retenção, sendo a última relacionada à habilidades motoras adquiridas, o TM, por envolver a realização de tarefas específicas de forma repetitiva, pode ter influenciado o processo de aprendizagem motora e isso ter influenciado no desempenho da marcha (19).

A literatura mostra que existem tanto intervenções que trabalham capacidades físicas para aprimorar a marcha quando intervenções que englobam a habilidade, ou seja, além do MP, os programas de exercício que trabalham as capacidades físicas podem apresentar efeitos positivos nas variáveis cinemáticas da marcha, como por exemplo o treinamento aeróbio pode aumentar a velocidade e a cadência (17); o treinamento resistido pode aumentar a velocidade e aprimorar o desempenho de iniciação da marcha (18). Em contraste, outros programas de intervenção que englobam o treino de habilidades são encontrados, como por exemplo o treino de marcha associado a tarefas cognitivas, que pode aumentar o comprimento da passada (24); a caminhada nórdica que pode aumentar o comprimento do passo e diminuir a cadência (25); e o treinamento de capacidades físicas com ênfase no equilíbrio e treinamento de tarefas

funcionais pode melhorar o desempenho em testes funcionais de marcha (26).

As abordagens para a DP são heterogêneas e apresentam uma diversidade de desfechos, não havendo um consenso sobre a melhor intervenção de exercício para essa população, porém o TM se destaca (19,33,47). O MP é considerado mais eficaz do que os programas de treinamento de capacidades físicas isoladas para melhorar a função dos membros inferiores, podendo ser prescrito com segurança para pessoas com DP, podendo aumentar a velocidade da marcha e o comprimento da passada (31), com efeito desconhecido na variabilidade temporal da marcha. Por outro lado, o TM pode maximizar o efeito de mais de um tipo de intervenção (2), e em pessoas com DP, o TM também é capaz de aumentar a velocidade de marcha e comprimento da passada (38), também apresentando efeitos desconhecidos na variabilidade temporal da marcha. Neste contexto, nossos resultados mostram que a modalidade mais indicada para melhorar o desempenho da marcha de pessoas com DP é o TM, haja vista a mudança significativa nas variáveis espaço-temporais e na variabilidade temporal da marcha.

Em estudos anteriores foi afirmado que o TM e o MP são capazes de aumentar a velocidade de marcha e o comprimento de passada (31,38), e nossos resultados demonstram que o MP além de ser mais indicado, apresenta melhora em outros parâmetros também, pois considerando as alterações biomecânicas conhecidas na marcha parkinsoniana, é importante promover o aumento da velocidade de marcha e do comprimento de passo e de passada (2,48), o aumento do tempo de balanço (16), a diminuição do tempo de duplo apoio (2,16), a diminuição do tempo de passo e passada (3,16), a diminuição da cadência (8,11,12,49), bem como a diminuição da variabilidade da velocidade, do tempo de passada, do tempo de passo, do tempo de apoio simples, do tempo de balanço e do tempo de duplo apoio, refletindo uma marcha mais segura, consistente e estável (2,3,48,50).

A velocidade da marcha se destaca por se correlacionar com a limitação de atividades de vida diárias e ser um fator de risco de quedas, hospitalizações e mortalidade (51–53). Nossos resultados mostram que após o TM, a velocidade média foi de 1,95 m/s, demonstrando além da melhora estatística, uma melhora clínica, pois baseado no mínimo valor detectável de 0,18 m/s(54), houve um aumento de 0,95 m/s. Além disso, a velocidade média da marcha de pessoas com DP é estimada em 0,88 m/s, e aqueles que andam a uma velocidade inferior ao intervalo de 0,98 m/s a 1,1 m/s são propensos ao maior risco de quedas (10,43). Deste modo, consideramos de extrema relevância os resultados obtidos em relação à melhora da velocidade no grupo TM.

Em concordância com nossos resultados, é afirmado que a redução da cadência e o tempo de duplo apoio (2), bem como o aumento do comprimento do passo e da passada também são estratégias importantes para melhorar o desempenho de marcha (40). A diminuição do comprimento de passo e passada auxiliam na classificação da DP e na discriminação da marcha de pessoas com DP e sem a DP (3), e quando somado à variabilidade do tempo de duplo apoio e ao tempo de balanço, são preditivos de quedas (52), demonstrando o efeito positivo do TM. Além disso, o tempo de balanço e de duplo apoio juntamente com a cadência são descritos como responsáveis pela variância no desempenho da marcha e se correlacionam ao ritmo da marcha (53), sendo possível propor que os indivíduos do grupo TM aprimoraram o ritmo da marcha.

O aumento da cadência pode quantificar déficits progressivos da marcha de pessoas com DP, atuando como marcador de piora da doença e de instabilidade da marcha (8,11,12,49), porém ainda existe uma controvérsia se a diminuição da cadência é algo positivo, sendo afirmado que o aumento da cadência seria considerado benéfico (16,17). Consideramos que esta diminuição da cadência encontrada após o TM, possa ser um indicativo de ganho de estabilidade na marcha, sabendo que o aumento da cadência na DP se relaciona a déficits progressivos e instabilidade da marcha (11,49).

Estudos tentaram descrever o padrão de marcha de pessoas com DP baseados em variáveis espaço-temporais da marcha (11,56,57), e em recente revisão sistemática foram fornecidos valores médios destas variáveis da marcha para facilitar a interpretação de resultados. Os valores de pessoas com DP foram: velocidade da marcha = 1,01 (m/s); cadência = 106 (passos/min); tempo de balanço = 0,39 (s); tempo de passada = 1,18 (s); tempo de passo = 0,55 (s); e tempo de apoio simples = 0,74 (s) (58). Isto demonstra que os participantes do grupo TM foram capazes de incrementar a velocidade de marcha para 1,95m/s, a cadência de 106 passos/minuto ficou próxima ao valor médio, o tempo de balanço aumentou para 0,53 segundos, o tempo de passada diminuiu para 1,11 segundos, o tempo de passo diminuiu para 0,44 segundos e o tempo de apoio simples ficou abaixo da média, com 0,45 segundos.

Atualmente há evidências de que o aumento da variabilidade temporal da marcha reflete um controle neural prejudicado da marcha, apresentando propriedades discriminativas e preditivas (7) e se associando à alterações no controle motor e postural (6,13), diminuição da automação da marcha e progressão da doença (11,12), alterações cognitivas (15), aumento do risco de quedas e aumento da instabilidade da marcha em pessoas com DP (11,14), sendo mais sensível para detectar distúrbios da marcha na DP (5). É observado que valores baixos de

variabilidade se relacionam à capacidade de gerar ciclos de marcha rítmicos, consistentes, refletindo processos automáticos que requerem atenção mínima e contribuem para o controle e segurança da marcha (57,60). A variabilidade do tempo de passada, do tempo de passo, do tempo de apoio simples, do tempo de balanço e do tempo de duplo apoio são maiores em pessoas com DP comparados a pessoas sem DP, demonstrando a marcha mais instável e mais inconsistente, que piora ao longo do tempo (48,50). Neste sentido, o TM foi capaz de diminuir significativamente a variabilidade de todas as variáveis citadas, com a exceção da variabilidade do tempo de passada.

No presente estudo, foi possível reduzir a variabilidade do tempo de duplo apoio por meio do TM, demonstrando ser uma estratégia efetiva para minimizar os distúrbios de marcha, uma vez que este aumento se associa a instabilidade da marcha e ao risco aumentado de quedas, e a incidência de quedas recorrentes, além de predizer declínios cognitivos (8,9,15). O TM também foi capaz de reduzir a variabilidade do tempo de passo, e segundo a literatura, este aumento também pode quantificar déficits progressivos da marcha de pessoas com DP, atuando como marcador de piora da doença e de instabilidade da marcha (12,49). Os resultados também demonstram que houve efeito positivo do TM na variabilidade da velocidade, e embora sejam escassos estudos que a avaliem, já foi afirmado que andar com maior variabilidade na velocidade, é um forte preditor de quedas, merecendo atenção especial quando comparada aos outros parâmetros (61). Embora nossos achados não tenham encontrado diferenças na variabilidade do tempo de passada, ela é considerada um potencial marcador de progressão no estágio moderado da DP, e frequentemente avaliada nos estudos relacionando-se à variações no desempenho da marcha (2,11,40,57), porém também não foram encontrados estudos de intervenção que diminuíssem a variabilidade do tempo de passada para contrastar com nossos resultados.

As limitações do estudo consistem em não ter sido realizado o follow-up após o término das intervenções, não podendo determinar a durabilidade do efeito da intervenção, bem como a ausência de medidas de satisfação pessoal dos participantes em relação aos treinamentos propostos. Além disso, salientamos que não foram encontrados valores de referência para discutir com detalhes a relevância clínica dos resultados, apenas para a velocidade, sendo necessários estudos para fornecer informações sobre estes valores, como por exemplo o mínimo valor detectável dos demais parâmetros da marcha de pessoas com DP. Outra limitação consiste nos pacientes terem apresentado valores de tempo de duplo apoio e comprimento de passada diferentes na linha de base, podendo ter interferência na melhora do TM nestes aspectos. No

entanto, os resultados permitem sugerir a utilização de uma modalidade que inclui o treino de habilidades pela superioridade demonstrada em pessoas com DP. Portanto, sugerimos que mais estudos sejam realizados, incluindo uma avaliação de acompanhamento de longo prazo e de medidas de percepção do indivíduo. Nossos resultados nos permitem supor que o efeito do TM deve-se ao fato do treinamento focado em tarefas e habilidades específicas, e sendo assim, sugerimos que estudos futuros avaliem o efeito do MP associado ao treino da habilidade de andar nos parâmetros da marcha.

Com base nos resultados apresentados, podemos concluir que em relação às variáveis cinemáticas e variabilidade temporal da marcha de pessoas com DP, houve uma superioridade do TM em relação ao MP, com maior tamanho de efeito.

FUNÇÃO DOS AUTORES

Os autores Lucas Resende Sousa, Júlia Oliveira de Faria, Miriam Pimenta Ferreira, Ana Cláudia Dorásio Pamplona e Camilla Z. Hallal participaram de todas as etapas do estudo, desde a concepção, organização e execução do projeto de pesquisa, até a análise estatística e análise crítica do manuscrito. O autor Luciano F. Crozara participou da execução do projeto de pesquisa bem como no desenho, execução e revisão crítica da análise estatística e do manuscrito final.

DIVULGAÇÃO FINANCEIRA DOS AUTORES (ÚLTIMOS 12 MESES)

Nenhum.

REFERÊNCIAS

1. Poewe W, Seppi K, Tanner CM, Halliday GM, Volkman J, Schrag A, et al. Parkinson disease. *Nat Rev.* 2017;3(17013):1-21. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.13>
2. Mirelman A, Bonato P, Camicioli R, Ellis TD, Giladi N, Hamilton JL, et al. Gait impairments in Parkinson's disease. *Lancet Neurol.* 2019;18(7):697-708. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30044-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30044-4)
3. Rehman RZU, Del Din S, Guan Y, Yarnall AJ, Shi JQ, Rochester L. Selecting Clinically Relevant Gait Characteristics for Classification of Early Parkinson's Disease: A Comprehensive Machine Learning Approach. *Sci Rep.* 2019;9(1):1-12. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53656-7>
4. Lo RY, Tanner CM, Albers KB, Leimpeter AD, Fross RD, Bernstein AL, et al. Clinical features in early Parkinson disease and survival. *Arch Neurol.* 2009;66(11):1353-8. <https://doi.org/10.1001/archneurol.2009.221>
5. Chastan N, Decker LM. Posturo-locomotor markers of preclinical Parkinson's disease. *Neurophysiol Clin.* 2019;49(2):173-80. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2019.01.001>
6. Shoneburg; B, Mancini M, Horak F, Nutt JG. Framework for Understanding Balance Dysfunction in Parkinson's Disease. *Mov Disord.* 2013;28(11):1474-82. <https://doi.org/10.1002/mds.25613>
7. Lord S, Howe T, Greenland J, Simpson L, Rochester L. Gait variability in older adults: A structured review of testing protocol and clinimetric properties. *Gait Posture.* 2011;34(4):443-50. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.07.010>
8. Modarresi S, Divine A, Grahn JA, Overend TJ, Hunter SW. Gait parameters and characteristics associated with increased risk of falls in people with dementia : a systematic review. *Int Psychogeriatr.* 2018;10(1):1-17. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2018.06.1912>
9. Marques NR, Hallal CZ, Spinoso DH, Morcelli MH, Crozara LF, Gonçalves M. Applying different mathematical variability methods to identify older fallers and non-fallers using gait variability data. *Aging Clin Exp Res.* 2017;29(3):473-81. <https://doi.org/10.1007/s40520-016-0592-8>
10. Weiss A, Herman T, Giladi N, Hausdorff JM. Objective assessment of fall risk in Parkinson's disease using a body-fixed sensor worn for 3 days. *PLoS One.* 2014;9(5):1-10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096675>
11. Micó-Amigo ME, Kingma I, Heinzl S, Rispens SM, Heger T, Nussbaum S, et al. Potential markers of progression in idiopathic Parkinson's disease derived from assessment of circular gait with a single body-fixed-sensor: A 5 year longitudinal study. *Front Hum Neurosci.* 2019;13(February):1-14. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00059>

12. Warlop T, Detrembleur C, Bollens B, Stoquart G, Crevecoeur F, Jeanjean A, et al. Temporal organization of stride duration variability as a marker of gait instability in Parkinson's disease. *J Rehabil Med.* 2016;48(10):865-71. <https://doi.org/10.2340/16501977-2158>
13. Rennie L, Löfgren N, Moe-Nilssen R, Opheim A, Dietrichs E, Franzén E. The reliability of gait variability measures for individuals with Parkinson's disease and healthy older adults - The effect of gait speed. *Gait Posture.* 2018;62:505-9. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.04.011>
14. Moon Y, Sung JH, An R, Hernandez ME, Sosnoff JJ. Gait variability in people with neurological disorders: A systematic review and meta-analysis. *Hum Mov Sci.* 2016;47:197-208. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.03.010>
15. Savica R, Wennberg AMV, Hagen C, Edwards K, Roberts RO, Hollman JH, et al. Comparison of Gait Parameters for Predicting Cognitive Decline: The Mayo Clinic Study of Aging. *J Alzheimers Dis.* 2017;47(3):549-62. <https://doi.org/10.3233/JAD-160697>
16. Vila MH, Pérez R, Mollinedo I, Cancela JM. Analysis of gait for disease stage in patients with parkinson's disease. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(2):1-10. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020720>
17. Nadeau A, Lungu O, Duchesne C, Robillard MÈ, Bore A, Bobeuf F, et al. A 12-week cycling training regimen improves gait and executive functions concomitantly in people with parkinson's disease. *Front Hum Neurosci.* 2017;10(1):1-10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00690>
18. Saltychev M, Bärlund E, Paltamaa J, Katajapuu N, Laimi K. Progressive resistance training in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 2016;6(1). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-008756>
19. Capato TT da C, Domingos JMM, Almeida LRS. Versão em Português da Diretriz Europeia de Fisioterapia para a Doença de Parkinson. 1a Edição. São Paulo; 2015. 1-275 p.
20. Mollinedo-Cardalda I, Cancela-Carral JM, Vila-Suárez MH. Effect of a Mat Pilates Program with TheraBand on Dynamic Balance in Patients with Parkinson's Disease: Feasibility Study and Randomized Controlled Trial. *Rejuvenation Res.* 2018;21(5):423-30. <https://doi.org/10.1089/rej.2017.2007>
21. Cancela JM, Mollinedo Cardalda I, Ayán C, De Oliveira IM. Feasibility and Efficacy of Mat Pilates on People with Mild-to-Moderate Parkinson's Disease: A Preliminary Study. *Rejuvenation Res.* 2018;21(2):109-16. <https://doi.org/10.1089/rej.2017.1969>
22. Suárez-Iglesias D, Miller KJ, Seijo-Martínez M, Ayán C. Benefits of pilates in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Medicina (B Aires).* 2019;55(8):1-14. <https://doi.org/10.3390/medicina55080476>

23. Maciel DP, Mesquita VL, Marinho AR, Ferreira GM, Abdon AP, Maia FM. Pilates method improves balance control in Parkinson's disease patients: An open-label clinical trial. *Park Relat Disord*. 2020;77(5):18-9. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2020.05.037>
24. Geroïn C, Nonnekes J, Vries NM De, Strouwen C, Smania N, Tinazzi M, et al. Does dual-task training improve spatiotemporal gait parameters in Parkinson's disease? *Park Relat Disord*. 2018;55(4):86-91. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2018.05.018>
25. 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? *J Neuroeng Rehabil*. 2017;14(1):1-11. <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0226-1>
26. Wong-Yu ISK, Mak MKY. Multi-dimensional balance training programme improves balance and gait performance in people with Parkinson's disease: A pragmatic randomized controlled trial with 12-month follow-up. *Park Relat Disord*. 2015;21(6):615-21. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2015.03.022>
27. Ferraz DD, Trippo KV, Duarte GP, Neto MG, Bernardes Santos KO, Filho JO. The Effects of Functional Training, Bicycle Exercise, and Exergaming on Walking Capacity of Elderly Patients With Parkinson Disease: A Pilot Randomized Controlled Single-blinded Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018;99(5):826-33. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.12.014>
28. Gazmuri-Cancino M, Regalado-Vásquez E, Pavez-Adasme G, Hernández-Mosqueira C. Efectos de un programa de entrenamiento multicomponente en la marcha funcional en pacientes con Parkinson. *Rev Med Chil*. 2019;147(4):465-9. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872019000400465>
29. Orcioli-silva D, Rinaldi NM, Vítório R, Teresa L, Gobbi B. Effects of a multimodal exercise program on the functional capacity of Parkinson ' s disease patients considering disease severity and gender. *Motriz*. 2014;20(1):100-6. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742014000100015>
30. Wells C, Kolt GS, Bialocerkowski A. Defining Pilates exercise: A systematic review. *Complement Ther Med*. 2012;20(4):253-62. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2012.02.005>
31. Newell D, Shead V, Sloane L. Changes in gait and balance parameters in elderly subjects attending an 8-week supervised Pilates programme. *J Bodyw Mov Ther*. 2012;16(4):549-54. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2012.02.002>
32. Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA, et al. The physical activity guidelines for Americans. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2018;320(19):2020-8. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.14854>
33. Bouça-Machado R, Rosário A, Caldeira D, Castro Caldas A, Guerreiro D, Venturelli M, et al. Physical Activity, Exercise, and Physiotherapy in Parkinson's Disease: Defining the

- Concepts. Mov Disord Clin Pract. 2020;7(1):7-15.
<https://doi.org/10.1002/mdc3.12849>
34. Gallo PM, Garber CE. PARKINSON ' S DISEASE A Comprehensive Approach to Exercise. ACSM's Heal Fit J. 2011;15(4):8-17.
<https://doi.org/10.1249/FIT.0b013e31821eca84>
35. Resende-neto A, Silva-grigoletto M, Santos MS, Cyrino E. Treinamento funcional para idosos: uma breve revisão. Rev Bras Ciência Mov. 2016;24(2):167-77.
<https://doi.org/10.18511/0103-1716/rbcm.v24n3p167-177>
36. Soke F, Guclu-Gunduz A, Kocer B, Fidan I, Keskinoglu P. Task-oriented circuit training combined with aerobic training improves motor performance and balance in people with Parkinson's Disease. Acta Neurol Belg. 2021;121(2):535-43.
<https://doi.org/10.1007/s13760-019-01247-8>
37. Tollár J, Nagy F, Kovács N, Hortobágyi T. A High-Intensity Multicomponent Agility Intervention Improves Parkinson Patients' Clinical and Motor Symptoms. Arch Phys Med Rehabil. 2018;99(12):2478-2484.e1. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.05.007>
38. Zhang TY, Hu Y, Nie ZY, Jin RX, Chen F, Guan Q, et al. Effects of Tai Chi and multimodal exercise training on movement and balance function in mild to moderate idiopathic Parkinson disease. Am J Phys Med Rehabil. 2015;94(10):921-9.
<https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000351>
39. Brucki SMD, Nitrin R, Caramelli P, Bertolucci PHF, Okamoto IH. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. Arq Neuropsiquiatr. 2003;61(3):777-81. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2003000500014>
40. Hollman JH, Childs KB, McNeil ML, Mueller AC, Quilter CM, Youdas JW. Number of strides required for reliable measurements of pace, rhythm and variability parameters of gait during normal and dual task walking in older individuals. Gait Posture. 2010;32(1):23-8.
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.02.017>
41. Kressig RW, Beauchet O, Gaitrite E, Group N. Guidelines for clinical applications of spatio-temporal. Aging Clin Exp Res. 2005;18(2):174-6.
<https://doi.org/10.1007/BF03327437>
42. König N, Singh NB, von Beckerath J, Janke L, Taylor WR. Is gait variability reliable? An assessment of spatio-temporal parameters of gait variability during continuous overground walking. Gait Posture. 2014;39(1):615-7.
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.06.014>
43. Monteiro EP, Wild LB, Martinez FG, Pagnussat A de S, Peyré-Tartaruga LA. Aspectos biomecânicos da locomoção de pessoas com doença de Parkinson: revisão narrativa. Rev Bras Ciências do Esporte. 2016;39(4):1-8.
<https://doi.org/10.1016/j.rbce.2016.07.003>

44. Pistacchi M, Gioulis M, Sanson F, de Giovannini E, Filippi G, Rossetto F, et al. Gait analysis and clinical correlations in early Parkinson's disease. *Funct Neurol*. 2017;32(1):28-34. <https://doi.org/10.11138/FNeur/2017.32.1.028>
45. Opara JA, Małeckı A, Małeckı E, Socha T. Motor assessment in parkinson's disease. *Ann Agric Environ Med*. 2017;24(3):411-5. <https://doi.org/10.5604/12321966.1232774>
46. Rhea MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research trough the use of the effect size. *J Strength Cond Res*. 2004;18(4):918-20. <https://doi.org/10.1519/14403.1>
47. Ni M, Hazzard JB, Signorile JF, Luca C. Exercise Guidelines for Gait Function in Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-analysis. *Neurorehabil Neural Repair*. 2018;32(10):872-86. <https://doi.org/10.1177/1545968318801558>
48. Bouça-Machado R, Jalles C, Guerreiro D, Pona-Ferreira F, Branco Di, Guerreiro T, et al. Gait Kinematic Parameters in Parkinson's Disease: A Systematic Review. *J Parkinsons Dis*. 2020;10(3):843-53. <https://doi.org/10.3233/JPD-201969>
49. Hobert MA, Nussbaum S, Heger T, Berg D, Maetzler W, Heinzl S. Progressive gait deficits in Parkinson's disease: A wearable-based biannual 5-year prospective study. *Front Aging Neurosci*. 2019;10(FEB):1-7. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00022>
50. Kirkwood RN, Gomes HA, Sampaio RF, Furtado SRC, Moreira BS. Spatiotemporal and variability gait data in community-dwelling elderly women from Brazil. *Brazilian J Phys Ther*. 2016;20(3):258-66. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0157>
51. Hörder H, Skoog I, Johansson L, Falk H, Frändin K. Secular trends in frailty: A comparative study of 75-year olds born in 1911-12 and 1930. *Age Ageing*. 2015;44(5):817-22. <https://doi.org/10.1093/ageing/afv084>
52. Montero-Odasso M, Muir SW, Hall M, Doherty TJ, Kloosek M, Beauchet O, et al. Gait variability is associated with frailty in community-dwelling older adults. *Journals Gerontol*. 2011;66(5):568-76. <https://doi.org/10.1093/gerona/qlr007>
53. Shimada H, Makizako H, Doi T, Tsutsumimoto K, Suzuki T. Incidence of Disability in Frail Older Persons With or Without Slow Walking Speed. *J Am Med Dir Assoc*. 2015;16(8):690-6. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2015.03.019>
54. Steffen T, Seney M. Test-retest reliability and minimal detectable change on balance and ambulation tests, the 36-Item Short-Form Health Survey, and the Unified Parkinson Disease Rating Scale in people with parkinsonism. *Phys Ther*. 2008;88(6):733-46. <https://doi.org/10.2522/ptj.20070214>

55. Brognara L, Palumbo P, Grimm B, Palmerini L. Assessing Gait in Parkinson's Disease Using Wearable Motion Sensors: A Systematic Review. *Diseases*. 2019;7(1):18. <https://doi.org/10.3390/diseases7010018>
56. Marques NR, Spinoso DH, Carvalho B, Moreno VC, Kuroda MH, Navega MT. Is it possible to predict falls in older adults using gait kinematics? *Clin Biomech*. 2018;11(59):5-18. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.08.006>
57. Verghese J, Wang C, Lipton RB, Holtzer R, Xue X. Quantitative gait dysfunction and risk of cognitive decline and dementia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2007;78(9):929-35. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2006.106914>
58. Kwon KY, Lee HM, Kang SH, Pyo SJ, Kim HJ, Koh SB. Recuperation of slow walking in de novo Parkinson's disease is more closely associated with increased cadence, rather than with expanded stride length. *Gait Posture*. 2017;58(5):1-6. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.06.266>
59. Debû B, De Oliveira Godeiro C, Lino JC, Moro E. Managing Gait, Balance, and Posture in Parkinson's Disease. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2018;18(5). <https://doi.org/10.1007/s11910-018-0828-4>
60. Lord S, Galna B, Verghese J, Coleman S, Burn D, Rochester L. Independent domains of gait in older adults and associated motor and nonmotor attributes: Validation of a factor analysis approach. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013;68(7):820-7. <https://doi.org/10.1093/gerona/gls255>
61. Maki BE. Gait changes in older adults: Predictors of falls or indicators of fear? *J Am Geriatr Soc*. 1997;45(3):313-20. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1997.tb00946.x>

Figuras

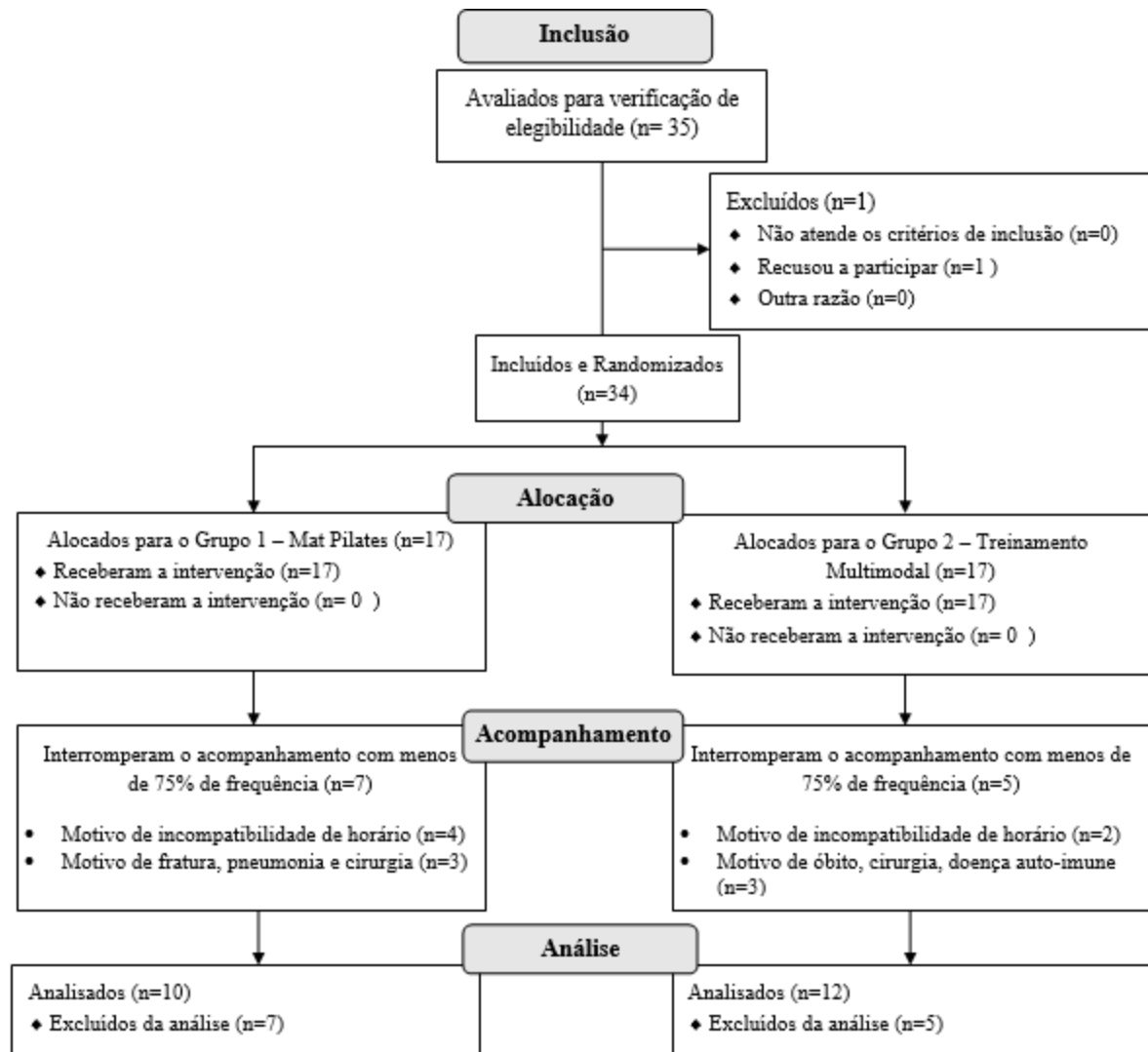


Figura 1: Fluxograma dos participantes do estudo baseado no *CONSORT*.

Tabelas

Tabela 1. Caracterização da amostra

Características	Grupos		Valor-p
	Treinamento Multimodal (n=12)	Treinamento mat Pilates (n=10)	
Idade (anos)	64,83 ± 8,89	62,2 ± 10,59	0,533
Massa corporal (kg)	67,81 ± 11,84	69,63 ± 8,65	0,690
Altura (cm)	160 ± 5	162 ± 9	0,659
H&Y (I/II)	4/8	6/4	-
Gênero (F/M)	6/6	5/5	-
MEEM	26,1 ± 2,4	26,5 ± 2,07	0,670
Tempo de diagnóstico (anos)	7,77 ± 3,23	7,77 ± 3,23	0,333
Tempo de atividade física (anos)	2,9 ± 2,84	4,14 ± 3,22	0,021*
Quedas último ano	1/10	2/12	-
UPDRS - III (Exame motor)	11,91 ± 6,4	9,4 ± 3,72	0,183
Uso de precursor de dopamina	12/0	10/0	-

Kg: quilograma; cm: centímetro; H&Y: Hoehn & Yahr; F: feminino; M: masculino; MEEN: Mini Exame do Estado mental; UPDRS – Avaliação Motora: Escala Unificada de Avaliação para Doença de Parkinson; S: sim; N: não. Valores expressos em média ± desvio padrão a menos que indiquem o contrário; *p<0,05 indica diferença significativa.

Tabela 2. Intervenções – Mat Pilates e Multimodal

TREINAMENTO MAT PILATES	1-Aquecimento: Marcha guiada (5 minutos)
	Pré Pilates: Encontrando a Pelve Neutra e Contração do Assoalho Pélvico
	3-Exercícios principais: The Hundred, Single Leg Circles, Pontes, Single Leg Streech, Double Leg Streech, Fortalecimento e estabilização da cintura escapular, Ostra, Adução e Abdução de MMII, Swan Dive, Prancha, Spine Strech Forward, Fortalecimento dos MMSS e Estabilizadores do ombro: Peitoral, Tríceps e Bíceps, Agachamento na bola, Afundo.
	4- Alongamentos: Relaxamento do pescoço, Alongamento de Escalenos, Alongamento de Deltóide, Alongamento de Quadríceps e Relaxar os Braços
TREINAMENTO MULTIMODAL	1-Aquecimento: Marcha guiada (5 minutos)
	2- Exercícios principais: Abdominal tradicional, Agachamento Livre, Subir e Descer Step, Deslocamento na Escada funcional, Salto Vertical, MMSS alternados, Mudança de Direção entre os cones, Bater a Bola de Reação, Flexão/Extensão de cotovelo com Bastão, Sobe e Desce com Elástico, Arremesso de Bola Contra a Parede, Prancha Ventral, Ponte, Troca de Pés na bola Suíça, Corrida estacionária e Pés dentro e fora da Escada Funcional
	3- Alongamentos: Relaxamento do ombro, Alongamento Deltóide, Dissociação de Cintura Pélvica, Alongamento de Quadríceps, Alongamento de posteriores sentado, Borboletinha, Relaxar Pescoço e Flexão/ Extensão de Cabeça.

MMII: Membros Inferiores; MMSS: Membros Superiores.

Tabela 3. Comparação das variáveis espaço-temporais da marcha entre os grupos antes e após intervenção

	Linha de base			12 semanas			Valor-p		
	Média ± EP	Dif. Média inter-grupos (95% IC)	Valor-p inter-grupos	Média ± EP	Dif. Média intra-grupos (95% IC)	Dif. Média inter-grupos (95% IC)	Tempo X Grupo	Pré vs. Pós	<i>d</i> de Cohen
Velocidade (m/s)									
MP	1,00 ± 0,05	0,001 (-0,14 a 0,14)	0,992	1,02 ± 0,05	0,02 (0,004 a 0,04)	0,93 (0,827 a 1,032)	0,000*	0,128	0,13
TM	1,00 ± 0,05			1,95 ± 0,01	0,95 (0,85 a 1,05)			0,000*	7,29
Tempo de balanço (s)									
MP	0,40 ± 0,02	-0,03 (-0,09 a 0,03)	0,274	0,40 ± 0,02	- 0,007 (-0,01 a -0,001)	0,13 (0,07 a 0,20)	0,000*	0,138	0,09
TM	0,37 ± 0,02			0,53 ± 0,03	0,16 (0,11 a 0,21)			0,000*	1,93
Tempo de duplo apoio (s)									
MP	0,44 ± 0,03	-0,15 (-0,22 a -0,08)	0,000*	0,44 ± 0,03	-0,003 (-0,01 a 0,004)	-0,23 (-0,30 a -0,16)	0,000*	0,870	0,03
TM	0,28 ± 0,02			0,20 ± 0,02	-0,08 (-0,10 a -0,06)			0,000*	1,35
Tempo de passada (s)									
MP	1,08 ± 0,03	0,03 (-0,07 a 0,14)	0,546	1,09 ± 0,03	0,003 (-0,0003 a 0,006)	0,03 (-0,08 a 0,13)	0,046*	0,385	0,03
TM	1,12 ± 0,05			1,11 ± 0,05	-0,003 (-0,007 a 0,001)			0,508	0,02
Cadência (passos/min)									
MP	115,13 ± 4,43	7,62 (-2,18 a 17,41)	0,127	114,00 ± 4,56	-1,13 (-1,80 a -0,47)	-3,08 (-12,68 a 6,51)	0,000*	0,001*	0,08
TM	122,75 ± 2,32			110,91 ± 1,78	-11,83 (-14,31 a -9,35)			0,000*	1,58
Tempo de passo (s)									
MP	0,50 ± 0,02	-0,03 (-0,10 a 0,05)	0,515	0,50 ± 0,02	-0,007 (-0,02 a 0,002)	-0,06 (-0,13 a 0,01)	0,015*	0,441	0,09
TM	0,48 ± 0,03			0,44 ± 0,03	-0,04 (-0,06 a -0,02)			0,000*	0,38
Tempo de ap. simples (s)									
MP	0,43 ± 0,03	0,02 (-0,06 a 0,09)	0,606	0,43 ± 0,03	-0,002 (-0,01 a 0,005)	0,03 (-0,05 a 0,10)	0,035*	0,538	0,02
TM	0,45 ± 0,02			0,45 ± 0,02	0,006 (0,003 a 0,011)			0,011*	0,10
Com. passo E (cm)									
MP	64,27 ± 3,81	-6,32 (-15,19 a 2,55)	0,163	65,57 ± 3,80	1,30 (0,19 a 2,41)	1,38 (-7,51 a 10,26)	0,000*	0,147	0,10
TM	57,94 ± 2,45			66,94 ± 2,47	9,00 (5,17 a 12,83)			0,000*	1,01
Com. passo D (cm)									
MP	67,40 ± 5,74	-9,73 (-22,00 a 2,54)	0,120	68,80 ± 5,73	1,40 (0,70 a 2,10)	-0,69 (-12,82 a 11,44)	0,000*	0,000*	0,07
TM	57,67 ± 2,49			68,11 ± 2,33	10,44 (7,34 a 13,55)			0,000*	1,20
Com.passada (cm)									
MP	131,67 ± 7,69	-23,61(-41,07 a -6,15)	0,008*	132,67 ± 7,49	1,00 (0,25 a 1,75)	-7,81 (-26,03 a 10,42)	0,000*	0,081	0,04
TM	108,05 ± 4,50			124,86 ± 5,52	16,81 (11,50 a 22,11)			0,000*	0,92

O teste equações de estimativa generalizada (GEE) foi utilizado para comparar grupos e momentos, sendo a condição pré treinamento utilizada como covariável nas análises. Os dados foram descritos em média, erro padrão da média e intervalo de confiança. O tamanho do efeito foi obtido através do *d* de Cohen. * $p < 0,05$ indica diferença significativa na interação Tempo e grupo entre antes (linha de base) e após 12 semanas de intervenção. MP= Treinamento Mat Pilates; TM: Treinamento Multimodal; EP: erro padrão da média; Dif: diferença E: esquerdo; D: direito; com.: comprimento; ap.: apoio.

Tabela 4. Comparação da variabilidade temporal da marcha entre os grupos antes e após intervenção

	Linha de base			12 semanas			Tempo X Grupo	valor-p	
	Média ± EP	Diferença Média inter-grupos (95% IC)	Valor-p inter-grupos	Média ± EP	Diferença Média intra-grupos (95% IC)	Diferença Média inter-grupos (95% IC)		Pré vs. Pós	<i>d</i> de Cohen
Velocidade (m/s)									
MP	0,062 ± 0,017	-0,036 (-0,076 a 0,005)	0,085	0,073 ± 0,017	-0,011 (-0,028 a 0,006)	0,040 (0,004 a 0,075)	0,029*	0,205	0,20
TM	0,098 ± 0,014			0,033 ± 0,008	0,064 (0,045 a 0,083)			0,000*	1,65
Tempo de passada (s)									
MP	0,052 ± 0,014	-0,016 (-0,077 a 0,046)	0,619	0,054 ± 0,013	-0,002 (-0,008 a 0,004)	0,029 (0,004 a 0,054)	0,001*	0,428	0,06
TM	0,068 ± 0,030			0,025 ± 0,004	0,042 (-0,008 a 0,092)			0,096	0,58
Tempo de balanço (s)									
MP	0,037 ± 0,007	-0,009 (-0,032 a 0,015)	0,467	0,029 ± 0,006	0,007 (-0,003 a 0,018)	0,007 (-0,008 a 0,023)	0,127	0,168	0,35
TM	0,045 ± 0,010			0,022 ± 0,005	0,024 (0,003 a 0,044)			0,022*	0,82
Tempo de duplo apoio (s)									
MP	0,024 ± 0,006	-0,025 (-0,05 a 0,001)	0,062	0,026 ± 0,007	-0,002 (-0,006 a 0,002)	0,006 (-0,01 a 0,021)	0,000*	0,404	0,09
TM	0,049 ± 0,012			0,020 ± 0,005	0,028 (0,010 a 0,047)			0,002*	0,87
Tempo de passo (s)									
MP	0,029 ± 0,008	0,005 (-0,012 a 0,022)	0,545	0,016 ± 0,003	0,013 (-0,003 a 0,029)	0,003 (-0,002 a 0,009)	0,937	0,106	0,73
TM	0,024 ± 0,005			0,013 ± 0,001	0,011 (0,004 a 0,018)			0,003*	0,62
Tempo de apoio simples (s)									
MP	0,132 ± 0,088	0,029 (-0,143 a 0,201)	0,740	0,135 ± 0,088	-0,003 -0,009 a 0,003)	0,117(-0,046 a 0,28)	0,000*	0,358	0,01
TM	0,103 ± 0,029			0,018 ± 0,004	0,085 (0,028 a 0,142)			0,003*	1,19

O teste equações de estimativa generalizada (GEE) foi utilizado para comparar grupos e momentos, sendo a condição pré treinamento utilizada como covariável nas análises. Os dados foram descritos em média, erro padrão da média e intervalo de confiança. O tamanho do efeito foi obtido através do *d* de Cohen. * $p < 0,05$ indica diferença significativa na interação Tempo e grupo entre antes (linha de base) e após 12 semanas de intervenção. MP= Treinamento Mat Pilates; TM: Treinamento Multimodal; EP: erro padrão da média.

APÊNDICES

Apêndice A – Checklist CONSORT



CONSORT 2010 checklist of information to include when reporting a randomised trial*

Section/Topic	Item No	Checklist item	Reported on page No
Title and abstract			
	1a	Identification as a randomised trial in the title	Title page
	1b	Structured summary of trial design, methods, results, and conclusions (for specific guidance see CONSORT for abstracts)	Abstract
Introduction			
Background and objectives	2a	Scientific background and explanation of rationale	Page 3 and 4
	2b	Specific objectives or hypotheses	Page 4
Methods			
Trial design	3a	Description of trial design (such as parallel, factorial) including allocation ratio	Page 4
	3b	Important changes to methods after trial commencement (such as eligibility criteria), with reasons	-
Participants	4a	Eligibility criteria for participants	Page 4 and 5
	4b	Settings and locations where the data were collected	Page 5 and 6
Interventions	5	The interventions for each group with sufficient details to allow replication, including how and when they were actually administered	Page 5 to 6
Outcomes	6a	Completely defined pre-specified primary and secondary outcome measures, including how and when they were assessed	Page 6
	6b	Any changes to trial outcomes after the trial commenced, with reasons	-
Sample size	7a	How sample size was determined	Page 5
	7b	When applicable, explanation of any interim analyses and stopping guidelines	-
Randomisation:			
Sequence generation	8a	Method used to generate the random allocation sequence	Page 5
	8b	Type of randomisation; details of any restriction (such as blocking and block size)	-



Allocation concealment mechanism	9	Mechanism used to implement the random allocation sequence (such as sequentially numbered containers), describing any steps taken to conceal the sequence until interventions were assigned	Page 5
Implementation	10	Who generated the random allocation sequence, who enrolled participants, and who assigned participants to interventions	Page 5
Blinding	11a	If done, who was blinded after assignment to interventions (for example, participants, care providers, those assessing outcomes) and how	Page 5
	11b	If relevant, description of the similarity of interventions	Page 6
Statistical methods	12a	Statistical methods used to compare groups for primary and secondary outcomes	Page 7
	12b	Methods for additional analyses, such as subgroup analyses and adjusted analyses	-
Results			
Participant flow (a diagram is strongly recommended)	13a	For each group, the numbers of participants who were randomly assigned, received intended treatment, and were analysed for the primary outcome	Page 5
	13b	For each group, losses and exclusions after randomisation, together with reasons	Page 5
Recruitment	14a	Dates defining the periods of recruitment and follow-up	Page 22
	14b	Why the trial ended or was stopped	-
Baseline data	15	A table showing baseline demographic and clinical characteristics for each group	-
Numbers analysed	16	For each group, number of participants (denominator) included in each analysis and whether the analysis was by original assigned groups	Page 23
Outcomes and estimation	17a	For each primary and secondary outcome, results for each group, and the estimated effect size and its precision (such as 95% confidence interval)	-
	17b	For binary outcomes, presentation of both absolute and relative effect sizes is recommended	Page 25 and 26
Ancillary analyses	18	Results of any other analyses performed, including subgroup analyses and adjusted analyses, distinguishing pre-specified from exploratory	-
Harms	19	All important harms or unintended effects in each group (for specific guidance see CONSORT for harms)	Page 25 and 26
Discussion			
Limitations	20	Trial limitations, addressing sources of potential bias, imprecision, and, if relevant, multiplicity of analyses	Page 12
Generalisability	21	Generalisability (external validity, applicability) of the trial findings	-
Interpretation	22	Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence	Page 8 to 12




Other information


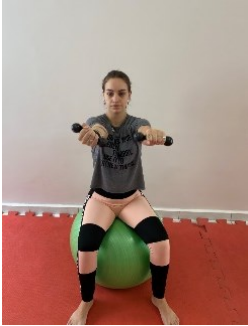
Registration	23	Registration number and name of trial registry	Page 4
Protocol	24	Where the full trial protocol can be accessed, if available	Page 29 to 44
Funding	25	Sources of funding and other support (such as supply of drugs), role of funders	Title page



*We strongly recommend reading this statement in conjunction with the CONSORT 2010 Explanation and Elaboration for important clarifications on all the items. If relevant, we also recommend reading CONSORT extensions for cluster randomised trials, non-inferiority and equivalence trials, non-pharmacological treatments, herbal interventions, and pragmatic trials. Additional extensions are forthcoming: for those and for up to date references relevant to this checklist, see www.consort-statement.org.



Apêndice B – Protocolo do Treinamento Multimodal

PROTOCOLO TREINAMENTO MULTIMODAL						
EXERCÍCIO	COMPONENTE	EXECUÇÃO	DURAÇÃO	PROGRESSÕES		
				P1	P2	P3
MARCHA GUIADA 	Aeróbico/Aquecimento	Os pesquisadores orientavam os pacientes a caminhar de forma constante durante o tempo estimado e seguindo-o.	5 minutos	Caminhada	Trote + mudança de direção	Corrida + mudança de direção
ABDOMINAL TRADICIONAL 	Treinamento do core	Paciente em decúbito dorsal, com flexão de MMII realiza elevação de tronco.	1 minuto	Abdominal tradicional	Somente apoio de calcanhar durante a realização	Extensão dos MMII durante a execução
AGACHAMENTO LIVRE	Fortalecimento	Paciente foi orientado a realizar flexão de joelho e quadril, mantendo o tronco alinhado. Desacelerando na fase excêntrica realizando extensão de joelho e quadril.	1 minuto	Agachamento livre	Agachamento com deslocamento lateral (esquerda e direita alternados)	Agachamento + deslocamento lateral + segurando uma bola suíça e realizando extensão de MMSS durante o agachamento



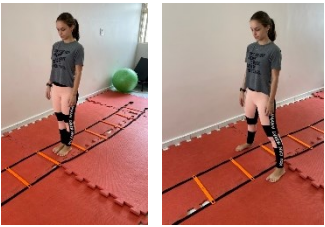
						
<p>SUBIR E DESCER STEP</p> 	Fortalecimento	Paciente foi orientado a subir e descer o step.	1 minuto	Subir e descer o step	Subir e descer dois steps que foram sobrepostos	Subir e descer step + caneleira em MMII
<p>DESLOCAMENTO DE FRENTE NA ESCADA FUNCIONAL</p> 	Agilidade	Paciente foi orientado a caminhar na escada funcional posicionando apenas um pé em cada quadrado	1 minuto	Deslocamento de frente na escada funcional	Deslocamento + pesquisador realizava resistência com uma faixa elástica no abdômen do paciente	Salto entre os quadrados

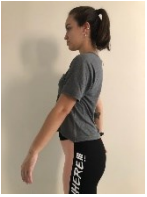


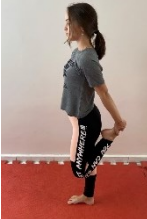
<p>SALTO VERTICAL</p> 	<p>Potência</p>	<p>Paciente orientado a realizar saltos verticais sem realizar nenhum deslocamento e de forma contínua.</p>	<p>1 minuto</p>	<p>Salto vertical</p>	<p>Salto vertical em superfície instável</p>	<p>Salto vertical em superfície instável + flexão de MMII e segurando uma bola</p>
<p>MMSS ALTERNADOS + 0,5 KG EM CADA MÃO</p> 	<p>Coordenação</p>	<p>Paciente sentado em uma bola suíça foi orientado a realizar movimento de pronosupinação alternados e contrários em MMSS com um halter em cada mão, pesando 0,5kg.</p>	<p>1 minuto</p>	<p>Sentado realizando pronosupinação alternado com MMSS com halter de 0,5kg em cada mão</p>	<p>Mesmo movimento, porém realizado em pé com marcha estacionária</p>	<p>Mesmo movimento realizado, porém, em pé com deslocamento lateral</p>


<p>MUDANÇA DE DIREÇÃO ENTRE CONES</p> 	<p>Equilíbrio</p>	<p>Pesquisador indicava uma cor e o paciente deveria ir em direção a cor indicada.</p>	<p>1 minuto</p>	<p>Paciente se posicionava ao lado da cor indicada pelo pesquisador, com pausas.</p>	<p>Paciente se posicionava ao lado do cone indicado pelo pesquisador, sem pausas (Comando mais veloz)</p>	<p>Pacientes foram orientados a caminhar por dentro e por fora dos cones de forma contínua</p>
<p>BATER BOLA DE REAÇÃO</p> 	<p>Coordenação</p>	<p>Paciente foi orientado a bater a bola de reação contra o solo e se movimentar conforme a reação da bola.</p>	<p>1 minuto</p>	<p>Paciente batia a bola de reação contra o solo.</p>	<p>Pegar a bola de reação com as mãos alternadas.</p>	<p>O pesquisador jogava duas bolas de reação no solo e o paciente deveria pegar as duas</p>

<p>FLEXÃO/EXTENSAO DE COTOVELO COM BASTÃO</p> 	<p>Fortalecimento</p>	<p>Paciente em pé realizava flexão e extensão de MMII, partindo de 90° até 45°.</p>	<p>1 minuto</p>	<p>Sem carga</p>	<p>+ carga</p>	<p>++ carga</p>
<p>SOBE E DESCE COM ELÁSTICO</p> 	<p>Agilidade</p>	<p>Exercício realizado em dupla (paciente+ pesquisador). Quando um leva o elástico para cima, imediatamente o outro deve levar a sua ponta para baixo.</p>	<p>1 minuto</p>	<p>Exercício deve ser realizado em dupla. Orientar um indivíduo segurar uma ponta da faixa elástica e o outro na outra ponta da faixa, de forma que provoque tensão. Enquanto um segura a faixa de pé, o outro faz agachamento tensionando a faixa alternando o movimento</p>	<p>Realizar o mesmo movimento com deslocamento.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento com deslocamento aumentando a velocidade.</p>

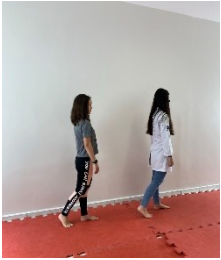


<p>ARREMESSO DE BOLA CONTRA A PAREDE</p> 	Potência	Exercício realizado em pé, com paciente de frente a parede, arremessando uma bola pequena contra a parede.	1 minuto	Realizar o exercício arremessando a bola contra parede e orientando ao paciente para que antes de pegar a bola após o arremesso, ele deixe a mesma quicar no chão.	Realizar o mesmo exercício com deslocamento para lado direito e esquerdo.	Realizar o mesmo exercício com deslocamento para o lado direito e esquerdo aumentando a velocidade.
<p>PRANCHA VENTRAL</p> 	Treinamento do Core	Paciente em decúbito ventral, com o apoio somente em antebraço e pés.		15 segundos de apoio	25 minutos de apoio	30 segundos de apoio
<p>PONTE</p> 	Fortalecimento	Paciente em decúbito dorsal, flexão de joelhos, MMSS no solo, foi orientado a realizar elevação de quadril.	1 minuto	Elevação de quadril.	Elevação de quadril unipodal.	Elevação de quadril unipodal + isometria 3segundos.
<p>TROCA DE PÉS NA BOLA SUIÇA</p>	Agilidade	Alterar a posição dos pés sobre a bola.	1 minuto	Alterar a posição dos pés sobre a bola.	Alterar a posição dos pés sobre a bola + alternar MMSS nos joelhos.	Mesmo movimento realizado no P2, porém com uma bola maior.



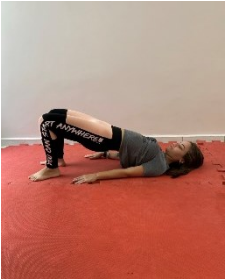
						
<p>CORRIDA ESTACIONÁRIA</p> 	Equilíbrio	Paciente em pé, realizar movimento de correr.	1 minuto	Paciente em pé realizar movimento de corrida no mesmo lugar	Realizar o mesmo movimento, porém com deslocamento para frente e para trás sobre o colchonete.	Realizar o mesmo movimento, com deslocamento segurando uma bola.
<p>PÉS DENTRO E FORA DA ESCADA FUNCIONAL</p> 	Coordenação	Paciente orientado a alternar os pés dentro e fora da escada funcional.	1 minuto	Paciente orientado a alternar os pés dentro e fora da escada de forma frontal	Paciente lateral em relação a escada e foi orientado a alternar os dois pés dentro e fora da escada	Paciente trota sobre a escada, ida de frente e volta de costas.


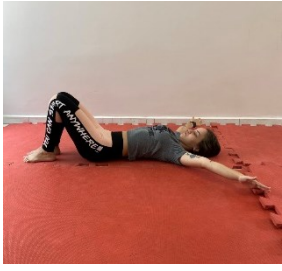

ALONGAMENTOS						
EXERCÍCIO	CAPACIDADE	EXECUÇÃO	DURAÇÃO	PROGRESSÕES		
				P1	P2	P3
RELAXAMENTO DO OMBRO 	Relaxamento	Paciente em pé realizou rotação do ombro para frente e depois para trás.	-	30''	45''	60''
ALONGAR DELTÓIDE 	Alongamento	Paciente em pé, realizou flexão lateral do ombro com apoio do membro contra lateral na altura do antebraço para realizar o alongamento da musculatura.	-	30''	45''	60''
DISSOCIAÇÃO DE CINTURA PÉLVICA 	Relaxamento	Paciente com a mão na cintura, foi orientado a realizar rotação com o quadril.	-	30''	45''	60''
ALONGAMENTO DE QUADRICEPS UNIPODAL 	Alongamento	Paciente em pé, foi orientado a realizar flexão com o joelho se mantendo de apoio unipodal.	-	30''	45''	60''





<p>ALONGAMENTO DE POSTEIORES SENTADO</p> 	<p>Alongamento</p>	<p>Paciente sentado, com os MMII abertos, realizava flexão máxima de tronco.</p>	<p>-</p>	<p>30''</p>	<p>45''</p>	<p>60''</p>
<p>BORBOLETINHA</p> 	<p>Alongamento</p>	<p>Paciente sentado com as</p>	<p>-</p>	<p>30''</p>	<p>45''</p>	<p>60''</p>
<p>RELAXAR O PESCOÇO</p> 	<p>Relaxamento</p>	<p>Paciente realizava rotações com o pescoço de forma lenta para ambos os lados de forma contínua.</p>	<p>-</p>	<p>30''</p>	<p>45''</p>	<p>60''</p>
<p>FLEXÃO/EXTENSÃO DE CABEÇA</p> 	<p>Relaxamento</p>	<p>Flexão de pescoço e extensão de pescoço mantida com o auxílio dos MMSS.</p>	<p>-</p>	<p>30''</p>	<p>45''</p>	<p>60''</p>




Apêndice C – Protocolo do Treinamento Mat Pilates



PROTOCOLO MAT PILATES						
EXERCÍCIO	COMPONENTE	EXECUÇÃO	DURAÇÃO	PROGRESSÕES		
				P1	P2	P3
MARCHA GUIADA 	Aeróbico/Aquecimento	Os pesquisadores orientavam os pacientes a caminhar de forma constante durante o tempo estimado e seguindo-o.	5 minutos	Caminhada	Trote + mudança de direção	Corrida + mudança de direção
PRÉ-PILATES ENCONTRANDO A PELVE NEUTRA 		Em decúbito dorsal, com os pés apoiados sobre o chão, solicite ao paciente que coloque os braços ao longo do corpo, com a palma das mãos voltadas para baixo. Realizar o movimento de anteversão e retroversão para encontrar a pelve neutra	Realizar em todas as sessões, até que o paciente tenha consciência do movimento.	Sem progressão	Sem progressão	Sem progressão
PRÉ PILATES CONTRAÇÃO DO ASSOALHO PÉLVICO 		Em decúbito dorsal, com os pés apoiados no chão e braços ao longo do corpo, solicite ao paciente que faça o movimento de “segurar o xixi”	Realizar em todas as sessões, até que o paciente tenha consciência do movimento	Sem progressão	Sem progressão	Sem progressão





<p>THE HUNDRED</p> 	<p>Trabalho da respiração e controle de abdômen.</p>	<p>Em decúbito dorsal elevar um membro inferior (perna) até 90° calmamente e expirar, enquanto o outro MI fica apoiado no chão. Solicitar que o paciente em seguida abaixe este membro, inspire e realize o mesmo movimento com o outro membro. Durante toda execução a palma de ambas as mãos devem estar voltadas e apoiadas sobre o colchonete.</p>	<p>1 série de 10 repetições</p>	<p>Realizar todo o exercício com a cabeça apoiada no colchonete, sem realizar movimento com os MMSS. Dar ênfase na importância da execução da respiração de modo correto.</p>	<p>Elevar uma perna e manter ela a 90° quando for realizar o movimento com o outro membro.</p>	<p>Elevar as duas pernas a 90°, com tronco apoiado sobre o colchonete e bombear os MMSS, por 5 inspirações e 5 expirações.</p>
<p>SINGLE LEG CIRCLE</p> 	<p>Estabilização pélvica e fortalecimento de MMII.</p>	<p>Em decúbito dorsal elevar um MI (perna) a 90°, enquanto o outro fica apoiado no chão. Solicitar que o paciente realize pequenos círculos com os pés no ar. Em seguida solicite que ele apoie o membro devagar no colchonete e realize o mesmo movimento com a outra perna.</p>	<p>1 série de 10 repetições em cada perna (5 círculos sentido horário e 5 círculos sentido anti-horário).</p>	<p>Realizar todo o exercício com a cabeça apoiada no colchonete, sem realizar movimento com os MMSS. Enfoque maior na estabilização da pelve.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento associado a flexão de quadril por 10 repetições em cada MI.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento de círculos com os pés, com os membros inferiores (MMII) a 90°.</p>
<p>PONTE</p> 	<p>Fortalecimento quadril, perineo e coxas e alongamento dos músculos anteriores de quadril.</p>	<p>Solicitar que o paciente fique em decúbito dorsal, apoie os pés no colchonete, com a palma das mãos voltadas para baixo, ao lado do corpo. Pedir que ele inspire e eleve a pelve em direção ao teto, expirando durante a realização do movimento.</p>	<p>1 série de 10 repetições.</p>	<p>Solicitar que durante a execução do movimento empurre o chão com os pés para elevação da pelve e elevar somente até a parte da coluna torácica.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento segurando uma faixa elástica de resistência leve.</p>	<p>Realizar o movimento com as pernas esticadas apoiadas sobre uma bola suíça por 10 respirações.</p>



<p>SINGLE LEG STRECH</p> 	<p>Fortalecimento de abdômen e alongamento de MMII</p>	<p>Em decúbito dorsal, solicitar que o paciente realize o movimento de flexão de quadil de um lado e extensão do outro lado, expirando durante a realização do movimento. Em seguida realizar o mesmo movimento do outro lado, como se estivesse andando em uma bicicleta.</p>	<p>1 série de 10 repetições</p>	<p>Realizar o exercício com a cabeça apoiada no colchonete, e dar destaque na realização da respiração de forma sincronizada ao movimento.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento, estendendo a perna direita, e movendo a mão esquerda em direção ao tornozelo esquerdo e a mão direita para joelho esquerdo. Fazer de forma alternada.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento retirando a escápula do colchonete.</p>
<p>DOUBLE LEG STRECH</p> 	<p>Alongamento de MMSS e trabalho de coordenação</p>	<p>Em decúbito dorsal com os pés firmes no chão, solicitar ao paciente que faça círculos com os braços.</p>	<p>1 série de 10 repetições (5 no sentido horário e 5 no sentido anti-horário)</p>	<p>Realizar o exercício com a cabeça e tronco apoiados no colchonete, cotovelos levemente flexionados durante o movimento</p>	<p>Realizar o mesmo movimento com movimento circular de MMSS e MMII</p>	<p>Realizar o mesmo movimento retirando a escápula do colchonete</p>
<p>FORTALECIMENTO E ESTABILIZAÇÃO DA CINTURA ESCAPULAR</p> 	<p>Fortalecimento e estabilização</p>	<p>Em decúbito dorsal, pés apoiados no chão segurar uma bola com os braços estendidos na altura dos ombros. Realizar o movimento levando a bola para o lado direito, voltando ao centro e em seguida movendo a bola para o lado e esquerdo.</p>	<p>1 série de 10 repetições (5 para o lado direito e 5 para o lado esquerdo).</p>	<p>Realizar o movimento de maneira que a coluna e quadril se mantenham na mesma posição.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento com um MI a 90° e o outro apoiado no chão.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento com os MMII a 90°.</p>

<p>OSTRA</p> 	<p>Ativação e fortalecimento de flexores e rotadores de quadril</p>	<p>Em decúbito lateral com joelhos fletidos e pés apoiados um sobre o outro, solicite que o paciente faça o movimento de abertura dos joelhos, sem desencostar os pés.</p>	<p>1 série de 10 repetições para cada lado.</p>	<p>Realizar o movimento</p>	<p>Realizar o mesmo movimento com a resistência de uma faixa elástica leve.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento com uma faixa mais resistente.</p>
<p>ADUÇÃO E ABDUÇÃO DE MMII</p> 	<p>Fortalecimento de posteriores de quadril, glúteos</p>	<p>Em decúbito lateral solicite que o paciente estique bem os MMII e faça o movimento de abdução de um lado e em seguida do outro lado.</p>	<p>1 série de 10 repetições.</p>	<p>Realizar o movimento com o membro superior (MS) de baixo estendido e o MS de cima apoiado a frente.</p>	<p>Realize o mesmo movimento com uma abdução maior.</p>	<p>Realize o mesmo movimento com caneleira de 0,5 kg.</p>
<p>SWAN DIVE</p> 		<p>Solicite ao paciente que fique em decúbito ventral, e realize uma extensão de tronco, com os cotovelos fletidos e pés apoiados no chão. Expire bem lentamente durante a realização do movimento.</p>	<p>1 série de 10 repetições</p>	<p>Realizar o movimento de forma controlada, descendo o tronco devagar e mantendo os ombros afastados das orelhas.</p>	<p>Realize o exercício e em isometria por 15 segundos</p>	<p>Realize o movimento em isometria por 25 segundos.</p>
<p>PRANCHA</p> 	<p>Fortalecimento de abdominais, ombros, braços e melhora da postura</p>	<p>Em decúbito ventral, solicite ao paciente que apoie em ambos os cotovelos e ponta dos pés, deixando o corpo o mais esticado possível, inspirando e expirando lentamente.</p>	<p>1 série de 10 segundos.</p>	<p>Realizar o movimento apoiando bem em cotovelos e antebraço. Solicite ao paciente a contração do abdômen.</p>	<p>Realize o mesmo movimento por 20 segundos.</p>	<p>Realize o mesmo movimento por 30 segundos.</p>

<p>SPINE STRETCH FORWARD</p> 	<p>Articula a coluna vertebral, melhora a postura e trabalha os abdominais profundos</p>	<p>Solicite ao paciente que sente com as pernas esticadas e ligeiramente afastadas na largura dos ombros.</p>	<p>1 série de 10 segundos.</p>	<p>Solicite ao paciente que se sente sobre os isquios mantendo a coluna em posição neutra inicialmente. Na execução do movimento se necessário fornecer apoio nas costas do paciente</p>	<p>Realize o mesmo movimento por 20 segundos.</p>	<p>Realize o mesmo movimento por 30 segundos.</p>
<p>FORTALECIMENTO DOS BRAÇOS E ESTABILIZADORES DO OMBRO: PEITORAL</p> 	<p>Fortalecimento e estabilização</p>	<p>Em pé solicite ao paciente que estique os braços na altura dos ombros e com auxílio de uma faixa elástica de resistência leve abra os braços.</p>	<p>1 série de 10 repetições.</p>	<p>Durante a execução do movimento dar ênfase no momento de inspirar e expirar de forma sincronizada ao exercício.</p>	<p>Realize o mesmo movimento, com faixa elástica mais resistente.</p>	<p>Realize o movimento, associado ao agachamento.</p>
<p>FORTALECIMENTO DOS BRAÇOS E ESTABILIZADORES DO OMBRO: TRÍCEPS</p> 	<p>Fortalecimento e estabilização</p>	<p>Em pé solicite ao paciente que segure uma faixa elástica leve, e realize o movimento de extensão de tríceps.</p>	<p>1 série de 10 repetições.</p>	<p>Durante a execução do movimento dar ênfase no momento de inspirar e expirar de forma sincronizada ao movimento.</p>	<p>Realize o mesmo movimento com faixa elástica mais resistente.</p>	<p>Realize o mesmo movimento com faixa elástica, esticando uma perna de forma alternada.</p>

<p>FORTELECIMENTO DOS BRAÇOS E ESTABILIZADORES DO OMBRO: BÍCEPS</p> 	<p>Fortalecimento e estabilização</p>	<p>Em pé solicite que o paciente coloque uma faixa elástica de resistência leve abaixo da planta de ambos os pés, e a segure firme realizando o movimento de flexão de bíceps.</p>	<p>1 série de 10 repetições</p>	<p>Durante a execução do movimento dar ênfase no momento de inspirar e expirar de forma sincronizada ao movimento</p>	<p>Realize o mesmo movimento com faixa elástica mais resistente.</p>	<p>Realize o movimento com faixa elástica de forma alternada.</p>
<p>AGACHAMENTO NA BOLA</p> 	<p>Fortalecimento de quadríceps, posteriores de coxa, ativação de eretores espinhais, e trabalho de abdominais</p>	<p>De pé, coloque a bola na altura da coluna lombar do paciente e solicite que ele faça o agachamento com as mãos cruzadas sobre o peito, expirando calmamente durante a execução do agachamento.</p>	<p>1 série de 10 repetições</p>	<p>Ficar atento a posição exata da bola para evitar possíveis deslizamentos e quedas.</p>	<p>Realize o mesmo movimento com os braços esticados na altura dos ombros, e palma das mãos voltadas uma para outra, mantendo-os no ar.</p>	<p>Realize o movimento de agachamento segurando faixa elástica com os braços esticados na altura dos ombros, fazendo abertura dos braços.</p>

<p>AFUNDO</p> 	<p>Trabalha quadríceps, e glúteos e fortalecimento dos posteriores da coxa e adutores.</p>	<p>De pé, solicite que o paciente coloque um pé na frente do outro, em distância segura, solicite que o mesmo coloque as mãos na cintura, e faça flexão do joelho que está à frente na angulação de no máximo 90°, a perna que está atrás esticada e durante o movimento realizar uma flexão também. Fazer o movimento de ambos os lados.</p>	<p>1 série de 10 repetições em cada membro.</p>	<p>Durante a execução do movimento orientar o paciente a não deslocar o centro de massa para frente.</p>	<p>Realize o movimento com os braços esticados na altura dos ombros.</p>	<p>Realize o movimento, segurando faixa elástica na altura dos ombros, fazendo abertura dos braços.</p>
ALONGAMENTOS						
EXERCÍCIO	CAPACIDADE	EXECUÇÃO	DURAÇÃO	PROGRESSÕES		
				P1	P2	P3
<p>RELAXAR O PESCOÇO</p> 	<p>Relaxamento</p>	<p>Solicite que o paciente faça movimentos circulares com a cabeça bem devagar</p>	<p>-</p>	<p>30''</p>	<p>45''</p>	<p>60''</p>
<p>ALONGAMENTO M. ESCALENOS</p> 	<p>Alongamento</p>	<p>Solicite que o paciente incline a cabeça para um lado e com a mão do lado em questão auxilie o movimento, respirando normalmente.</p>	<p>-</p>	<p>30''</p>	<p>45''</p>	<p>60''</p>
<p>ALONGAMENTO DE M.DELTOÍDE</p> 	<p>Alongamento</p>	<p>Em pé, solicite que o paciente coloque um braço a sua frente na horizontal e com a outra mão segure o cotovelo que está na horizontal e puxe-o devagar em direção ao deltoide oposto.</p>	<p>-</p>	<p>30''</p>	<p>45''</p>	<p>60''</p>

<p>ALONGAMENTO DE M. QUADRÍCEPS</p> 	<p>Alongamento</p>	<p>Em pé, solicite que o paciente fique em apoio unipodal, e segure o pé com joelho fletido do membro contralateral</p>	<p>-</p>	<p>30''</p>	<p>45''</p>	<p>60''</p>
<p>SOLTAR OS BRAÇOS</p> 	<p>Relaxamento</p>	<p>Em pé, peça que o paciente relaxe os ombros e balance os braços.</p>	<p>-</p>	<p>30''</p>	<p>45''</p>	<p>60''</p>

Artigo Original 2 – Revista Clinical Rehabilitation**EFEITOS DOS TREINAMENTOS MULTIMODAL E MAT PILATES NO EQUILÍBRIO E MOBILIDADE FUNCIONAL DE PESSOAS COM DOENÇA DE PARKINSON: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO UNICEGO**

Lucas Resende Sousa^a, Giovanna Amaro^b, Aline Cunha^b, Júlia Oliveira de Faria^b, Miriam Pimenta Ferreira^b, Ana Cláudia Dorásio Pamplona^b, Luciano F. Crozara^c, Camilla Z. Hallal^{d,*}

Resumo

Introdução: Os comprometimentos da marcha e equilíbrio são os principais fatores de risco associados à ocorrência de quedas em pessoas com doença de Parkinson (DP). Neste sentido, diferentes modalidades de intervenção com exercício físico podem aprimorar o equilíbrio e a mobilidade destes indivíduos, incluindo os treinamentos Multimodal (TM) e mat Pilates (MP), não havendo um consenso de qual é o mais indicado.

Objetivos: Comparar os efeitos dos TM e MP no equilíbrio e mobilidade funcional de pessoas com DP.

Desenho do estudo: Ensaio clínico randomizado unicego paralelo com dois braços.

Participantes: Foram randomizados um total de 34 participantes com DP leve a moderada (Hoehn-Yahr estágio 1-2) para os grupos de intervenção.

Intervenções: De forma aleatória os participantes foram alocados no (1) MP ou (2) TM. Os voluntários realizaram o treinamento por 60 minutos, três vezes por semana, durante doze semanas.

Principais medidas: MiniBESTest, TUG, TUG DT.

Resultados: Pela análise intergrupo, tanto o TM quanto MP promoveram melhora significativa na pontuação do MiniBESTest, porém apenas o TM foi capaz de diminuir o tempo de realização do TUG DT, e nenhuma intervenção melhorou significativamente o tempo de realização do TUG.

Conclusão: O TM e o MP foram efetivos em melhorar o equilíbrio de pessoas com DP, porém apenas o TM foi capaz de melhorar o desempenho funcional associado à dupla tarefa.

Palavras-chave: doença de Parkinson, exercício, equilíbrio, mobilidade funcional.

^a Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil.

^b Departamento de Fisioterapia - Faculdade de Educação Física, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.

^c Curso de Graduação em Educação Física, Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil.

^d Curso de Graduação em Fisioterapia, Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil.

Autor correspondente*: Camilla Zamfolini Hallal, Docente do Curso de Graduação em Fisioterapia - Universidade Federal de Uberlândia, R. Benjamin Constant, 1286 - Nossa Sra. Aparecida, Uberlândia - MG, Brasil. camillazhallal@ufu.br

Introdução

Os principais fatores de risco associados à ocorrência de quedas em pessoas com doença de Parkinson (DP) são os comprometimentos na marcha e do equilíbrio (1). Neste contexto, a instabilidade postural, caracterizada pela dificuldade em integrar informações sensoriais, gerando um déficit de equilíbrio, pode afetar a capacidade de uma pessoa de alterar ou manter posturas, como por exemplo caminhar (2,3), comprometendo a mobilidade funcional (4). As quedas em pessoas com DP variam sua frequência de 38% a 54% para um período de três meses e chegando a 68% em um período de 12 meses, ocorrendo mesmo nos estágios iniciais (5), levando a redução da qualidade de vida e a um elevado número de hospitalizações, fraturas e aumento da mortalidade (6).

Postula-se que os distúrbios da marcha e do equilíbrio podem ser marcadores pré-clínicos da DP, já que a neurodegeneração afeta a função dos núcleos da base, prejudicando o controle motor e comprometendo o equilíbrio e execução da marcha (7). Considerando o impacto das alterações do equilíbrio e mobilidade funcional em pessoas com DP, é necessário avaliar e propor intervenções que minimizem estas alterações. Neste sentido, o Mini-BESTest (8) é uma ferramenta eficaz amplamente utilizada (5) para rastrear transtornos no equilíbrio dinâmico, possuindo rápida aplicação, alta confiabilidade interavaliadores e teste-reteste na DP (9).

Para a avaliação da mobilidade funcional de pessoas com DP (10–12), utiliza-se frequentemente o teste “*Timed Up & Go*” (TUG) (13), que se correlaciona ao equilíbrio dinâmico, envolvendo a velocidade e agilidade no levantar, caminhar e sentar, com excelentes confiabilidade inter e intra-examinador e teste-reteste (4). Em adição, existe uma versão associada à uma tarefa cognitiva, conhecido como TUG dupla tarefa, que utiliza cálculos matemáticos regressivos enquanto o indivíduo caminha (14).

As intervenções para prevenir quedas, minimizando as alterações do equilíbrio e mobilidade funcional, devem ser pensadas como forma de auxiliar o efeito da terapia medicamentosa (15), sendo o exercício físico apontado como indispensável para melhorar tanto sintomas motores quanto não motores em pessoas com DP, tendo uma ampla variedade de intervenções para essa população (16–18), podendo melhorar significativamente tanto o desempenho em testes funcionais de marcha e mobilidade (19) quanto o controle postural e o equilíbrio (5,20), diminuindo o número de quedas (21). Em contraste, devido a heterogeneidade

das abordagens para a DP, não existe um consenso sobre a melhor intervenção para esses desfechos para essa população (5,22).

O Treinamento mat Pilates (MP) é considerado uma ferramenta convencional eficaz de reabilitação (23), incluindo o treinamento da força muscular, estabilidade da região central do corpo, flexibilidade, respiração, estabilização, equilíbrio e controle postural (24,25), com efeitos positivos no equilíbrio dinâmico de pessoas com DP, além da melhora na mobilidade funcional (25–28). Outra modalidade de intervenção é o Treinamento Multimodal (TM), que combina o treinamento de diferentes capacidades físicas com o treinamento de habilidades em circuitos de tarefas cotidianas específicas (18,22,29,30), com efeitos tanto na mobilidade funcional (31,32) quanto no equilíbrio de pessoas com DP (33). Embora as duas intervenções apresentem resultados positivos no equilíbrio e mobilidade funcional, elas apresentam constructos e princípios diferentes que podem influenciar no melhor resultado.

Tendo em vista a relação com o aumento do risco quedas e incidência de quedas recorrentes em pessoas com DP, é imprescindível buscar intervenções que sejam mais eficazes em aprimorar o equilíbrio e mobilidade funcional, visando uma marcha mais estável e segura. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito dos treinamentos Multimodal e mat Pilates no equilíbrio e mobilidade funcional de pessoas com DP. Hipotetizamos que o TM, por englobar o treino de equilíbrio somado ao treino de habilidades como a marcha, será mais eficaz em melhorar o equilíbrio e mobilidade funcional de pessoas com DP.

Material e métodos

Caracterização do estudo e preceitos éticos

O presente estudo trata-se de um ensaio clínico de tratamento, randomizado, unicoego, paralelo com dois braços, baseado no *Standard Protocol Items: Recommendations for Interventional Trials* (SPIRIT) e do *Consolidated Standarts of Reporting Trials* (CONSORT) (Apêndice A). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local (CAAE 89858518.6.0000.5152) e cadastrado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC) com o número RBR-3z39v3. Os participantes foram recrutados do Projeto de Extensão de fisioterapia em grupo para pessoas com DP - “Parkinson em movimento”, da instituição local. Todos os participantes foram explicados sobre o estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Participantes e procedimentos de randomização

O cálculo amostral realizado por meio do programa G*Power 3.1 apontou a necessidade de uma amostra de 20 pessoas, sendo 10 pessoas em cada grupo de intervenção, adotando-se poder de teste de 0,80, nível de significância de $p < 0,05$ e tamanho de efeito de Cohen de 0,35. Sendo assim, foram avaliados 34 indivíduos, alocados de forma aleatória, por meio de um seletor aleatório computadorizado (Excel®), com o sigilo de alocação, nos grupos de intervenção: Grupo 1 (Método mat Pilates - MP) e Grupo 2 (Treinamento multimodal - TM).

Foram incluídos no estudo pessoas com diagnóstico médico de DP idiopática, com deambulação independente, classificação I ou II na Escala de Hoehn Yahr e fisicamente ativos por meio do Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ. Os critérios de exclusão foram: comprometimento cognitivo, pela pontuação do Mini Exame do Estado Mental (MEEM) de acordo com a escolaridade (34), lesões osteomioarticulares agudas ou qualquer condição clínica que se caracterizasse como contra-indicação para a prática de atividade física. A Tabela 1 mostra a caracterização da amostra na linha de base para o TM e MP.

Tabela 1. Caracterização da amostra

Características	Grupos		Valor-p
	Treinamento Multimodal (n=12)	Treinamento mat Pilates (n=10)	
Idade (anos)	64,83 ± 8,89	62,2 ± 10,59	0,533
Massa corporal (kg)	67,81 ± 11,84	69,63 ± 8,65	0,690
Altura (cm)	160 ± 5	162 ± 9	0,659
H&Y (I/II)	4/8	6/4	-
Gênero (F/M)	6/6	5/5	-
MEEM	26,1 ± 2,4	26,5 ± 2,07	0,670
Tempo diagnóstico (anos)	7,77 ± 3,23	7,77 ± 3,23	0,333
Tempo atividade física (anos)	2,9 ± 2,84	4,14 ± 3,22	0,021*
Quedas último ano	1/10	2/12	-
UPDRS - III (Exame motor)	11,91 ± 6,4	9,4 ± 3,72	0,183
Uso de precursor de dopamina	12/0	10/0	-

Kg: quilograma; cm: centímetro; H&Y: Hoehn & Yahr; F: feminino; M: masculino; MEEN: Mini Exame do Estado mental; UPDRS – Avaliação Motora: Escala Unificada de Avaliação para Doença de Parkinson; S: sim; N: não. Valores expressos em média ± desvio padrão a menos que indiquem o contrário; * $p < 0,05$ indica diferença significativa.

A identidade dos participantes e o sigilo das informações pessoais foram preservadas em todas as etapas por meio de codificação numérica. O cegamento foi realizado entre os avaliadores, haja vista que o desenho do estudo não permitiu o cegamento dos pacientes e pesquisadores. A Figura 1 mostra o Fluxograma dos participantes do estudo de acordo com o *Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT)*.

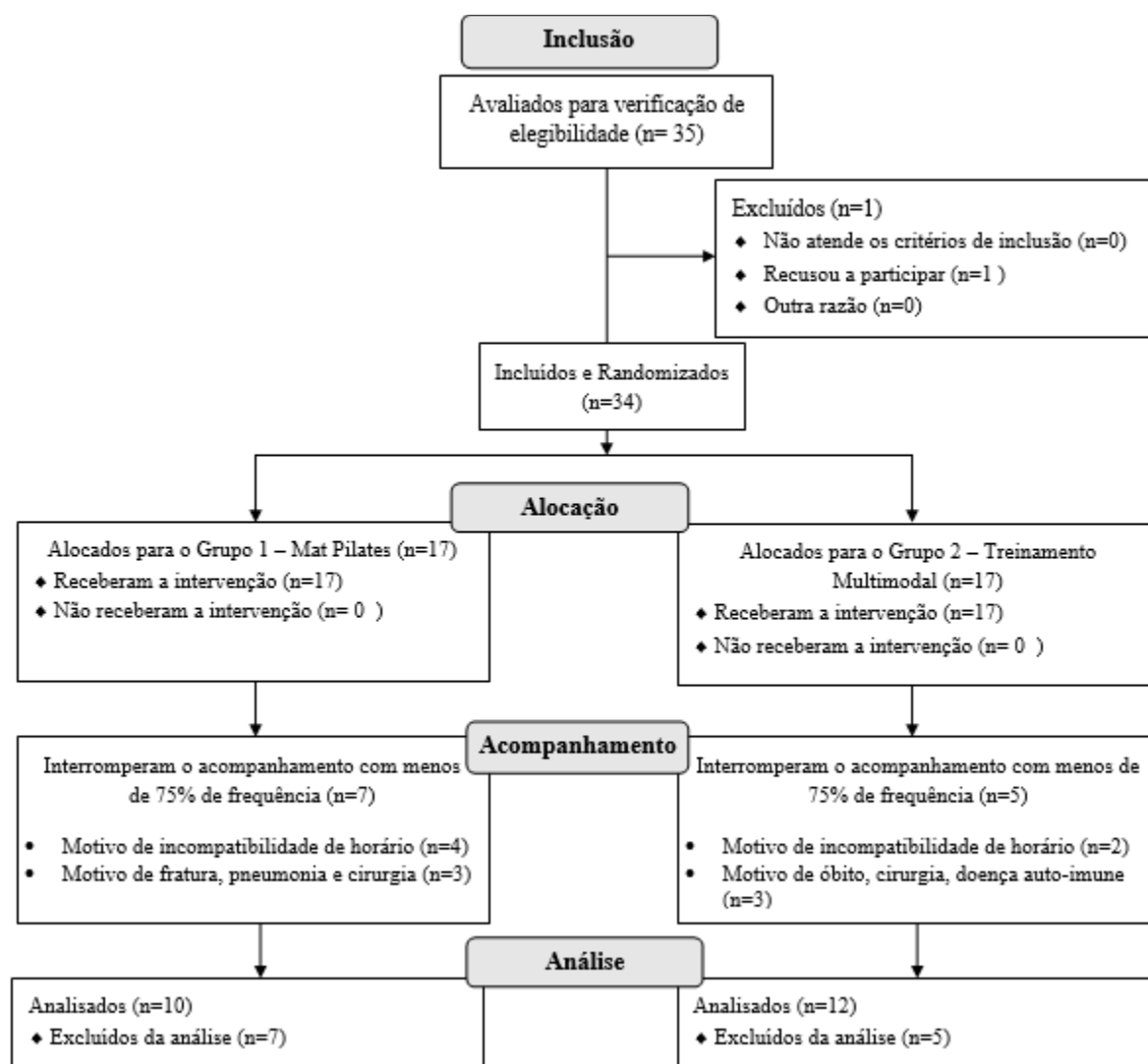


Figura 1: Fluxograma dos participantes do estudo baseado no *CONSORT*.

Linha de Base

Os voluntários que atenderam aos critérios de elegibilidade, foram submetidos à coleta dos dados da linha de base e à avaliação do equilíbrio em dois momentos: 1) linha de base - antes do início das intervenções, e 2) imediatamente pós-intervenção. Para a construção da linha

de base e avaliação, foram utilizados: Escala Unificada de Classificação da Doença de Parkinson (UPDRS) – parte motora, Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) e IPAQ.

Inicialmente os participantes preencheram uma Ficha de Identificação onde constava informações acerca de dados pessoais, características antropométricas auto-relatadas, tempo de diagnóstico, histórico de quedas e medicações em uso.

Procedimentos e instrumentos de avaliação

Para a coleta dos dados foi utilizado o MiniBESTest (Apêndice A), O “*Timed Up and Go*” (TUG) e TUG dupla tarefa (TUG DT), e antes de aplicar os testes, os voluntários foram instruídos sobre todos os procedimentos e familiarizados com a situação de coleta de dados.

O MiniBESTest (9) possui 14 itens, sendo que o examinador após avaliar marca qual foi o desempenho do paciente naquele item específico. Para cada item há 3 níveis de pontuação: 0 (que significa um grave comprometimento no equilíbrio), 1 (moderado comprometimento) e 2 (normal, sem nenhum comprometimento no equilíbrio). Assim, a pontuação máxima possível é de 28 e este resultado nos dá a dimensão do equilíbrio dinâmico do paciente, sendo que os valores mais baixos consistem em um pior desempenho. Os 14 itens dividem-se em quatro domínios: equilíbrio antecipatório, controle postural reativo, orientação sensorial e marcha dinâmica (8).

Os 14 itens pontuados consistiram em: 1) sentado para de pé; 2) ficar na ponta dos pés; 3) de pé em uma perna; 4) correção com passo compensatório - para frente; 5) correção com passo compensatório - para trás; 6) correção com passo compensatório - lateral; 7) olhos abertos, superfície firme (pés juntos); 8) olhos fechados, superfície de espuma (pés juntos); 9) inclinação - olhos fechados; 10) mudança na velocidade da marcha; 11) andar com viradas de cabeça - horizontal; 12) andar e girar sobre o eixo; 13) passar sobre obstáculos; 14) “get up & go” cronometrado com dupla tarefa.

O TUG (13) consiste em um teste de mobilidade funcional, que consiste na capacidade do indivíduo se movimentar de forma independente e segura em diversos ambientes e realizar atividades rotineiras, como locomoção e transferências posturais (4). No TUG, o voluntário é solicitado a se levantar de uma cadeira (com aproximadamente de 46 cm de altura), caminhar em um ritmo confortável e seguro por três metros de distância, virar e voltar para a cadeira, e sentar-se novamente. Na situação de coleta de dados, o indivíduo seguia o comando: “Quando eu disser ‘vá’, levante da cadeira, ande na sua velocidade normal através da fita no chão, gire e

volte para sentar-se na cadeira.

O TUG dupla tarefa (8) consiste em solicitar o indivíduo a contar regressivamente de 3 em 3 a partir de um número no intervalo entre 90 e 100, seguindo o comando: “Quando eu disser ‘vá’, levante da cadeira, ande na sua velocidade normal através da fita no chão, gire e volte para sentar na cadeira. Continue contando regressivamente o tempo todo. Ambos os testes são cronometrados pelo avaliador.

Protocolos de intervenção

Foram criados dois protocolos de intervenção, Treinamento Multimodal (Apêndice B) e Treinamento mat Pilates (Apêndice C) com objetivos terapêuticos semelhantes de aprimorar as capacidades físicas, porém a forma de executar a intervenção se diferenciava, sendo que cada um apresentava elementos e princípios específicos da modalidade, incluindo no TM o treino de habilidades e tarefas específicas e no MP o controle de tronco, estabilização, treino respiratório e de consciência corporal. Para a criação, aplicação e monitoramento dos protocolos, os pesquisadores fisioterapeutas fizeram formações específicas para desenvolverem o estudo, sendo todos formados e com experiência na área.

Os dois protocolos foram realizados em um ginásio esportivo bem iluminado, com piso plano e antiderrapante. Cada protocolo foi realizado em grupo e tiveram duração de 60 minutos, frequência de 3 vezes por semana, durante 12 semanas, totalizando 36 sessões de treinamento. Antes do início dos protocolos de intervenção foram realizadas 2 semanas de familiarização com os exercícios iniciais propostos para cada grupo para garantir a execução correta. Além disso, os indivíduos iniciaram as intervenções após um período de destreino de 2 meses.

O treinamento mat Pilates (G1) foi subdividido em quatro etapas: 1) aquecimento; 2) pré-pilates; 3) exercícios de fortalecimento do core, flexibilidade, controle postural e fortalecimento de membros superiores e inferiores; 4) alongamentos. Os exercícios foram realizados em uma série de 10 repetições e o descanso ocorria entre cada exercício, com duração de 60 segundos (Apêndice B).

O Treinamento Multimodal (G2) foi subdividido em três etapas: 1) aquecimento; 2) exercícios com duração de 60 segundos, em formato de circuito/mesociclos, operando em 4 estações. As estações continham exercícios para treino de velocidade, potência, equilíbrio, força e coordenação, com foco em tarefas cotidianas e funcionais. Essas tarefas envolviam a realização de movimentos multiplanares e multiarticulares, associando movimentos de aceleração e estabilização; 3) alongamentos. O descanso acontecia após os exercícios mais vigorosos, durando 60 segundos (Apêndice C)

As progressões nos protocolos ocorreram na quarta e oitava semana, pelo aumento da resistência de faixas elásticas, carga, velocidade, intensidade de comando, alteração de tempo, alturas e superfícies. A Tabela 2 demonstra os exercícios realizados nos dois protocolos. Após a conclusão do protocolo de treinamento a avaliação do equilíbrio e mobilidade funcional foi repetida de maneira idêntica ao momento pré intervenção.

Tabela 2. Intervenções – Mat Pilates e Multimodal

TREINAMENTO MAT PILATES	1-Aquecimento: Marcha guiada (5 minutos)
	2 – Pré Pilates: Encontrando a Pelve Neutra e Contração do Assoalho Pélvico
	3-Exercícios principais: The Hundred, Single Leg Circles, Pontes, Single Leg Streech, Double Leg Streech, Fortalecimento e estabilização da cintura escapular, Ostra, Adução e Abdução de MMII, Swan Dive, Prancha, Spine Strech Forward, Fortalecimento dos MMSS e Estabilizadores do ombro: Peitoral, Tríceps e Bíceps, Agachamento na bola, Afundo.
	4- Alongamentos: Relaxamento do pescoço, Alongamento de Escalenos, Alongamento de Deltóide, Alongamento de Quadríceps e Relaxar os Braços
TREINAMENTO MULTIMODAL	1-Aquecimento: Marcha guiada (5 minutos)
	2- Exercícios principais: Abdominal tradicional, Agachamento Livre, Subir e Descer Step, Deslocamento na Escada funcional, Salto Vertical, MMSS alternados, Mudança de Direção entre os cones, Bater a Bola de Reação, Flexão/Extensão de cotovelo com Bastão, Sobe e Desce com Elástico, Arremesso de Bola Contra a Parede, Prancha Ventral, Ponte, Troca de Pés na bola Suíça, Corrida estacionária e Pés dentro e fora da Escada Funcional
	3- Alongamentos: Relaxamento do ombro, Alongamento Deltóide, Dissociação de Cintura Pélvica, Alongamento de Quadríceps, Alongamento de posteriores sentado, Borboletinha, Relaxar Pescoço e Flexão/ Extensão de Cabeça.

MMII: Membros Inferiores; MMSS: Membros Superiores.

Análise Estatística

Os dados foram apresentados como média \pm erro padrão da média. Para a comparação de cada variável dependente dentro do grupo (tempo: pré X pós) e entre os grupos (grupo: mat Pilates X Treinamento Multimodal), considerando o efeito da interação entre tempo e grupo, foi utilizado o modelo de equações de estimativa generalizada (GEE) com estimador robusto

de matriz de covariância, matriz de correlação não estruturada e distribuição gamma com função de ligação log.

Para todos os procedimentos foi considerado o nível significância de $p < 0,05$. Todas as análises foram realizadas utilizando o software SPSS, v.18 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). O tamanho de efeito foi calculado pelo d de Cohen, interpretado como: trivial ($<0,35$), pequeno ($0,35$ a $0,80$), moderado ($0,80$ a $1,50$) e grande ($>1,5$). Essa classificação corresponde a indivíduos que treinam recreativamente, ou seja, de 1 a 5 anos de treinamento (35). Para a verificação da semelhança entre os grupos na linha de base, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk e posteriormente o teste T de Student.

Resultados

Os resultados demonstram que houve melhora significativa do equilíbrio, pela pontuação do MiniBESTest, tanto no grupo MP ($p=0,001$, $d=0,87$) quanto no grupo TM ($p=0,000$, $d=1,88$). Por outro lado, apenas o TM foi capaz de diminuir significativamente o tempo de realização do TUG DT ($p=0,003$, $d=1,00$); e nenhuma das intervenções melhorou significativamente o tempo de realização do TUG (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação da pontuação do MiniBESTest e TUG entre os grupos antes e após intervenção

	Linha de base			12 semanas			Valor-p		
	Média ± EP	Diferença Média inter-grupo (95% IC)	Valor-p inter-grupos	Média ± EP	Diferença Média intra-grupo (95% IC)	Diferença Média inter-grupo (95% IC)	Tempo X Grupo	Pré vs. Pós	d de Cohen
MiniBESTest									
MP	23,10 ± 0,78	1,18 (-0,83 a 3,20)	0,250	26,70 ± 0,66	3,6 (0,88 a 3,32)	1,38 (-1,20 a 0,83)	0,903	0,001*	0,87
TM	21,92 ± 0,67			25,32 ± 0,82	3,4 (0,97 a 3,03)				
TUG (s)									
MP	9,73 ± 0,43	-1,42 (-2,90 a 0,06)	0,061	9,60 ± 0,38	-0,13 (-0,71 a 0,46)	-0,66 (-2,25 a 0,93)	0,207	0,669	0,19
TM	11,15 ± 0,62			10,26 ± 0,71	-0,89 (-1,92 a 0,14)				
TUG DT (s)									
MP	16,85 ± 2,03	-1,08 (-6,04 a 0,86)	0,667	15,26 ± 0,89	-1,58 (-4,13 a 0,97)	0,71 (-1,74 a 3,17)	0,295	0,224	0,48
TM	17,93 ± 1,50			14,55 ± 0,88	-3,38 (-5,58 a -1,18)				

O teste equações de estimativa generalizada (GEE) foi utilizado para comparar grupos e momentos. Os dados foram descritos em média, erro padrão da média e intervalo de confiança. O tamanho do efeito foi obtido através do d de Cohen. * $p < 0,05$ indica diferença significativa na interação Tempo e grupo entre antes (linha de base) e após 12 semanas de intervenção. MP= Treinamento Mat Pilates; TM: Treinamento Multimodal; EP: erro padrão da média; TUG= timed up and go; DT= dupla tarefa.

Discussão

O presente estudo objetivou comparar os treinamentos MP e TM no equilíbrio e mobilidade funcional de pessoas com DP. Foi observado que as duas intervenções foram capazes de melhorar o equilíbrio de pessoas com DP com tamanho de efeito significativo, e nenhuma delas apresentou resultado significativo no desempenho do TUG. Entretanto, apenas o TM foi capaz de diminuir o tempo de execução do TUG DT com tamanho de efeito significativo.

Em concordância com nossos resultados, é afirmado que tanto o MP (11,25,28,36) quanto o TM (33,37,38) são indicados para melhorar o equilíbrio de pessoas com DP, ressaltando que os treinamento de capacidades físicas com ênfase no equilíbrio e treinamento de tarefas funcionais devem ser prescritos para essa população (37). Neste contexto, destacamos que o MP, por trabalhar o controle postural, a estabilização, concentração, precisão e fluidez (24,25), e o TM, por incluir de forma dinâmica o treino das capacidades físicas somadas ao treino de habilidades cotidianas em circuitos de tarefas funcionais (30,39), maximizando o efeito de mais de um tipo de intervenção (40), pode ter contribuído para essa melhora no equilíbrio.

Os itens avaliados no MiniBESTest abordam diferentes sistemas de controle postural, que consistem no equilíbrio antecipatório, controle postural reativo, orientação sensorial e marcha dinâmica (8). Sendo assim, considerando o declínio do controle postural progressivo na DP (41), este teste pode classificar pessoas com DP como caidoras, sendo um forte preditor de risco de quedas (42), ou seja, pontuações inferiores a 19 identificam quedas recorrentes (43) e o escore de corte de risco de quedas é 20 (44). A diferença mínima clinicamente importante (MCID) do MiniBESTest para identificar os efeitos clínicos da reabilitação do equilíbrio individualmente em pessoas com DP é de 4,0 pontos, porém quando se trata de resultados de intervenção em grupo, como no presente estudo, para a interpretação clínica dos resultados são recomendados valores que variam de 3,4 a 4,0 (45). Como a diferença média para o TM foi de 3,4 e do MP foi de 3,6, é possível afirmar que houve além da diferença estatística, uma melhora clínica para ambos os grupos.

Em contrapartida, discordando dos nossos resultados, estudos mostram que o MP (26,28,46) e o TM (31–33) são capazes de diminuir o tempo de realização do TUG, demonstrando que eles podem influenciar na melhora na mobilidade funcional. Embora não tenha sido encontrada essa diferença, é possível observar que a média de pontuação de ambos os grupos no TUG antes e após a intervenção, ficou no intervalo de 9 a 11 segundos, tempo

considerado dentro da normalidade, considerando-os independentes (13). Em adição, ao considerar que os valores de 11,2 segundos caracterizam a média do tempo de realização do TUG de pessoas com DP não caidoras e a média 16,8 segundos as caracterizam como caidoras (47), os indivíduos podem ser considerados não caidores e provavelmente já realizaram o TUG com um desempenho satisfatório antes das intervenções.

Por outro lado, em conformidade com a literatura, que destaca os benefícios de intervenções multimodais associando o treino de dupla tarefa na execução do TUG DT (20,37), quando foi acrescentada uma tarefa cognitiva associada à uma tarefa motora, o TM foi capaz de promover a melhora da execução do TUG DT. O treinamento de dupla tarefa na DP ainda é controverso, com afirmações de ser uma ferramenta eficaz na melhoria do desempenho da marcha e segura em relação ao risco de quedas (48,49), mas que pode também aumentar o congelamento da marcha e não executar de forma eficiente a tarefa secundária pela competição de estímulos (50) podendo resultar em um desequilíbrio enquanto a pessoa está andando (5). Porém, diante das características dos participantes relacionadas a cognição, nível de atividade física, progressão da doença e por não apresentarem episódios de congelamento de marcha, os efeitos do treinamento de dupla tarefa (51) no TM parece ser positivo.

O TM pode ter favorecido a automatização do movimento, que se refere a um comportamento que requer mínima atenção e recursos cognitivos, sendo resistente à dupla tarefa, haja vista que o TM envolve a realização de tarefas repetitivas e frequentemente dupla tarefas, refletindo o processo de aprendizagem motora e conseqüentemente melhorando o desempenho no TUG DT (5). O efeito do TM na diminuição do tempo de execução do TUG DP é importante pois a diferença entre o TUG e TUG DT superior à 4,5 segundos é um indicativo do risco aumentado de quedas (52), o que ocorreu em nossos resultados. Em adição, destacamos a importância de se incluir a avaliação do TUG DT por ele ser superior ao TUG como preditor de quedas, apresentando 71% de valor preditivo positivo enquanto o TUG apresenta 42% (52).

As duas intervenções propostas apresentam outros efeitos conhecidos em pessoas com DP, além do equilíbrio e mobilidade. O MP é capaz de melhorar a força muscular (26), a resistência aeróbia, a flexibilidade, a agilidade motora, a autonomia, a qualidade de vida (25) e diminuir o risco de quedas (36). O TM promove a melhora da força muscular, coordenação motora (53), depressão e equilíbrio (33) e diminuição do risco de quedas (40). Embora a literatura seja favorável aos os efeitos do MP no equilíbrio e mobilidade funcional de pessoas com DP, incluindo uma metanálise que suporta esta afirmação (25), sugerimos que o TM pode

ser uma abordagem superior ao MP, principalmente pela melhora no TUG DT.

O TM se destaca por apresentar benefícios biopsicossociais, aplicando exercícios de forma dinâmica e integrada, utilizando tarefas específicas (30), combinando exercícios aeróbios, de força muscular, de flexibilidade e equilíbrio somados ao treinamento de diferentes habilidades motoras cotidianas (18,22,29,30). Neste sentido, por contemplar um ambiente enriquecido, com circuitos de multitarefas funcionais e favorecendo a interação dos participantes, o TM pode ser uma excelente opção (30), considerando que para intervenções em grupo, é indicado que o ambiente seja estimulante, com novidades, com conteúdo variado, e que promova inserção e interação social (54).

Apresentamos como limitações do estudo a não realização de um follow-up após o término das intervenções, bem como a ausência de medidas de satisfação pessoal dos participantes em relação aos treinamentos propostos. Outras limitações se devem ao fato de todos os indivíduos serem fisicamente ativos e apresentarem a marcha independente, encontrando-se no estágio inicial da DP, porém como o estudo envolvia a realização de duas intervenções em grupo, por segurança, optou-se por adotar estes critérios de segurança. Sugerimos que estudos futuros avaliem os indivíduos um tempo após o término das intervenções; incluam medidas de satisfação pessoal e auto-eficácia; e incluam indivíduos sedentários, bem como o estágio moderado da DP.

Concluimos que o TM e o MP são intervenções capazes de melhorar o equilíbrio de pessoas com DP, porém o TM se destaca por também promover a melhora da mobilidade funcional em situação de dupla tarefa.

Mensagens clínicas:

- Os treinamentos multimodal e o mat Pilates são capazes de melhorar o equilíbrio de pessoas com doença de Parkinson
- Com o treinamento multimodal é possível melhorar a mobilidade funcional em situação de dupla tarefa

Conflito de Interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse na realização deste estudo.

Financiamento: O suporte financeiro para o estudo foi provido pela FAPEMIG (Processo APQ 00327-14 e bolsa de estudo) e pelo CNPQ (Processo n. 459592/2014).

Referências

1. Ambrose AF, Paul G, Hausdorff JM. Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. *Maturitas*. 2013;75(1):51-61. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.02.009>
2. Sveinbjornsdottir S. The clinical symptoms of Parkinson's disease. *J Neurochem*. 2016;139(1):318-24. <https://doi.org/10.1111/jnc.13691>
3. Armstrong MJ, Okun MS. Diagnosis and Treatment of Parkinson Disease: A Review. *JAMA*. 2020;323(6):548-60. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.22360>
4. Da Silva BA, Faria CDCM, Santos MP, Swarowsky A. Assessing timed up and go in Parkinson's disease: Reliability and validity of timed up and go assessment of biomechanical strategies. *J Rehabil Med*. 2017;49(9):723-31. <https://doi.org/10.2340/16501977-2254>
5. Capato TT da C, Domingos JMM, Almeida LRS. Versão em Português da Diretriz Europeia de Fisioterapia para a Doença de Parkinson. 1ª Edição. São Paulo; 2015. 1-275 p.
6. Creaby MW, Cole MH. Gait characteristics and falls in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Park Relat Disord*. 2018;57(3):1-8. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2018.07.008>
7. Chastan N, Decker LM. Posturo-locomotor markers of preclinical Parkinson's disease. *Neurophysiol Clin*. 2019;49(2):173-80. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2019.01.001>
8. Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The balance evaluation systems test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Phys Ther*. 2009;89(5):484-98. <https://doi.org/10.2522/ptj.20080071>
9. Maia AC, Rodrigues-de-Paula F, Magalhães LC, Teixeira RLL. Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties of the balance evaluation systems test and MiniBESTest in the elderly and individuals with Parkinson's disease: Application of the Rasch model. *Brazilian J Phys Ther*. 2013;17(3):195-217. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000085>
10. Soke F, Guclu-Gunduz A, Kocer B, Fidan I, Keskinoglu P. Task-oriented circuit training combined with aerobic training improves motor performance and balance in people with Parkinson's Disease. *Acta Neurol Belg*. 2021;121(2):535-43. <https://doi.org/10.1007/s13760-019-01247-8>
11. Shailja Pandya, T. Nagendran, Avni Shah VC. Effect of Pilates Training Program on Balance in Participants with Idiopathic Parkinson's Disease - an Interventional Study. *Int J Heal Sci Res*. 2017;7(5):186-96. <https://doi.org/10.52403/ijhsr>

12. Huang SL, Hsieh CL, Wu RM, Tai CH, Lin CH, Lu WS. Minimal detectable change of the timed "up & go" test and the dynamic gait index in people with parkinson disease. *Phys Ther.* 2011;91(1):114-21. <https://doi.org/10.2522/ptj.20090126>
13. Podsiadlo, D; Richardson S. The Timed Up and Go: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-8. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>
14. Von Rosen P, Hagströmer M, Franzén E, Leavy B. Physical activity profiles in Parkinson's disease. *BMC Neurol.* 2021;21(1):1-8. <https://doi.org/10.1186/s12883-021-02101-2>
15. Fox SH, Katzenschlager R, Lim SY, et al. The movement disorder society evidence-based medicine review update: Treatments for the motor symptoms of Parkinson's disease. *Mov Disord.* 2011;26(3):2-41. <https://doi.org/10.1002/mds.23829>
16. Radder DLM, Lígia Silva de Lima A, Domingos J, et al. Physiotherapy in Parkinson's Disease: A Meta-Analysis of Present Treatment Modalities. *Neurorehabil Neural Repair.* 2020;34(10):871-80. <https://doi.org/10.1177/1545968320952799>
17. Amara A, Memon A. Effects of Exercise on Non-Motor Symptoms in Parkinson's Disease. *Physiol Behav.* 2019;176(3):139-48. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2017.11.004>
18. Gallo PM, Garber CE. Parkinson's disease: A Comprehensive Approach to Exercise. *ACSM's Heal Fit J.* 2011;15(4):8-17. <https://doi.org/10.1249/FIT.0b013e31821eca84>
19. Ni M, Hazzard JB, Signorile JF, Luca C. Exercise Guidelines for Gait Function in Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-analysis. *Neurorehabil Neural Repair.* 2018;32(10):872-86. <https://doi.org/10.1177/1545968318801558>
20. Capato TTC, De Vries NM, Inthout J, Barbosa ER, Nonnekkes J, Bloem BR. Multimodal Balance Training Supported by Rhythmical Auditory Stimuli in Parkinson's Disease: A Randomized Clinical Trial. *J Parkinsons Dis.* 2020;10(1):333-46. <https://doi.org/10.3233/JPD-191752>
21. Shen X, Wong-Yu ISK, Mak MKY. Effects of Exercise on Falls, Balance, and Gait Ability in Parkinson's Disease. *Neurorehabil Neural Repair.* 2016;30(6):512-27. <https://doi.org/10.1177/1545968315613447>
22. Bouça-Machado R, Rosário A, Caldeira D, et al. Physical Activity, Exercise, and Physiotherapy in Parkinson's Disease: Defining the Concepts. *Mov Disord Clin Pract.* 2020;7(1):7-15. <https://doi.org/10.1002/mdc3.12849>
23. Byrnes K, Wu PJ, Whillier S. Is Pilates an effective rehabilitation tool? A systematic review. *J Bodyw Mov Ther.* 2018;22(1):192-202. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.04.008>

24. Wells C, Kolt GS, Bialocerkowski A. Defining Pilates exercise: A systematic review. *Complement Ther Med*. 2012;20(4):253-62. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2012.02.005>
25. Suárez-Iglesias D, Miller KJ, Seijo-Martínez M, Ayán C. Benefits of pilates in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Medicina*. 2019;55(8):1-14. <https://doi.org/10.3390/medicina55080476>
26. Mollinedo-Cardalda I, Cancela-Carral JM, Vila-Suárez MH. Effect of a Mat Pilates Program with TheraBand on Dynamic Balance in Patients with Parkinson's Disease: Feasibility Study and Randomized Controlled Trial. *Rejuvenation Res*. 2018;21(5):423-30. <https://doi.org/10.1089/rej.2017.2007>
27. Cancela JM, Mollinedo Cardalda I, Ayán C, De Oliveira IM. Feasibility and Efficacy of Mat Pilates on People with Mild-to-Moderate Parkinson's Disease: A Preliminary Study. *Rejuvenation Res*. 2018;21(2):109-16. <https://doi.org/10.1089/rej.2017.1969>
28. Maciel DP, Mesquita VL, Marinho AR, et al. Pilates method improves balance control in Parkinson's disease patients: An open-label clinical trial. *Park Relat Disord*. 2020;77(5):18-9. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2020.05.037>
29. Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA, et al. The physical activity guidelines for Americans. *JAMA*. 2018;320(19):2020-8. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.14854>
30. Resende-neto A, Silva-grigoletto M, Santos MS, et al. Treinamento funcional para idosos : uma breve revisão. *Rev Bras Ciência Mov*. 2016;24(2):167-77. <https://doi.org/10.18511/0103-1716/rbcm.v24n3p167-177>
31. Ferraz DD, Trippo KV, Duarte GP, et al. The Effects of Functional Training, Bicycle Exercise, and Exergaming on Walking Capacity of Elderly Patients With Parkinson Disease: A Pilot Randomized Controlled Single-blinded Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018;99(5):826-33. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.12.014>
32. Gazmuri-Cancino M, Regalado-Vásquez E, Pavez-Adasme G, et al. Efectos de un programa de entrenamiento multicomponente en la marcha funcional en pacientes con Parkinson. *Rev Med Chil*. 2019;147(4):465-9. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872019000400465>
33. Tollár J, Nagy F, Kovács N, et al. A High-Intensity Multicomponent Agility Intervention Improves Parkinson Patients' Clinical and Motor Symptoms. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018;99(12):2478-2484.e1 <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.05.007>
34. Brucki SMD, Nitrin R, Caramelli P, et al. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. *Arq Neuropsiquiatr*. 2003;61(3):777-81. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2003000500014>

35. Rhea MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *J Strength Cond Res.* 2004;18(4):918-20. <https://doi.org/10.1519/00124278-200411000-00040>
36. Daneshmandi H, Sayyar S, Bakhshayesh B. The Effect of a Selective Pilates Program on Functional Balance and Falling Risk in Patients with Parkinson's Disease. *Zahedan J Res Med Sci.* 2017;19(4). <https://doi.org/10.5812/zjrms.7886>
37. Wong-Yu ISK, Mak MKY. Multi-dimensional balance training programme improves balance and gait performance in people with Parkinson's disease: A pragmatic randomized controlled trial with 12-month follow-up. *Park Relat Disord.* 2015;21(6):615-21. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2015.03.022>
38. Wallén MB, Hagströmer M, Conradsson D, et al. Long-term effects of highly challenging balance training in Parkinson's disease-a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2018;32(11):1520-9. <https://doi.org/10.1177/0269215518784338>
39. Meereis Lemos ECW, Guadagnin EC, Mota CB. Influence of strength training and multicomponent training on the functionality of older adults: Systematic review and meta-analysis. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum.* 2020;(3)22:1-20. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e6070>
40. Mirelman A, Bonato P, Camicioli R, et al. Gait impairments in Parkinson's disease. *Lancet Neurol.* 2019;18(7):697-708. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30044-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30044-4)
41. Vervoort G, Bengevoerd A, Strouwen C, et al. Parkinsonism and Related Disorders Progression of postural control and gait deficits in Parkinson's disease and freezing of gait : A longitudinal study. *Park Relat Disord.* 2016;28:73-9. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2016.04.029>
42. Lopes LKR, Scianni AA, Lima LO, et al. The Mini-BESTest is an independent predictor of falls in Parkinson Disease. *Phys Ther.* 2020;24(5):433-40. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.07.006>
43. Mak MKY, Auyeung MM. The mini-bestest can predict parkinsonian recurrent fallers: A 6-month prospective study. *J Rehabil Med.* 2013;45(6):565-71. <https://doi.org/10.2340/16501977-1144>
44. Leddy AL, Crowner BE, Earhart GM. Utility of the mini-BESTest, BESTest, and BESTest sections for balance assessments in individuals with Parkinson disease. *J Neurol Phys Ther.* 2011;35(2):90-7. <https://doi.org/10.1097/NPT.0b013e31821a620c>
45. Godi M, Arcolin I, Giardini M, et al. Responsiveness and minimal clinically important difference of the Mini-BESTest in patients with Parkinson's disease. *Gait Posture.* 2020;80(5):14-9. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.05.004>

46. Roller M, Kachingwe A, Beling J, et al. Pilates Reformer exercises for fall risk reduction in older adults: A randomized controlled trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2018;22(4):983-98. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.09.004>
47. Foreman KB, Addison O, Kim HS, Dibble LE. Testing balance and fall risk in persons with Parkinson disease, an argument for ecologically valid testing. *Park Relat Disord.* 2011;17(3):166-71. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2010.12.007>
48. Strouwen C, Molenaar EALM, Münks L, et al. Dual tasking in Parkinsons disease: Should we train hazardous behavior? *Expert Rev Neurother.* 2015;15(9):1031-9. <https://doi.org/10.1586/14737175.2015.1077116>
49. Geroin C, Nonnekes J, Vries NM De, et al. Does dual-task training improve spatiotemporal gait parameters in Parkinson's disease? *Park Relat Disord.* 2018;55(April):86-91. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2018.05.018>
50. Spildooren J, Vercruyse S, Desloovere K, et al. Freezing of gait in Parkinson's disease: The impact of dual-tasking and turning. *Mov Disord.* 2010;25(15):2563-70. <https://doi.org/10.1002/mds.23327>
51. De Freitas TB, Leite PHW, Doná F, et al. The effects of dual task gait and balance training in Parkinson's disease: a systematic review. *Physiother Theory Pract.* 2020;36(10):1088-96. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1551455>
52. Maranhão-Filho PA, Maranhão ET, Lima MA, Silva MM da. Rethinking the neurological examination II: dynamic balance assessment. *Arq Neuropsiquiatr.* 2011;69(6):959-63. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2011000700022>
53. Orcioli-silva D, Rinaldi NM, Vitória R, et al. Effects of a multimodal exercise program on the functional capacity of Parkinson's disease patients considering disease severity and gender. *Motriz.* 2014;20(1):100-6. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742014000100015>
54. Rossi A, Torres-Panchame R, Gallo PM, et al. What makes a group fitness program for people with Parkinson's disease endure? A mixed-methods study of multiple stakeholders. *Complement Ther Med.* 2018;41(July):320-7. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.08.012>

APÊNDICES

Apêndice A – MiniBESTest

MINIBESTest

Avaliação do Equilíbrio – Teste dos Sistemas

Os indivíduos devem ser testados com sapatos sem salto ou sem sapatos nem meias.

Se o indivíduo precisar de um dispositivo de auxílio para um item, pontue aquele item em uma categoria mais baixa.

Se o indivíduo precisar de assistência física para completar um item, pontue na categoria mais baixa (0) para aquele item.

1. SENTADO PARA DE PÉ

(2) Normal: Passa para de pé sem a ajuda das mãos e se estabiliza independentemente

(1) Moderado: Passa para de pé na primeira tentativa COM o uso das mãos

(0) Grave: Impossível levantar de uma cadeira sem assistência – OU – várias tentativas com uso das mãos

2. FICAR NA PONTA DOS PÉS

(2) Normal: Estável por 3 s com altura máxima

(1) Moderado: Calcanhares levantados, mas não na amplitude máxima (menor que quando segurando com as mãos) OU instabilidade notável por 3 s

(0) Grave: ≤ 3 s

3. DE PÉ EM UMA PERNA

Esquerdo

Tempo (em segundos) Tentativa 1: _____.

Tentativa 2: _____.

(2) Normal: 20 s

(1) Moderado: <20 s

(0) Grave: Incapaz

Direito

Tempo (em segundos) Tentativa 1: _____.

Tentativa 2: _____.

(2) Normal: 20 s

(1) Moderado: <20 s

(0) Grave: Incapaz

4. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – PARA FRENTE

(2) Normal: Recupera independentemente com passo único e amplo (segundo passo para realinhamento é permitido)

(1) Moderado: Mais de um passo usado para recuperar o equilíbrio

(0) Nenhum passo, OU cairia se não fosse pego, OU cai espontaneamente

5. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – PARA TRÁS

(2) Normal: Recupera independentemente com passo único e amplo

(1) Moderado: Mais de um passo usado para recuperar o equilíbrio

(0) Grave: Nenhum passo, OU cairia se não fosse pego, OU cai espontaneamente

6. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO - LATERAL

Esquerdo

(2) Normal: Recupera independentemente com um passo (cruzado ou lateral permitido)

(1) Moderado: Muitos passos para recuperar o equilíbrio

(0) Grave: Cai, ou não consegue dar passo

Direito

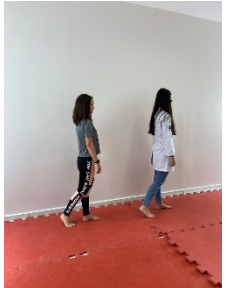
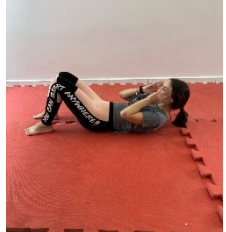
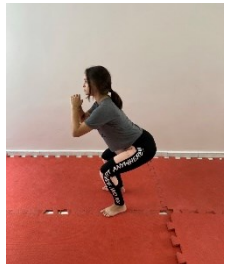
(2) Normal: Recupera independentemente com um passo (cruzado ou lateral permitido)



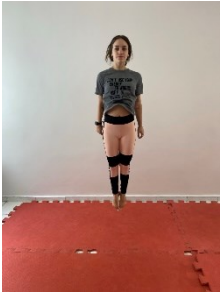
(1) Moderado: Muitos passos para recuperar o equilíbrio

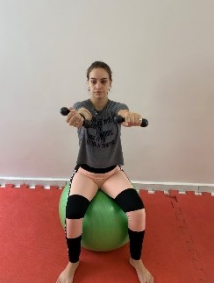


(0) Grave: Cai, ou não consegue dar passo


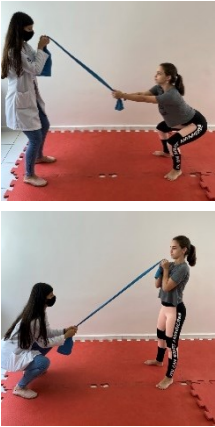
7. OLHOS ABERTOS, SUPERFÍCIE FIRME (PÉS JUNTOS) (*Tempo em segundos: _____*)
- (2) Normal: 30 s
 - (1) Moderado: <30 s
 - (0) Grave: Incapaz
8. OLHOS FECHADOS, SUPERFÍCIE DE ESPUMA (PÉS JUNTOS) (*Tempo em segundos: _____*)
- (2) Normal: 30 s
 - (1) Moderado: <30 s
 - (0) Grave: Incapaz
9. INCLINAÇÃO – OLHOS FECHADOS (*Tempo em segundos: _____*)
- (2) Normal: Fica de pé independentemente 30 s e alinha com a gravidade
 - (1) Moderado: Fica de pé independentemente <30 s OU alinha com a superfície
 - (0) Grave: Incapaz de ficar de pé >10 s OU não tenta ficar de pé independentemente
10. MUDANÇA NA VELOCIDADE DA MARCHA
- (2) Normal: Muda a velocidade da marcha significativamente sem desequilíbrio
 - (1) Moderado: Incapaz de mudar velocidade da marcha ou desequilíbrio
 - (0) Grave: Incapaz de atingir mudança significativa da velocidade E sinais de desequilíbrio
11. ANDAR COM VIRADAS DE CABEÇA – HORIZONTAL
- (2) Normal: realiza viradas de cabeça sem mudança na velocidade da marcha e bom equilíbrio
 - (1) Moderado: realiza viradas de cabeça com redução da velocidade da marcha
 - (0) Grave: realiza viradas de cabeça com desequilíbrio
12. ANDAR E GIRAR SOBRE O EIXO
- (2) Normal: Gira com pés próximos, RÁPIDO (≤ 3 passos) com bom equilíbrio
 - (1) Moderado: Gira com pés próximos, DEVAGAR (≥ 4 passos) com bom equilíbrio
 - (0) Grave: Não consegue girar com pés próximos em qualquer velocidade sem desequilíbrio
13. PASSAR SOBRE OBSTÁCULOS
- (2) Normal: capaz de passar sobre as caixas com mudança mínima na velocidade e com bom equilíbrio
 - (1) Moderado: passa sobre as caixas, porém as toca ou demonstra cautela com redução da velocidade da marcha
 - (0) Grave: não consegue passar sobre as caixas OU hesita OU contorna
14. “GET UP & GO” CRONOMETRADO (ITUG) COM DUPLA TAREFA (*TUG: _____ s; TUG dupla tarefa _____ s*)
- (2) Normal: Nenhuma mudança notável entre sentado e de pé na contagem regressiva e nenhuma mudança na velocidade da marcha no TUG
 - (1) Moderado: A tarefa dupla afeta a contagem OU a marcha
 - (0) Grave: Para de contar enquanto anda OU para de andar enquanto conta

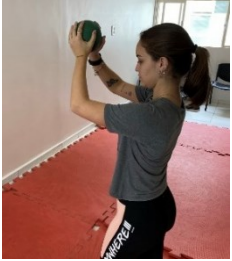


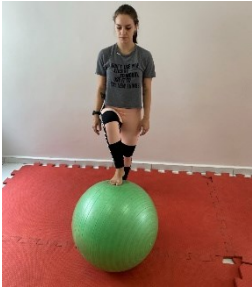
Apêndice B – Protocolo do Treinamento Multimodal

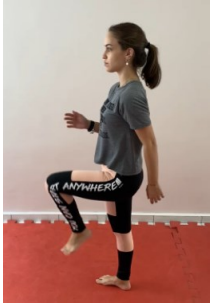

PROTOCOLO TREINAMENTO MULTIMODAL						
EXERCÍCIO	COMPONENTE	EXECUÇÃO	DURAÇÃO	PROGRESSÕES		
				P1	P2	P3
<p>MARCHA GUIADA</p> 	Aeróbico/Aquecimento	Os pesquisadores orientavam os pacientes a caminhar de forma constante durante o tempo estimado e seguindo-o.	5 minutos	Caminhada	Trote + mudança de direção	Corrida + mudança de direção
<p>ABDOMINAL TRADICIONAL</p> 	Treinamento do core	Paciente em decúbito dorsal, com flexão de MMII realiza elevação de tronco.	1 minuto	Abdominal tradicional	Somente apoio de calcanhar durante a realização	Extensão dos MMII durante a execução
<p>AGACHAMENTO LIVRE</p> 	Fortalecimento	Paciente foi orientado a realizar flexão de joelho e quadril, mantendo o tronco alinhado. Desacelerando na fase excêntrica realizando extensão de joelho e quadril.	1 minuto	Agachamento livre	Agachamento com deslocamento lateral (esquerda e direita alternados)	Agachamento + deslocamento lateral + segurando uma bola suíça e realizando extensão de MMSS durante o agachamento

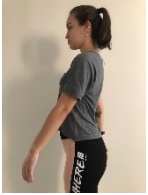




<p>SUBIR E DESCER STEP</p> 	Fortalecimento	Paciente foi orientado a subir e descer o step.	1 minuto	Subir e descer o step	Subir e descer dois steps que foram sobrepostos	Subir e descer step + caneleira em MMII
<p>DESLOCAMENTO DE FRENTE NA ESCADA FUNCIONAL</p> 	Agilidade	Paciente foi orientado a caminhar na escada funcional posicionando apenas um pé em cada quadrado	1 minuto	Deslocamento de frente na escada funcional	Deslocamento + pesquisador realizava resistência com uma faixa elástica no abdômen do paciente	Salto entre os quadrados
<p>SALTO VERTICAL</p> 	Potência	Paciente orientado a realizar saltos verticais sem realizar nenhum deslocamento e de forma contínua.	1 minuto	Salto vertical	Salto vertical em superfície instável	Salto vertical em superfície instável + flexão de MMII e segurando uma bola


<p>MMSS ALTERNADOS + 0,5 KG EM CADA MÃO</p> 	Coordenação	Paciente sentado em uma bola suíça foi orientado a realizar movimento de pronosupinação alternados e contrários em MMSS com um halter em cada mão, pesando 0,5kg.	1 minuto	Sentado realizando pronosupinação alternado com MMSS com halter de 0,5kg em cada mão	Mesmo movimento, porém realizado em pé com marcha estacionária	Mesmo movimento realizado, porém, em pé com deslocamento lateral
<p>MUDANÇA DE DIREÇÃO ENTRE CONES</p> 	Equilíbrio	Pesquisador indicava uma cor e o paciente deveria ir em direção a cor indicada.	1 minuto	Paciente se posicionava ao lado da cor indicada pelo pesquisador, com pausas.	Paciente se posicionava ao lado do cone indicado pelo pesquisador, sem pausas (Comando mais veloz)	Pacientes foram orientados a caminhar por dentro e por fora dos cones de forma contínua
<p>BATER BOLA DE REAÇÃO</p> 	Coordenação	Paciente foi orientado a bater a bola de reação contra o solo e se movimentar conforme a reação da bola.	1 minuto	Paciente batia a bola de reação contra o solo.	Pegar a bola de reação com as mãos alternadas.	O pesquisador jogava duas bolas de reação no solo e o paciente deveria pegar as duas

<p>FLEXÃO/EXTENSAO DE COTOVELO COM BASTÃO</p> 	Fortalecimento	Paciente em pé realizava flexão e extensão de MMII, partindo de 90° até 45°.	1 minuto	Sem carga	+ carga	++ carga
<p>SOBE E DESCE COM ELÁSTICO</p> 	Agilidade	Exercício realizado em dupla (paciente+ pesquisador). Quando um leva o elástico para cima, imediatamente o outro deve levar a sua ponta para baixo.	1 minuto	Exercício deve ser realizado em dupla. Orientar um indivíduo segurar uma ponta da faixa elástica e o outro na outra ponta da faixa, de forma que provoque tensão. Enquanto um segura a faixa agachamento tensionando a faixa alternando o movimento	Realizar o mesmo movimento com deslocamento.	Realizar o mesmo movimento com deslocamento aumentando a velocidade.

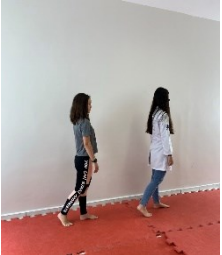


<p>ARREMESSO DE BOLA CONTRA A PAREDE</p> 	Potência	Exercício realizado em pé, com paciente de frente a parede, arremessando uma bola pequena contra a parede.	1 minuto	Realizar o exercício arremessando a bola contra parede e orientando ao paciente para que antes de pegar a bola após o arremesso, ele deixe a mesma quicar no chão.	Realizar o mesmo exercício com deslocamento para lado direito e esquerdo.	Realizar o mesmo exercício com deslocamento para o lado direito e esquerdo aumentando a velocidade.
<p>PRANCHA VENTRAL</p> 	Treinamento do Core	Paciente em decúbito ventral, com o apoio somente em antebraço e pés.		15 segundos de apoio	25 minutos de apoio	30 segundos de apoio
<p>PONTE</p> 	Fortalecimento	Paciente em decúbito dorsal, flexão de joelhos, MMSS no solo, foi orientado a realizar elevação de quadril.	1 minuto	Elevação de quadril.	Elevação de quadril unipodal.	Elevação de quadril unipodal + isometria 3segundos.
<p>TROCA DE PÉS NA BOLA SUIÇA</p> 	Agilidade	Alterar a posição dos pés sobre a bola.	1 minuto	Alterar a posição dos pés sobre a bola.	Alterar a posição dos pés sobre a bola + alternar MMSS nos joelhos.	Mesmo movimento realizado no P2, porém com uma bola maior.



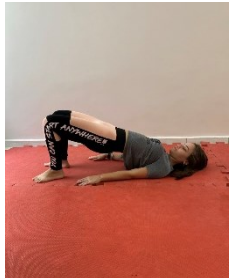
<p>CORRIDA ESTACIONÁRIA</p> 	<p>Equilíbrio</p>	<p>Paciente em pé, realizar movimento de correr.</p>	<p>1 minuto</p>	<p>Paciente em pé realizar movimento de corrida no mesmo lugar</p>	<p>Realizar o mesmo movimento, porém com deslocamento para frente e para trás sobre o colchonete.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento, com deslocamento segurando uma bola.</p>
<p>PÉS DENTRO E FORA DA ESCADA FUNCIONAL</p> 	<p>Coordenação</p>	<p>Paciente orientado a alternar os pés dentro e fora da escada funcional.</p>	<p>1 minuto</p>	<p>Paciente orientado a alternar os pés dentro e fora da escada de forma frontal</p>	<p>Paciente lateral em relação a escada e foi orientado a alternar os dois pés dentro e fora da escada</p>	<p>Paciente trota sobre a escada, ida de frente e volta de costas.</p>




ALONGAMENTOS							
EXERCÍCIO	CAPACIDADE	EXECUÇÃO	DURAÇÃO	PROGRESSÕES			
				P1	P2	P3	
RELAXAMENTO DO OMBRO 	Relaxamento	Paciente em pé realizou rotação do ombro para frente e depois para trás.	-	30''	45''	60''	
ALONGAR DELTÓIDE 	Alongamento	Paciente em pé, realizou flexão lateral do ombro com apoio do membro contra lateral na altura do antebraço para realizar o alongamento da musculatura.	-	30''	45''	60''	
DISSOCIAÇÃO DE CINTURA PÉLVICA 	Relaxamento	Paciente com a mão na cintura, foi orientado a realizar rotação com o quadril.	-	30''	45''	60''	
ALONGAMENTO DE QUADRICEPS UNIPODAL 	Alongamento	Paciente em pé, foi orientado a realizar flexão com o joelho se mantendo de apoio unipodal.	-	30''	45''	60''	
ALONGAMENTO DE POSTEIORES SENTADO 	Alongamento	Paciente sentado, com os MMII abertos, realizava flexão máxima de tronco.	-	30''	45''	60''	





BORBOLETINHA 	Alongamento	Paciente sentado com as	-	30''	45''	60''
RELAXAR O PESCOÇO 	Relaxamento	Paciente realizava rotações com o pescoço de forma lenta para ambos os lados de forma contínua.	-	30''	45''	60''
FLEXÃO/EXTENSÃO DE CABEÇA 	Relaxamento	Flexão de pescoço e extensão de pescoço mantida com o auxílio dos MMSS.	-	30''	45''	60''



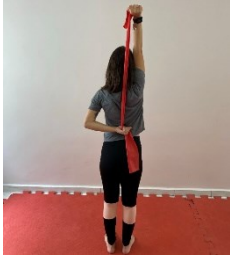
Apêndice C – Protocolo do Treinamento Mat Pilates



PROTOCOLO MAT PILATES						
EXERCÍCIO	COMPONENTE	EXECUÇÃO	DURAÇÃO	PROGRESSÕES		
				P1	P2	P3
MARCHA GUIADA 	Aeróbico/Aquecimento	Os pesquisadores orientavam os pacientes a caminhar de forma constante durante o tempo estimado e seguindo-o.	5 minutos	Caminhada	Trote + mudança de direção	Corrida + mudança de direção
PRÉ-PILATES ENCONTRANDO A PELVE NEUTRA 		Em decúbito dorsal, com os pés apoiados sobre o chão, solicite ao paciente que coloque os braços ao longo do corpo, com a palma das mãos voltadas para baixo. Realizar o movimento de anteversão e retroversão para encontrar a pelve neutra	Realizar em todas as sessões, até que o paciente tenha consciência do movimento.	Sem progressão	Sem progressão	Sem progressão
PRÉ PILATES CONTRAÇÃO DO ASSOALHO PÉLVICO 		Em decúbito dorsal, com os pés apoiados no chão e braços ao longo do corpo, solicite ao paciente que faça o movimento de “segurar o xixi”	Realizar em todas as sessões, até que o paciente tenha consciência do movimento	Sem progressão	Sem progressão	Sem progressão





<p>THE HUNDRED</p> 	<p>Trabalho da respiração e controle de abdômen.</p>	<p>Em decúbito dorsal elevar um membro inferior (perna) até 90° calmamente e expirar, enquanto o outro MI fica apoiado no chão. Solicitar que o paciente em seguida abaixe este membro, inspire e realize o mesmo movimento com o outro membro. Durante toda execução a palma de ambas as mãos devem estar voltadas e apoiadas sobre o colchonete.</p>	<p>1 série de 10 repetições</p>	<p>Realizar todo o exercício com a cabeça apoiada no colchonete, sem realizar movimento com os MMSS. Dar ênfase na importância da execução da respiração de modo correto.</p>	<p>Elevar uma perna e manter ela a 90° quando for realizar o movimento com o outro membro.</p>	<p>Elevar as duas pernas a 90°, com tronco apoiado sobre o colchonete e bombear os MMSS, por 5 inspirações e 5 expirações.</p>
<p>SINGLE LEG CIRCLE</p> 	<p>Estabilização pélvica e fortalecimento de MMII.</p>	<p>Em decúbito dorsal elevar um MI (perna) a 90°, enquanto o outro fica apoiado no chão. Solicitar que o paciente realize pequenos círculos com os pés no ar. Em seguida solicite que ele apoie o membro devagar no colchonete e realize o mesmo movimento com a outra perna.</p>	<p>1 série de 10 repetições em cada perna (5 círculos sentido horário e 5 círculos sentido anti-horário).</p>	<p>Realizar todo o exercício com a cabeça apoiada no colchonete, sem realizar movimento com os MMSS. Enfoque maior na estabilização da pelve.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento associado a flexão de quadril por 10 repetições em cada MI.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento de círculos com os pés, com os membros inferiores (MMII) a 90°.</p>
<p>PONTE</p> 	<p>Fortalecimento quadril, períneo e coxas e alongamento dos músculos anteriores de quadril.</p>	<p>Solicitar que o paciente fique em decúbito dorsal, apoie os pés no colchonete, com a palma das mãos voltadas para baixo, ao lado do corpo. Pedir que ele inspire e eleve a pelve em direção ao teto, expirando durante a realização do movimento.</p>	<p>1 série de 10 repetições.</p>	<p>Solicitar ao paciente durante a execução do movimento que empurre o chão com os pés para elevação da pelve e elevar somente até a parte da coluna torácica.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento segurando uma faixa elástica de resistência leve.</p>	<p>Realizar o movimento com as pernas esticadas apoiadas sobre uma bola suíça por 10 respirações.</p>



<p>SINGLE LEG STRECH</p> 	<p>Fortalecimento de abdômen e alongamento de MMII</p>	<p>Em decúbito dorsal, solicitar que o paciente realize o movimento de flexão de quadil de um lado e extensão do outro lado, expirando durante a realização do movimento. Em seguida realizar o mesmo movimento do outro lado, como se estivesse andando em uma bicicleta.</p>	<p>1 série de 10 repetições</p>	<p>Realizar o exercício com a cabeça apoiada no colchonete, e dar destaque na realização da respiração de forma sincronizada ao movimento.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento, estendendo a perna direita, e movendo a mão esquerda em direção ao tornozelo esquerdo e a mão direita para joelho esquerdo. Fazer de forma alternada.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento retirando a escápula do colchonete.</p>
<p>DOUBLE LEG STRECH</p> 	<p>Alongamento de MMSS e trabalho de coordenação</p>	<p>Em decúbito dorsal com os pés firmes no chão, solicitar ao paciente que faça círculos com os braços.</p>	<p>1 série de 10 repetições (5 no sentido horário e 5 no sentido anti-horário)</p>	<p>Realizar o exercício com a cabeça e tronco apoiados no colchonete, cotovelos levemente flexionados durante o movimento</p>	<p>Realizar o mesmo movimento com movimento circular de MMSS e MMII</p>	<p>Realizar o mesmo movimento retirando a escápula do colchonete</p>
<p>FORTALECIMENTO E ESTABILIZAÇÃO DA CINTURA ESCAPULAR</p> 	<p>Fortalecimento e estabilização</p>	<p>Em decúbito dorsal, pés apoiados no chão segurar uma bola com os braços estendidos na altura dos ombros. Realizar o movimento levando a bola para o lado direito, voltando ao centro e em seguida movendo a bola para o lado e esquerdo.</p>	<p>1 série de 10 repetições (5 para o lado direito e 5 para o lado esquerdo).</p>	<p>Realizar o movimento de maneira que a coluna e quadril se mantenham na mesma posição.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento com um MI a 90° e o outro apoiado no chão.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento com os MMII a 90°.</p>

<p>OSTRA</p> 	<p>Ativação e fortalecimento de flexores e rotadores de quadril</p>	<p>Em decúbito lateral com joelhos fletidos e pés apoiados um sobre o outro, solicite que o paciente faça o movimento de abertura dos joelhos, sem desencostar os pés.</p>	<p>1 série de 10 repetições para cada lado.</p>	<p>Realizar o movimento</p>	<p>Realizar o mesmo movimento com a resistência de uma faixa elástica leve.</p>	<p>Realizar o mesmo movimento com uma faixa mais resistente.</p>
<p>ADUÇÃO E ABDUÇÃO DE MMII</p> 	<p>Fortalecimento de posteriores de quadril, glúteos</p>	<p>Em decúbito lateral solicite que o paciente estique bem os MMII e faça o movimento de abdução de um lado e em seguida do outro lado.</p>	<p>1 série de 10 repetições.</p>	<p>Realizar o movimento com o membro superior (MS) de baixo estendido e o MS de cima apoiado a frente.</p>	<p>Realize o mesmo movimento com uma abdução maior.</p>	<p>Realize o mesmo movimento com caneleira de 0,5 kg.</p>
<p>SWAN DIVE</p> 		<p>Solicite ao paciente que fique em decúbito ventral, e realize uma extensão de tronco, com os cotovelos fletidos e pés apoiados no chão. Expire bem lentamente durante a realização do movimento.</p>	<p>1 série de 10 repetições</p>	<p>Realizar o movimento de forma controlada, descendo o tronco devagar e mantendo os ombros afastados das orelhas.</p>	<p>Realize o exercício e em isometria por 15 segundos</p>	<p>Realize o movimento em isometria por 25 segundos.</p>
<p>PRANCHA</p> 	<p>Fortalecimento de abdominais, ombros, braços e melhora da postura</p>	<p>Em decúbito ventral, solicite ao paciente que apoie em ambos os cotovelos e ponta dos pés, deixando o corpo o mais esticado possível, inspirando e expirando lentamente.</p>	<p>1 série de 10 segundos.</p>	<p>Realizar o movimento apoiando bem em cotovelos e antebraço. Solicite ao paciente a contração do abdômen.</p>	<p>Realize o mesmo movimento por 20 segundos.</p>	<p>Realize o mesmo movimento por 30 segundos.</p>

<p>SPINE STRETCH FORWARD</p> 	<p>Articula a coluna vertebral, melhora a postura e trabalha os abdominais profundos</p>	<p>Solicite ao paciente que sente com as pernas esticadas e ligeiramente afastadas na largura dos ombros.</p>	<p>1 série de 10 segundos.</p>	<p>Solicite ao paciente que se sente sobre os isquios mantendo a coluna em posição neutra inicialmente. Na execução do movimento se necessário fornecer apoio nas costas do paciente</p>	<p>Realize o mesmo movimento por 20 segundos.</p>	<p>Realize o mesmo movimento por 30 segundos.</p>
<p>FORTELECIMENTO DOS BRAÇOS E ESTABILIZADORES DO OMBRO: PEITORAL</p> 	<p>Fortalecimento e estabilização</p>	<p>Em pé solicite ao paciente que estique os braços na altura dos ombros e com auxílio de uma faixa elástica de resistência leve abra os braços.</p>	<p>1 série de 10 repetições.</p>	<p>Durante a execução do movimento dar ênfase no momento de inspirar e expirar de forma sincronizada ao exercício.</p>	<p>Realize o mesmo movimento, com faixa elástica mais resistente.</p>	<p>Realize o movimento, associado ao agachamento.</p>
<p>FORTELECIMENTO DOS BRAÇOS E ESTABILIZADORES DO OMBRO: TRÍCEPS</p> 	<p>Fortalecimento e estabilização</p>	<p>Em pé solicite ao paciente que segure uma faixa elástica leve, e realize o movimento de extensão de tríceps.</p>	<p>1 série de 10 repetições.</p>	<p>Durante a execução do movimento dar ênfase no momento de inspirar e expirar de forma sincronizada ao movimento.</p>	<p>Realize o mesmo movimento com faixa elástica mais resistente.</p>	<p>Realize o mesmo movimento com faixa elástica, esticando uma perna de forma alternada.</p>

<p>FORTALECIMENTO DOS BRAÇOS E ESTABILIZADORES DO OMBRO: BÍCEPS</p> 	<p>Fortalecimento e estabilização</p>	<p>Em pé solicite que o paciente coloque uma faixa elástica de resistência leve abaixo da planta de ambos os pés, e a segure firme realizando o movimento de flexão de bíceps.</p>	<p>1 série de 10 repetições</p>	<p>Durante a execução do movimento dar ênfase no momento de inspirar e expirar de forma sincronizada ao movimento</p>	<p>Realize o mesmo movimento com faixa elástica mais resistente.</p>	<p>Realize o movimento com faixa elástica de forma alternada.</p>
<p>AGACHAMENTO NA BOLA</p> 	<p>Fortalecimento de quadríceps, posteriores de coxa, ativação de eretores espinhais, e trabalho de abdominais</p>	<p>De pé, coloque a bola na altura da coluna lombar do paciente e solicite que ele faça o agachamento com as mãos cruzadas sobre o peito, expirando calmamente durante a execução do agachamento.</p>	<p>1 série de 10 repetições</p>	<p>Ficar atento a posição exata da bola para evitar possíveis deslizamentos e quedas.</p>	<p>Realize o mesmo movimento com os braços esticados na altura dos ombros, e palma das mãos voltadas uma para outra, mantendo-os no ar.</p>	<p>Realize o movimento de agachamento segurando faixa elástica com os braços esticados na altura dos ombros, fazendo abertura dos braços.</p>

<p>AFUNDO</p> 	<p>Trabalha quadríceps, e glúteos e fortalecimento dos posteriores da coxa e adutores.</p>	<p>De pé, solicite que o paciente coloque um pé na frente do outro, em distância segura, solicite que o mesmo coloque as mãos na cintura, e faça flexão do joelho que está à frente na angulação de no máximo 90°, a perna que está atrás esticada e durante o movimento realizar uma flexão também. Fazer o movimento de ambos os lados.</p>	<p>1 série de 10 repetições em cada membro.</p>	<p>Durante a execução do movimento orientar o paciente a não deslocar o centro de massa para frente.</p>	<p>Realize o movimento com os braços esticados na altura dos ombros.</p>	<p>Realize o movimento, segurando faixa elástica na altura dos ombros, fazendo abertura dos braços.</p>
ALONGAMENTOS						
EXERCÍCIO	CAPACIDADE	EXECUÇÃO	DURAÇÃO	PROGRESSÕES		
				P1	P2	P3
<p>RELAXAR O PESCOÇO</p> 	<p>Relaxamento</p>	<p>Solicite que o paciente faça movimentos circulares com a cabeça bem devagar</p>	<p>-</p>	<p>30"</p>	<p>45"</p>	<p>60"</p>
<p>ALONGAMENTO M. ESCALENOS</p> 	<p>Alongamento</p>	<p>Solicite que o paciente incline a cabeça para um lado e com a mão do lado em questão auxilie o movimento, respirando normalmente.</p>	<p>-</p>	<p>30"</p>	<p>45"</p>	<p>60"</p>
<p>ALONGAMENTO DE M.DELTOÍDE</p> 	<p>Alongamento</p>	<p>Em pé, solicite que o paciente coloque um braço a sua frente na horizontal e com a outra mão segure o cotovelo que está na horizontal e puxe-o devagar em direção ao deltoide oposto.</p>	<p>-</p>	<p>30"</p>	<p>45"</p>	<p>60"</p>

<p>ALONGAMENTO DE M. QUADRÍCEPS</p> 	<p>Alongamento</p>	<p>Em pé, solicite que o paciente fique em apoio unipodal, e segure o pé com joelho fletido do membro contralateral</p>	<p>-</p>	<p>30''</p>	<p>45''</p>	<p>60''</p>
<p>SOLTAR OS BRAÇOS</p> 	<p>Relaxamento</p>	<p>Em pé, peça que o paciente relaxe os ombros e balance os braços.</p>	<p>-</p>	<p>30''</p>	<p>45''</p>	<p>60''</p>