

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA FISIOTERAPIA E DANÇA

**Vivian Torres Müller**

**EFEITOS DO DESTREINO SOBRE PARÂMETROS FUNCIONAIS E TAREFA DE  
TRANSIÇÃO DE APOIO BIPODAL PARA UNIPODAL DE IDOSOS COM E SEM  
PARKINSON**

**PORTO ALEGRE**

**2023**

**Vivian Torres Müller**

**EFEITOS DO DESTREINO SOBRE PARÂMETROS FUNCIONAIS E TAREFA DE  
TRANSIÇÃO DE APOIO BIPODAL PARA UNIPODAL DE IDOSOS COM E SEM  
PARKINSON**

Monografia apresentada na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II, do Departamento de Educação Física, da Escola de Educação Física, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do diploma de bacharelado em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga

Co-orientador: Ms. André Ivaniski Mello

**PORTO ALEGRE**

**2023**

**Vivian Torre Müller**

**EFEITOS DO DESTREINO SOBRE PARÂMETROS FUNCIONAIS E TAREFA DE  
TRANSIÇÃO DE APOIO BIPODAL PARA UNIPODAL DE IDOSOS COM E SEM  
PARKINSON**

**Conceito final:**

**Aprovado em ..... de .....de.....**

**BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. .... – Instituição**

\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. .... – Instituição**

\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. .... – Instituição**

\_\_\_\_\_  
**Orientador – Prof. Dr. .... – Instituição**

## RESUMO

A adesão às práticas de atividade físicas por idosos com e sem Doença de Parkinson (DP) proporcionam maior autonomia e benefícios sobre a qualidade de vida, e ainda auxilia na diminuição do impacto e do agravamento da DP. A organização da periodização do treinamento assim como o controle e tempo de destreino podem auxiliar na melhora ou manutenção de parâmetros físicos e psicológicos. Em atividades físicas sistematizadas, as influências do período de destreino são pouco relatadas na DP. O objetivo deste estudo foi analisar o efeito do período de destreino sobre tarefa de transição de apoio bipodal para unipodal e desempenho funcional em idosos com e sem DP. Avaliamos a mobilidade funcional (TUG), velocidade autosselcionada confortável (VAS) e máxima ( $V_{max}$ ), força de membro inferior (FMI5X), equilíbrio estático (TAU OA e OF), Índice de Reabilitação Locomotora (IRL), e comportamento do centro de pressão durante a transição do apoio bipodal para unipodal (amplitude de deslocamento e pico de velocidade nos eixos anteroposterior e mediolateral) nos períodos pré e pós destreino. Para comparação de grupos e momentos foi feita Equações de Estimativas Generalizadas (GEE), com  $\alpha < 0,05$ . As associações foram feitas por testes de correlação de Pearson e rho de Spearman. Os idosos sem Parkinson tiveram melhor mobilidade ( $p= 0,009$ ), maior VAS e  $V_{max}$  ( $p=0,024$ ;  $p=0,006$ ) e maior Amplitude de CoP mediolateral ( $p=0,003$ ). No período pós destreino, a VAS ( $p= 0,001$ ), o IRL ( $p=0,001$ ), pico de velocidade de CoP anteroposterior ( $p=0,003$ ) e pico de velocidade CoP mediolateral ( $p=0,001$ ) aumentaram. Além disso, O IRL se correlacionou levemente com o pico de velocidade CoP mediolateral e pico de velocidade CoP anteroposterior (0,340 e 0,335, respectivamente) e VAS com pico de velocidade de CoP mediolateral (0,353). Portanto, o aumento da VAS no pós destreino e sua associação com a estratégia motora na tarefa de transição de apoio bipodal para apoio unipodal sugerem possíveis adaptações do controle motor com o intuito de preservar a funcionalidade de idosos com e sem Parkinson, mesmo após 3 meses de destreino.

**Palavras-chave:** Doença de Parkinson; Marcha; equilíbrio postural; transição de apoio bipodal para unipodal; destreinamento.

## SUMMARY

Adherence to physical activity practices by elderly people with and without Parkinson's Disease (PD) provides greater autonomy and benefits on quality of life, and also helps to reduce the impact and aggravation of PD. The organization of training periodization as well as the control and time of detraining can help in the improvement or maintenance of physical and psychological parameters. In systematized physical activities, the influences of the detraining period are rarely reported in PD. The aim of this study was to analyze the effect of the detraining period on the task of transitioning from bipedal to unipodal support and functional performance in elderly people with and without PD. We evaluated functional mobility (timed up and go, TUG), self-selected comfortable (VAS) and maximum speed ( $V_{max}$ ), lower limb strength (FMI5X), static balance (TAU OA and FO), Locomotor Rehabilitation Index (LRI), and behavior of the training center. pressure during the transition from bipedal to unipodal support (displacement amplitude and peak velocity in the anteroposterior and mediolateral axes) in the pre- and post-detraining periods. For comparison of groups and moments, Generalized Estimating Equations (GEE) were used, with  $\alpha < 0.05$ . Associations were made by Pearson's correlation and Spearman's rho tests.

Elderly people without Parkinson's had better mobility ( $p= 0.009$ ), higher VAS and  $V_{max}$  ( $p=0.024$ ;  $p=0.006$ ) and greater mediolateral CoP Amplitude ( $p=0.003$ ). In the post-detraining period, VAS ( $p=0.001$ ), IRL ( $p=0.001$ ), peak anteroposterior CoP velocity ( $p=0.003$ ) and peak mediolateral CoP velocity ( $p=0.001$ ) increased. In addition, IRL correlated slightly with peak mediolateral CoP velocity and peak anteroposterior CoP velocity (0.340 and 0.335, respectively) and VAS with peak mediolateral CoP velocity (0.353). Therefore, the increase in VAS after detraining and its association with the motor strategy in the transition task from bipedal support to unipodal support suggest possible adaptations of motor control in order to preserve the functionality of elderly people with and without Parkinson's, even after 3 months of detraining.

**Keywords:** Parkinson's disease; gait; postural balance; transition from bipedal to unipodal support; detraining.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	7
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA .....	9
1.2	OBJETIVOS .....	9
1.2.1	Objetivo geral .....	9
1.2.2	Objetivo específico .....	10
1.3	HIPÓTESE .....	10
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1	DOENÇA DE PARKINSON .....	11
2.2	CAPACIDADE FUNCIONAL .....	11
2.3	TRANSIÇÃO DE APOIO BIPODAL PARA UNIPODAL, EQUILÍBRIO POSTURAL E AJUSTES POSTURAISS ANTECIPATÓRIOS .....	14
2.4	PERÍODO DE DESTREINO .....	17
3	ARTIGO .....	18
	EFEITOS DO DESTREINO SOBRE PARÂMETROS FUNCIONAIS E TAREFA DE TRANSIÇÃO DE APOIO BIPODAL PARA UNIPODAL DE IDOSOS COM E SEM PARKINSON	
3.1	INTRODUÇÃO .....	18
3.2	MÉTODOS .....	20
3.2.1	Tipo de estudo .....	20
3.2.2	Participantes .....	20
3.2.3	Coleta e processamento de dados .....	21
3.2.4	Análise estatística .....	23
3.3	RESULTADOS .....	23
3.4	DISCUSSÃO .....	27
3.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	32
4	CONCLUSÃO GERAL DA MONOGRAFIA .....	33
	REFERÊNCIAS.....	34

# EFEITOS DO DESTREINO SOBRE PARÂMETROS FUNCIONAIS E TAREFA DE TRANSIÇÃO DE APOIO BIPODAL PARA UNIPODAL DE IDOSOS COM E SEM PARKINSON

## 1 INTRODUÇÃO

A Doença de Parkinson (DP) afeta mais de 10 milhões de pessoas em todo o mundo e é a doença neurodegenerativa mais comum após a doença de Alzheimer (Parkinson's Foundation, 2023). Estima-se que a prevalência da DP após os 60 anos de idade é de 1% da população e cerca de 0,3% de toda a população, em países industrializados (NUSSBAUM; ELLIS, 2003). Fortemente relacionada à idade, são raros os casos antes dos 50 anos de idade, porém com o aumento conforme o processo de envelhecimento, sua prevalência pode chegar até 4% nas faixas etárias mais altas (DE LAU, BRETELER, 2006; DE RIJK *et al.*, 1995).

Entre as décadas de 1990 e 2016, a prevalência da doença mais que dobrou na população mundial, com aumento da prevalência de taxas brutas de 74,3%, no qual parte explicado pela maior duração da doença e a fatores ambientais, e parte boa pelo número crescente de idosos, com aumento da taxa de prevalência global por idade em torno de 21,7% (GBD 2016, 2018). Futuros estudos sobre fatores de risco genéticos e ambientais devem ser elaborados para aumentar a compreensão das causas de DP para além dos fatores demográficos da população (TYSNS, STORSTEIN, 2017).

A DP é uma doença crônica, degenerativa e progressiva do sistema nervoso central que apresentam corpos de Lewy na substância *nigra* e afetam os núcleos da base causando perda progressiva dos neurônios dopaminérgicos na parte compacta substância nigra, levando a uma redução na facilitação dos movimentos voluntários (ALBERTS *et al.*, 2011; TYSNS, STORSTEIN, 2017). Sintomas motores e não motores ocorrem devido às alterações neuronais da doença, sendo os mais recorrentes a bradicinesia (lentidão do movimento), hipocinesia (movimento reduzido), tremores de repouso, rigidez, *freezing* (congelamento da marcha), instabilidade postural e depressão e alterações cognitivas (KLUGER *et al.*, 2014; MORRIS, 2000).

Os sintomas característicos da DP provocam alterações na execução da marcha, desequilíbrios e conseqüentemente nas atividades de vida diárias que demandam maior mobilidade e equilíbrio unipodal como subir escadas, virar-se e até mesmo vestir-se, fatores relacionados com o aumento do risco de quedas (KLUGER *et al.*, 2014; MACHADO *et al.*, 2018).

A prática de exercícios físicos tem sido amplamente estudada na autonomia e qualidade de vida da população com DP (MONTEIRO *et al.*, 2017; MONTEIRO *et al.*, 2020), ocasionando melhoras motoras e não motoras como benefícios sobre a marcha, equilíbrio, manutenção da capacidade aeróbica, aumento da independência funcional geral (CHOW *et al.*, 2020; SOARES; TARTARUGA, 2010), além do humor, cognição, funções executivas e de proteção contra a depressão (ALBERTS *et al.*, 2011; ALTMANN *et al.*, 2016). Através de um treinamento devidamente periodizado são acrescentados benefícios nos sintomas motores, marcha, mobilidade funcional e equilíbrio postural, influenciando na diminuição do risco de quedas (FRANZONI *et al.*, 2018; MONTEIRO *et al.*, 2016).

Intervenções de diferentes modalidades como caminhada nórdica, dança e exercícios aquáticos apresentam diversos benefícios em parâmetros funcionais e qualidade de vida, bem como nos sintomas da DP (CUGUSI *et al.*, 2019; MONTEIRO *et al.*, 2017, DOS SANTOS DELABARY *et al.*, 2018). Acentuando as melhorias propostas por práticas terrestres e aquáticas, o controle do treinamento viabiliza estratégias e prescrições adequadas para pessoas com DP de acordo com sua individualidade em melhorias como no equilíbrio e aspectos da marcha além da cognição e aspectos não motores (CARROL *et al.*, 2020; FRANZONI *et al.*, 2018; PASSOS-MONTEIRO *et al.*, 2020, PEREIRA *et al.*, 2019; PEYRE-TARTARUGA *et al.*, 2021).

A tarefa de transição de apoio bipodal para unipodal pode nos fornecer informações cinéticas importantes para a possibilidade de associação com o desempenho da capacidade funcional. Análises de fatores limitantes nas estratégias de Ajustes Posturais Antecipatórios (APAs) (MAKI; HOLLIDAY; TOPPER, 1994), e do acoplamento entre postura e marcha, onde ocorrem maiores variabilidades aumentam as chances de quedas (LIN *et al.*, 2016), buscam auxiliar profissionais no direcionamento para uma metodologia com intervenções que beneficiem as

instabilidades posturais e da marcha na população idosa e com DP (MILLE *et al.*, 2012).

Para planejamento e periodizações cada vez mais efetivas, controle e intensidade de treinamento assim como tempo de intervenção são relatados com grandes benefícios em melhoras funcionais na DP (PASSOS-MONTEIRO *et al.*, 2020; PEYRE-TARTARUGA *et al.*, 2022; STRAND *et al.*, 2021). Porém, diferentes períodos de destreino são pouco relatados na capacidade funcional de idosos (ESAIN *et al.*, 2019; MARTINEZ-ALDAO *et al.*, 2020) e na progressão de sintomas na DP (HORTOBAGYI *et al.*, 2021; HUANG *et al.*, 2021).

Considerando as alterações na marcha e no controle postural devido aos sintomas motores presentes da DP, buscamos analisar o desempenho na tarefa de transição de apoio bipodal para unipodal na perna de preferência (dominante) em idosos com e sem DP, além de testes funcionais após o período de destreino de 3 meses de praticantes das modalidades de caminhada nórdica, dança e jogging aquático (mínimo de 6 meses) por idosos com e sem DP.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Qual os efeitos após três meses de destreino em variáveis funcionais e cinéticas do Centro de Pressão (CoP) da transferência de apoio bipodal para unipodal e de Ajustes Posturais Antecipatórios (APAs) em idosos com e sem Doença de Parkinson?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Analisar o efeito do destreino em variáveis funcionais e do comportamento do centro de pressão (CoP) na tarefa de transição de apoio bipodal para unipodal de idosos com e sem Parkinson.

### 1.2.2 Objetivo específico

- Analisar a amplitude de deslocamento do CoP (AmpCoP) e o pico de velocidade do CoP (PVCoP) nos eixos mediolateral (ML) e anteroposterior (AP) durante a fase de transição de idosos com Parkinson.

- Analisar a amplitude de deslocamento do CoP e o pico de velocidade do CoP nos eixos mediolateral e anteroposterior durante a fase de transição de idosos.

- Testar a associação entre mobilidade funcional (Timed up and Go, TUG), força de membro inferior (senta e levanta 5 vezes, FMI5x), caminhada em velocidade autoseleccionada e em velocidade máxima (teste de caminhada de 10 metros, TC10), Índice de Reabilitação Locomotora (IRL), equilíbrio estático de olhos abertos (tempo de apoio unipodal de olho aberto, TAU OA) e de olhos fechados (tempo de apoio unipodal de olho fechado, TAU OF) com amplitude de CoP (AP e ML) e pico de velocidade (AP e ML) da transição de apoio bipodal para unipodal (faixa CoP/APA).

- Comparar valores dos testes funcionais nos períodos pré e pós destreino em idosos com e sem Parkinson.

- Comparar a amplitude de deslocamento de CoP e o pico de velocidade do CoP durante a fase de transição de pessoas com Doença de Parkinson em comparação a idosos saudáveis.

- Comparar a amplitude de CoP e o pico de velocidade do CoP durante a fase de transição pré e pós período de destreino.

### 1.3 HIPÓTESE

A hipótese do presente estudo é de que pessoas com Doença de Parkinson apresentam redução de tempo de TUG, força de membro inferior (FMI5x), velocidade autoseleccionada e velocidade máxima (TC10), tempo de apoio unipodal de olhos abertos e fechados (TAU OA, TAU OF), menor IRL e amplitude de deslocamento do CoP e pico de velocidade de CoP durante a fase de transição da

tarefa de apoio bipodal para unipodal em comparação a idosos saudáveis, e esses déficits motores serão agravados após o período de 3 meses de destreino.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 DOENÇA DE PARKINSON

A DP se caracteriza como uma doença neurodegenerativa, progressiva e crônica do Sistema Nervoso Central (SNC), decorrente de inclusões neuronais na forma de corpos de Lewy e perda progressiva de neurônios dopaminérgicos da substância *nigra*, que estão localizados nos gânglios da base possuindo finalidades como a função de programação e automatização dos movimentos (MORRIS *et al.*, 2005). Estas alterações geralmente apresentam distúrbios motores e sensoriais, como os clássicos bradicinesia, tremor de repouso, rigidez e perda dos reflexos posturais e alterações na marcha, além de senso de posição e déficits cognitivos que são apresentados logo nos estágios iniciais da DP (JANKOVIC, 2007; TOLOSA *et al.*, 2021; UNLUER *et al.*, 2022; WILD *et al.*, 2012).

Os movimentos do tronco possuem grande relevância na estabilidade postural, uma vez que a parte superior do corpo é equivalente a dois terços da massa corporal (UNLUER *et al.*, 2022). A crescente instabilidade postural e dificuldades na marcha, bem como a redução dos movimentos de dissociação do cinturas, a flexão anterior do tronco, alta rigidez e o *freezing* (congelamento da marcha) são características presentes em grande parte das pessoas com DP, sendo fatores influentes no aumento da progressão da incapacidade motora e conseqüentemente nas AVDs e qualidade de vida desta população (JANKOVIC, 2007; TOLOSA *et al.*, 2021; ZANARDI *et al.*, 2019).

### 2.2 CAPACIDADE FUNCIONAL

A funcionalidade em pessoas com DP é geralmente afetada devido às alterações que ocorrem na marcha, no controle motor, na instabilidade postural e disfunções cognitivas (KLUGER *et al.*, 2014; MORRIS, 2000). Em doenças

neuroológicas, foi relatado que prejuízos em atividades de vida diárias (AVDs) instrumentais ocorrem na transição de um comprometimento cognitivo leve para a demência (ALTIERI *et al.*, 2021). Os prejuízos em habilidades funcionais, inclusive, podem ser fortes preditores para futura conversão à demência (GOLD, 2012). Tarefas como andar, virar-se, curvar-se, ficar em pé, subir escadas, entre tantos outros, pertencem a categorias de AVDs que são fundamentais para a autonomia e independência das pessoas (ALTIERI *et al.*, 2021). Na DP, a progressão da doença e seus sintomas motores e não motores são fatores de influência nas AVDs, que juntamente com a presença de deformidades posturais graves, podem resultar em quedas (MONTEIRO *et al.*, 2018).

Pessoas com DP que apresentam equilíbrio e mobilidade prejudicados, gastam menos tempo longe de suas casas devido ao índice de quedas ocorridas, consequentes possíveis lesões e que desencadeiam uma menor exposição a ambientes perigosos pelo medo de cair novamente (CANNING *et al.*, 2014; PELICIONI *et al.*, 2019). O controle neural dinâmico é fundamental para a mobilidade funcional, uma vez que mudanças nas condições ambientais e de tarefa necessitam de sua função para adaptar efetivamente a locomoção, o equilíbrio e também as transições posturais (MONTEIRO *et al.*, 2018).

A mobilidade funcional é conceituada como a capacidade fisiológica de se mover com independência e segurança nos mais diversos ambientes, desempenhando tarefas funcionais e de atividades de vida diárias (AVDs) seja no ambiente domiciliar, de trabalho e comunidade (MACHADO *et al.*, 2018, TOSSERAMS *et al.*, 2019). A mobilidade funcional prejudicada é um dos fatores que possuem aumento do risco de quedas na DP, além de distúrbios da marcha, distúrbios de equilíbrio, fraqueza de membros inferiores bem como perda sensorial ou de visão (THURMAN *et al.*, 2008). Pessoas com DP estão quatro vezes mais propensas a perder sua independência funcional (BJORNESTAD *et al.*, 2016). A tarefa de levantar-se, após a posição sentada, com segurança e de forma independente é de grande relevância para a funcionalidade de idosos com alguma limitação funcional, no qual a força de membros inferiores e o equilíbrio apresentam um papel importante neste desempenho (SCHENKMAN *et al.*, 1996).

No desempenho da marcha, 8 semanas de exercícios aquáticos foram suficientes para auxiliar a cruzar obstáculos em altura associada a maior prevalência de quedas (30% do comprimento das pernas), mesmo após 8 semanas de destreino (LIM; YOON, 2014). Para o equilíbrio e a flexibilidade, é possível a manutenção de desempenho após 3 meses de destreino de intervenção voltada para um programa simples de resistência progressiva, equilíbrio e treinamento funcional (SECO *et al.*, 2013), por outro lado, 8 semanas de destreino podem ser suficientes para obter diminuições significativas de algumas variáveis após programas de equilíbrio em intensidade leves e caminhadas rápidas, por exemplo (MODABERI *et al.*, 2021). Esta comparação reflete a importância da periodização do treinamento para adaptações benéficas a cada indivíduo, no qual não apenas a especificidade da tarefa, mas também a intensidade e progressão parecem ser relevantes.

Na DP, o índice de quedas pode ser até três vezes maior em comparação com idosos saudáveis (PICKERING *et al.*, 2007), com possíveis influências nas alterações no desempenho do equilíbrio e da marcha como a diminuição na velocidade da marcha, o congelamento da marcha, alterações no centro de massa, redução da dissociação entre tronco e quadril, redução do comprimento e frequência de passo (DEBU *et al.*, 2018; MONTEIRO *et al.*, 2016). Dentre os sintomas do Parkinson, a hesitação ou falha no início da marcha comumente é gerado pelo congelamento da marcha, devido ao início do passo involuntariamente atrasado pela realização de passos curtos e ao virar-se (NUTT *et al.*, 2011). A dificuldade em realizar a transição da postura em pé para a marcha e o equilíbrio são fatores que aumentam o risco de quedas (BLOEM *et al.*, 2004 ; LATT *et al.*, 2009).

A prevenção ou retardo do tempo para a primeira queda é de suma importância para a manutenção da qualidade de vida e independência destas pessoas (PELICIONI *et al.*, 2019). Por meio da identificação precoce de mecanismos compensatórios, como de avaliações experimentais de quase queda, pode ser possível prevenir a chance de queda com intervenções adaptadas para as pessoas em risco (FASANO *et al.*, 2017, MAK; PANG; 2009).

### 2.3 TRANSIÇÃO DE APOIO BIPODAL PARA UNIPODAL, EQUILÍBRIO POSTURAL E AJUSTES POSTURAI ANTECIPATÓRIOS

A transição de equilíbrio pode ser uma tarefa desafiadora em atividades diárias para o público idoso e DP, seja para subir escadas, vestir-se, desviar de objetos, ou em desvio de atenção e alterações no ambiente externo (DEBU *et al.*, 2018). O apoio unipodal requer um ajuste postural para a manutenção do corpo no único ponto de contato do pé ao chão como base de suporte, o qual fornece uma margem menor para a oscilação postural para a manutenção do equilíbrio (RIEMANN *et al.*, 2003).

Mecanismos diferentes são propostos para a estabilização de equilíbrios estáticos e dinâmicos onde, por exemplo, o músculo flexor plantar possui o papel sutil de contração para regulação no controle do centro de gravidade anteroposterior na posição em pé, enquanto que para a propulsão do movimento é necessário grande contração (CONNER *et al.*, 2019; WINTER, 1983; 1995).

Na posição estática, os indivíduos com DP apresentam uma inclinação mais à frente do tronco comumente relatada em pessoas com DP, influenciando em uma velocidade de marcha mais lenta, apresentando menor passo e menor velocidade para o início da marcha que pode explicar a significância do COP mais à frente do centro articular do tornozelo (HALLIDAY *et al.*, 1998).

O equilíbrio e a marcha são de grande relevância para as atividades de vida diária e no desempenho para a prevenção de quedas em pessoas com DP (DEBU *et al.*, 2018; FRANZONI *et al.*, 2018; KLUGER *et al.*, 2014). Independente da presença de doenças neurológicas e patologias, o processo de envelhecimento possui uma grande influência no desempenho de equilíbrio unipodal com possíveis decréscimos significativos a partir da quinta década de vida (BALOGUN *et al.*, 1994). A manutenção do equilíbrio é equivalente a manutenção do centro de gravidade dentro da sua área de sustentação, tendo sua participação na marcha pelas progressivas perdas e recuperação alternadas com o deslocamento (DOMINGUEZ-CARRILLO *et al.*, 2007). Além da marcha, o equilíbrio através da transição de apoio para um pé é fundamental nas atividades de vida diária, como subir escadas, lavar um dos pés no

banho, para virar na troca de direção da caminhada, entre outros (RICHARDSON *et al.*, 1996).

O controle motor conta com a interação de diferentes vias somatossensoriais, como o visual, vestibular e o proprioceptivo, que apresentam alterações com a presença das características da DP (MASSION, 1994). Os sintomas da DP quando associados à diminuição do controle postural se tornam prejudiciais ao controle do equilíbrio estático e funcional (ADKIN *et al.*, 2005). Estudos recomendam a utilização e mostram a correlação do tempo de teste de apoio unipodal de olhos abertos com o equilíbrio e histórico de quedas, sugerindo um corte de 10 segundos para melhor sensibilidade e especificidade em relação ao histórico de quedas, além do relatar uma piora da estabilidade postural, marcando um estágio clinicamente importante da progressão da doença (CHOMIAK *et al.*, 2014; JACOBS *et al.*, 2006).

A condição de olhos fechados proporciona a verificação da observação clínica para reconhecer a oscilação postural, onde através de resultados de posturografia dinâmica computadorizada, pressupõe que pessoas com estadiamento entre 2 e 4 da escala de H&Y, apresentaram menores pontuações em comparação as normas para entradas compostas, vestibulares e visuais, indicando maior confiança na informação visual (ICKENSTEIN *et al.*, 2012).

Os Ajustes Posturais Antecipatórios (APA) corresponde ao mecanismo de sinergias musculares na preparação do corpo para uma reação de futura instabilidade e do desafio e perturbação do equilíbrio postural resultante de determinado movimento, como na iniciação de um passo, e são contribuintes para a suavidade inicial da marcha, uma vez que as mudanças posturais antecedem o movimento voluntário (MASSION, 1991; PLATE *et al.*, 2016). Em APAs, o comportamento do deslocamento do CoP ocorre nas direções mediolateral e anteroposterior com o intuito de mover o centro de massa do corpo em direção ao pé de apoio e para frente, de acordo com a progressão do movimento (GÉLAT *et al.*, 2006). Diminuição nos APAs médio laterais em pessoas com DP podem ser sugeridas devido ao início da caminhada sem o recrutamento adequado para o movimento, como a redução do deslocamento posterior da perna de passo na fase de balanço (ONUMA *et al.*, 2022). De forma geral, conforme a progressão dos

estágios da DP, as amplitudes dos APAs mediolateral e anteroposterior são reduzidas e sua duração aumentada (HALLIDAY *et al.*, 1998).

A iniciação da marcha de idosos é semelhante ao de jovens adultos e, apesar de apresentarem maior lentidão no controle da marcha, não há modificações nos padrões cinéticos e cinemáticos, bem como de ativação muscular, sendo preservados tanto nos idosos quando em pessoas com DP (HALLIDAY *et al.*, 1998, ELBLE *et al.*, 1996). Na marcha autoiniciada, além de APAs mais longos e hipométricos, também apresentam uma menor velocidade do primeiro passo e latência de passo mais longa (HALLIDAY *et al.*, 1998; ROGERS *et al.*, 2011). A largura inicial da postura também é considerada como fator de influência (ROCCHI *et al.*, 2006), assim como a condição de pisada (SCHLENSTEDT *et al.*, 2017).

Em posição estática, pessoas com DP apresentam a manutenção do CoP mais à frente da articulação do tornozelo em comparação com idosos saudáveis, menor distância de deslocamento anteroposterior e mediolateral na transição para iniciação da marcha, com maior tempo de liberação do pé oscilante com uma diferença do peso corporal total de 56% em comparação a 64% nos idosos (HALLIDAY *et al.*, 1998).

O teste de apoio unipodal é uma forma simples e acessível de medir aspectos estáticos de equilíbrio, necessitando de mínimos equipamentos ou treinamento e proporcionando possíveis explicações para o desempenho da marcha, das AVDs, e risco de quedas (DRUSINI *et al.*, 2002; KINUGASA *et al.*, 1996; SPRINGER *et al.*, 2007; VELLAS *et al.*, 1997). A diminuição do tempo de apoio unipodal em uma base de apoio reduzida na tarefa de ficar sobre apenas um dos pés é sugerida como influência tanto nas características da marcha quanto nas AVDs de idosos, como no uso de escadas e mudanças de posições que alteram as direções do centro de gravidade, sendo um indicador de risco de quedas em idosos (DOMINGUEZ-CARRILLO *et al.*, 2007).

## 2.4 PERÍODO DE DESTREINO

O destreino é compreendido como um processo de descondicionalização física quando ocorre a redução ou cessação do treinamento, podendo ocorrer a perda parcial ou completa das adaptações induzidas pelo treinamento, sejam fisiológicas ou de desempenho (FLECK; KRAEMER, 2017). Partindo do princípio da reversibilidade, na qual propõe a reversão parcial ou total das adaptações pela redução ou interrupção acentuada do treinamento (HOFFMAN, 2002), a perda destas adaptações é dependente da duração do período de estímulo insuficiente (MUJICA; PADILLA, 2000; NEUFER, 1989). Na população idosa com e sem DP, diversos fatores contribuem para períodos de destreino, como motivos familiares, viagens, quedas ou lesões, sendo essencial a compreensão das adaptações em diferentes períodos de destreino para proporcionar a melhor estratégia de atividade sistematizada para manutenção da autonomia e qualidade de vida.

Estudos em modelo animal mostram os benefícios protetores contra os sintomas da DP estimulados pelo exercício físico (SMITH; ZIGMOND, 2003), afirmados por programas de exercícios aeróbicos, relatando semelhanças no nível de dopamina ao período “ON” da medicação da DP (ALBERTS *et al.*, 2011). No geral, programas em atividades físicas sistematizadas têm demonstrado melhorias na funcionalidade e qualidade de vida na DP, evidenciando estratégias para a marcha e o equilíbrio funcionais (FRANZONI *et al.*, 2018; MONTEIRO *et al.*, 2017), bem como de pequenas melhorias em relação ao equilíbrio e função motora, principalmente quanto mais desafiador o for (ALLEN *et al.*, 2011; YANG *et al.*, 2015).

A literatura fornece poucos estudos sobre parâmetros da marcha, equilíbrio e mobilidade funcional para compreensão do destreino e de seus efeitos e adaptações em idosos e DP, com diferentes aplicações de períodos entre as propostas de treinamento (HORTOBAGYI *et al.*, 2021; TEIXEIRA-SALMELA *et al.*, 2005). Geralmente em quatro semanas é apresentado sinais de destreino em relação a propriocepção no treinamento de caminhada rápida (ZHANG *et al.*, 2015), assim como perdas entre 8 e 12 semanas após treinamento de equilíbrio em intensidade leve (TOULOTTE *et al.*, 2006). Em intervenções bem estruturadas para

o equilíbrio, algumas variáveis podem apresentar reduções significativas no desempenho após 8 semanas de treino (MODABERI *et al.*, 2021).

Para variáveis da marcha como o tempo de passada, além do tempo de apoio unipodal, após 12 semanas foi demonstrado uma diminuição significativa em idosas com maior e menor risco de quedas (TOULOTTE *et al.*, 2006). Também foram demonstrados declínios funcionais em idosos após um mês de treino, enfatizado pela sensibilidade dos resultados sobre a velocidade da marcha (TEIXEIRA-SALMELA *et al.*, 2005), mas indicando que medidas de qualidade de vida podem ser benéficamente mantidas ao mesmo período, enfatizando a importância da socialização nesta população para maiores benefícios advindos do treinamento (BARRY; EATHORNE, 1994).

### **3 ARTIGO**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

A Doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa mais comum em todo o mundo, afetando mais de 10 milhões de pessoas (Parkinson's Foundation, 2023). Caracterizada como crônica, degenerativa e progressiva, seus sintomas motores e não motores ocorrem devido a alterações neurais da doença no sistema nervoso central, como a perda progressiva dos neurônios dopaminérgicos que reduzem a facilitação na execução de movimentos voluntários (ALBERTS *et al.*, 2011; TYSNS; STORSTEIN, 2017). Alterações na marcha, na instabilidade postural, no controle motor e em disfunções cognitivas afetam a capacidade funcional e as atividades de vida diárias (AVDs) de pessoas com DP, comprometendo sua autonomia e qualidade de vida (KLUGER *et al.*, 2014; MONTEIRO *et al.*, 2020; MORRIS, 2000).

Como estratégia terapêutica neuroprotetora, a adesão de atividades físicas e exercícios aeróbicos, pode manter e melhorar aspectos funcionais devido ao aumento dos níveis de dopamina no cérebro, promovendo possíveis rearranjos neurais e consequente benefícios na qualidade de vida (FERRAZZOLI *et al.*, 2020; SOARES; TARTARUGA, 2010). Programas de exercícios devidamente periodizados e individualizados com controle de intensidades e frequências, têm aumentado as

evidências sobre os benefícios na funcionalidade da DP (PASSOS-MONTEIRO *et al.*, 2020; PEYRE-TARTARUGA *et al.*, 2022).

A adesão de exercícios físicos como a caminhada nórdica, dança e jogging aquático tem apresentado resultados benéficos na DP auxiliando em fatores como parâmetros funcionais, equilíbrio, qualidade de vida, cognição, aspectos sociais, entre outros (CUGUSI *et al.*, 2019; FRANZONI *et al.*, 2018; MONTEIRO *et al.*, 2017; PASSOS-MONTEIRO *et al.*, 2020; PEREIRA *et al.*, 2019; DOS SANTOS DELABARY *et al.*, 2018). O incremento de períodos de intervenções com volumes individualizados para cada aluno pode contribuir de forma otimizada em quadros clínicos como a DP, além de auxiliar para a compreensão de possíveis melhorias ou manutenções como de fatores funcionais advindos de organizações adequadas do treinamento para esta população (PEYRÉ-TARTARUGA *et al.*, 2020).

O período de destreino é um fator de grande influência no treinamento, sendo uma forma que permite a compreensão de manutenções e benefícios em parâmetros funcionais de uma intervenção periodizada mesmo após períodos de destreino (MODABERI *et al.*, 2021; SECO *et al.*, 2013). Porém, diferentes períodos e suas influências em diferentes parâmetros de marcha e controle postural ainda são pouco relatados em idosos e na DP (ESAIN *et al.*, 2019; HORTOBAGYI *et al.*, 2021).

Assim como na marcha o ajuste do centro de massa na transição passo a passo tem se relacionado com o controle neuromuscular (NUÑEZ-LISBOA *et al.*, 2023), a transição de apoio bipodal para unipodal também pode nos fornecer indícios de relação com parâmetros funcionais e de controle motor. Intervenções e avaliações considerando o acoplamento entre postura e locomoção podem trazer maiores benefícios para a avaliação prática de fatores influentes na marcha e no controle postural em resposta aos sintomas da DP (MILLE *et al.*, 2012).

Sabemos da importância do treinamento e de atividades físicas na autonomia e qualidade de vida em idosos com e sem DP. Considerando o contexto desta população na qual períodos com menor frequência de atividades físicas possam ocorrer em decorrência de diversos motivos decorrentes do agravamento da doença como quedas e lesões, alterações gastrointestinais e depressão (COSTA *et al.*, 2023; FASANO *et al.*, 2017; MARSH, 2013) ou até mesmo viagens e outras causas,

por exemplo, entender os efeitos em diferentes períodos de destreino de parâmetros funcionais pode fornecer informações sobre as estratégias de adaptação ao longo do tempo, bem como identificar o tempo necessário para regressão da funcionalidade. Além disso, a transição de apoio bipodal para unipodal pode contribuir para novos métodos de identificação de estratégias motoras e suas influências. Dessa forma, o presente estudo busca avaliar parâmetros funcionais de mobilidade funcional, velocidade autosselecionada, velocidade máxima, equilíbrio estático de olhos abertos e de olhos fechados, Índice de Reabilitação Locomotora e variáveis cinéticas da transição de apoio bipodal para unipodal após período de 3 meses de destreino em idosos com e sem DP. A hipótese sugere que idosos saudáveis terão melhor desempenho nos testes funcionais em relação à DP, mas com resultados prejudicados no período pós destreino.

## 3.2 MÉTODOS

### 3.2.1 Tipo de estudo

Este é um estudo longitudinal. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da universidade (protocolo nº555.123) e este protocolo de estudo está de acordo com a Declaração de Helsinque e a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil. Os dados utilizados para a pesquisa são oriundos de um banco de dados do projeto Centro de Referência em Envelhecimento e Movimento. As avaliações foram realizadas na infraestrutura da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

### 3.2.2 Participantes

A amostra do estudo é do tipo não probabilística, por voluntariedade. Foram recrutados 20 participantes por conveniência. Um termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado previamente por todos os participantes. Como critérios de inclusão foram determinados: não apresentar lesão musculoesquelética ou qualquer comprometimento que possa prejudicar a saúde do indivíduo ou inviabilizar sua participação no projeto; Para pacientes DP: necessário realizar tratamento médico

com o uso regular de medicamentos para a doença (estágio ON da medicação); estar entre estadiamento 1 e 4 da escala de H&Y, praticantes de exercício físico com tempo mínimo de seis meses. Como critérios de exclusão também foram determinados: Cardiopatias graves; hipertensão arterial não controlada; infarto do miocárdio (nos últimos 12 meses); ser portador de marca-passo cardíaco; incapacidade de deambulação ou utilizar materiais de apoio (muletas ou bengalas); ter realizado cirurgia de DBS (nos últimos 12 meses); inconclusão de todas as etapas de avaliação.

### 3.2.2 Coleta e processamento de dados

Como indicador da mobilidade funcional foi considerado o tempo do teste *Timed up and Go* (TUG), para equilíbrio postural consideramos o tempo de apoio unipodal (TAU), para força de membros inferiores o tempo para 5 repetições no teste Senta e Levanta (SL5x), velocidade da marcha pelo teste de caminhada de 10 metros (TC10m) em velocidade autosselecionada de caminhada (VAS) e velocidade máxima (V<sub>máx</sub>), e o Índice de Reabilitação Locomotora (IRL). Para análise do comportamento da amplitude e pico de velocidade do CoP anteroposterior e médio lateral foi utilizada a plataforma de força (1000 Hz, AMTI OR6) no TAU.

Para o teste *Timed up and Go* (TUG) (PODSIADLO; RICHARDSON, 1991), é utilizado uma cadeira sem braços na qual o aluno é orientado a sentar-se com os braços cruzados à frente do peito e, após o comando verbal, deve levantar-se e caminhar três metros, realizar o contorno do cone, e retornar para sentar-se completamente para a finalização do teste. A tarefa foi realizada três vezes e cronometrada em segundos, com intervalo de descanso conforme necessidade do aluno, sendo considerado para a análise o valor médio das três tentativas.

O teste de Sentar e Levantar em 5 repetições (GURALNIK *et al.*, 1994) foi realizado em uma cadeira com encosto, onde o quadril, joelho e pés do avaliado em angulação de 90°. Foi iniciado e finalizado da posição sentada, sendo solicitado que os braços estejam cruzados sobre o peito, levantem com a extensão completa de joelho e quadril e contando uma repetição quando todo o quadril é encostado na cadeira. Foi instruído que após o sinal do avaliador, a execução do movimento seja realizada o mais rápido possível.

O Teste de Apoio Unipodal (GUSTAFSON *et al.*, 1991) foi realizado sobre uma plataforma de força. O avaliado foi orientado a subir com os dois pés mantendo o

apoio bipodal até o sinal do avaliador, momento em que poderia elevar seu pé de preferência, escolhido em familiarização prévia, sem apoiar o membro inferior suspenso no de apoio. Para olhos abertos (OA), o cronômetro inicia a partir do momento em que foi retirado todo o contato de um dos pés, e interrompido quando: (1) ocorre apoio do pé ao chão ou das mãos ou braços em apoio; (2) mexer o pé com movimentos bruscos no momento do teste (3) completados 30 segundos. Para olhos fechados, foi orientado que o avaliado primeiramente elevasse a perna para manutenção do equilíbrio, para após fechar os olhos, momento em que foi iniciado o cronômetro. O teste foi interrompido quando: (1) abrissem os olhos ou, (2) apoio do pé suspenso no chão. Durante o teste havia um dos avaliadores ao lado do sujeito como precaução ao risco de quedas.

Os dados de CoP na fase de transição de apoio bipodal para unipodal foram mensurados pela plataforma de força na fase inicial do teste TAU. As curvas brutas de COP nos eixos mediolateral e anteroposterior foram filtradas (Butterworth passa-baixa 6 Hz, 4° ordem. Após o avaliado permanecer sobre a plataforma de força em apoio bipodal, o início do APA foi considerado no momento em que a velocidade de CoP ultrapassou 0.15 m/s (em qualquer um dos eixos; PLATE *et al.*, 2016), no momento em que iniciou a elevação do pé da perna de preferência para o apoio unipodal. E o fim do APA foi considerado o momento em que o participante atingiu o apoio unipodal, determinado visualmente pela curva de posição mediolateral do COP.

Do Teste de Caminhada de 10 metros (TC10m; NOVAES, *et al.*, 2011) foi determinada a velocidade autosselecionada de caminhada (VAS) e a velocidade máxima de caminhada (Vmax). Em um espaço de 14 metros, foi solicitado ao participante que caminhasse em sua velocidade confortável até a última marcação, sendo registrado o tempo (em segundos) considerando os 10 metros centrais, a partir dos 2 metros iniciais de aceleração até os 2 metros finais de desaceleração. Após, foi solicitado que realizassem a sua velocidade máxima de caminhada, determinada do mesmo formato. Foi realizado três repetições na VAS e calculado seus valores médios entre as três tentativas, e para a Vmax foi solicitado apenas uma repetição para evitar a presença de sinais de fadiga. Os valores foram apresentados em m/s.

O índice de reabilitação locomotora (IRL) é estimado com o intuito de determinar percentualmente o quanto a VAS está próxima da velocidade ótima de

caminhada (VOC), sendo a VOC o valor da velocidade onde ocorre o menor custo metabólico da caminhada (SAIBENE; MINETTI, 2003). Quanto mais próximo de 100 for o IRL, mais econômica será a caminhada (GOMEÑUKA *et al.*, 2019; MONTEIRO *et al.*, 2016; PEYRÉ-TARTARUGA; MONTEIRO, 2016).

Inicialmente a VOC é determinada utilizando o modelo matemático da Equação 1:

$$VOC = \sqrt{0,25 \cdot g \cdot CMI} \quad \text{Equação 1}$$

Onde, o número de Froude = 0,25, a aceleração da gravidade = 9,81 m.s<sup>-2</sup> e o comprimento do membro inferior (CMI) em metros de cada indivíduo. Após, o cálculo do IRL é determinado pela Equação 2:

$$IRL = 100 \cdot VAS/VOC \quad \text{Equação 2}$$

### 3.2.3 Análise Estatística

Os dados descritivos são apresentados com média e desvio padrão. Foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro Wilk para verificação da distribuição da amostra. Os dados de TUG, FMI5x, VAS, Vmax, IRL, TAUOA, TAUOF, amplitude de deslocamento do CoP anteroposterior (AmplCoPAP), amplitude de CoP mediolateral (AmplCoPML), pico de velocidade de CoP anteroposterior (PVCoPAP) e pico de velocidade de CoP mediolateral (PVCoPML) foram analisados utilizando o método de Equações de Estimativas Generalizadas (GEE) para os resultados entre os grupos DP e GC, no pré e pós teste, e comparação em pares pelo post hoc de bonferroni (0,05). Para testar as correlações entre as variáveis funcionais e de CoP, foi utilizado o teste de correlação de Pearson e rho de Spearman. Os dados foram analisados no software IBM SPSS 25. Foi adotado um nível de significância de alfa  $\leq$  0,05. O tamanho de efeito foi calculado pelo *D de Cohen* (COHEN, 1992). O tamanho de efeito foi classificado como: insignificante  $\leq$ 0,19, pequeno 0,20-0,49, médio 0,50-0,79 e grande  $\geq$ 0,80 (COHEN, 1992).

## 3.3 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os dados de caracterização da amostra.

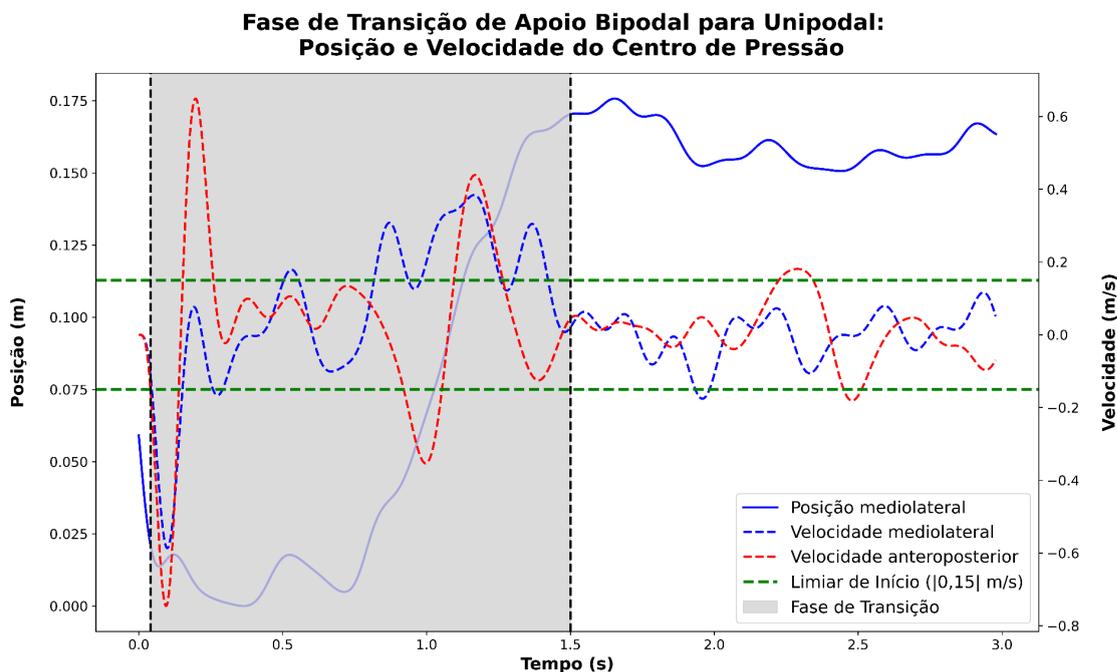
**Tabela 1** -Média e desvio-padrão (DP) das variáveis demográficas, clínicas e antropométricas de caracterização da amostra dos grupos Idosos sem (GC) e com Parkinson (DP).

Variável	Idosos (GC)	Parkinson (DP)
Idade (anos)	72,84 ± 6,79	69,68 ± 9,39
Sexo masculino (n %)	5 (50)	4 (40)
UPDRS III (pontuação)	-	22 ± 12,73
H&Y (pontuação)	-	2 ± 0,69
Caminhada Nórdica (n)	9	5
Jogging Aquático (n)	-	1
Dança/Equilíbrio (n)	1	4
Massa (kg)	75,30 ± 12,67	67,70 ± 16,73
Estatura (cm)	164,95 ± 11,45	151,94 ± 37,43
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	28,05 ± 2,88	24,43 ± 4,72
CMI (cm)	88,05 ± 8,67	87,11 ± 8,23

n: número amostral, DP: doença de Parkinson, H&Y : Escala de Hoehn & Yahr, IMC: Índice de massa corporal, CMI: Comprimento de membro inferior.

A figura 1 representa os dados de transição de apoio bipodal para unipodal de um sujeito da amostra, incluindo posição no eixo mediolateral (m), velocidade nos eixos anteroposterior e mediolateral (m/s), limiares de início de transição (0,15 m/s; PLATE *et al.*, 2016) e a fase de transição (determinado visualmente pela curva do CoPML).

**Figura 1** - Posição e velocidade do centro de pressão (CoP) durante a transição de apoio bipodal para unipodal.



A Tabela 2 apresenta os dados descritivos e a análise de comparação entre Grupo, Tempo e interação Grupo\*Tempo das variáveis funcionais e dados cinéticos do CoP, nos períodos pré e pós destreino. Não houve nenhuma diferença significativa para a interação entre grupos no período pré e pós destreino.

Para a variável TUG, o menor tempo foi do GC (5,85 vs. 7,72 s  $p=0,009$ ) em relação ao DP, com tamanho de efeito muito grande (1,03).

Para o TC10, o GC teve maior VAS (1,37 vs. 1,22 m/s;  $p=0,024$ ), ambos com grande tamanho de efeito (0,90). Após o destreino, houve uma redução da VAS (1,23 vs. 1,34 m/s;  $p < 0,001$ ;  $d=0,67$ ) em relação ao pós destreino. Na Vmax o GC teve maior Vmax (1,85 m/s vs. 1,54 m/s;  $p=0,006$ ), além de um tamanho de efeito muito grande (1,22).

O IRL foi similar entre os grupos GC e DP (93,6 vs. 83,56%;  $p=0,053$ ;  $d=0,78$ ). E o IRL aumentou após o período de destreino de 83,4 para 92,8% ( $p=0,001$ ,  $d=0,71$ ).

Em relação aos dados cinéticos, apenas a amplitude de deslocamento do CoP no eixo ML apresentou diferença significativa para Grupos ( $p=0,003$ ) e tamanho de efeito grande ( $d=0,80$ ), sendo maior amplitude para o GC (0,215 vs. 0,185 m).

Para o fator Tempo, tanto o pico de velocidade no eixo AP (1,08 vs. 1,46 m/s;  $p=0,003$ ;  $d=0,81$ ), quanto no eixo ML (1,00 vs. 1,89 m/s;  $p=0,001$ ;  $d=0,95$ ) aumentaram após o destreino.

**Tabela 2** – Média e desvio padrão das variáveis funcionais e do CoP dos Grupos (GC, DP), Tempo (pré e pós período de destreino), valor de p obtido no teste GEE para os fatores grupo, tempo e interação entre grupo e tempo, e tamanho de efeito por d de Cohen.

VARIÁVEIS	GRUPO		p	d	TEMPO		p	d	GRUPO *TEMPO p
	IDOSO (GC)	PARKINSON (GDP)			PRÉ	PÓS			
TUG (s)	5,85 (1,05)	7,72 (2,34)	0,009*	1,03	6,75 (1,41)	6,91 (2,54)	0,516	0,08	0,223
FMI5X (s)	10,63 (2,58)	11,25 (2,38)	0,782	0,25	10,70 (2,01)	11,19 (2,84)	0,751	0,20	0,305
VAS (m/s)	1,37 (0,16)	1,22 (0,18)	0,024*	0,90	1,23 (0,19)	1,34 (0,16)	<0,001*	0,67	0,176
Vmax(m/s)	1,85 (0,29)	1,54 (0,22)	0,006*	1,22	1,66 (0,26)	1,71 (0,33)	0,119	0,19	0,079
IRL (%)	93,65 (13,83)	83,57 (11,80)	0,053	0,78	83,44 (14,35)	92,75 (11,56)	0,001*	0,71	0,329
TAU OA (s)	14,68 (10,30)	15,37 (12,37)	0,919	0,06	14,47 (11,53)	15,56 (11,34)	0,958	0,10	0,483
TAU OF (s)	3,77 (3,93)	3,83 (5,14)	0,954	0,01	3,98 (4,42)	3,64 (4,76)	0,774	0,07	0,083
AmpCoPAP (m)	0,11 (0,02)	0,11 (0,03)	0,851	0,08	0,11 (0,02)	0,12 (0,03)	0,538	0,21	0,888
AmpCoPML (m)	0,22 (0,04)	0,19 (0,03)	0,003*	0,80	0,20 (0,03)	0,20 (0,05)	0,503	0,18	0,608
PVCoPAP (m/s)	1,27 (0,54)	1,30 (0,50)	0,639	0,05	1,08 (0,31)	1,46 (0,59)	0,003*	0,81	0,070
PVCoPML (m/s)	1,62 (1,19)	1,33 (0,91)	0,462	0,28	1,00 (0,23)	1,89 (1,30)	0,001*	0,95	0,209

Nota: TUG: Mobilidade funcional, FMI5X: Força de Membro Inferior 5 repetições, VAS: Velocidade autosseleccionada, Vmáx: Velocidade máxima de caminhada. IRL: Índice de Reabilitação Locomotor, TAUOA: Equilíbrio em Apoio Unipodal de Olhos Abertos, TAUOF: Equilíbrio em Apoio Unipodal de Olhos Fechados, AmpCoPAP: Amplitude de deslocamento Ântero Posterior do Centro de Pressão, AmpCoPML: Amplitude de deslocamento Médio Lateral do Centro de Pressão, PVCoPAP: Pico de Velocidade Ântero Posterior do Centro de Pressão, PVCoPML: Pico de Velocidade Médio Lateral do Centro de Pressão, \*:  $p \leq 0,05$ .

A Tabela 3 apresenta os valores de correlação entre os dados cinéticos do CoP e as variáveis funcionais. A amplitude de CoP não teve correlação com as variáveis funcionais, mas os picos de velocidade no eixo AP e no eixo ML apresentaram correlações moderadas (moderada =0,30). Para medidas de oscilação mediolateral com PVCoPML, houve correlações positivas com a VAS (0,34,  $p=0,034$ ) e IRL (0,35,  $p=0,030$ ), além do IRL com o PVCoPAP (0,34,  $p=0,040$ ). Os maiores

picos de oscilação do CoP ML na transferência de apoio estão associados com maior VAS e IRL.

**Tabela 3** – Resultados de correlação de Pearson e rho de Spearman entre variáveis funcionais e dados do CoP: r(p)

Variáveis	AmpCoPAP	AmpCoPML	PVCoPAP	PVCoPML
TUG (s)	-0,02 (0,172)	-0,22 (0,172)	-0,06 (0,716)	-0,05 (0,761)
FMI5X (s)	-0,05 (0,750)	-0,06 (0,714)	0,05 (0,785)	0,04 (0,828)
VAS (m/s)	0,13 (0,420)	0,15 (0,373)	0,28 (0,079)	0,34 (0,034)*
Vmax (m/s)	-0,15 (0,380)	0,29 (0,075)	0,00 (0,986)	0,03 (0,879)
IRL (%)	0,21 (0,215)	0,10 (0,549)	0,34 (0,040)*	0,35 (0,030)*
TAUOA (s)	0,10 (0,550)	0,12 (0,479)	0,30 (0,064)	0,04 (0,795)
TAUOF (s)	-0,18 (0,255)	-0,01 (0,940)	0,15 (0,344)	0,11 (0,512)

### 3.4 DISCUSSÃO

O objetivo deste presente estudo foi analisar o comportamento do CoP durante a tarefa de transição de apoio bipodal para unipodal por pessoas idosas e com DP, e avaliar o efeito de três meses de destreino sobre essas variáveis cinéticas e desfechos funcionais. A hipótese estabelecida foi de que o período pós destreino de três meses resultaria em uma diminuição de desempenho das variáveis funcionais por idosos com DP em relação a idosos saudáveis, a qual não foi confirmada devido aos valores significativos resultantes em VAS, IRL e pico de velocidade de CoP anteroposterior e mediolateral apresentaram melhor desempenho. Encontramos correlação positiva entre o pico de velocidade do COP com o IRL (COP AP e ML) e com a VAS (COP ML), sugerindo associação entre a capacidade de gerar maiores valores de velocidade do COP durante a tarefa de transição do apoio com a velocidade de caminhada confortável de idosos com e sem DP.

Na DP, a iniciação da marcha é amplamente estudada (HEILBRONN *et al.*, 2019; PLATE *et al.*, 2016) devido a fatores como alterações de padrões posturais e consequente maior propensão ao risco de quedas (DOHERTY *et al.*, 2011; LATT *et al.*, 2009), tornando a observação e avaliação amplamente relevantes para o

acompanhamento da progressão da doença. Quando em apoio duplo, a caminhada não requer grandes forças musculares e trabalho mecânico devido aos trabalhos positivos e negativos, bem como as forças, serem realizadas simultaneamente para a conservação de energia mecânica, descrita no modelo pendular da caminhada (BASTIEN; HEGLUND; SCHEPENS, 2003). Porém, a transição entre apoios de um membro para o outro exige trabalho para o redirecionamento da velocidade do centro de massa, sendo importantes tanto pela contribuição energética para a caminhada, quanto na compreensão de parâmetro de marcha adotados em comprimento, largura e frequência de passo (DONELAN; KRAN; KUO, 2002; KUO; DONELAN; RUINA, 2005).

A estabilidade estática e dinâmica na execução de um passo à frente apresentam diferentes mecanismos de estabilização, porém, a estabilidade estática e variabilidade do comprimento de passo da marcha demonstram estar associados em crianças saudáveis (CONNER *et al.*, 2019; SATO *et al.*, 2022). Em idosos com osteoartrose no joelho, movimentos menores e mais lentos de CoP na fase APA e na fase de transição de apoio bipodal para unipodal demonstraram menores condições de atividades de vida diárias e qualidade de vida (SABASHI *et al.*, 2021). O aumento da variabilidade dos APAs na DP pode afetar o acoplamento entre postura e locomoção, facilitando a ocorrência de hesitações e quedas (LIN *et al.*, 2016). A proposta de uma intervenção que contribua para evitar a disfunção da marcha e do equilíbrio focando diretamente nas alterações de postura e acoplamento de marcha, podem ser significativas (MILLE *et al.*, 2012).

Os parâmetros de equilíbrio estático podem sugerir a forma como o sistema nervoso central controla esta posição, através da aferência do sistema sensorial resultar em ações motoras para a musculatura postural (SATO *et al.*, 2022). A indicação de que idosos possuem uma maior propensão a perda de equilíbrio em tarefas de apoio unipodal mesmo que estejam aptos a planejar com antecedência (RICHARDSON *et al.*, 1996), pode condizer com a falta de associação entre APAs na transição de apoio e o tempo da manutenção de equilíbrio no teste.

O teste de tempo de apoio unipodal (TAU) é um teste desafiador e de simples aplicação para a avaliação do equilíbrio. Sobre patologias, os resultados demonstraram dependência entre TAU e controle pico do CoP mediolateral sob a

perna não dominante em crianças com Paralisia Cerebral Unilateral (MALONE *et al.*, 2023). Em idosos, o pico de velocidade foi correlacionado com a gravidade de osteoartrose do joelho durante a fase de transição de apoio bipodal para unipodal (SABASHI *et al.*, 2021), além da associação com quedas pelos maiores valores do pico de velocidade anteroposterior para idosos na classificação de caidores em comparação com não caidores e controles (HEWSON *et al.*, 2010). Porém, no presente estudo, os valores de TAU em idosos com e sem DP não demonstraram associação com a amplitude do CoP e pico de velocidade do CoP.

Estudos apontam alterações do CoP mediolateral em diferentes estádios da doença, tanto na identificação de estágios iniciais pelo deslocamento do CoP mediolateral em comparação a controles saudáveis (MANCINI *et al.*, 2009), quanto à diminuição das amplitudes mediolateral e anteroposterior de CoP em estágios avançados (HALLIDAY *et al.*, 1998; MILLE *et al.*, 2007), corroborando com parte de nosso achado onde a amplitude de CoP mediolateral foi menor em DP comparado a idosos saudáveis.

O fator tempo pode ser uma das influências para evitar possíveis quedas, e a velocidade de transferência de peso pode ser determinada por estratégias de organização para postura em apoio unipodal (ROGERS; PAI, 1990). A tarefa de transferência de apoio bipodal para unipodal desloca o centro de massa de uma localização intermaleolar para o pé de apoio e, posteriormente, busca a manutenção do centro de massa sobre o pé de apoio (RICHARDSON *et al.*, 2010). Considerando os padrões posturais geralmente adotados em pessoas com DP, como a flexão do tronco para a frente, flexão dos braços próximos ao tronco e flexão de joelhos (DOHERTY *et al.*, 2011), influenciam também em diferenças biomecânicas no padrão de caminhada (MONTEIRO *et al.*, 2017). Relatos de alterações como a diferença no pico de latência da postura, infere uma lacuna no tempo de movimento do peso corporal no início do passo, no qual o aumento da latência de pico da perna de apoio pode referir-se a um novo fator que acarreta em diminuição de APAs mediolateral na DP (ONUMA *et al.*, 2022; SCHLENSTEDT *et al.*, 2018).

Nossos achados ao período pós destreino não confirmou o prejuízo em variáveis funcionais, mas teve aumento da VAS e do IRL, relacionados a funcionalidade da marcha, além do aumento do pico de velocidade do CoP

anteroposterior e mediolateral inferir maiores oscilações para a manutenção da estabilidade na transferência de apoio bipodal para unipodal após 3 meses da intervenção. O deslocamento do pico de velocidade do CoP é identificado durante a transição de apoio bipodal para apoio unipodal no intuito de atingir a estabilização do corpo. Dessa forma, pode haver semelhanças na capacidade de ajuste para a estabilização do centro de massa na transição do passo na caminhada (NUNEZ-LISBOA *et al.*, 2023), indicando que seus valores aumentados após destreino podem corresponder a mecanismos do controle motor na tarefa para retorno a posição bipodal na recuperação da estabilidade corporal. Também podem indicar uma maior sensibilidade a respostas do treinamento/destreino, podendo ser um fator de atenção para a organização do treinamento para variáveis da marcha e equilíbrio.

A literatura nos fornece poucas evidências em resposta ao destreino em idosos com e sem DP. A atenção ao risco de quedas redobra ao longo do processo de envelhecimento, onde o exercício físico se torna essencial para a manutenção e melhora da qualidade de vida (MONTEIRO *et al.*, 2020). Neste sentido, o destreino pode trazer consequências prejudiciais em diferentes parâmetros funcionais (FERNANDEZ-GARCIA *et al.*, 2023; MODABERI *et al.*, 2021), e fatores com manutenções parciais (BLOCQUIAUX *et al.*, 2020), afetando a qualidade de vida da população. Alterações na marcha, instabilidade postural e fraqueza são os principais fatores intrínsecos causadores de quedas (GSCHWIND *et al.*, 2013; RONTAL, 2019).

Na DP, estudos mostram que um programa de exercícios de agilidade sensório motoras de curto prazo e alta intensidade, melhorou os sintomas da DP em até 12 meses de destreino (HORTOBAGYI *et al.*, 2021), relatado também após treinamento de equilíbrio multimodal com estímulos auditivos rítmicos, mesmo após 6 meses de destreino (CAPATO *et al.*, 2020). O efeito do destreino após treinamento muscular expiratório também é relatado na DP (HUANG *et al.*, 2021; TROCHE *et al.*, 2014), mas pouco se sabe sobre as demais variáveis funcionais do equilíbrio e da marcha.

A maioria das variáveis funcionais analisadas não apresentou alterações significativas após o período de destreinamento, indicando uma manutenção de

desempenho ao longo de 3 meses de destreino após um mínimo 6 meses de treinamento, o que pode ser relevante devido a progressão dos sintomas da DP. Ainda assim, o aumento observado da velocidade de caminhada confortável (VAS e IRL) e manutenção do desempenho nos outros testes funcionais após o destreino sugerem que o período de destreino de três meses não foi longo o suficiente para induzir a alterações funcionais negativas em idoso com e sem DP.

Período de pausas nas atividades podem ocorrer devido a diferentes fatores, exemplo o período de quarentena vivenciado durante a pandemia de covid 19 que afetou fortemente a população idosa com e sem patologias, além das diversas questões de saúde e influentes da DP, como a ocorrência de quedas, fraturas e lesões ou baixa imunidade, e familiares como auxílio nos cuidados de parentes ou viagens. O desenvolvimento deste estudo traz como relevância a compreensão dos benefícios da prática regular de atividades físicas mesmo após períodos sem atividades regulares, decorrentes do treinamento e da influência de hábitos e rotinas mais saudáveis que o exercício físico estimula para o cotidiano. A identificação dos possíveis efeitos a longo prazo da funcionalidade, contribui para a compreensão da adaptação do controle motor nas tarefas funcionais e melhora da qualidade de vida, considerando o processo natural do envelhecimento e a soma da progressão dos sintomas da DP.

Estes resultados propõem a investigação de períodos maiores de destreino para analisar as diferenças de adaptação das variáveis em relação a linha de base estabelecida logo ao final do treinamento, distanciando a chance de prolongamento de declínios. Além disso, a análise da tarefa de transição de apoio bipodal para unipodal pode nos fornecer dados cinéticos através de um teste simples e presente em etapas da marcha. A associação entre dados cinéticos do teste de TAU e dados funcionais dos testes motores nos auxilia a propor uma metodologia que facilite a identificação de variáveis intrínsecas para a compreensão mais específica de controle motor na marcha e equilíbrio em idosos com e sem DP. Futuros estudos com diferentes modalidades para compreensão das adaptações e mecanismos de controle motor na DP irão contribuir para melhor proposta da especificidade do treinamento e resultados de desempenho ao longo da progressão. Assumiu-se que o período de destreino foi estabelecido com a diminuição do nível de atividade física

semanal, comparada com o período de frequência das intervenções, com o controle das atividades durante este período se torna uma limitação do estudo.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As medidas funcionais de FMI5X, IRL, TAU OA e OF e a amplitude de CoP anteroposterior e ambos os picos de velocidade de CoP, foram mantidas entre os grupos. Porém, idosos sem DP apresentaram maior mobilidade funcional, VAS, Vmax e amplitude do CoP mediolateral concordando com nossa hipótese. Em relação ao pós destreino, aumentos da VAS, Vmax, IRL e dos picos de velocidade de CoP, sugerem que o período de 3 meses de destreino não compromete o desempenho funcional e da marcha em idosos com e sem DP, possivelmente influenciados pela soma de fatores do treinamento com as mudanças comportamentais e habituais no estilo de vida mais ativo e saudável contribuído pela adesão da atividade física. Durante a fase de transição de apoio bipodal para apoio unipodal, o pico de velocidade do CoP parece estar associado positivamente com a VAS, contribuindo para futuros direcionamentos da análise com parâmetros da marcha além do equilíbrio. Portanto, o período de 3 meses de destreino parece ser confiável na manutenção da funcionalidade após programas de atividades físicas sistematizadas em idosos com e sem DP.

#### 4 CONCLUSÃO GERAL DA MONOGRAFIA

Este estudo busca auxiliar na compreensão sobre a influência de períodos de destreino na funcionalidade de idosos com e sem DP, e no seu comportamento do CoP na tarefa de transição de apoio bipodal para unipodal. A instabilidade postural, alterações na marcha e no controle motor são algumas das principais disfunções da doença que, se não prevenidas, pioram gradualmente ao longo da progressão mais rápida da doença. A prática de atividades físicas é amplamente estudada nos benefícios para as atividades de vida diária na DP, as quais programas de intervenções periodizadas têm se destacando na manutenção e melhora da autonomia e qualidade de vida de idosos e pessoas com DP.

Assim como fatores de intensidade ou volume de treinamento pode otimizar os benefícios dos exercícios físicos, o período de destreino também se torna importante para a compreensão sobre a manutenção das variáveis e seu desempenho a longo prazo em atividades diárias, bem como na proposta de atenção para períodos iniciais de declínios funcionais personalizados. Além disso, através da tarefa de transição de apoio bipodal para unipodal, foi possível associar positivamente o pico de velocidade de CoP com a VAS, possibilitando novas análises na DP. Portanto, o período de 3 meses de destreino após participação de no mínimo seis meses de intervenções (dois períodos de treinamento), parece ser confiável para manutenção de parâmetros funcionais, viabilizando o retorno a programas de intervenções com maior probabilidade de aumento nos ganhos funcionais.

## REFERÊNCIAS

ALBERTS, Jay L. *et al.* **It is not about the bike, it is about the pedaling: Forced exercise and Parkinson's disease.** [S. l.: s. n.], 2011.

ALLEN, Natalie E. *et al.* **Balance and falls in Parkinson's disease: A meta-analysis of the effect of exercise and motor training.** [S. l.: s. n.], 2011.

ALTIERI, Manuela; GARRAMONE, Federica; SANTANGELO, Gabriella. **Functional autonomy in dementia of the Alzheimer's type, mild cognitive impairment, and healthy aging: a meta-analysis.** [S. l.: s. n.], 2021.

ALTMANN, Lori J.P. *et al.* Aerobic Exercise Improves Mood, Cognition, and Language Function in Parkinson's Disease: Results of a Controlled Study. **Journal of the International Neuropsychological Society**, [s. l.], v. 22, n. 9, 2016.

BALOGUN, J. A. *et al.* Age-related changes in balance performance. **Disability and Rehabilitation**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 58–62, 1994.

BARRY, H. C.; EATHORNE, S. W. Exercise and aging: Issues for the practitioner. **Medical Clinics of North America**, [s. l.], v. 78, n. 2, 1994.

BASTIEN, G. J.; HEGLUND, N. C.; SCHEPENS, B. The double contact phase in walking children. **Journal of Experimental Biology**, [s. l.], v. 206, n. 17, 2003.

BJORNESTAD, Anders *et al.* Risk and course of motor complications in a population-based incident Parkinson's disease cohort. **Parkinsonism & Related Disorders**, [s. l.], v. 22, p. 48–53, 2016.

BLOQUIAUX, Sara *et al.* The effect of resistance training, detraining and retraining on muscle strength and power, myofibre size, satellite cells and myonuclei in older men. **Experimental Gerontology**, [s. l.], v. 133, 2020.

BLOEM, Bastiaan R. *et al.* **Falls and freezing of Gait in Parkinson's disease: A review of two interconnected, episodic phenomena.** [S. l.: s. n.], 2004.

BOUCA-MACHADO, Raquel; MAETZLER, Walter; FERREIRA, Joaquim J. **What is functional mobility applied to Parkinson's disease?** [S. l.: s. n.], 2018.

CANNING, Colleen G.; PAUL, Serene S.; NIEUWBOER, Alice. **Prevention of falls in Parkinson's disease: a review of fall risk factors and the role of physical interventions.** [S. l.: s. n.], 2014.

CAPATO, Tamine T.C. *et al.* Multimodal Balance Training Supported by Rhythmical Auditory Stimuli in Parkinson's Disease: A Randomized Clinical Trial. **Journal of Parkinson's Disease**, [s. l.], v. 10, n. 1, 2020.

CARROLL, Louise M. *et al.* Is Aquatic Therapy Optimally Prescribed for Parkinson's Disease? A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of Parkinson's**

**Disease**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 59–76, 2020.

CHOMIAK, Taylor; PEREIRA, Fernando Vieira; HU, Bin. The Single-Leg-Stance Test in Parkinson's Disease. **Journal of Clinical Medicine Research**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 182–185, 2015.

CHOW, Lisa S. *et al.* Time-Restricted Eating Effects on Body Composition and Metabolic Measures in Humans who are Overweight: A Feasibility Study. **Obesity**, [s. l.], v. 28, n. 5, p. 860–869, 2020.

CONNER, Benjamin C. *et al.* The cross-sectional relationships between age, standing static balance, and standing dynamic balance reactions in typically developing children. **Gait and Posture**, [s. l.], v. 73, 2019.

COSTA, Helena Nunes *et al.* Parkinson's Disease: A Multisystem Disorder. **Neuroscience Bulletin**, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 113–124, 2023.

CUGUSI, Lucia *et al.* Aquatic exercise improves motor impairments in people with Parkinson's disease, with similar or greater benefits than land-based exercise: a systematic review. **Journal of Physiotherapy**, [s. l.], v. 65, n. 2, p. 65–74, 2019.

DE LAU, Lonneke ML; BRETELER, Monique MB. Epidemiology of Parkinson's disease. **The Lancet Neurology**, [s. l.], v. 5, n. 6, p. 525–535, 2006.

DE RIJK, M.C. *et al.* Prevalence of Parkinson's disease in the elderly. **Neurology**, [s. l.], v. 45, n. 12, p. 2143–2146, 1995.

DEBÛ, Bettina *et al.* **Managing Gait, Balance, and Posture in Parkinson's Disease**. [S. l.: s. n.], 2018.

DOHERTY, Karen M. *et al.* **Postural deformities in Parkinson's disease**. [S. l.: s. n.], 2011.

DOMÍNGUEZ-CARRILLO, Luis Gerardo; ARELLANO-AGUILAR, Gregorio; LEOS-ZIEROLD, Héctor. [Unipedal stance time and fall risk in the elderly]. **Cirugia y cirujanos**, [s. l.], v. 75, n. 2, p. 107–112, 2007.

DONELAN, J. Maxwell; KRAM, Rodger; KUO, Arthur D. Mechanical work for step-to-step transitions is a major determinant of the metabolic cost of human walking. **Journal of Experimental Biology**, [s. l.], v. 205, n. 23, 2002.

DOS SANTOS DELABARY, Marcela *et al.* Effects of dance practice on functional mobility, motor symptoms and quality of life in people with Parkinson's disease: a systematic review with meta-analysis. **Aging Clinical and Experimental Research**, [s. l.], v. 30, n. 7, p. 727–735, 2018.

DRUSINI, A. G. *et al.* One-leg standing balance and functional status in an elderly community-dwelling population in Northeast Italy. **Aging Clinical and Experimental Research**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 42–46, 2002.

ELBLE, Rodger J. *et al.* Gait initiation by patients with lower-half parkinsonism.

**Brain**, [s. l.], v. 119, n. 5, 1996.

ESAIN, Izaro *et al.* Effects of 3 months of detraining on functional fitness and quality of life in older adults who regularly exercise. **Aging Clinical and Experimental Research**, [s. l.], v. 31, n. 4, 2019.

FASANO, Alfonso *et al.* Falls in Parkinson's disease: A complex and evolving picture. **Movement Disorders**, [s. l.], v. 32, n. 11, p. 1524–1536, 2017.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, Ángel Iván *et al.* Effects of multicomponent training and detraining on the fitness of older adults with or at risk of frailty: results of a 10-month quasi-experimental study. **European Journal of Sport Science**, [s. l.], 2022.

FERRAZZOLI, Davide *et al.* Motor-cognitive approach and aerobic training: a synergism for rehabilitative intervention in Parkinson's disease. **Neurodegenerative Disease Management**, [s. l.], v. 10, n. 1, 2020.

FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J.. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 455 p. Tradução: Jerri Luis Ribeiro, Regina Machado Garcez ; revisão técnica: Ronei Silveira Pinto, Matheus Daros Pinto.

FRANZONI, Leandro *et al.* A 9-Week Nordic and Free Walking Improve Postural Balance in Parkinson's Disease. **Sports Medicine International Open**, [s. l.], v. 02, n. 02, 2018.

GBD 2016, Parkinson's Disease collaborators. 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**, [S.L.], v. 17, n. 12, p. 939-953, 01 out. 2018. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s1474-4422\(21\)00382-3](http://dx.doi.org/10.1016/s1474-4422(21)00382-3).

GÉLAT, Thierry; PELLEC, Armande Le; BRENIÈRE, Yvon. Evidence for a common process in gait initiation and stepping on to a new level to reach gait velocity. **Experimental Brain Research**, [s. l.], v. 170, n. 3, p. 336–344, 2006.

GOLD, David A. An examination of instrumental activities of daily living assessment in older adults and mild cognitive impairment. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, [s. l.], v. 34, n. 1, 2012.

GOMEÑUKA, Natalia Andrea *et al.* Effects of Nordic walking training on quality of life, balance and functional mobility in elderly: A randomized clinical trial. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 14, n. 1, 2019.

GSCHWIND, Yves J. *et al.* A best practice fall prevention exercise program to improve balance, strength / power, and psychosocial health in older adults: Study protocol for a randomized controlled trial. **BMC Geriatrics**, [s. l.], v. 13, n. 1, 2013.

GUFFEY, Keegan *et al.* Gait parameters associated with balance in healthy 2- to 4-year-old children. **Gait and Posture**, [s. l.], v. 43, 2016.

GURALNIK, J. M. *et al.* A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. **Journals of Gerontology**, [s. l.], v. 49, n. 2, 1994.

GUSTAFSON, A. S. *et al.* Changes in balance performance in physically active elderly people aged 73-80. **Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine**, [s. l.], v. 32, n. 4, 2000.

HALLIDAY, Suzanne E. *et al.* The initiation of gait in young, elderly, and Parkinson's disease subjects. **Gait and Posture**, [s. l.], v. 8, n. 1, 1998.

HEILBRONN, Melanie *et al.* Anticipatory postural adjustments are modulated by substantia nigra stimulation in people with Parkinson's disease and freezing of gait. **Parkinsonism and Related Disorders**, [s. l.], v. 66, 2019.

HEWSON, David J *et al.* Classification of elderly as fallers and non-fallers using Centre of Pressure velocity. *In:* , 2010. **2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology**. [S. l.]: IEEE, 2010. p. 3678–3681.

HOFFMAN, Jay. **Physiological Aspects of Sport Training and Performance**. Champaign: Human Kinetics, 2002. 343 p.

HORTOBÁGYI, Tibor *et al.* Detraining Slows and Maintenance Training Over 6 Years Halts Parkinsonian Symptoms-Progression. **Frontiers in Neurology**, [s. l.], v. 12, 2021a.

HORTOBÁGYI, Tibor *et al.* Effects of Exercise Dose and Detraining Duration on Mobility at Late Midlife: A Randomized Clinical Trial. **Gerontology**, [s. l.], v. 67, n. 4, 2021b.

HUANG, Chih Cheng *et al.* Detraining Effect on Pulmonary and Cardiovascular Autonomic Function and Functional Outcomes in Patients With Parkinson's Disease After Respiratory Muscle Training: An 18-Month Follow-Up Study. **Frontiers in Neurology**, [s. l.], v. 12, 2021.

ICKENSTEIN, Guntram W. *et al.* Static posturography in aging and Parkinson's disease. **Frontiers in Aging Neuroscience**, [s. l.], v. 4, n. AUG, 2012.

JACOBS, J. V. *et al.* Multiple balance tests improve the assessment of postural stability in subjects with Parkinson's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, [s. l.], v. 77, n. 3, 2006.

JANKOVIC, J. **Parkinson's disease: Clinical features and diagnosis**. [S. l.: s. n.], 2008.

KINUGASA, Takashi *et al.* Physical performance measures for characterizing high functioning older persons. **Journal of Aging and Physical Activity**, [s. l.], v. 4, n. 4, 1996.

KLUGER, Benzi M. *et al.* Determinants of objectively measured physical functional

performance in early to mid-stage parkinson disease. **PM and R**, [s. l.], v. 6, n. 11, 2014.

KUO, Arthur D.; DONELAN, J. Maxwell; RUINA, Andy. Energetic consequences of walking like an inverted pendulum: Step-to-step transitions. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, [s. l.], v. 33, n. 2, 2005.

LATT, Mard D. *et al.* Clinical and physiological assessments for elucidating falls risk in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, [s. l.], v. 24, n. 9, 2009.

LIM, Hee Sung; YOON, Sukhoon. The training and detraining effects of 8 weeks of water exercise on obstacle avoidance in gait by the elderly. **Journal of Physical Therapy Science**, [s. l.], v. 26, n. 8, 2014.

LIN, Cheng Chieh; CREATH, Robert A.; ROGERS, Mark W. Variability of anticipatory postural adjustments during gait initiation in individuals with Parkinson disease. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, [s. l.], v. 40, n. 1, 2016.

MAK, Margaret K.Y.; PANG, Marco Y.C. Balance confidence and functional mobility are independently associated with falls in people with Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, [s. l.], v. 256, n. 5, 2009.

MAKI, B. E.; HOLLIDAY, P. J.; TOPPER, A. K. A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. **Journals of Gerontology**, [s. l.], v. 49, n. 2, 1994.

MANCINI, M. *et al.* Anticipatory postural adjustments prior to step initiation are hypometric in untreated Parkinson's disease: An accelerometer-based approach. **European Journal of Neurology**, [s. l.], v. 16, n. 9, 2009.

MARRON, A.; BRADY, K.; KIERNAN, D. Parental subjective assessment of gait limitations: Comparison with objective gait variables. **Gait and Posture**, [s. l.], v. 92, 2022.

MARSH, Laura. Depression and Parkinson's Disease: Current Knowledge. **Current Neurology and Neuroscience Reports**, [s. l.], v. 13, n. 12, p. 409–409, 2013.

MARTÍNEZ-ALDAO, Daniel *et al.* Impact of a five-month detraining period on the functional fitness and physical activity levels on active older people. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, [s. l.], v. 91, 2020.

MASSION, Jean. Postural control system. **Current Opinion in Neurobiology**, [s. l.], v. 4, n. 6, 1994.

MILLE, Marie Laure *et al.* Acute effects of a lateral postural assist on voluntary step initiation in patients with Parkinson's disease. **Movement Disorders**, [s. l.], v. 22, n. 1, 2007.

MILLE, Marie Laure *et al.* **Posture and locomotion coupling: A target for rehabilitation interventions in persons with Parkinson's disease.** [S. l.: s. n.],

2012.

MODABERI, Shaghayegh *et al.* A Systematic Review on Detraining Effects after Balance and Fall Prevention Interventions. **Journal of Clinical Medicine**, [s. l.], v. 10, n. 20, p. 4656–4656, 2021.

MONTEIRO, Elren Passos *et al.* Aspectos biomecânicos da locomoção de pessoas com doença de Parkinson: revisão narrativa. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, [s. l.], v. 39, n. 4, p. 450–457, 2017.

MONTEIRO, E. P. *et al.* Effects of Nordic walking training on functional parameters in Parkinson's disease: a randomized controlled clinical trial. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, [s. l.], v. 27, n. 3, 2017.

MORRIS, Meg E. **Movement disorders in people with parkinson disease: A model for physical therapy**. [S. l.: s. n.], 2000.

MORRIS, Meg *et al.* Three-dimensional gait biomechanics in Parkinson's disease: Evidence for a centrally mediated amplitude regulation disorder. **Movement Disorders**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 40–50, 2005.

MUJICA, Iñigo; PADILLA, Sabino. Detraining: Loss of training induced physiological and performance adaptation. Part I. Short term insufficient training stimulus. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 30, n. 2, 2000.

NEUFER, P. Darrell. **The Effect of Detraining and Reduced Training on the Physiological Adaptations to Aerobic Exercise Training**. [S. l.: s. n.], 1989.

NUÑEZ-LISBOA, Mario *et al.* Effect of age and speed on the step-to-step transition strategies in children. **Journal of Biomechanics**, [s. l.], 2023.

NUSSBAUM, Robert L.; ELLIS, Christopher E. Alzheimer's Disease and Parkinson's Disease. **New England Journal of Medicine**, [s. l.], v. 348, n. 14, p. 1356–1364, 2003.

NUTT, John G. *et al.* **Freezing of gait: Moving forward on a mysterious clinical phenomenon**. [S. l.: s. n.], 2011.

ONUMA, Ryo *et al.* Separated center-of-pressure measurements reveal new characteristics of reduced anticipatory postural adjustments during gait initiation in patients with Parkinson's disease. **Physiotherapy Theory and Practice**, [s. l.], v. 38, n. 13, p. 2544–2553, 2022.

PASSOS-MONTEIRO, Elren *et al.* Nordic Walking and Free Walking Improve the Quality of Life, Cognitive Function, and Depressive Symptoms in Individuals with Parkinson's Disease: A Randomized Clinical Trial. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 82–82, 2020a.

PASSOS-MONTEIRO, Elren *et al.* Nordic Walking and Free Walking Improve the Quality of Life, Cognitive Function, and Depressive Symptoms in Individuals with

Parkinson's Disease: A Randomized Clinical Trial. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, [s. l.], v. 5, n. 4, 2020b.

PASSOS-MONTEIRO, Elren *et al.* Sprint exercise for subjects with mild-to-moderate Parkinson's disease: Feasibility and biomechanical outputs. **Clinical Biomechanics**, [s. l.], v. 72, 2020c.

PELICIONI, Paulo H. S. *et al.* Falls in Parkinson's Disease Subtypes: Risk Factors, Locations and Circumstances. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 16, n. 12, p. 2216–2216, 2019.

PEREIRA, Ana Paula 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**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 49–56, 2019.

PEYRÉ-TARTARUGA, Leonardo A. *et al.* **Samba, deep water, and poles: a framework for exercise prescription in Parkinson's disease.** [S. l.: s. n.], 2022.

PEYRÉ-TARTARUGA, Leonardo Alexandre; MONTEIRO, Elren Passos. A new integrative approach to evaluate pathological gait: locomotor rehabilitation index. **Clinical and Translational Degenerative Diseases**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 86–86, 2016.

PICKERING, Ruth M. *et al.* A meta-analysis of six prospective studies of falling in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, [s. l.], v. 22, n. 13, p. 1892–1900, 2007.

PLATE, A. *et al.* Anticipatory postural adjustments are unaffected by age and are not absent in patients with the freezing of gait phenomenon. **Experimental Brain Research**, [s. l.], v. 234, n. 9, p. 2609–2618, 2016a.

PLATE, A. *et al.* Anticipatory postural adjustments are unaffected by age and are not absent in patients with the freezing of gait phenomenon. **Experimental Brain Research**, [s. l.], v. 234, n. 9, p. 2609–2618, 2016b.

RICHARDSON, James K. *et al.* Moderate peripheral neuropathy impairs weight transfer and unipedal balance in the elderly. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], v. 77, n. 11, 1996.

RIEMANN, Bryan L.; MYERS, Joseph B.; LEPHART, Scott M. Comparison of the ankle, knee, hip, and trunk corrective action shown during single-leg stance on firm, foam, and multi-axial surfaces. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], v. 84, n. 1, p. 90–95, 2003.

ROCCHI, Laura *et al.* Step initiation in Parkinson's disease: Influence of initial stance conditions. **Neuroscience Letters**, [s. l.], v. 406, n. 1–2, 2006.

ROGERS, Mark W. *et al.* Postural preparation prior to stepping in patients with Parkinson's disease. **Journal of Neurophysiology**, [s. l.], v. 106, n. 2, 2011.

ROGERS, M. W.; PAI, Yi Chung. Dynamic transitions in stance support

accompanying leg flexion movements in man. **Experimental Brain Research**, [s. l.], v. 81, n. 2, 1990.

RONTHAL, Michael. **Gait Disorders and Falls in the Elderly**. [S. l.: s. n.], 2019.

SABASHI, Kento *et al.* Dynamic postural control correlates with activities of daily living and quality of life in patients with knee osteoarthritis. **BMC Musculoskeletal Disorders**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 287–287, 2021.

SATO, Haruhiko; NOMURA, Yuko; KAMIDE, Kanami. Relationship between static balance and gait parameters in preschool children. **Gait and Posture**, [s. l.], v. 96, 2022.

SCHENKMAN, Margaret *et al.* The relative importance of strength and balance in chair rise by functionally impaired older individuals. **Journal of the American Geriatrics Society**, [s. l.], v. 44, n. 12, 1996.

SCHLENSTEDT, C. *et al.* Effect of high-frequency subthalamic neurostimulation on gait and freezing of gait in Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. **European Journal of Neurology**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 18–26, 2017.

SECO, Jesús *et al.* A long-term physical activity training program increases strength and flexibility, and improves balance in older adults. **Rehabilitation Nursing**, [s. l.], v. 38, n. 1, 2013.

SIBLEY, Kathryn M. *et al.* Using the systems framework for postural control to analyze the components of balance evaluated in standardized balance measures: A scoping review. *In:* , 2015. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. [S. l.: s. n.], 2015.

SMITH, Amanda D.; ZIGMOND, Michael J. **Can the brain be protected through exercise? Lessons from an animal model of parkinsonism**. [S. l.: s. n.], 2003.

SOARES, G.S.; PEYRÉ-TARTARUGA, L.A. Doença de Parkinson e Exercício Físico: Uma Revisão da Literatura. **Ciência em Movimento**, [s. l.], v. 12, n. 24, p. 69–85, 2010.

SPRINGER, Barbara A. *et al.* Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, [s. l.], v. 30, n. 1, 2007.

STRAND, Keri L. *et al.* Periodized Resistance Training with and without Functional Training Improves Functional Capacity, Balance, and Strength in Parkinson's Disease. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 35, n. 6, 2021.

TEIXEIRA-SALMELA, Luci Fuscaldi *et al.* Functional performance and quality of life related to training and detraining of community-dwelling elderly. **Disability and Rehabilitation**, [s. l.], v. 27, n. 17, 2005.

THURMAN, D. J.; STEVENS, J. A.; RAO, J. K. Practice Parameter: Assessing

patients in a neurology practice for risk of falls (an evidence-based review): Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. **Neurology**, [s. l.], v. 70, n. 6, p. 473–479, 2008.

TOLOSA, Eduardo *et al.* **Challenges in the diagnosis of Parkinson's disease**. [S. l.: s. n.], 2021.

TOSSERAMS, Anouk *et al.* Multidisciplinary Care to Optimize Functional Mobility in Parkinson Disease. **Clinics in Geriatric Medicine**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 159–172, 2020.

TOULOTTE, Claire; THEVENON, Andre; FABRE, Claudine. Effects of training and detraining on the static and dynamic balance in elderly fallers and non-fallers: A pilot study. **Disability and Rehabilitation**, [s. l.], v. 28, n. 2, p. 125–133, 2006.

TROCHE, Michelle S. *et al.* Detraining outcomes with expiratory muscle strength training in Parkinson disease. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, [s. l.], v. 51, n. 2, 2014.

TYSNES, Ole-Bjørn; STORSTEIN, Anette. Epidemiology of Parkinson's disease. **Journal of Neural Transmission**, [s. l.], v. 124, n. 8, p. 901–905, 2017.

ÜNLÜER, Nezehat Özgül *et al.* Investigation of non-motor symptoms, balance, muscle strength, and functional mobility in patients with parkinson's disease. **Somatosensory & Motor Research**, [s. l.], v. 38, n. 1, 2021.

VELLAS, Bruno J. *et al.* One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, [s. l.], v. 45, n. 6, 1997.

WILD, Lucia Bartmann *et al.* Characterization of cognitive and motor performance during dual-tasking in healthy older adults and patients with Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, [s. l.], v. 260, n. 2, 2013.

WINTER, D. A. Energy generation and absorption at the ankle and knee during fast, natural, and slow cadences. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, [s. l.], v. 175, 1983.

WINTER, DA A. **Human balance and posture control during standing and walking**. [S. l.: s. n.], 1995.

YANG, Yan *et al.* **The efficacy of traditional chinese medical exercise for Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis**. [S. l.: s. n.], 2015.

ZANARDI, Ana Paula Janner *et al.* ALTERAÇÕES NEUROMUSCULARES EM IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON. **Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento**, [s. l.], v. 24, 2019.

ZHANG, Cui *et al.* Effects of exercise on ankle proprioception in adult women during 16 weeks of training and eight weeks of detraining. **Research in Sports Medicine**, [s. l.], v. 23, n. 1, 2015.