JANINI CHEN

Efeito do fortalecimento muscular no controle postural em pacientes com doença de Parkinson: um estudo controlado com alocação aleatória

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Programa de Neurologia

Orientador: Prof. Dr. Egberto Reis Barbosa

São Paulo

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Chen, Janini
Efeito do fortalecimento muscular no controle postural em pacientes com doença de Parkinson : um estudo controlado com alocação aleatória / Janini Chen. -- São Paulo, 2019.
Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Neurologia.
Orientador: Egberto Reis Barbosa.

Descritores: 1.Doença de Parkinson 2.Terapia por exercício 3.Treinamento de resistência 4.Força muscular 5.Equilíbrio postural 6.Qualidade de vida

USP/FM/DBD-222/19

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

“O Senhor é a minha força e o meu escudo; nele o meu coração confia, e dele recebo ajuda. Meu coração exulta de alegria, e com o meu cântico lhe darei graças.” Salmos 28:7

DEDICATÓRIA

A meu marido e companheiro de vida, ***Felipe Menezes Gaudio,*** *que divide sonhos e sacrifícios. Pela compreensão de minha ausência devida ao tempo dedicado a este trabalho. Agradeço por ele nunca medir esforços pelo meu sucesso profissional.*

A meus pais, ***Yang Hsiu Lien e Chen Ming Tun****, e minha irmã* ***Jenefer Chen,*** *pelo exemplo de coragem e determinação. Eles me ensinaram que é preciso lutar para alcançar meus sonhos.*

AGRADECIMENTOS

*À **Deus**, te agradeço por portas que se abriram, por ter provido saúde e me capacitado para a realização deste trabalho. Tú és minha fonte de vida! Ouviu minhas súplicas nos momentos de desespero, e me deu forças para seguir em frente.*

*À querida **Dra. Chien Chin Fen**, meu agradecimento especial por ter acreditado em meu potencial. Pela paciência e incentivos na coorientação deste trabalho. Parte dele veio do seu precioso tempo e conhecimento. Tem minha total admiração como um exemplo de profissional que exerce sua função com muito respeito e dedicação aos pacientes e à ciência. Obrigada pela forma amiga com que sempre me ajudou nos momentos difíceis e também por poder compartilhar momentos incríveis ao seu lado.*

*Ao querido **Professor Dr. Egberto Reis Barbosa**, orientador desta dissertação, que me deu a oportunidade de iniciar um sonho, agradeço pela generosidade, confiança e pelo tempo dedicado a este trabalho.*

*À querida Professora **Dra. Mariana Callil Voos**, um exemplo de bondade e profissionalismo, sua paixão pela ciência me comove. Construímos ao longo deste estudo uma amizade. Obrigada por confiar seu tempo neste trabalho.*

*À amiga **Débora Cristina Valente Francato**, que compartilhou seu tempo para avaliar os pacientes; seu incentivo e grande ajuda fez este trabalho crescer. Às queridas amigas **Alessandra Ferreira Barbosa** e **Carolina de Oliveira Souza,** que colaboraram na elaboração deste estudo.* O apoio e*special que me deram foi de extrema importância durante essa jornada.*

*À **Professora Dra. Julia Maria D'Andrea Greve,** por abrir as portas do laboratório para a condução deste trabalho e pelas valiosas contribuições na banca de qualificação e no manuscrito.*

A todos que compõem a equipe do ***Laboratório de Estudos do Movimento*** *do Instituto de Ortopedia e Traumatologia que me apoiaram durante a condução do estudo.*

À ***Claudia Maria de Siqueira Vidal Affonso****, agradeço pelo encorajamento a cada decisão tomada e apoio nos meus momentos de aflição. Aprendo com ela a respeitar o meu tempo, meu limite e os meus sonhos. Seu profissionalismo me ajuda a trilhar meu próprio caminho.*

À **Associação Brasil Parkinson**, *pelos pacientes que foram encaminhados para este estudo.*

Aos meus queridos ***pacientes*** *com doença de Parkinson e seus familiares. Foram três meses de dedicação e sacrifícios para se deslocarem até o laboratório. Obrigada. Muitíssimo Obrigada. Vocês tornaram possível a realização deste trabalho.*

Normalização Adotada

Esta dissertação está de acordo com as normas em vigor no momento desta publicação: Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias.*
Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentações; 2011.

Abreviatura dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de Abreviaturas
Lista de Tabelas
Lista de Figuras
Lista de Gráficos
Resumo
Abstract

1 INTRODUÇÃO 01
2 OBJETIVO 06
2.1 Objetivo Primário 07
2.2 Objetivos Secundários 07
3 REVISÃO DA LITERATURA 08
3.1 Doença de Parkinson: Aspectos Gerais 09
3.2 Neurofisiopatologia 11
3.3 Quadro Clínico 16
3.4 Controle Postural 18
3.5 Posturografia Estática 23
3.6 Força Muscular 25
3.7 Exercícios de Fortalecimento 27
3.7.1 Tempo, intensidade, volume e frequência do fortalecimento 33
3.8 Avaliações Funcionais na DP 35
3.8.1 Escala de progressão da doença 35
3.8.2 Escalas de equilíbrio 36
3.8.3 Escala de qualidade de vida 38
3.8.4 Posturografia 39
4 MÉTODOS 41
4.1 Desenho e local do estudo 42
4.2 Ética 42
4.3 Recrutamento 42
4.4 Critérios de inclusão 44
4.5 Critérios de exclusão 45
4.6 Alocação aleatória 45
4.7 Instrumentos de avaliação 46
4.7.1 Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson - parte motora 46
4.7.2 Questionários de Equilíbrio 46
4.7.3 Posturografia Estática 47
4.7.4 Posturografia Dinâmica 49
4.7.4.a Marcha *tandem* 50
4.7.4.b Subir no degrau 50
4.7.5 Parkinson *Disease Questionnaire-39* (PDQ – 39) 51
4.8 Intervenções 51
4.8.1 Grupo fortalecimento em aparelhos de musculação 51
4.8.2 Grupo fortalecimento com exercícios em solo 55
4.8.3 Grupo controle 57
4.9 Desfecho primário 58

4.10 Desfechos secundários 59
5 ANÁLISE ESTATÍSTICA 60
6 RESULTADOS 63
6.1 Características clínicas e demográficas dos pacientes com DP 64
6.2 Resultados da comparação dos testes clínicos e posturográficos na avaliação inicial 67
6.3 Resultados dos desfechos clínicos 71

7 DISCUSSÃO 85
7.1 Posturografia estática 86
7.2 Testes Clínicos 89
7.3 Posturografia Dinâmica 93
7.4 Qualidade de Vida 95
7.5 Efeitos Adversos 96

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS 97

9 CONCLUSÕES 100

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 102

11 ANEXOS 120

LISTA DE ABREVIATURAS

ACSM - *American College of Sports Medicine*

AP - Deslocamento Ântero-Posterior

AVD - Atividade de Vida Diária

BDNF- Níveis de Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro

EEB - Escala de Equilíbrio de Berg

CP - Centro de Pressão

DP - Doença de Parkinson

DT - Dupla Tarefa

Gc - Grupo Controle

Gaba - Ácido Gama-Aminobutírico

Gmusc - Grupo Musculação

Gsolo - Grupo Solo

HY - Escala de *Hoehn e Yahr*

IMC - Índice de Massa Corpórea

LOCF- *Last Observation Carried Forward*

MiniBest - *Mini-Balance Evaluation Systems Test*

ML - Deslocamento Médio-Lateral

PDQ-39 - Escala de qualidade de vida PDQ-39

RM - Repetição Máxima

TUG - Teste *Timed up and go*

UPDRS - *The Unified Parkinson's Disease Rating Scale*

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESCALA DE HOEHN E YAHR MODIFICADA 36

TABELA 2 - COMPARAÇÃO DOS DADOS DEMOGRÁFICOS E CLÍNICOS DE ACORDO COM OS GRUPOS..... 64

TABELA 3 - COMPARAÇÃO DOS DADOS DEMOGRÁFICOS E CLÍNICOS QUALITATIVOS DE ACORDO COM OS GRUPOS..... 65

TABELA 4 - ANÁLISE DE *POST HOC* PARA VARIÁVEIS QUALITATIVAS 66

TABELA 5 - COMPARAÇÃO DAS VARIÁVEIS CLÍNICAS INICIAIS ENTRE OS GRUPOS 67

TABELA 6 - COMPARAÇÃO INICIAL PARA PDQ-39 ENTRE OS GRUPOS ..68

TABELA 7 - COMPARAÇÃO INICIAL DA POSTUROGRAFIA ESTÁTICA EM OLHOS ABERTOS, FECHADOS E DUPLA TAREFA 69

TABELA 8 - COMPARAÇÃO INICIAL ENTRE OS GRUPOS PARA MARCHA *TANDEM* E SUBIR NO DEGRAU 70

TABELA 9 - ANÁLISE DE *POST HOC* PARA UPDRS-III 78

TABELA 10 - ANÁLISE DE *POST HOC* PARA MINIBEST.....79

TABELA 11 - ANÁLISE DE *POST HOC* PARA EEB..... 80

TABELA 12 - ANÁLISE DE *POST HOC* PARA MOBILIDADE.....82

TABELA 13 - EVOLUÇÃO DA CARGA PRÉ E PÓS TREINAMENTO PARA GRUPO MUSCULAÇÃO 84

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - VIA DIRETA E INDIRETA DA CIRCUITARIA DOS NÚCLEOS DA BASE 13

FIGURA 2 - PROJEÇÕES EFERENTES DO CIRCUITO DOS GÂNGLIOS DA BASE 15

FIGURA 3 - EXEMPLOS DE POSTUROGRAFIA DINÂMICA.....40

FIGURA 4 - FLUXOGRAMA.....43

FIGURA 5 - COMPONENTES DO SISTEMA DIGITAL.....47

FIGURA 6 -POSIÇÃO DOS PÉS SOBRE A PLATAFORMA DE FORÇA ESTÁTICA..... 48

FIGURA 7 - PLATAFORMA DE FORÇA DINÂMICA.....50

FIGURA 8 -CARTILHA CONTENDO EXERCÍCIOS DE ALONGAMENTO..... 58

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - RESULTADOS DA INTERAÇÃO ENTRE GRUPOS NA CONDIÇÃO DE OLHOS ABERTOS, BASEADO NA POSTUROGRAFIA ESTÁTICA.....72

GRÁFICO 2 - RESULTADOS DA INTERAÇÃO ENTRE GRUPOS NA CONDIÇÃO DE OLHOS FECHADOS, BASEADO NA POSTUROGRAFIA ESTÁTICA.....73

GRÁFICO 3 - RESULTADOS DA INTERAÇÃO ENTRE GRUPOS NA CONDIÇÃO EM DUPLA TAREFA, BASEADO NA POSTUROGRAFIA ESTÁTICA 74

GRÁFICO 4 - RESULTADOS DA INTERAÇÃO ENTRE GRUPOS PARA VELOCIDADE NA MARCHA *TANDEM* 75

GRÁFICO 5 - RESULTADOS DA INTERAÇÃO ENTRE GRUPOS PARA FORÇA NA TAREFA SUBIR NO DEGRAU.....76

GRÁFICO 6 - RESULTADOS DA INTERAÇÃO ENTRE GRUPOS PARA TEMPO NA TAREFA SUBIR NO DEGRAU 77

GRÁFICO 7 - RESULTADOS DA INTERAÇÃO ENTRE GRUPOS PARA UPDRS-III PARTE MOTORA 78

GRÁFICO 8 - RESULTADOS DA INTERAÇÃO ENTRE GRUPOS PARA MINIBEST 79

GRÁFICO 9 - RESULTADOS DA INTERAÇÃO ENTRE GRUPOS PARA EEB 80

GRÁFICO 10 - RESULTADOS DA INTERAÇÃO ENTRE GRUPOS PARA TUG 81

GRÁFICO 11 - RESULTADOS DA INTERAÇÃO ENTRE GRUPOS PARA MOBILIDADE 82

GRÁFICO 12 - RESULTADOS DA INTERAÇÃO ENTRE GRUPOS PARA ATIVIDADE DE VIDA DIARIA, DESCONFORTO CORPORAL, BEM-ESTAR, ESTIGMA, APOIO, COGNIÇÃO E COMUNICAÇÃO.....83

RESUMO

Chen J. Efeito do Fortalecimento Muscular no Controle Postural em Pacientes com Doença de Parkinson: um estudo controlado com alocação aleatória [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2019.

INTRODUÇÃO: A restrição biomecânica por fraqueza muscular pode afetar o controle postural, mesmo nos estágios iniciais da doença de Parkinson (DP). A eficácia do treino de fortalecimento e como essa intervenção pode contribuir no controle postural de pacientes com DP não é clara. OBJETIVO: O objetivo primário foi avaliar mudanças no controle postural medida pela posturografia estática após 12 semanas de fortalecimento muscular (FM). Os objetivos secundários foram mensurar o efeito do FM utilizando posturografia dinâmica, desempenho motor, testes clínicos de equilíbrio e questionário de qualidade de vida. MÉTODOS: Nós realizamos um protocolo com alocação aleatória, com avaliador cego e três braços de estudo. Setenta e quatro pacientes foram alocados para: Grupo fortalecimento em aparelhos de musculação (Gmusc), grupo fortalecimento com peso livre e faixas elásticas (Gsolo) e grupo controle (Gc). Os pacientes foram avaliados nos momentos pré-intervenção, 13 semanas (uma semana após o término do programa de treinamento) e seguimento após 3 meses. No desfecho primário, analisamos as mudanças nas variáveis da posturografia estática em olhos abertos, olhos fechados e em dupla tarefa. Nos desfechos secundários, avaliamos a condição motora com *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* – parte III (UPDRS-III); escalas de equilíbrio com Mini-BESTest (MiniBest), escala de equilíbrio de BERG (EEB) e teste *Timed up e Go* (TUG); posturografia dinâmica; questionário de percepção de qualidade de vida PDQ-39. RESULTADOS: O teste de ANOVA-*two way* não mostrou efeito de interação entre os grupos avaliado pela posturografia estática nas condições de olhos abertos, olhos fechados e tarefa dupla ($p>0,05$). Melhora na pontuação motora do UPDRS-III foi obtida para ambos os grupos que realizaram o treino de fortalecimento. Além disso, foi encontrado efeito de

interação para as escalas de equilíbrio MiniBest e EEB, que se estendeu até o seguimento após 3 meses no Gsolo ($p<0,05$). Não houve interação para TUG e para as tarefas da posturografia dinâmica ($p>0,05$). Em relação à qualidade de vida, a redução da pontuação do questionário PDQ-39 foi observada no domínio mobilidade no Gmusc ($p=0.019$). CONCLUSÃO: Os resultados deste estudo clínico com alocação aleatória não mostraram alterações nos parâmetros de posturografia estática após 12 semanas de programa de FM. Ambos os grupos que realizaram treino de FM melhoraram a condição motora (UPDRS-III). Houve melhora na percepção da qualidade de vida para Gmusc. O grupo Gsolo obteve melhor desempenho nos testes funcionais de equilíbrio e este efeito se manteve até o seguimento após 3 meses.

Descritores: Doença de Parkinson, Terapia por Exercício, Treinamento de resistência, Força Muscular, Equilíbrio Postural, Qualidade de Vida.

ABSTRACT

Chen J. *The Effect of Resistance Training on Postural Control in Patients with Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial.* [Dissertation]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2019.

BACKGROUND: Biomechanical restriction due to muscle weakness can affect postural control even in early stages of Parkinson´s Disease (PD). The efficacy of Resistance Training (RT) and how such intervention may contribute to the postural control of PD patients is unclear. OBJECTIVE: The primary outcome was to evaluate changes in postural control measured by static posturography after 12 weeks of RT. The secondary outcomes were to assess the effect of RT by dynamic posturography, motor performance, clinical balance tests and quality of life questionnaire. METHODS: We conducted a randomized, single-blind, 12-week protocol with three treatment arms. Seventy-four patients were randomized to: Resistance training with gym equipment (Gym), Resistance training with Free Weights and elastic bands (FreeW) and Control group (Control). The patients were evaluated at baseline, at 13 weeks (one week after the end training program) and 3-month follow-up. For primary endpoint, we analyzed changes in the static posturography variables in eyes open, eyes closed and dual task conditions. For secondary endpoints, we assessed motor score with Unified Parkinson's Disease Rating Scale part III (UPDRS-III); clinical balance scales with Mini-BESTest (MiniBest), Berg Balance Scale (BBS) scores, and Timed up e Go test (TUG), dynamic posturography; quality of life perception PDQ-39 questionnaire. RESULTS: The two-way ANOVA test showed no significant interaction among groups in postural control measured by static posturography in eyes open, eyes closed and dual task conditions ($p>0.05$). Improvement of UPDRS-III motor score was achieved in both RT groups ($p<0.05$). Moreover, interaction was also found for clinical balance scales MiniBest and BBS in FreeW group after intervention and it maintained up to 3-month follow-up ($p<0.05$). There were no interactions for the TUG and for dynamic posturography tasks ($p>0.05$). Regarding the quality of life, reduction of PDQ-39 scores was observed in mobility domain in Gym group ($p=0.019$).

CONCLUSION: The results of this randomized controlled trial showed no changes in static posturography parameters after 12-week RT program. Both RT groups improved motor performance (UPDRS-III), Gym group reported better perception of quality of life, FreeW group had better performance at functional balance assessment and the effect was maintained up to 3-month follow-up.

Keywords: Parkinson Disease, Exercise Therapy, Resistance Training, Muscle Strength, Postural Balance, Quality of Life.

1 INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é neurodegenerativa, crônica provocada pela morte progressiva dos neurônios dopaminérgicos na substância negra levando a diminuição da produção do neurotransmissor dopamina (Nutt e Wooten, 2005). É uma desordem multissistêmica pois há deteriorização progressiva de outras estruturas do sistema nervoso central envolvidas com os núcleos da base, e como conseqüência, provoca alterações do padrão de movimento e também a quadro não-motores (Valls-Sole e Valldeoriola, 2002).

A prevalência da doença aumenta com a idade e é considerada a segunda doença neurodegenerativa mais comum que atinge a população idosa. Por conta do aumento da expectativa de vida e do envelhecimento crescente, espera-se que o número de pessoas com idade igual ou superior a 60 anos passará de 800 milhões para dois bilhões nas próximas quatro décadas. Dessa forma, é indiscutível que a elaboração de programas de promoção à saúde sejam de extrema importância para que possa reduzir os custos por complicações secundárias à doença e promover melhor qualidade de vida para essa população (Bloom et al., 2015).

A DP acomete principalmente o sistema motor. Clinicamente é caracterizada por sintomas cardinais, que são: bradicinesia, rigidez, tremor de repouso e instabilidade postural. Alterações do sono, depressão, ansiedade são alguns dos sintomas não motores que podem estar presentes na doença. Com a progressão da doença, os pacientes assumem uma postura com inclinação de tronco, flexão de quadril, joelhos e cotovelos, fazendo com que diminua a rotação de tronco e a dissociação de membros superiores (Bridgewater e Sharpe, 1998; Carpenter et al., 2004).

A somatória do quadro clínico da doença, que envolve alteração do padrão postural, fraqueza, rigidez muscular e, por afetar predominantemente a população mais idosa, aumenta ainda mais a instabilidade postural. Esta, por sua vez, provoca dificuldades crescentes durante atividades diárias como andar, sentar-levantar, dar meia volta. Cerca de 65% dos pacientes sofrerá pelo menos uma queda em um período de 12 meses (Cole et al., 2010; Wood et al., 2002), sustentando a necessidade de elaborar estratégias com interesse de reduzir os riscos de queda e suas consequências (Boonstra et al., 2008; Grill, 1999; Wood et al., 2002; Michalowska et al., 2005).

A manutenção do controle postural é essencial para as atividades de vida diária, é uma interação complexa que depende da condição biomecânica, integração sensorial, respostas posturais, processamento cognitivo e estratégias de movimento. Assim, são múltiplos fatores que podem desencadear o déficit de equilíbrio nessa população. Estudos apontam que essa deficiência pode estar associada à bradicinesia, rigidez axial, redução da mobilidade e perda das estratégias antecipatórias na DP (Gera et al., 2016; Chastan et al., 2008; Mancini et al., 2011).

Uma forma de avaliar o controle postural é utilizando a plataforma de força. É considerada padrão-ouro de avaliação das oscilações do corpo e do controle postural durante condições estáticas e dinâmicas, pois avalia a oscilação do indivíduo de uma forma mais precisa, quantificada e objetiva, mensurada pelo Centro de Pressão (CP). Estudos descrevem que o CP é anormal mesmo em pacientes com sintomas leves da doença (Beuteur et al., 2008; Chastan et al., 2008), com características da amplitude da oscilação menor (Horak et al., 1992), maiores (Barbosa et al., 2015; Błaszczyk et al.,

2011; Rocchi et al., 2002) ou não encontraram diferença em relação aos indivíduos idosos saudáveis (Zawadka-Kunikowska et al., 2014).

Apesar do uso de drogas que agem no sistema dopaminérgico ou intervenções cirúrgicas que diminuem os sintomas da doença, a qualidade de vida dos doentes com DP é prejudicada, visto que mesmo com o tratamento farmacológico, os pacientes ainda apresentam déficits na marcha e equilíbrio, disfunções autonômicas e alterações cognitivas (Lang e Obeso, 2004). Portanto, a reabilitação física tem um papel fundamental no tratamento da doença, com intervenções de treino de fortalecimento, aeróbio, do equilíbrio e da marcha, conduzindo à melhora do quadro clínico (Archer et al., 2011; Gobbi et al., 2009).

A perda de força muscular é presente na população com DP. Mesmo com a introdução de Levodopa, representa um avanço terapêutico pois há melhora do quadro motor, porém não a níveis de normalidade (Nallegowda et al., 2004).

O treino de fortalecimento pode impactar no equilíbrio, mobilidade, marcha e qualidade de vida (Dibble et al., 2006; Lee et al., 2008; Rodrigues de Paula et al., 2006). Nota-se um interesse pelos possíveis benefícios do treino de fortalecimento na capacidade funcional na DP, porém muitos trabalhos têm limitações metodológicas, com número de participantes pequenos, ou não alocados aleatoriamente. Há falta de padronização quanto à intensidade, carga, duração do treino e grupos musculares envolvidos, que apresentam resultados ainda inconclusivos (Brienesse et al., 2013; Chung et al., 2016; Ramazzina et al., 2017; Saltychev et al., 2016 e Roeder et al., 2015). Contudo, não há evidências consistentes sobre qual modalidade de fortalecimento é mais eficaz nessa população e ainda há escassez de estudos que avaliam o

efeito sobre o controle postural por meio da posturografia, após o treino de fortalecimento. Assim sendo, o presente estudo tem como objetivo investigar se o fortalecimento com uso de aparelhos de musculação ou em solo, no período de 12 semanas, pode melhorar o controle postural em pacientes com DP.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Primário:

a) Avaliar mudança no controle postural medido pela posturografia estática após 12 semanas de fortalecimento muscular.

2.2 Objetivos Secundários:

a) Avaliar o efeito do programa de fortalecimento nas escalas de equilíbrio que simulam as atividades funcionais e na posturografia dinâmica,

b) Investigar o efeito do programa de fortalecimento sobre a qualidade de vida.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Doença de Parkinson: Aspectos Gerais

A doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa progressiva mais comum, afetando aproximadamente 1% da população acima de 60 anos de idade (Blaylock, 2017). A prevalência da DP na população acima dos 60 anos de idade nos países industrializados é de 0,3% a 1% (De rijk et al., 2000) e 108 a 257 por 100,000 habitantes em países europeus (Von Campenhausen et al., 2005). Um estudo realizado na cidade de Bambuí, em Minas Gerais, Brasil, mostrou que a prevalência é em torno de 3,3% em indivíduos com mais de 65 anos (Barbosa et al., 2006). Estima-se que possa aumentar para 950 por 100,000 habitantes nos Estados Unidos da America na população acima dos 65 anos de idade (Hirtz et al., 2007), com custo estimado de saúde por paciente de 10.000 USD / ano (Kowal et al., 2013). Como há projeções que indicam que a população idosa aumentará significativamente, a expectativa de que a prevalência da doença também aumente. Por essa razão, há necessidade de programas de atenção à saúde, otimizando a qualidade de vida dessa população, a fim de minimizar custos (de Roos et al., 2017).

A faixa etária mais acometida pela doença é entre 50 e 70 anos, com pico aos 60 anos, incidência em homens levemente maior que em mulheres (Kuopio et al., 1999; Bower et al., 1999), afetando 1,5 a 2 vezes mais o sexo masculino (Von Campenhausen et al., 2005; Van Den Eeden et al., 2013).

A etiologia da DP ainda não é esclarecida. Sabe-se que há disfunção nos circuitos dos núcleos da base com morte dos neurônios dopaminérgicos na substância negra pars compacta, levando ao déficit de dopamina no corpo estriado e substância negra. Os sintomas motores iniciam quando há redução de aproximadamente 70% da dopamina estriatal, que corresponde a morte de

50% dos neurônios da substancia negra pars compacta (Scherman et al., 1989).

Existem processos que podem estar relacionados com a degeneração nigroestriatal pela exposição a substâncias como pesticidas, herbicidas e metais pesados (Kuopio et al., 1999), inflamatórios, imunes, estresse oxidativo (Lang e Lozano, 1998) e o envolvimento de mutações genéticas também podem predispor a DP (Crosiers et al., 2011).

A DP foi reconhecida por James Parkinson, que publicou os primeiros relatos em 1817, descrevendo a doença como “Paralisia agitante” e definiu-a como “Movimento involuntário trêmulo, com força muscular diminuída que geralmente melhora em ação, com uma propensão de curvatura do tronco para frente e aceleração do ritmo da caminhada, com sentidos e intelecto permanecendo ilesos” (Parkinson, 1817).

A partir de então, a doença passou a ser melhor investigada em busca de tratamento. Não há cura para a DP, o tratamento é baseado no quadro clínico. Terapia medicamentosa, neurocirurgias e exercícios físicos para a doença são recursos terapêuticos usados para a DP. No início do século 20, técnicas cirúrgicas foram introduzidas como tratamento da DP, porém, com o surgimento da terapia farmacológica da levodopa na década de 60, as cirurgias entraram em desuso (Hornykiewicz, 1998). As técnicas de neuroestimulação foram introduzidas na década de 90 como alvo de interesse científico, o que aumentou as opções terapêuticas (Blumenfeld e Brontë-Stewart, 2015).

Apesar do uso de drogas que agem no sistema dopaminérgico ou de intervenções cirúrgicas, que podem melhorar a qualidade de vida desses doentes, tal qualidade ainda continua sendo prejudicada. Mesmo com o

tratamento farmacológico, especialmente em pacientes na fase avançada da doença apresentam déficits na marcha e equilíbrio, disfunções autonômicas e alterações cognitivas (Lang e Obeso, 2004).

O diagnóstico da DP é clínico, portanto a sua correta identificação depende de uma apurada anamnese e uma cuidadosa avaliação neurológica (Jankovic, 2008).

3.2 Neurofisiopatologia

A DP é caracterizada pela degeneração dos neurônios da substancia negra, que desencadeia uma disfunção de toda circuitaria dos gânglios da base (Scherman et al., 1989). Os gânglios ou núcleos da base são um grupo de núcleos formado pelo estriado (caudado e putâmen), globo pálido (interno e externo), núcleo subtalâmico e pela substância negra (*pars* compacta e reticulada) (Yelnik, 2002). Envolvidos no controle motor, especificamente nos movimentos conscientes e proprioceptivos, mas também tem participação na cognição (Young e Sonne, 2018).

O estriado recebe aferências corticais (excitatórias e inibitórias) e uma larga faixa de fibras que percorre o caminho entre o córtex e o tálamo. O globo pálido interno e a substância negra porção reticulada são chamados de núcleos de saída, modulam as informações do tálamo, córtex e influenciam o sistema piramidal e no controle motor (Kandel et al., 2002; Tumas, 2013).

A hipótese da circuitaria que compõe o funcionamento dos núcleos da base, envolve as vias que chegam ao estriado, influenciada pelo circuito intrínseco através da via direta e indireta (Kandel et al., 2002; Tumas, 2013; Young e Sonne, 2018). A via direta leva à facilitação do movimento, pelo

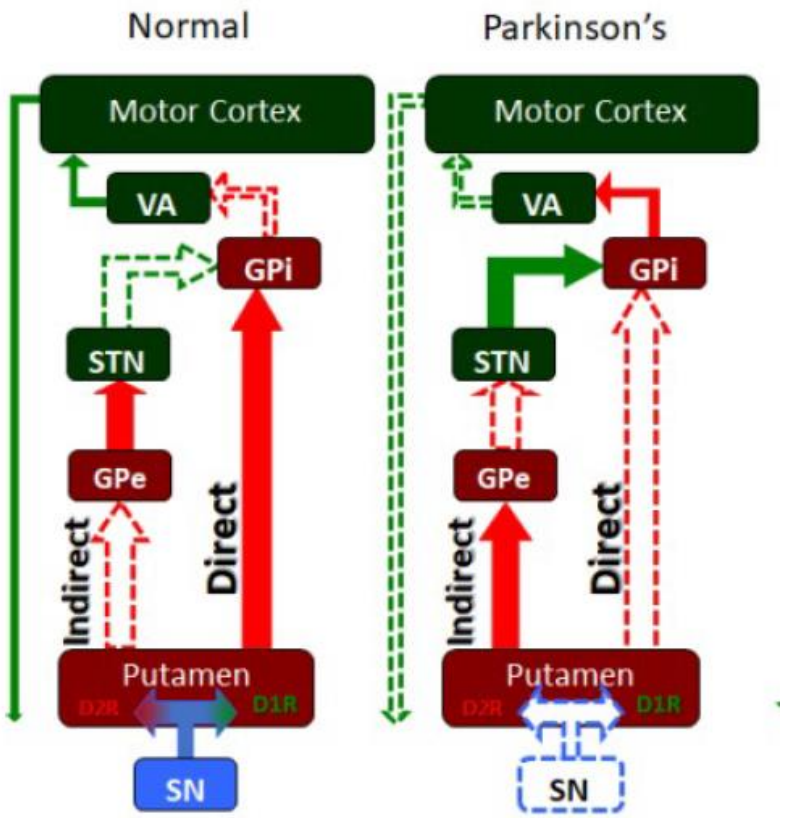
circuito do córtex ao estriado, quando o globo pálido interno e a substância negra reticulada (núcleos de saída) envia projeções até o tálamo por meio do principal neurotransmissor inibitório, de atividade contínua, que é o ácido gama-aminobutírico (GABA). Assim, o tálamo executa o efeito facilitador, enviando projeções do neurotransmissor excitatório (glutamato) ao córtex, pois anteriormente houve a diminuição da atividade dos núcleos de saída assim estimulará as áreas corticais, facilitando o movimento (Kandel et al., 2002; Tumas, 2013; Young e Sonne, 2018). A via nigro-estriatal modula as informações corticais que vão da substância negra pars compacta ao estriado pelo neurotransmissor chamado dopamina. Nesta via, a dopamina é excitatória, ligando-se a receptores do tipo D1 no estriado enviando projeções inibitórias para os núcleos de saída, essencial para a facilitação do movimento (Kandel et al., 2002; Tumas, 2013; Young e Sonne, 2018).

Já a inibição do movimento ocorre pela via indireta. A dopamina se liga aos receptores D2 no estriado provocando inibição no globo pálido externo, que por sua vez, inibe o núcleo subtalâmico, porém as projeções do subtalâmico são excitatórias (glutamato) e permite a ativação dos núcleos de saída, aumentando a inibição do tálamo ao córtex e assim impedem que o tálamo facilite o movimento (Tumas, 2013; Kandel et al., 2002; Young e Sonne, 2018). Dessa forma, a via nigro-estriatal age facilitando o movimento, ativando a via direta e inibindo a via indireta. A Figura 1 representa as vias da circuitaria dos núcleos da base (Kandel et al., 2002; Tumas, 2013; Young e Sonne, 2018).

Como a DP envolve a disfunção nas células da substância negra com a diminuição dopaminérgica ao estriado, provoca o desequilíbrio entre as vias direta e indireta, assim a atividade motora será menos intensa decorrente da

menor facilitação da via direta e haverá maior inibição motora. O comprometimento da ativação cortical causado por ambas as vias, leva as alterações dos padrões de movimento e ao quadro não-motor (Nutt e Wooten, 2005; Young e Sonne, 2018).

Figura 1. Via direta e indireta da circuitaria dos núcleos da base



Fonte: Young e Sonne, 2018. Esquema básico da disfunção dos núcleos da base. VA: núcleo ventral anterior; GPi: globo pálido interno; STN: núcleo subtalâmico; SN:substancia negra; GPe: globo pálido externo.

Além disso, os núcleos da base fazem conexões com circuitos paralelos que abrangem os sistemas óculo-motor, motor, cognitivo e límbico (Young e Sonne, 2018; Takakusaki et al., 2017; Takakusaki et al., 2016; Rolland et al., 2011).

A porção reticulada da substância negra também envia projeções para o colículo superior do mesencéfalo, formação reticular no tronco encefálico e núcleo pedúnculo-pontino. Este último, constituído por neurônios colinérgicos, está localizado no tegmento mesopontino, adjacentes à decussação do pedúnculo cerebelar superior e também faz conexões com outras estruturas (Nauta e Mehler, 1966).

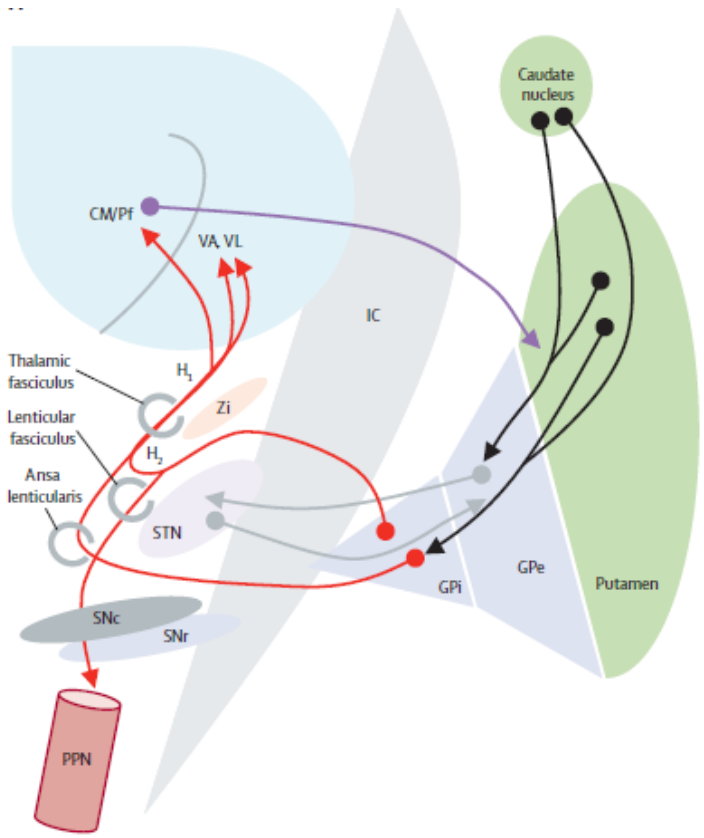
O núcleo pedúnculo-pontino tegmentar faz projeções com os gânglios da base, córtex cerebral, tálamo, tronco encefálico, cerebelo, área límbica e medula espinal. Suas projeções colinérgicas, modulam a intensidade do tônus muscular para uma devida função, na locomoção e no equilibrio. Por esta razão, tem se discutido a atuação deste núcleo sobre possíveis formas de tratamento (Rolland et al., 2011; Takakusaki et al., 2016).

Estudos têm relatado benefícios da estimulação cerebral profunda no pedúnculo-pontino como modalidade terapêutica capaz de estimular neurônios colinérgicos para diminuir sintomas como o congelamento (*freezing*) (Fasano et al., 2015, Garcia-Rill et al., 2019), instabilidade postural e quedas (Fasano et al., 2012, Garcia-Rill et al., 2019), e sobre a rigidez axial e sua influência na locomoção na DP (Garcia-Rill et al., 2019).

Portanto, como a DP não envolve apenas a circuitaria dos núcleos da base, afeta os processos cognitivos e automáticos do controle postural pelos prejuízos no processamento sensorial pela perda dos neurônios colinérgicos no núcleo pedúnculo-pontino e no prosencéfalo basal, falha no programa motor pela redução de atividade das áreas corticais e alterações da postura e marcha relacionadas a áreas do tronco encefálico, dando à doença um caráter

multissistêmico (Takakusaki et al., 2017). A Figura 2 representa as conexões eferentes dos gânglios da base com outras estruturas cerebrais.

Figura 2. Projeções eferentes do circuito dos gânglios da base



Estruturas anatômicas e circuitos envolvidos com os gânglios da base na doença de Parkinson. CM/Pf= Complexo Talâmico Centro Mediano/Parafascicular. GPi= Globo Pálido Interno. GPe=Globo Pálido Externo. IC= Cápsula Interna. PPN=Núcleo Pedúnculo-Pontino. SNc=Substância Negra pars compacta. SNr=Substancia Negra pars reticulata. STN=Núcleo Subtalâmico. VA=núcleo Ventral Anterior do tálamo. VL=núcleo Ventral Lateral do tálamo. Zi=Zona Incerta. Fonte: Fasano et al., 2012.

3.3 Quadro Clínico

A DP idiopática se manifesta por uma combinação de características motoras e não-motoras. A disfunção no circuito dos núcleos da base pela morte neuronal, provoca movimentos involuntários anormais, alterações do tônus e pobreza de movimentos. Os sintomas motores podem se manifestar quando a dopamina produzida na substância negra diminui aproximadamente 60 – 80% (Morris et al., 1996), levando a alterações do quadro clínico da marcha, do tônus muscular, perda de reflexos de readaptação postural e de informação sensorial que interferem na capacidade funcional e qualidade de vida dos pacientes (Visser e Bloem, 2005). Os sintomas não-motores se desenvolvem não apenas em estágios mais avançados da doença, mas também são observados na fase inicial que compreende disfunções autonômicas, gastrointestinais, neuropsiquiátricas, distúrbios do sono, entre outros (Martinez-Martin, 2011).

Apesar de haver algumas características pré-motoras e biomarcadores que podem estar relacionados com a síndrome parkinsoniana, seu diagnóstico é baseado em achados motores clínicos que compreendem a bradicinesia, rigidez, tremor de repouso e instabilidade postural. Para a sua caracterização, é necessário que pelo menos dois dos sintomas supracitados estejam presentes (Paulson e Stern, 1997).

A bradicinesia refere-se à lentidão do movimento durante a sua execução. Pode ser observada durante a marcha, nos gestos, na fala e acarretar dificuldades na vida cotidiana dos pacientes. A acinesia é caracterizada pela ausência do movimento, é um termo também utilizado para se referir à pobreza de movimentação espontânea ou movimentos associados. O congelamento

(*freezing*) define-se pela perda abrupta da iniciação do movimento específico, mais frequente durante a marcha, pois o paciente tem dificuldade em iniciá-la e interrompê-la, característica da acinesia (Vingerhoets et al., 1997). A redução do pico de aceleração do movimento pode ser causada pela hipoativação das conexões tálamo-corticais (Valls-Sole e Valldeoriola, 2002).

A rigidez é caracterizada pelo aumento do tônus muscular, não velocidade dependente, com alteração da co-contração entre músculos agonistas e antagonistas. Quando a resistência ao movimento é observada de maneira intermitente, é definida como “roda denteada” (Jankovic, 2008). O tônus aumentado ocorre preferencialmente em musculatura flexora, levando a alterações posturais com flexão de tronco e semiflexão dos membros, conferindo ao indivíduo a postura simiesca. A postura anteriorizada com flexão de quadril, joelhos e cotovelos, faz com que haja diminuição da dissociação de membros superiores, rotação de tronco e tamanho dos passos (Bridgewater e Sharpe, 1998; Carpenter et al., 2004).

O tremor de repouso é outra característica motora na DP. A circuitaria envolvida com esse sintoma ainda não é totalmente entendido. Acredita-se que o núcleo subtalâmico e globo pálido interno sejam estruturas comprometidas nessa manifestação clínica (Okun e Foote, 2005). Tem predominância nas mãos, podendo alternar entre pronação - supinação ou flexão - extensão de dedos, podendo envolver braços, boca e membros inferiores. O tremor varia entre 4 a 6 ciclos por segundo (Hertz), podendo exacerbar-se durante a marcha, esforço mental e atenuado durante o movimento ou sono (Fernandez, 2015).

A instabilidade postural geralmente se desenvolve com a evolução da doença. É caracterizada pelo déficit de reflexos posturais e dos ajustes antecipatórios e compensatórios. A somatória do quadro clínico que envolve alteração do padrão postural, fraqueza, rigidez muscular e, pela doença afetar predominantemente a população mais idosa (que já apresenta alteração de força muscular associada ao envelhecimento), aumenta ainda mais os riscos de queda, da instabilidade postural e mortalidade na DP (Boonstra et al., 2008; Grill, 1999; Wood et al., 2002; Michalowska et al., 2005). A instabilidade é a causa mais comum de quedas, cerca de 65% da população com DP sofrerá pelo menos uma queda em um período de 12 meses (Cole et al., 2010; Wood et al., 2002). A fratura de quadril é a mais comum, podendo haver quatro vezes mais chances dessa população sofrer essa lesão, comparada a idosos saudáveis (Williams et al., 2006; Walker et al., 2013).

3.4 Controle Postural

A habilidade de um indivíduo assumir uma posição desejada durante uma atividade estática ou dinâmica para atender as demandas da vida cotidiana, se reflete no controle postural adequado. Envolve a capacidade de manter a orientação dos segmentos corpóreos, das interações dinâmicas entre tônus da musculatura postural e sistema nervoso central (Cupps, 1997).

O equilíbrio postural é um dos componentes comportamentais do controle postural referente à habilidade de regular o centro de massa dentro dos limites de estabilidade, através das perturbações que atuam sobre o corpo, incluindo a força da gravidade, dos músculos, ligamentos, da base de apoio dos pés, das respostas frente a essa perturbação ou do controle motor voluntário, ou seja, o

equilíbrio postural depende de uma interação complexa de múltiplos sistemas biomecânicos, integração sensorial, respostas posturais, processamento cognitivo e estratégias de movimento (Horstmann e Dietz, 1990).

Para manter uma postura, estruturas ativas (músculos) em cada articulação do corpo (ossos, tendões) devem contrabalancear todas as forças e momentos de força externa que tendem a deslocar as articulações para outras posições. Mesmo na posição estática, o corpo está sempre na condição de buscar o equilíbrio, pois a somatória das forças externas e internas deve ser zero (Duarte e Freitas, 2010).

Além disso, a integração entre sistemas de informação sensorial e a execução motora deve ser coordenada para que o tronco e pelve possam responder às mudanças na base de suporte com velocidade e precisão suficientes para evitar quedas. O sistema visual contribui para manter o controle postural. A detecção das informações e estímulos no campo visual projetadas na retina tem como função ajustar as movimentações sobre ela, e assim reduz da variabilidade da oscilação postural (Mochizuki e Amadio, 2003).

Uma outra fonte de informação sensorial é proveniente do sistema vestibular, responsável por fornecer informações sobre movimentos lineares e rotacionais da cabeça em relação à força da gravidade. O tronco desempenha um papel na atenuação de forças para manter o equilíbrio durante um desempenho motor. Cerca de 60% da massa corpórea de um indivíduo é representada por tronco e cabeça, dessa forma, o controle do tronco tem um papel importante para estabilizar a posição da cabeça, que é um segmento de referência de orientação para a função vestibular e visão. Sua posição alterada

pode elevar os riscos de queda nessa população (Benatru et al., 2008; Pozzo et al., 1990; Alexandrov et al., 1998; Burg et al., 2006).

Há uma correlação forte entre oscilação de tronco e idade, durante tarefa de descer degrau ou permanecer sobre uma perna, mostrando que as alterações do controle postural estão relacionadas à idade, mesmo em idosos saudáveis (Basta et al., 2013).

O sistema nervoso central realiza constantemente os ajustes entre as informações aferentes de diferentes fontes como somatossensoriais, visuais e vestibulares. A informação sensorial inicial é importante para calcular o processo motor afim de avaliar a posição do corpo para execução do movimento. As interações das áreas corticais motoras executam o ajuste postural antecipatório, importante para a realização de tarefas. Os gânglios da base e o cerebelo atuam no processo automático da postura por meio de conexões recíprocas com o tronco e córtex cerebral. O cerebelo estimula vias excitatórias do trato vestíbulo espinal e retículo espinal para que o tônus da musculatura extensora seja aumentado.

A integração entre as informações sensoriais com o sistema nervoso central e respostas frente a estes estímulos, é pré-requisito para manutenção do equilíbrio. As principais vias descendentes envolvidas com os músculos antigravitacionais formam os tratos vestibuloespinal, tectoespinal e retículo espinal. São responsáveis pelos ajustes dos motoneurônios dos músculos extensores, também envolvidos com os músculos axiais e controle da marcha. Já o trato corticoespinal anterior (localizado no giro pré-central do lobo frontal), é responsável pelo controle da motricidade voluntária da musculatura axial e da parte proximal de ambos os membros (Bican et al., 2013).

Os distúrbios dopaminérgicos e colinérgicos envolvidos na DP compromentem o processamento sensorial que faz a representação interna da postura, e a programação motora devido à atividade reduzida nas áreas corticais e dos distúrbios no tronco encefálico que regulam a postura (Takakusaki, 2017).

Além disso, os pacientes adotam estratégias, respostas posturais mediante a perturbações e sequenciamento de ativação muscular inadequados (Frank et al., 2000). Em função desse efeito cascata das alterações posturais envolvendo a doença, compreender os prováveis mecanismos envolvidos no controle postural é importante para o planejamento da reabilitação (Takakusaki, 2017). Dessa forma, prejuízos no córtex cerebral, nos gânglios da base e no cerebelo podem perturbar o controle da postura-marcha, resultando em queda (Takakusaki, 2017).

Uma forma de compreender a regulação do controle postural é pela postura ortostática, com a utilização de plataformas de força como meio de avaliação, medindo precisamente o deslocamento do centro de massa, conhecido como estudo de posturografia estática (Horak et al., 2005).

Há evidências de que alterações da estabilidade postural podem ocorrer, mesmo em estágios precoces da DP (Mancini et al., 2011), contrariamente ao pressuposto de que os problemas posturais se desenvolvem a partir do estágio intermediário da doença. Com a utilização da posturografia estática foi possível observar que o controle postural é anormal mesmo em pacientes com sintomas leves da doença (UPDRS parte motora < 21) (Beuteur et al., 2008; Chastan 2008). Bridgewater e Sharpe (1998) encontraram alterações do desempenho muscular de tronco em pacientes e déficits na produção de torque axial em

estágio I e II da escala de Hoen Yahr, comparando-os a idosos saudáveis. Pacientes com DP apresentam equilíbrio estático na posição sentada e rotação de tronco pior que indivíduos saudáveis, podendo isso estar relacionado à falta de dissociação entre tronco superior e inferior e pela rigidez axial mesmo em pacientes com estágio inicial da doença (Verheyden et al., 2007).

As dificuldades em regular o controle dos segmentos corporais, pelo padrão alterado da ativação da musculatura de tronco, estão associadas ao processamento motor central, à bradicinesia, redução da mobilidade, rigidez axial e redução das estratégias antecipatórias (Beuter et al., 2008; Chastan et al., 2008). Com a rigidez, o controle do segmento de tronco fica exagerado e aumentado na tentativa de realizar os movimentos desejados, podendo impactar diretamente sobre o equilíbrio (Wright et al., 2007). Foi encontrada atividade basal aumentada dos músculos multífidus e eretores espinais torácicos, movimentos laterais maiores de pelve, tronco e cabeça na população com DP, pois o tronco desempenha como se fosse uma unidade rígida ao invés de observar movimentos independentes e coordenados (Cole et al., 2017). Pacientes a partir do estágio II de HY propensos a quedas, têm pior mobilidade de tronco. O aumento da rigidez axial pode aumentar os desequilíbrios nessa população (Artigas et al., 2016).

A terapia dopaminérgica pode diminuir alguns sintomas como rigidez, bradicinesia e tremor, porém, é menos responsiva à instabilidade postural (Olanow et al., 2009). Além disso, a medicação pode aumentar a oscilação dos pacientes devido às discinesias induzidas pelo levodopa (Marusiak et al., 2012), portanto elaborar estratégias para diminuir o risco de quedas nessa população é necessário.

3.5 Posturografia Estática

Como a integração dos múltiplos sistemas citados acima são elementos que fazem parte da manutenção do controle postural, a posturografia tem o propósito de compreender as alterações do equilíbrio na DP. É um modo preciso de avaliação que permite identificar de forma quantitativa as oscilações do corpo na posição estática ereta. É composta por duas placas, uma sobre a outra, ligadas por sensores de força que medem três componentes Fx (direção Antero-posterior), Fy (latero-lateral) e Fz (direção vertical). Dessa forma, o resultado é a média do vetor resultante de todas as forças que atuam sobre a plataforma, como as forças internas (músculos, ligamentos, articulações) e a força peso (Winter, 1990). O Centro de Pressão (CP) é a grandeza dos dados utilizados, pois representa a combinação das respostas neuromusculares das oscilações do centro de gravidade do indivíduo (Duarte e Freitas, 2010). O trajeto percorrido pelo CP pode ser avaliado por meio de alguns parâmetros como deslocamento no plano lateral, plano antero-posterior, velocidade, área, comprimento do CP, entre outros, afim de buscar objetivamente as alterações do controle postural.

A maioria dos estudos que utilizaram a posturografia como instrumento de avaliação do controle postural na DP mostraram resultados objetivos na sua forma de análise. Foi observada oscilação do CP maior (Barbosa et al., 2015; Ferrazoli et al., 2015; Ickenstein et al., 2012; Błaszczyk et al., 2011; Rocchi et al., 2002), menor (Horak et al., 1992) ou até sem diferença, quando comparada a idosos saudáveis (Zawadka-Kunikowska et al., 2014).

O CP aumentado na DP é indicativo de risco de quedas nessa população. Mancini (2012) encontrou aumento da oscilação no deslocamento médio-

lateral, velocidade e frequência após 12 meses do diagnóstico da DP, sugerindo deterioração do controle postural mesmo na fase inicial da doença. Outros estudos identificaram aumento da oscilação da área e distância média de todas as medições do CP (Ickenstein et al., 2012), comprometimento da estabilidade do quadril (Bridgewater e Sharpe 1998; Wright et al. 2007) e do tronco quando comparado a idosos saudáveis (Carpenter et al., 2004; Horak et al., 2005).

A gravidade da doença e a reposição dopaminérgica pode diminuir os sintomas motores como a rigidez muscular, entretanto os pacientes passam a usar estratégia de quadril na fase *ON* da medicação, com oscilação significativamente maior quando comparada à fase *OFF* (Kuo et al., 1998; Baston et al., 2016).

Em contrapartida, pacientes em estágio inicial da doença (HY 2), não apresentaram instabilidade no plano médio-lateral, apesar de terem observado alterações na velocidade e amplitude do CP quando comparados a indivíduos idosos, e por esse motivo, os autores sugerem que a posição ereta quieta pode não ser a melhor condição para detectar sinais precoces de deficiências relacionadas à doença, no plano lateral (Bonnet et al., 2014).

Há poucos trabalhos que investigam a duração de tempo ideal e frequência de amostragem da posturografia. Deve-se levar em conta a faixa etária, risco de quedas, efeito medicamentoso e doenças associadas, por isso é importante avaliar quais são as influências sobre o controle postural do indivíduo para se determinar os parâmetros da posturografia. Recomenda-se freqüência de 100 Hz, com a duração do tempo da postura ereta quieta sendo ao menos de 60 segundos, para otimizar a confiabilidade das medidas do CP,

pois um tempo muito curto de aquisição pode levar a resultados errôneos por conta da alta variabilidade do sinal do CP, alta demais pode levar à adaptação e fadiga (Duarte e Freitas, 2010; Lafond et al., 2004; Carpenter et al., 2001).

Na doença de Parkinson, encontramos diversos protocolos de mensuração do CP, entre eles, a média de três testes de 20 segundos (Rossi-Izquierdo et al., 2014; De la Casa-Fages et al., 2017), média de dois testes de 30 segundos (Zawadka-Kunikowska et al., 2014; Ickenstein et al., 2012) ou três testes de 30 segundos (Baston et al., 2016; Stylianou et al., 2011). Dois testes (Johnson et al., 2013; Ebersbach et al., 2011) ou três de 60 segundos também foram encontrados na literatura (Barbosa et al., 2015) e até testes realizados por 2 minutos (Mancini et al., 2012). Uma revisão sistemática, teve como objetivo resumir as variáveis e metodologia posturográficas mais utilizadas em 32 artigos mostrando diferentes tempos de mensuração do CP, frequência de amostragem, equipamentos e com número de repetições de uma a três vezes. Os autores sugerem que esse método objetivo de avaliar o equilíbrio pode ser complementar com testes clínicos e que é possível criar o padrão ouro nas medidas de posturografia na DP (Kamieniarz et al., 2018).

3.6 Força Muscular

As restrições biomecânicas provocadas pela perda de massa muscular decorrente do envelhecimento são caracterizadas como sarcopenia, ou seja, o idoso pode apresentar redução do volume e das fibras musculares, de unidades motoras e da capacidade de gerar força, podendo comprometer o controle postural adequado e aumentar o risco de quedas (Horak, 2006). Alterações endócrinas, nutritivas, doenças neurodegenerativas, inatividade

física, entre outras, são fatores que podem estar associados à sarcopenia e podem acelerar o processo de perda de massa muscular (Cruz-Jentoft et al., 2010).

Estudos apontam que a força muscular é prejudicada na DP e está associada ao déficit de mobilidade e ao aumento do risco de quedas, quando comparada a idosos saudáveis (Schilling et al., 2009). A redução de força pode ter origem central, pois há melhora do quadro motor com prescrição de Levodopa, porém não a níveis de normalidade (Nallegowda et al., 2004). Cerca de 44% dos pacientes com DP relatam sensação de fraqueza frequente (Friedman e Abrantes, 2012). A perda de dopamina aumenta a via inibitória do tálamo, reduzindo a ativação cortical para o músculo. Além disso, a diminuição da ativação corticoespinal diminui a ativação de unidades motoras, mostrando que a fraqueza muscular pode ter origem central (DeLong e Wichmann, 2007; David et al., 2012). Pacientes apresentam maior rigidez e menos força muscular de tronco comparada a controles saudáveis, com uma diferença respectivamente de 46,6% e 62,8%. Essa disfunção leva a uma alteração funcional como redução da velocidade da marcha (Pang e Mak, 2009). Na fase *OFF* da medicação, o pico de torque muscular agrava com diminuição de 15% a 30% na velocidade de contração concêntrica (Pedersen e Öberg,1993).

Além disso, com a progressão da doença, o centro de gravidade se altera pela postura anteriorizada e, como as estratégias compensatórias são ineficazes para recuperar o equilíbrio corporal, agravam-se as respostas posturais (Goldberg et al., 2005; Cole et al., 2010). As dificuldades em regular o controle postural pela ineficiência da musculatura refletem-se sobre o equilíbrio (Wright et al., 2007). A influência dos membros inferiores pode ser fundamental

para recuperar o equilíbrio frente a uma perturbação externa (Paul et al., 2013). Além do equilíbrio, melhora a mobilidade, podendo interferir na capacidade funcional dos pacientes (Corcos et al., 1996).

Fatores como rigidez ou alteração da relação comprimento-tensão do músculo por falta de posicionamento corporal adequado ou pela bradicinesia podem prejudicar a ação muscular, levando à sua ineficiência. Um plano de fortalecimento muscular aumenta a magnitude e a velocidade da aquisição dos sinais da eletromiografia e leva ao aumento de torque dos flexores de cotovelo (David et al., 2016).

3.7 Exercícios de Fortalecimento

Como os aspectos biomecânicos são elementos que contribuem na manutenção do controle postural, intervenções com objetivo de amenizar a perda de massa muscular podem melhorar o equilíbrio desses pacientes (Dibble et al., 2006; Falvo et al., 2008; Chung et al., 2016). Como já discutido anteriormente, a terapia farmacológica diminui os sintomas motores da doença, melhora a função cerebral, porém não reverte totalmente as manifestações clínicas da doença. Dessa forma, a reabilitação física deve ser planejada precocemente a fim de reestabelecer a capacidade de gerar força muscular e de manter o equilíbrio, essenciais para a independência funcional (Archer et al., 2011).

O treino resistido ou de fortalecimento, também conhecido como exercícios de força, ocorre quando um indivíduo executa um movimento contra uma resistência, habitualmente com carga. O objetivo desse treinamento é promover força, aumento de massa muscular e da flexibilidade (Ratamess et

al., 2009; Vincent et al., 2006; Graves et al., 2001; Hurley et al., 2000). A capacidade de gerar força se realiza em diferentes tipos de contração muscular: contração isométrica, quando o músculo contrai sem alterar seu comprimento e sem vencer uma determinada resistência; contração isotônica, que pode ser dividida em concêntrica, quando a força age no sentido do encurtamento muscular, vencendo a resistência externa; contração excêntrica, quando a força age no sentido do alongamento muscular com tensão inferior à resistência externa. Por fim, a contração isocinética, na qual é necessário realizar contração muscular em velocidade constante em toda amplitude de movimento articular (Linnamo et al., 2003; Sale,1987; MacIntosh et al., 2008).

As adaptações neuromusculares pelo fortalecimento são provenientes de dois fatores, centrais e morfológicas. Quando o recrutamento de unidades motoras, geradas pela quantidade de descargas elétricas enviadas pela região cortical ou espinal por meio da excitabilidade dos motoneurônios alfa, são as consideradas centrais. Quando há mudanças na arquitetura muscular, no volume e comprimento, área seccional, do tônus muscular e das propriedades visco elásticas do tecido, são consideradas as morfológicas (Kawakami, 2005; Carrol et al., 2011). Mudanças neuroendócrinas, dos tipos de fibras musculares, bioenergéticas e na composição corporal são algumas adaptações também encontradas após um programa de treinamento (Deschenes et al., 2002).

O tipo de fortalecimento estabelecido, volume, intensidade, frequência do treino, gênero, faixa etária são alguns fatores que alteram as respostas adaptativas do músculo ao exercício. Em idosos sedentários saudáveis, 12 semanas de treino de fortalecimento são suficientes para promover aumento na

área de secção transversal e do volume muscular (Roman et al., 1993), demonstrando adaptações neuromusculares quando realizados duas vezes por semana (Radaelli et al., 2018). O período de 10 semanas com baixo volume de carga também há ganho de força e volume muscular (Cannon e Marino, 2010). Outro estudo, porém, identificou que 20 semanas com alta intensidade de carga são necessárias para que ocorram as adaptações neurais (Galvão e Taaffe, 2005).

A literatura tem reportado seu possível efeito neuroprotetor. Programas regulares de atividade física, seja muscular, cardiovascular ou associadas tem efeito neuroprotetor, desencadeando eventos relacionados à plasticidade neuronal na DP com possíveis mecanismos de ação neurotrófica, incluindo excitação córticomotora, aumento no volume de massa cinzenta e mudanças nos níveis de fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) (Hirsch et al., 2016), e ainda efeito sobre os sistemas dopaminérgicos e não - dopaminérgicos (Petzinger et al., 2010; Francardo et al., 2017).

Estudos realizados em modelo experimental por degeneração nigroestriatal, no animal provocado por agentes tóxicos (6-OHDA ou MPTP), mostraram que o exercício físico pode estimular mecanismos de neuroproteção como regulação de fatores neurotróficos, sinais de neurogênese e redução de inflamação (Fredriksson et al., 2011; Francardo et al., 2017). Apesar dos efeitos positivos da atividade aeróbia, na memória e no aumento de fatores neurotróficos, a ação específica do exercício de fortalecimento ainda é incerta, sendo necessária melhor investigação (Goekint et al., 2010; Cassilhas et al., 2016).

Pacientes submetidos a 25 minutos de carga intensa no cicloergômetro, tem atividade neuronal similar quando estão em estado *ON* da medicação para a DP, avaliados pela ressonância magnética funcional (Beall et al., 2013). Da mesma forma, um treino de 16 semanas de fortalecimento de alta intensidade (realizados três vezes por semana com utilização de cicloergômetro no período de descanso entre as séries) mostrou aumento da atividade neuronal em estado de repouso na substância negra. Além disso, houve aumento do sinal no córtex pré-frontal ventromedial a direita e ventrolateral esquerda, mostrando que esse programa de exercício preserva a via dopaminérgica, comprometida pela doença (Kelly et al., 2017).

Foi observado alterações neuroquímicas nos gânglios da base por meio da espectroscopia de prótons por ressonância magnética após um programa de 8 semanas de exercícios, sugerindo processos de recuperação motora por aumento da relação dos metabólitos glutamato/glutamina na região do estriado em pacientes com DP (Delli Pizzi et al., 2017).

Na DP, o treino de fortalecimento tem um bom desempenho na força, mobilidade, equilíbrio (Paul et al., 2014; Falvo et al., 2008), na marcha (Lee et al., 2008; Cakit et al., 2007) e na qualidade de vida na DP (Rodrigues de Paula et al., 2006; Ashburn et al., 2007; Yousefi et al.,2009). Porém, ainda não existem evidências consistentes sobre qual modalidade de fortalecimento é mais eficaz nessa população.

O programa de fortalecimento muscular global ou específico de membros inferiores gera ganho de força muscular, sobretudo na capacidade funcional, observada nos testes clínicos como o teste de caminhada de 6 minutos (Brienesse et al., 2013). Entretanto ao comparar um programa de exercícios de

equilíbrio com fortalecimento de músculos inferiores não foi identificado efeitos positivos no controle postural, avaliado pelos testes clínicos (Schlenstedt et al., 2015).

O interesse pelos possíveis benefícios do treino de fortalecimento na capacidade funcional na DP tem sido observado com o aumento de publicações na literatura desde 2013, porém nota-se que muitos desses trabalhos têm limitações metodológicas, com número pequeno de participantes ou trabalhos não alocados aleatoriamente. Há falta de padronização quanto à intensidade, carga, duração do treino e grupos musculares envolvidos, com diversas modalidades de fortalecimento, e em alguns estudos, associado a outras terapêuticas, tornando-se o efeito da RT na DP inconclusivo (Brienesse et al., 2013; Chung et al., 2016; Ramazzina et al., 2017; Saltychev et al., 2016 e Roeder et al., 2015).

Uma revisão sistemática identificou 12 estudos com qualidade metodológica robusta e não foi possível concluir se o programa de fortalecimento pode melhorar os sintomas motores e qualidade de vida na DP. Dentre os trabalhos selecionados, os programas de fortalecimento foram executados de distintas maneiras, com uso de ciclo ergométrico, máquinas de musculação e uso de bandas elásticas, realizadas em grupos musculares diferentes (Ramazzina et al., 2017). A maioria dos trabalhos avalia o treino da musculatura de membros inferiores associado ao treino de equilíbrio (Bloomer et al, 2008; Dereli et al., 2010; Yousefi et al., 2009; Dibble et al., 2009; Gobbi et al., 2009; Lun et al., 2005) e poucos investigaram o efeito isolado sobre o controle postural.

Estudos descrevem que programas de musculação são de fácil adaptação e respeitam as condições individuais de aptidão e saúde. A sobrecarga aplicada não exige esforços máximos e quando realizados devem ser feitos com intervalo de descanso entre as séries (Ades et al., 1996; Beniamini et al., 1999; Vincent et al., 2006). O treino em aparelhos de musculação possibilita o direcionamento articular adequado para assim ativar grupo muscular desejado de forma otimizada, recrutando mais unidades motoras, mais força e maior potência. A sobrecarga ideal deve ser aplicada quando o movimento articular é executado sem dor (Vincent et al., 2006).

É indicado realizar repetições de 12, 10 e 8 vezes com 60% da resistência máxima, feitas em três séries por exercício (Vincent et al., 2006; Ciolac et al., 2010*),* inclusive indivíduos debilitados e idosos podem realizar exercícios resistidos com facilidade (Ratamess, et al, 2009; Ades, 1996; Feigenbaun et al., 1999).

De acordo com as diretrizes da *American College of Sports Medicine* (ACSM), recomenda-se que o programa de fortalecimento seja realizado por aparelhos de musculação, no mínimo duas vezes na semana, de 1 a 3 séries de 8 a 12 repetições em adultos saudáveis sedentários com período de descanso de 1 a 2 minutos entre os exercícios de carga mais leve, e 2 a 3 minutos para exercícios mais intensos. A sobrecarga utilizada é baseada na porcentagem de uma repetição máxima (1-RM), que é a maior quantidade de carga levantada em uma única repetição. Estipula-se carga de 60% a 70% de 1-RM para iniciantes. Outra forma de utilizar carga externa pode ser com a utilização de pesos livres ou o próprio peso corporal. A frequência de exercícios pode ser de 2 a 3 vezes na semana. Para indivíduos intermediários deve-se

treinar de 3 a 4 dias para atingir membros superiores e inferiores, e indivíduos treinados podem realizar de 4 a 6 dias por semana. Para reduzir o risco de excesso de treinamento (*overtraining*), recomenda-se um incremento de 2-10% caso o indivíduo não sinta dificuldade da carga em duas sessões de treinamento consecutivo (*American College of Sports Medicine Position Stand*, 2009).

Nota-se poucos estudos que investigam a influência específica dos exercícios de fortalecimento com utilização de acessórios como resistência externa para promover força na DP (Pereira et al., 2014; Schlenstedt et al., 2015). É uma modalidade que oferece segurança com efeitos positivos para força muscular de membros inferiores e na funcionalidade (Mollinedo-Cardalda et al., 2018), e ainda propicia a uma maior integração sensório motora pois são exercícios que dependem de movimentos mais coordenados e do controle postural de cada indivíduo com DP (Schlenstedt et al., 2015).

3.7.1 Tempo, intensidade, volume e frequência do fortalecimento

O tempo de intervenção dos exercícios de fortalecimento na DP ainda é variado. Há diversas propostas de protocolos de exercícios resistidos com intensidade, frequência e formas de fortalecimento distintas relatadas na literatura. A maioria dos estudos utilizaram programas de treinamento misto, associado ao equilíbrio, ou aeróbio (Gobbi, 2009; Hirsch et al., 2003).

Exercícios de força realizados duas vezes por semana no período de quatro semanas consecutivas, mesmo na fase inicial da doença, é suficiente para se obter resposta motora (Scandalis et al., 2001; Comella et al., 1994).

Uma revisão de Falvo (2008) recomenda que os exercícios resistidos concêntricos e excêntricos devem ser realizados entre duas a três vezes por semana como uma intervenção eficaz para atenuar o quadro clínico da doença. Foram encontrados protocolos de fortalecimento realizados na frequência de duas vezes por semana, no período de sete semanas (Schlenstedt et al., 2015), duas vezes por semana com volume de três séries, de 5 a 8 repetições (Schilling et al., 2010), por oito semanas (Bloomer et al., 2008) ou utilizando um volume de carga inicial de 40% de 1-RM (Santos et al., 2017). Outros programas de fortalecimento realizados duas vezes no período de 10 semanas com volume de 70% de 1-RM de 12 a 20 repetições (Hass et al., 2012), ou ainda com alta intensidade (60 - 80%) da carga máxima associado ao treino de equilíbrio, realizados três vezes por semana (Gobbi, 2009; Hirsch et al., 2003). Por sua vez, outro programa com 12 semanas de exercícios excêntricos de alta resistência gera hipertrofia do músculo quadríceps e melhora a mobilidade dos pacientes em estágio leve a moderado da DP (Dibble et al., 2006) quando realizados duas vezes por semana (Schulman et al., 2013; Paul et al., 2014; Carvalho et al., 2015). Do mesmo modo, um programa de 12 semanas, três vezes semanais, identificou ganhos motores na DP (Dibble et al., 2009; Cruise et al., 2011; Shen et al., 2014). Um treino combinado de 16 semanas entre aeróbio, equilíbrio e fortalecimento de alta intensidade com três séries de oito a 12 repetições geram mudanças no sistema músculo-esquelético quanto à distribuição das fibras musculares do tipo I e no tamanho e distribuição das fibras musculares do tipo IIa e IIx (Kelly et al., 2014). Por fim, um plano de 24 semanas de exercícios, realizado três vezes semanais (Canning et al., 2015)

também encontrou efeitos positivos para força (Allen et al., 2010; Corcos et al., 2013).

3.8 Avaliações Funcionais na DP

As escalas de avaliações funcionais são instrumentos que auxiliam avaliar de forma quantitativa as desordens causadas pela doença, tratando-se de monitorar e acompanhar a progressão da doença, bem como incapacidades envolvendo o equilíbrio, a marcha e a qualidade de vida. A seguir, serão discutidas as escalas aplicadas neste estudo.

3.8.1 Escala de progressão da doença

A escala de *Hoehn e Yahr (HY),* desenvolvida em 1967, é amplamente utilizada para avaliar a gravidade da doença. Essa escala considera a presença de instabilidade postural e distribuição dos sintomas da doença. Originalmente, foi desenvolvida com graduação de zero a cinco, na qual no estágio zero o indivíduo não apresenta sinais da doença e no estágio cinco, dependência completa e incapacidade grave (Hoehn e Yahr, 1967; Goetz et al., 2004). A versão modificada da escala compreende estágios intermediários para uma análise mais apurada, de incapacidade do indivíduo com a DP. Segue abaixo a Tabela 1 (Schenkman et al., 2001).

Tabela 1. Escala de Hoehn e Yahr Modificada

Estágio 0	Nenhum sinal da doença
Estágio 1	Doença unilateral
Estágio 1,5	Envolvimento unilateral e axial
Estágio 2	Doença bilateral sem comprometer o equilíbrio
Estágio 2,5	Doença bilateral leve, com recuperação no “teste do empurrão”
Estágio 3	Doença bilateral de leve a moderada incapacidade; alguma instabilidade postural; fisicamente independente
Estágio 4	Incapacidade grave; ainda capaz de andar e ficar ereto sem ajuda
Estágio 5	Restrito à cadeira de rodas ou ao leito; necessita de ajuda

A *UPDRS* (*The Unified Parkinson’s Disease Rating Scale*) é a escala mais utilizada para avaliar incapacidade de pacientes com DP e engloba as esferas mental/comportamental; atividades da vida diária; motora; complicações decorrentes do tratamento farmacológico (Jankovic, 2007; Ramaker et al., 2002). A avaliação dos sintomas motores corresponde à parte III da escala, incluindo 14 itens que abrangem tremor, rigidez, bradicinesia de membros superiores e inferiores, postura, marcha e estabilidade postural. A pontuação varia entre 0 a 108. Quanto maior a pontuação, pior é a incapacidade motora associada à doença. Estima-se que pacientes com UPDRS III (parte motora) > que 20 apresentam alteração do equilíbrio, mesmo sob efeito de medicação que controla a doença (Frenklach et al.,2009). (Anexo 1)

3.8.2 Escalas de Equilíbrio

O *Timed Up and Go test (TUG*) é uma ferramenta de triagem comumente utilizada para avaliar mobilidade e riscos de queda em pacientes com DP. Ela

mensura o tempo em que o indivíduo consegue executar uma sequência de atividades: levantar-se da cadeira sem ajuda dos braços, andar a uma distância de três metros, dar meia volta e voltar à posição inicial. O paciente deve apoiar as costas na cadeira desde o início ao fim do teste. Quando o exame é executado em uma velocidade acima de 13 segundos, é associado a um maior risco de queda em idosos (Podsiadlo e Richardson, 1991). Contudo, um estudo específico para DP propôs um tempo de corte de 11,5 segundos, que discrimina pacientes caidores de não-caidores (Nocera et al., 2013).

A Escala de Equilibrio de Berg (EEB), já validada no Brasil, avalia o desempenho do equilíbrio e do controle postural (Berg et al., 1992; Miyamoto et al., 2004), também é utilizada para identificar riscos de quedas em idosos (Qutubuddin et al., 2005). Consiste em 14 tarefas que avaliam o equilíbrio em atividades do dia a dia. Quanto menor for a pontuação, maior risco de quedas. O paciente com limitação ou restrito à cadeira de rodas recebe pontuação entre zero e 20; o que deambula com auxiliadores de marcha é classificado entre 21 e 40, já pacientes que são independentes recebem pontuação acima de 40. Pontuação igual ou acima de 45 pontos é considerado satisfatório (Qutubuddin et al., 2005). (Anexo 2)

Outra escala que pode auxiliar na avaliação do equilíbrio é o *Mini – Balance Evaluation Systems Test ou* Mini-BESTest (MiniBest) (Franchignoni et al., 2010), que foi extraído do teste BESTest (*Balance Evaluations Systems Test*), desenvolvido por Horak et al., 2009. Trata-se de um questionário que tem sido utilizado nos últimos anos, é de fácil uso para o cotidiano clínico e mostra ter melhor sensibilidade que o EEB ao identificar respostas posturais nos pacientes (Leddy et al., 2011, Gera et al., 2016), pois é capaz de avaliar

múltiplos sistemas relacionados ao controle do equilíbrio como reação, respostas antecipatórias, integração sensorial e equilíbrio durante a marcha. O MiniBest é altamente correlacionado com o EEB (r = 0,79), porém sua vantagem é evitar o efeito teto comumente observado nos casos leves de alterações do equilibro na DP (King et al., 2012). O questionário é composto de 14 itens, quanto maior a pontuação, melhor a funcionalidade do paciente. (Anexo 3)

3.8.3 Escala de qualidade de vida

O *Parkinson Disease Questionnaire-39* (PDQ-39) é um instrumento que avalia a percepção de qualidade de vida do indivíduo com DP. Está disponível em vários idiomas, inclusive o português, e é de uso gratuito (Peto et al.,1997). Essa escala é dividida em oito categorias: mobilidade, atividades de vida diária, bem-estar emocional, estigma, apoio, cognição, comunicação e desconforto corporal. (Anexo 4)

Muitos fatores podem impactar a qualidade de vida na DP. O estado emocional do paciente pode influenciar negativamente no bem-estar, levando-o ao agravo da independência funcional. A progressão da doença aumenta a incapacidade do paciente para realizar suas atividades rotineiras e consequentemente diminui sua participação no convívio social (Schrag et al., 2000). Assim como alterações de humor e comprometimento axial são os principais sinais determinantes da pior qualidade de vida (Muslimovic et al., 2008), é possível identificar conforme o questionário PDQ-39, o comprometimento no estigma, cognição, mobilidade e atividade de vida diária, mesmo nos estágios leve a moderado da doença (Moreira et al., 2017).

3.8.4 Posturografia

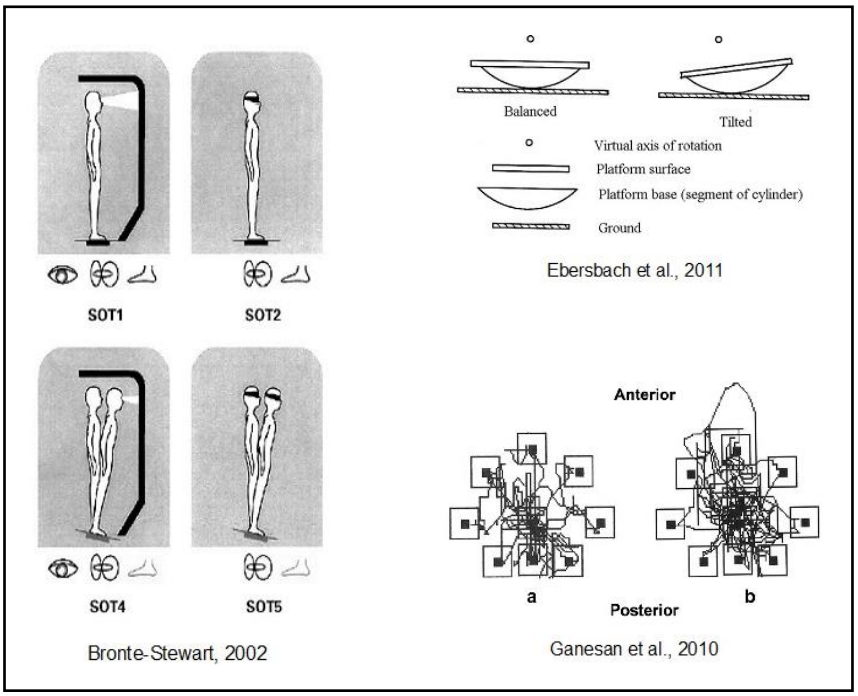
Como já descrito anteriormente, a plataforma de força estática é uma medida de avaliação que pode identificar alteração do controle postural com o indivíduo em pé (Mancini et al., 2012; Bonnet et al., 2014; Barbosa et al., 2015). Mesmo na posição estática, ocorrem oscilações constantemente do corpo, que são moduladas por circuitos que alimentam o controle postural. Qualquer disfunção nesses sistemas comprometerá o equilíbrio corporal adequado (Takakusaki, 2017).

A posturografia dinâmica computadorizada é outro método que avalia o equilíbrio sob perturbações externas ou em condições que simulam atividades diárias. Como os pacientes com a DP têm maior risco de quedas durante a iniciação ou mudança de posição (dar meia volta, levantar de uma cadeira, por exemplo), a exigência de manter o controle postural deve ser coordenada com mudanças da base de suporte. Rigidez axial, estratégia do quadril insuficiente e déficit da musculatura de tronco podem afetar o equilíbrio e a marcha dessa população (Carpenter et al., 2004; Horak et al., 2005; Van Emmerik et al., 1999). Diante disso, a posturografia é uma ferramenta que explora a influência de outros sistemas também responsáveis pelo controle postural.

Em 1970, Nashner propôs um método de avaliação conhecido como Teste de Organização Sensorial**.** Por intermédio dessa análise, observa-se a interação das informações visuais, vestibulares e somatossensoriais com suas possíveis respostas motoras. A partir de então, muitos trabalhos começaram a ser descritos na literatura com objetivo de avaliar o controle postural (Nashner, 1982; Bronte-Stewart et al., 2002; Nocera, 2009). Permanecer sobre uma plataforma que oscila no plano anteroposterior (Benninger et al., 2010) na

amplitude de 4 graus e frequência de 0,5 Hz. (Colnat-Coulbois, et al., 2005). Inclinações com amplitude de 7,5 graus em diferentes velocidades para avaliar a estratégia de tornozelo e de quadril, ainda sob as condições de olhos abertos ou fechados (Nijhuis Oude et al., 2014). Manter-se em apoio unipodal ou na posição *tandem* com a plataforma móvel (Ebersbach et al., 2011), simular atividades do dia a dia também são métodos para quantificar o controle postural dinâmico (Nocera et al., 2010). E por fim, foram encontrados estudos que testam os limites de estabilidade, na qual, o paciente deve inclinar-se, sem tirar os pés da plataforma em diferentes posições requisitadas (Johnson et al., 2013; Ganesan et al., 2010). A Figura 3 representa algumas formas de avaliar o controle postural pela posturografia dinâmica na DP.

Figura 3. Exemplos de Posturografia Dinâmica



Formas variadas de avaliação do controle postural dinâmico

4 MÉTODOS

4.1 Desenho e local do estudo

Este ensaio clínico, prospectivo, com alocação aleatória, avaliador cego e três braços de estudo foi realizado no Ambulatório dos Distúrbios do Movimento do Departamento de Neurologia do Hospital das Clínicas do HC-FMUSP e no Laboratório de Estudos do Movimento do Instituto de Ortopedia do HC-FMUSP, no período de setembro de 2013 a fevereiro de 2016.

4.2 Ética

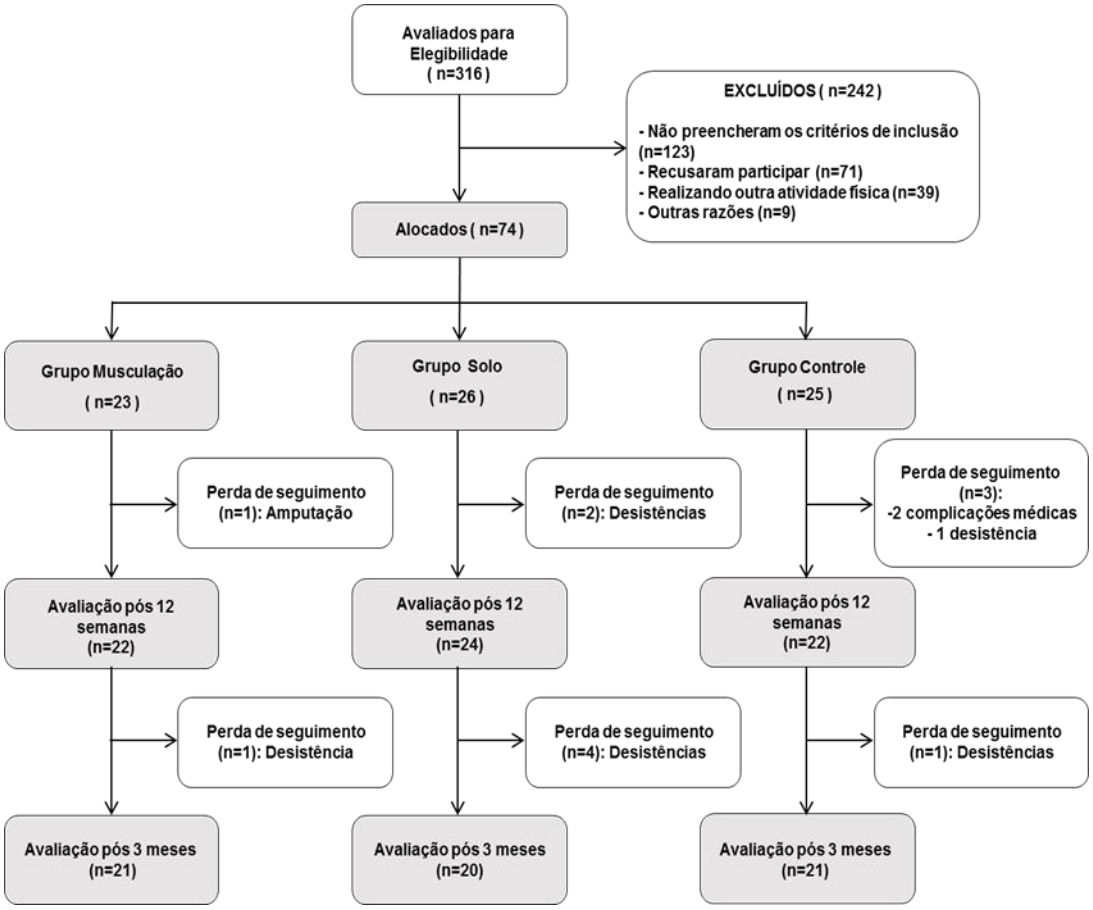
O estudo foi aprovado pelo comitê de ética **(CAAE: 11068713.2.0000.0068)** com **Número do Parecer:** 266.626, **Data da Relatoria: 08/05/2013.** Posteriormente, para aumento da amostra, foi aprovado sob o **Número do Parecer:** 1.132.532 e **Data da Relatoria:** 20/05/2015 e registrado no clinicaltrials.gov sob número NCT 02674724.

4.3 Recrutamento

Todos os pacientes com DP foram recrutados da Associação Brasil Parkinson e do Ambulatório de Distúrbios do Movimento do Departamento de Neurologia do Hospital das Clínicas do HC-FMUSP. Para se obter um poder de 80% e confiança de 95%, supondo a diferença significativa com pelo menos 1 desvio padrão na posturografia estática, a amostra necessária para realização do estudo foi de pelo menos 21 pacientes em cada grupo.

A seleção de pacientes seguiu o fluxograma representado pela Figura 4 e foi baseado no CONSORT (*Consolidated Standards of Reporting Trials*, www.consort-statement.org).

Figura 4. Fluxograma



4.4 Critérios de inclusão

Todos os participantes que concordaram em participar do estudo, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 5).

Os critérios de inclusão para este estudo foram:

- Idade igual ou maior a 50 e menor ou igual a 75 anos de idade;
- Gênero: feminino ou masculino;
- Doença de Parkinson de origem idiopática, segundo os critérios de *The United Kingdom Parkinson's Disease Society Brain Research Centre, Institute of Neurology, London* (Hughes et al., 1992);
- Escala de Hoehn e Yahr em estágio II a III;
- Habilidade para andar de forma independente, sem dispositivos auxiliares de marcha;
- Medicação estável para a doença há pelo menos 3 meses antes da fase de recrutamento do estudo;
- Escala de Mini Exame do Estado Mental (Mini Mental) para rastreio cognitivo com pontuação ≥ 24.

4.5 Critérios de exclusão

- Alterações ortopédicas ou dor excessiva em articulações que possam interferir na reabilitação;
- Instabilidade cardiovascular, uso de marcapasso, doença metabólica, disfunção vestibular, acidente vascular encefálica e demência;
- Impossibilidade de comparecer ao ambulatório duas vezes por semana;
- Que participaram em outro programa de reabilitação física durante ou seis meses previamente ao início do estudo;
- Pacientes que recusaram a participar do estudo e não assinaram o termo de consentimento.

4.6 Alocação Aleatória

Dos 316 participantes recrutados, 74 foram incluídos no estudo, em seguida todos foram alocados para um dos três braços do estudo. A alocação foi gerada pelo site *randomization.com* (Dallal, 2008), distribuídos em 13 blocos de seis números, já prevendo 20% a mais devido aos possíveis abandonos dos participantes do estudo. Cada número foi separado em envelopes individuais, opacos e selados.

4.7 Instrumentos de Avaliação

Todos os participantes do estudo foram avaliados por um fisioterapeuta que foi mascarado quanto à alocação aos braços do estudo, sempre controlados para que fossem realizadas em estado *ON* do medicamento.

Coletamos dados demográficos e clínicos, em seguida, realizamos todos os questionários clínicos e posturográficos. Cada avaliação teve duração aproximada de 01h30 minutos, realizada nos momentos pré-intervenção, uma semana após o término da intervenção e seguimento pós 3 meses.

4.7.1 Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson - parte motora

Utilizamos a Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson - seção motora (*UPDRS*-III) para quantificar a condição motora dos participantes. A pontuação varia de 0 a 4 por item. A somatória pode atingir valor máximo de 108. Quanto maior o valor, pior é a condição motora do indivíduo.

4.7.2 Questionários de Equilíbrio

A Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) consiste em pontuar 14 tarefas, de zero a quatro, na qual zero significa ser incapaz de realizar a tarefa determinada, e quatro, quando o paciente realiza de forma independente. A pontuação total é de 56 pontos. Quanto menor for a pontuação, maior risco de quedas.

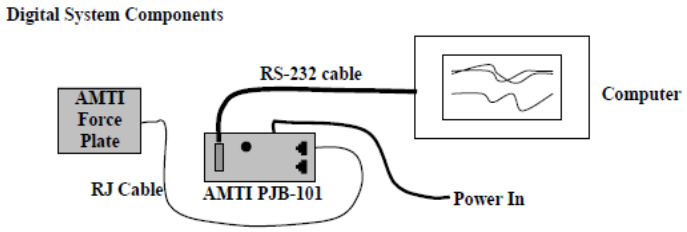
Utilizamos a escala MiniBest, composta por 14 itens com pontuação que gradua de zero a dois, atingindo a máxima de 32. Quanto maior o escore, melhor a funcionalidade do paciente.

O TUG mensura o tempo (em segundos) em que o indivíduo consegue levantar-se da cadeira sem ajuda dos braços, andar a uma distância de três metros, dar meia volta e voltar à posição inicial.

4.7.3 Posturografia Estática

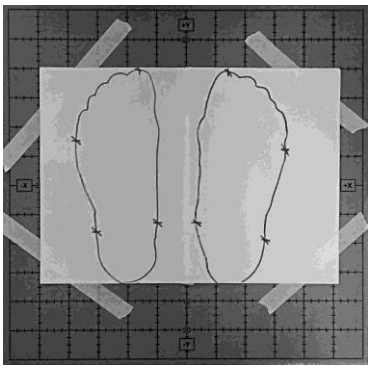
Recomenda-se que a plataforma se mantenha no chão ligada na corrente elétrica no mínimo 30 minutos antes da realização do teste para que o equipamento aqueça. Os participantes permaneceram sobre a plataforma, medindo 50 x 50 cm e 4,5 cm de altura (AccuSway Plus, marca Advanced Mechanical Technology Inc., AMTI, Watertown, Massachusettes), conectada por um computador, um cabo RS 232 e uma caixa de interface (PBJ-101) para se obter a amplificação dos sinais. Todos os dados foram armazenados pelo software Balance Clinic®. A frequência de configuração foi de 100 Hz, com uso de filtro passa baixa de quarta ordem tipo Butterworth e frequência de corte de 10 Hz (Figura 5).

Figura 5. Componentes do sistema digital



Todos os participantes do estudo subiram na plataforma de força descalços na posição de conforto, sem que a base de suporte ultrapassasse a largura do quadril. Essa base foi desenhada e reutilizada em todas as reavaliações. Foi necessário marcar quatro pontos correspondentes às proeminências ósseas de cada pé: maléolo lateral e medial, cabeça do quinto metatarso e falange distal do hálux para que o programa pudesse registrar a posição dos pés (Figura 6).

Figura 6. Posição dos pés sobre a plataforma de força estática



Cada teste foi realizado com o participante sobre o desenho dos seus pés, braços ao longo do corpo e olhar fixado em um ponto pré-determinado (10 cm abaixo da altura de cada participante), localizado a uma distância de 1 metro. Não foi permitido conversar e realizar movimentos voluntários durante o teste.

Foram executados três testes de 60 segundos nas condições de Olhos Abertos (OA), Olhos Fechados (OF) e Olhos Abertos em Dupla Tarefa (DT), ou seja, nove testes ao total. O resultado obtido foi a média aritmética dos três testes, em cada uma das condições. Durante a dupla tarefa, os participantes

deveriam permanecer na condição estática e falar o maior número de palavras que começassem com a letra F, nome de animais e nome de frutas.

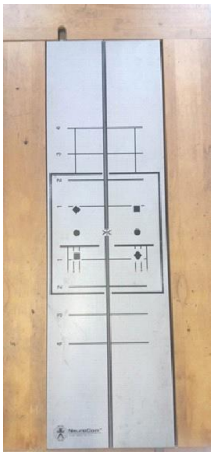
As variáveis utilizadas no estudo foram:

- **Deslocamento Médio-Lateral (ML),** que é o desvio padrão da oscilação do CP no plano médio-lateral, expressa em centímetros (cm);
- **Deslocamento Antero-posterior (AP),** que é o desvio padrão da oscilação do CP no plano antero-posterior, expressa em centímetros (cm);
- **Velocidade**, que é a velocidade média do deslocamento do CP em todas as direções, expressa em cm/seg;
- **Área** do CP, que é a área elíptica de 95º percentil da trajetória do CP, expressa em cm^2

4.7.4 Posturografia Dinâmica

A avaliação do equilíbrio dinâmico foi realizada utilizando a plataforma *Balance Master*, da marca Neurocom®, Clackamas, versão 8.3, com sinais gravados em uma frequência de amostragem de 20 Hz. Esse equipamento é composto por duas plataformas justapostas com 1,5 m de comprimento e conectadas a um computador que identifica a posição do centro de gravidade ao solo (Figura 7).

Figura 7. Plataforma de força dinâmica



A tela do computador foi direcionada ao participante para que pudesse visualizar o momento em que o programa emite um sinal para iniciar a tarefa. Os protocolos selecionados estão detalhados a seguir:

4.7.4.a Marcha *tandem*

Os participantes foram instruídos a andar sobre uma linha fixada na plataforma em marcha *tandem* (andar com o calcanhar tocando a ponta do dedo do outro pé). A variável analisada foi: **velocidade** da marcha *tandem*, expressa em cm/seg. O resultado foi a média de três testes. Valores maiores indicam um melhor controle do equilíbrio para executar essa tarefa.

4.7.4.b Subir no degrau

Os participantes foram instruídos a subir em um degrau com 10 cm de altura com a perna esquerda, em seguida ultrapassando com o membro direito, pisando diretamente sobre a plataforma, finalizando com os dois pés paralelos.

O programa da plataforma *Balance Master*, inicia a tarefa pelo membro esquerdo em todas as avaliações. O resultado foi a média de três testes para cada membro. As variáveis analisadas foram:

- **Força da perna esquerda** ao subir no degrau, essa é a força de elevação máxima exercida pela perna esquerda para subir no degrau, expressa em porcentagem do peso corporal.
- **Força da perna direita** ao subir no degrau, essa é a força de elevação máxima exercida pela perna direita para subir no degrau, expressa em porcentagem do peso corporal. Índices mais baixos indicam diminuição da força para elevar o corpo sobre a o degrau.
- **Tempo com a perna esquerda**, quantifica o tempo (em segundos) necessário para concluir essa tarefa.
- **Tempo com a perna direita**, quantifica o tempo (em segundos) necessário para concluir essa tarefa.

4.7.5 *Parkinson Disease Questionnaire – 39* (PDQ-39)

O questionário é dividido entre as categorias: mobilidade, atividades de vida diária, bem-estar emocional, estigma, apoio, cognição, comunicação e desconforto corporal. A pontuação varia entre zero (nunca) a quatro (sempre ou frequentemente) para 39 itens. Escores maiores sugerem baixa percepção de qualidade de vida. Foi utilizado o valor de cada domínio para análise estatística.

4.8 Intervenções

4.8.1 Grupo fortalecimento em aparelhos de musculação

Os participantes alocados para o grupo musculação (Gmusc) realizaram exercícios em aparelhos de musculação que foram desenvolvidos para idosos (Biodelta®, São Paulo, Brazil). O treinamento foi realizado duas vezes por

semana, no período de 12 semanas com intervalo de dois a cinco dias após o último treino. Cada sessão teve duração de 50 minutos, incluindo cinco minutos de aquecimento (na posição sentada, os pacientes deveriam inclinar e rodar o tronco para ambos os lados com os membros superiores abduzidos, em seguida, com o tronco fixo realizaram flexão e extensão de membros superiores. Em pé, foram instruídos a realizar flexão/extensão e abdução de quadril com apoio, se necessário. Foi realizado 10 repetições de cada exercício). Ao término do treino de fortalecimento, foram realizados cinco minutos de exercícios de alongamento (alongamento do quadríceps, isquiotibiais, tríceps braquial e peitoral em posição ortostática por 15 segundos cada). Todos os participantes foram monitorados pela mesma fisioterapeuta.

A adaptação do paciente nos aparelhos foi realizada nas primeiras quatro sessões, utilizando-se de carga mínima com objetivo de promover familiarização e aprendizagem. Os pacientes foram instruídos a se posicionar adequadamente, compreender quais músculos deveriam ser recrutados e capazes de limitar a amplitude articular do movimento em cada aparelho (Ciolac, Garcez-Leme e Greve; 2010; Ciolac e Greve, 2011). Em seguida, foi realizado o teste de 1-RM, que é a quantidade máxima de peso levantada durante a realização de um movimento completo em cada aparelho, sendo executada de maneira correta, sem sinal de fibrilação muscular e apnéia.

Dessa forma, a carga inicial foi definida como 60% da carga máxima tolerada pelo paciente. Todos foram encorajados a realizar 3 séries de 8 a 12 repetições em cada aparelho com intervalo de descanso de 60 segundos. A progressão da sobrecarga foi aumentada de 5 a 10%, caso o participante não sentisse fadiga muscular após o treino anterior, o que significa que houve

adaptação à carga anterior. O participante foi orientado a não realizar manobra de Valsalva durante a fase de movimento, mas realizar a expiração com ativação da musculatura abdominal. Quando os exercícios foram realizados com dor, mudança no padrão do movimento articular, compensação de ombros, joelhos ou coluna vertebral, os pacientes foram reavaliados quanto à carga induzida ou posicionamento no aparelho.

Os participantes receberam uma cartilha contendo exercícios de alongamento para serem realizados em casa, duas vezes por semana, durante o período da intervenção.

O programa de exercícios de musculação está descrito abaixo:

Puxador Alto
Fase expiratória: latíssimo do dorso, trapézio inferior, redondo maior, romboides, peitoral, flexores de cotovelo, deltóide posterior. Fase inspiratória: extensores de cotovelo e músculos da cintura escapular e isometria de musculatura abdominal para estabilização.

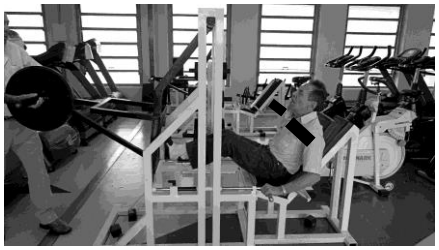
Extensor lombar
Fase expiratória: glúteo máximo, paravertebrais lombares. Fase inspiratória: músculos abdominais e extensores lombares. A isometria de membros inferiores foi requisitada para estabilização.

Remada
Fase expiratória: Latíssimo do dorso, redondo maior e menor, infra-espinal, porção posterior do deltoide, fibras médias e inferiores do trapézio, rombóides, paravertebrais, glúteos, posteriores da coxa. Fase inspiratória: estabilizadores de cintura escapular e biceps braquial. Isometria de membros inferiores e musculatura abdominal para estabilização.

Flexor abdominal inclinado
Fase expiratória: reto, oblíquo e transverso do abdome. Fase inspiratória: musculatura abdominal e membros inferiores para estabilização.

Press peitoral
Fase expiratória: peitoral maior, deltóide porção anterior, triceps braquial, serrátil anterior, latíssimo do dorso e subescapular. Fase inspiratória: músculos da cintura escapular e posteriores de ombro. Isometria de musculatura abdominal.

Leg Press
Fase expiratória: Quadríceps femoral.
Fase inspiratória: Glúteo máximo, isquiotibiais, adutores e isometria de abdome para estabilização.



4.8.2 Grupo fortalecimento com exercícios em solo

O grupo de fortalecimento em solo (Gsolo) teve como objetivo recrutar os mesmos grupos musculares do Gmusc durante as 12 semanas, realizadas duas vezes por semana, com duração de 50 minutos, incluindo aquecimento e alongamento ao termino de cada sessão.

A sobrecarga foi aplicada por meio de carga externa, utilizando-se de pesos livres (halteres, caneleiras), com uso de resistência elástica (faixas e tubos elásticos). Algumas variações foram praticadas de acordo com nível de controle motor de cada paciente para execução do exercício desejado. Nos casos de mau desempenho do movimento, foi necessário facilitar o exercício. Da mesma forma, os participantes que conseguiram realizar de forma plena o movimento, com carga externa elevada, foi solicitado um reposicionamento articular para dificultar o exercício.

Todos foram instruídos a realizar 3 séries de 8 a 12 repetições com intervalo de 60 segundos entre as séries. A carga ou dificuldade do exercício foi aumentada, caso o participante não sentisse fadiga muscular após o treino anterior. Este grupo recebeu uma cartilha contendo exercícios de alongamento para serem realizados em casa, duas vezes por semana durante o período da intervenção.

A escolha de dois protocolos de fortalecimento se deve ao fato da literatura relatar que há presença de fraqueza muscular na DP, porém com pouca evidência sobre qual tipo de exercício é mais eficaz, e seu impacto no controle postural.

O programa de exercícios está descrito logo abaixo:

Abdominal

Joelhos fletidos e afastados na largura do quadril. Fase expiratória: flexionar tronco superior ativando musculatura abdominal, mantendo-se na posição por 5 segundos. Fase inspiratória: retornar à posição inicial de forma excêntrica quando possível. Sobrecarga: paciente segurando caneleiras na região peitoral e elevar os membros inferiores.

Ponte

Joelhos fletidos e afastados na largura do quadril e braços ao longo do corpo. Fase expiratória: contrair o abdome, glúteos e elevar a pelve por 5 segundos. Fase inspiratória: retornar a posição inicial de forma excêntrica. Sobrecarga: caneleiras sobre região pélvica e tirar um membro do apoio mantendo a pelve alinhada.

Agachamento

Em pé, membros inferiores afastados na largura do quadril e simular o movimento de sentar. Fase expiratória: quadríceps. Fase inspiratória: glúteos. Isometria do abdome durante o movimento. Sobrecarga: halteres

Extensores de região torácica

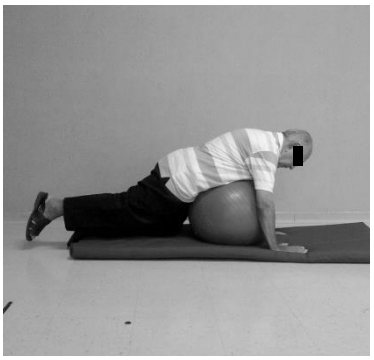
Em pé, membros afastados na largura do quadril, faixa elástica na altura do peito e realizar movimento de abertura. Isometria de abdome. Fase expiratória: recrutar rombóides, trapézio médio, infra-espinal. Sobrecarga: faixa elástica com resistência maior e posicionar um membro a frente da outra.

Serrátil anterior e extensores de ombro

Em pé, membros afastados, faixa elástica passando por baixo da região axilar. Puxar o elástico para frente e desalecer durante o retorno usando extensores de ombros. Fase expiratória: serrátil anterior, tríceps braquial, rombóides, trapézio médio, infra-espinal. Isometria de abdome. Sobrecarga: faixa elástica com resistência maior.

Em 4 apoios

Mãos na direção da cintura escapular e joelhos na altura do quadril. Fase expiratória: estender um membro inferior e estabilizar o tronco. Sobrecarga: caneleira no membro inferior, flexão do membro superior na altura da cabeca com extensão da perna oposta ao braço. Manter o tronco estabilizado enquanto executa o movimento.

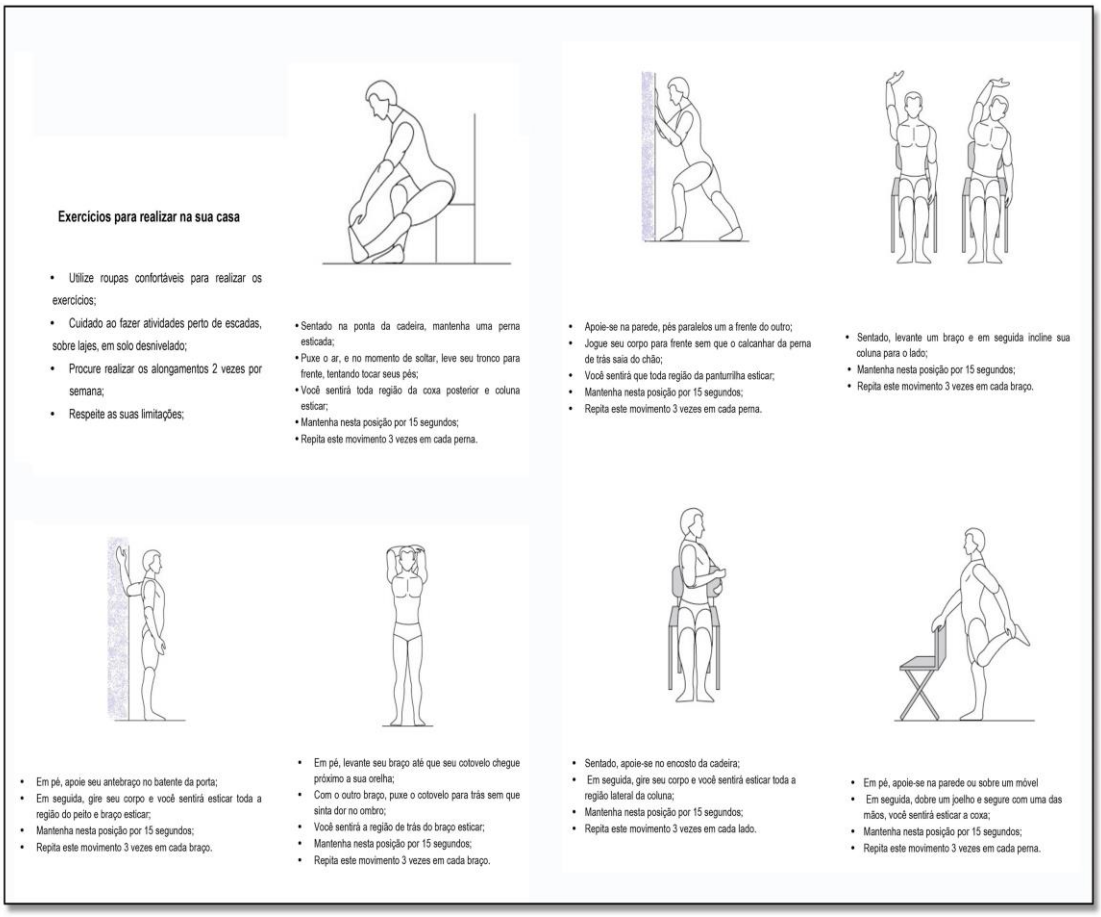


4.8.3 Grupo Controle

O grupo controle (Gc) recebeu uma cartilha contendo exercícios de alongamento. Todos os participantes foram instruídos a realizar os exercícios

duas vezes por semana, no período de 12 semanas. Um fisioterapeuta foi responsável por telefonar uma vez ao mês para controlar a realização dos exercícios. A cartilha está representada na Figura 8.

Figura 8. Cartilha contendo exercícios de alongamento



Exercícios para realizar na sua casa

- Utilize roupas confortáveis para realizar os exercícios;
- Cuidado ao fazer atividades perto de escadas, sobre lajes, em solo desnivelado;
- Procure realizar os alongamentos 2 vezes por semana;
- Respeite as suas limitações;

- Sentado na ponta da cadeira, mantenha uma perna esticada;
- Puxe o ar, e no momento de soltar, leve seu tronco para frente, tentando tocar seus pés;
- Você sentirá toda região da coxa posterior e coluna esticar;
- Mantenha nesta posição por 15 segundos;
- Repita este movimento 3 vezes em cada perna.

- Apoie-se na parede, pés paralelos um a frente do outro;
- Jogue seu corpo para frente sem que o calcanhar da perna de trás saia do chão;
- Você sentirá que toda região da panturrilha esticar;
- Mantenha nesta posição por 15 segundos;
- Repita este movimento 3 vezes em cada perna.

- Sentado, levante um braço e em seguida incline sua coluna para o lado;
- Mantenha nesta posição por 15 segundos;
- Repita este movimento 3 vezes em cada braço.

- Em pé, apoie seu antebraço no batente da porta;
- Em seguida, gire seu corpo e você sentirá esticar toda a região do peito e braço esticar;
- Mantenha nesta posição por 15 segundos;
- Repita este movimento 3 vezes em cada braço.

- Em pé, levante seu braço até que seu cotovelo chegue próximo a sua orelha;
- Com o outro braço, puxe o cotovelo para trás sem que sinta dor no ombro;
- Você sentirá a região de trás do braço esticar;
- Mantenha nesta posição por 15 segundos;
- Repita este movimento 3 vezes em cada braço.

- Sentado, apoie-se no encosto da cadeira;
- Em seguida, gire seu corpo e você sentirá esticar toda a região lateral da coluna;
- Mantenha nesta posição por 15 segundos;
- Repita este movimento 3 vezes em cada lado.

- Em pé, apoie-se na parede ou sobre um móvel
- Em seguida, dobre um joelho e segure com uma das mãos, você sentirá esticar a coxa;
- Mantenha nesta posição por 15 segundos;
- Repita este movimento 3 vezes em cada perna.

4.9 Desfecho Primário

Como desfecho primário, foi determinado analisar mudanças nas variáveis da posturografia estática (deslocamento ML, AP, velocidade e área do CP) após intervenção.

4.10 Desfechos Secundários

- UPDRS - III,

- Escala de Equilíbrio de Berg (EEB),

- *Mini – Balance Evaluation Systems Test* (MiniBest),

- Teste *Timed Up and Go* (TUG),

- Marcha *tandem* e subir no degrau da posturografia dinâmica,

- *Parkinson Disease Questionnaire – 39* (PDQ-39).

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a descrição dos dados demográficos quantitativos (idade, IMC, escolaridade, Mini Mental e tempo de doença), utilizamos a Análise de Variância (ANOVA) *one way* para compará-los quanto à média. Com relação aos dados demográficos qualitativos como HY, raça e gênero, utilizamos o Teste de Igualdade de Duas Proporções para comparar a distribuição da frequência (percentual) relativa entre os grupos.

Da mesma forma, o teste de ANOVA *one way* foi aplicado para determinar se os grupos apresentaram características posturográficas, testes clínicos funcionais e qualidade de vida iniciais semelhantes. Quando a diferença significativa foi encontrada, o teste de *post hoc* de Comparação Múltipla de *Tukey* foi utilizada para comparar os grupos aos pares e determinar com precisão entre quais grupos ocorreu essa diferença. O objetivo dessa análise foi identificar se os grupos tinham distribuição homogênea.

Por fim, utilizamos o teste de ANOVA *two way,* tendo como fator independente os grupos (Gsolo, Gmusc e Gc) e fator dependente os tempos de avaliação (pré-intervenção, pós-intervenção e seguimento após 3 meses) para identificar possíveis interações para cada variável da posturografia, testes clínicos funcionais e qualidade de vida. Em caso de diferença estatisticamente significante, utilizamos o teste de *post hoc* de *Tukey* para identificar em qual grupo e momento essa diferença foi encontrada.

Para a análise dos dados, considerou-se o princípio de intenção de tratar (ITT) pelas perdas ao longo dos seguimentos, assumindo o método *Last Observation Carried Forward* (LOCF). As análises foram realizadas pelo software Statistica, versão 13.3 (TIBCO, USA) e Excel Office 2010. A

probabilidade de erro alfa menor do que 0,05 (5%) foi adotada para definir resultados estatisticamente significativos.

6 RESULTADOS

6.1 Características clínicas e demográficas dos pacientes com DP

Na tabela 2 estão representados os valores quantitativos das características demográficas e clínicas dos participantes do estudo. Concluímos que não houve diferença estatisticamente significante entre os três grupos quanto a idade, índice de massa corpórea (IMC), escolaridade, tempo de doença e Mini Exame do Estado Mental.

Tabela 2. Comparação dos dados demográficos e clínicos de acordo com os grupos

Grupo		Média	DP	Min	Max	N	IC	P-valor
Idade	Gc	63,6	7	52	75	25	2,7	0,977
	Gmusc	63,4	6,9	50	75	23	2,8	
	Gsolo	63,2	6,4	50	74	26	2,5	
IMC	Gc	25,7	4,3	18,3	36,5	25	1,7	0,972
	Gmusc	25,6	3,1	18,5	33,6	23	1,3	
	Gsolo	25,9	3,6	19,4	32,5	26	1,4	
Escolaridade	Gc	8,5	3,8	3	15	25	1,5	0,255
	Gmusc	7,3	5,1	2	19	23	2,1	
	Gsolo	9,4	4,4	2	16	26	1,7	
Tempo de doença	Gc	9,6	4,8	2	18	25	1,9	0,462
	Gmusc	7,6	6	2	30	23	2,5	
	Gsolo	8,4	5,9	2	25	26	2,3	
Mini Mental	Gc	27,5	2,1	24	30	25	0,8	0,527
	Gmusc	27,4	1,9	24	30	23	0,8	
	Gsolo	26,9	2,4	24	30	26	0,9	

DP: desvio padrão; Min: valor mínimo; Max: valor máximo; N: número da amostra; IC: intervalo de confiança; IMC: índice de Massa Corpórea; Mini Mental: Mini Exame do Estado Mental; Gc: Grupo controle; Gmusc: Grupo musculação; Gsolo: Grupo solo.

A Tabela 3 representa os resultados dos dados demográficos e clínicos qualitativos pelo teste de *post hoc* de *Tukey* (Tabela 4), mostrando que não houve diferença significativa de acordo com os níveis de estadiamento da doença Hoehn e Yahr, raça e gênero, com valor de p>0,05 entre os grupos, ou seja, os grupos apresentaram aspectos homogêneos quanto às características iniciais.

Tabela 3. Comparação dos dados demográficos e clínicos qualitativos de acordo com os grupos

	Gc	**Gmusc**	**Gsolo**
HY	**N (%)**	**N (%)**	**N (%)**
2	6 (24)	6 (26,1)	3 (11,5)
2,5	16 (64)	14 (60,9)	20 (76,9)
3	3 (12)	3 (13)	3 (11,5)
Gênero			
Masculino	18 (72)	17 (73,9)	18 (69,2)
Feminino	7 (28)	6 (26,1)	8 (30,8)
Raça			
Branco	13 (52)	16 (69,6)	17 (65,4)
Negro	2 (8)	1 (4,3)	0 (0)
Pardo	8 (32)	5 (21,7)	7 (26,9)
Amarelo	2 (8)	1 (4,3)	2 (7,7)

Resultados descritos em N: número da amostra; %: porcentagem. HY: Hoehn Yahr, Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo; Gc: grupo controle.

Tabela 4. Análise de *post hoc* para variáveis qualitativas

		Gc	Gmusc
HY 2	**Gmusc**	0,868	
	Gsolo	0,243	0,189
HY 2,5	**Gmusc**	0,823	
	Gsolo	0,311	0,224
HY 3	**Gmusc**	0,913	
	Gsolo	0,959	0,873
Gênero	**Gmusc**	0,882	
	Gsolo	0,828	0,717
Branco	**Gmusc**	0,214	
	Gsolo	0,332	0,755
Negro	**Gmusc**	0,602	
	Gsolo	0,141	0,28
Pardo	**Gmusc**	0,424	
	Gsolo	0,691	0,674
Amarelo	**Gmusc**	0,602	
	Gsolo	0,967	0,626

Resultados do teste de post-hoc de *Tukey* em valor de p; HY: Hoehn Yahr; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo; Gc: grupo controle.

6.2 Resultados da comparação dos testes clínicos e posturográficos na avaliação inicial

Na tabela 5 estão descritos os resultados clínicos da avaliação pré-intervenção, mostrando que não houve diferença estatisticamente significante. Os grupos tinham características iniciais semelhantes para UPDRS-III, MiniBest, EEB e TUG (p>0,05).

Tabela 5. Comparação das variáveis clínicas iniciais entre os grupos

		Média	DP	IC	P-valor
UPDRS	Gc	26,44	9,95	22,33 - 30,55	0,539
	Gmusc	29,13	10,06	24,78 - 33,48	
	Gsolo	29,58	12,06	24,71 - 34,45	
MiniBest	Gc	24,92	4,15	23,21 - 26,63	0,600
	Gmusc	24,48	4,24	22,64 - 26,31	
	Gsolo	23,69	4,71	23,21 - 26,63	
EEB	Gc	52,28	2,79	51,13 - 53,43	0,428
	Gmusc	52,09	4,50	50,14 - 54,03	
	Gsolo	51,00	4,74	49,08 - 52,92	
TUG	Gc	8,56	1,73	7,84 - 9,30	0,961
	Gmusc	8,70	3,39	7,23 - 10,20	
	Gsolo	8,50	2,10	7,65 - 9,30	

UPDRS: *The Unified Parkinson's Disease Rating Scale;* MiniBest: *Mini-Balance Evaluations Systems Test*; EEB: Escala de Equilíbrio de Berg; TUG: *Timed Up and Go test*; Gc: Grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo; DP: desvio padrão; IC: intervalo de confiança.

O resultado das comparações para PDQ-39 está representado na Tabela 6. A percepção inicial da qualidade de vida eram semelhantes entre os grupos, não mostrando diferença significativa de acordo com cada domínio na avaliação inicial (p>0,05).

Tabela 6. Comparação inicial para PDQ-39 entre os grupos

		Média	DP	IC	P-valor
Mobilidade	Gc	23,12	19,51	15,07 - 31,17	0,182
	Gmusc	34,72	24,10	24,29 - 45,14	
	Gsolo	30,52	22,02	21,63 - 39,41	
AVD	Gc	24,24	21,44	15,39 - 33,09	0,982
	Gmusc	37,58	23,70	27,34 - 47,83	
	Gsolo	36,53	25,99	26,03 - 47,03	
Bem - estar	Gc	22,36	16,65	15,5 - 29,2	0,359
	Gmusc	30,79	22,68	21 - 40,6	
	Gsolo	28,54	23,44	19,1 - 38	
Estigma	Gc	12,78	15,89	6,22 - 19,34	0,066
	Gmusc	20,90	21,62	11,55 - 30,25	
	Gsolo	25,03	18,38	17,60 - 32,45	
Apoio	Gc	8,19	13,95	2,43 - 13,90	0,245
	Gmusc	15,88	16,84	8,50 - 23,10	
	Gsolo	15,78	22,87	6,64- 25,10	
Cognição	Gc	19,52	19,30	11,55 - 27,49	0,321
	Gmusc	26,50	20,87	17,48 - 35,52	
	Gsolo	27,44	20,36	19,22 - 35,67	
Comunicação	Gc	27,49	17,99	20,07 - 34,92	0,973
	Gmusc	26,19	20,64	17,26 - 35,11	
	Gsolo	26,28	26,22	15,69 - 36,87	
Desconforto	Gc	34,97	21,89	25,93 - 44,01	0,065
	Gmusc	42,43	24,66	31,77 - 53,10	
	Gsolo	25,96	26,01	15 - 36	

PDQ-39: escore entre 0 a 100. Quanto maior a pontuação, pior a percepção da qualidade de vida. AVD: Atividade de Vida Diária; Gc: Grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo; DP: desvio padrão; IC: intervalo de confiança.

A Tabela 7 representa os resultados da comparação das variáveis da posturografia estática (OA, OF e DT) iniciais, mostrando que não houve diferença significativa (p>0,05), ou seja, os grupos apresentaram características posturográficas iniciais semelhantes.

Tabela 7. Comparação inicial da posturografia estática em olhos abertos, fechados e dupla tarefa

		Média	DP	IC	P-valor
Médio-Lateral OA	Gc	0,42	0,16	0,35 - 0,48	0,973
	Gmusc	0,40	0,21	0,31 - 0,49	
	Gsolo	0,41	0,20	0,33 - 0,49	
Antero - Posterior OA	Gc	0,57	0,23	0,48 - 0,67	0,355
	Gmusc	0,63	0,38	0,47 - 0,80	
	Gsolo	0,51	0,24	0,42 - 0,61	
Velocidade OA	Gc	1,40	0,57	1,16 - 1,63	0,586
	Gmusc	1,23	0,59	0,98 - 1,49	
	Gsolo	1,30	0,52	1,09 - 1,51	
Área OA	Gc	4,20	2,28	3,25 - 5,14	0,434
	Gmusc	5,22	6,07	2,59 - 7,84	
	Gsolo	3,78	2,67	2,70 - 4,85	
Médio-lateral OF	Gc	0,45	0,16	0,38 - 0,51	0,652
	Gmusc	0,48	0,28	0,36 - 0,61	
	Gsolo	0,3	0,19	0,35 - 0,50	
Antero-Posterior OF	Gc	0,64	0,26	0,54 - 0,75	0,622
	Gmusc	0,65	0,32	0,51 - 0,79	
	Gsolo	0,58	0,24	0,48 - 0,68	
Velocidade OF	Gc	1,67	0,65	1,40 - 1,94	0,931
	Gmusc	1,61	1,04	1,16 - 2,06	
	Gsolo	1,59	0,71	1,30 - 1,87	
Área OF	Gc	5,36	3,10	4,08 - 6,60	0,393
	Gmusc	6,79	8,37	3,17 - 10,4	
	Gsolo	4,70	3,38	3,34 - 6,1	
Médio-lateral DT	Gc	0,53	0,24	0,43 - 0,63	0,688
	Gmusc	0,49	0,33	0,35 - 0,63	
	Gsolo	0,47	0,25	0,37 - 0,57	
Antero-Posterior DT	Gc	0,67	0,27	0,56 - 0,78	0,283
	Gmusc	0,60	0,30	0,47 - 0,73	
	Gsolo	0,56	0,21	0,47 - 0,64	

Velocidade DT	Gc	2,11	1,07	1,67 - 2,55	0,829
	Gmusc	1,58	0,97	1,16 - 2,00	
	Gsolo	1,59	0,76	1,28 - 1,90	
Área DT	Gc	7,00	5,27	4,82 - 9,2	0,587
	Gmusc	6,50	8,44	2,85 - 10,1	
	Gsolo	5,26	4,27	3,54 - 7	

OA: Olhos Abertos; OF: Olhos Fechados; DT: Dupla tarefa; Gc: Grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo; DP: desvio padrão; IC: intervalo de confiança.

Na posturografia dinâmica, não foi observado diferença estatisticamente significante para velocidade da marcha *tandem*, força para elevar o membro e tempo de execução da tarefa subir no degrau. (Tabela 8)

Tabela 8. Comparação inicial entre os grupos para marcha *tandem* e subir no degrau

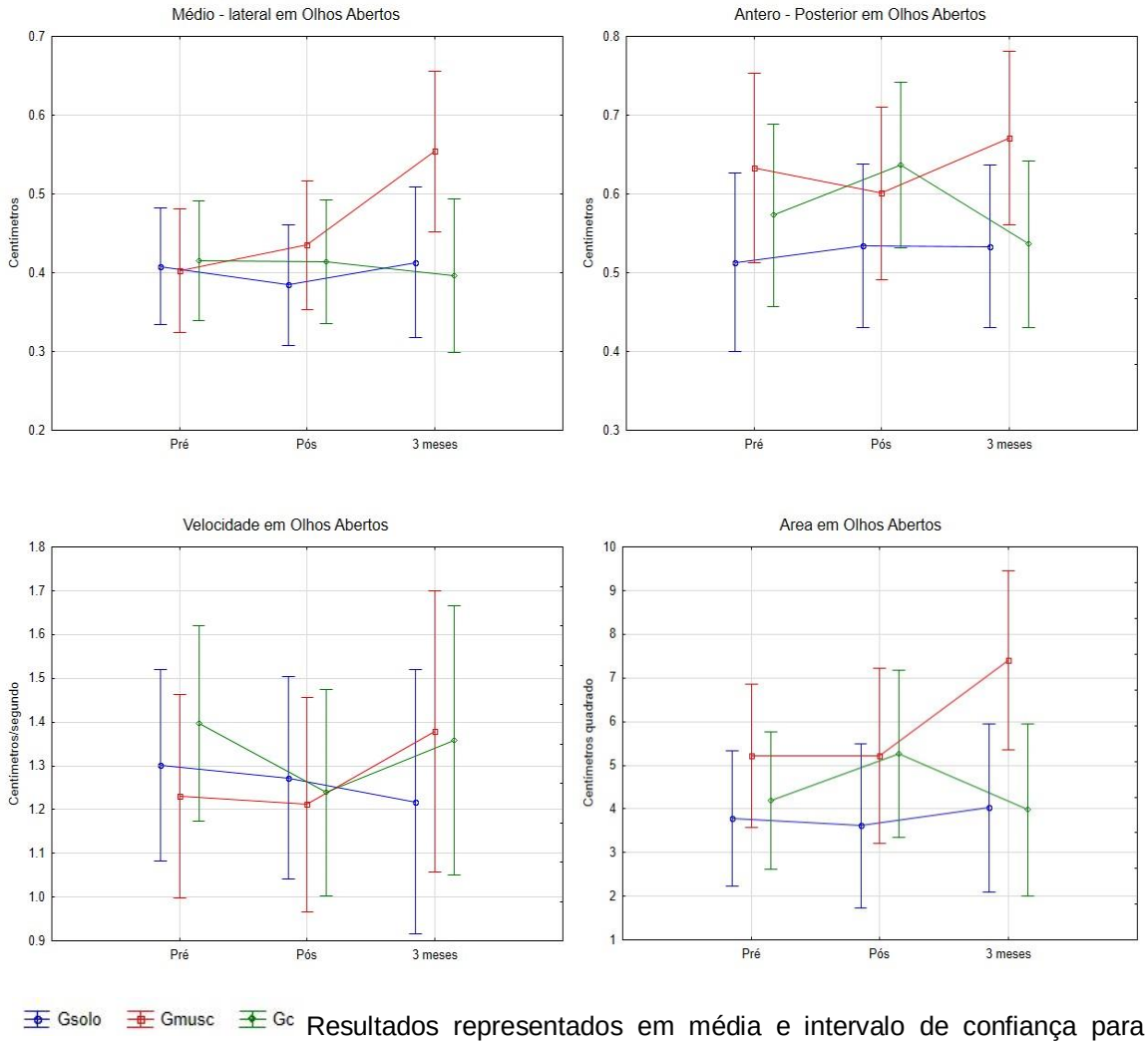
		Média	DP	IC	P-valor
Velocidade marcha *tandem*	Gc	19,38	5,73	17,01 - 21,74	0,977
	Gmusc	19,40	11,40	14,47 - 24,33	
	Gsolo	19,80	5,73	17,39 - 22,21	
Força perna E (porcentagem)	Gc	19,48	8,28	16,06 - 22,90	0,181
	Gmusc	16,65	5,25	14,38 - 18,92	
	Gsolo	16,35	5,59	14,09 - 18,60	
Força perna D (porcentagem)	Gc	18,00	6,81	15,19 - 20,81	0,656
	Gmusc	18,48	7,48	15,25 - 21,71	
	Gsolo	16,69	7,00	13,87 - 19,52	
Tempo perna E (segundos)	Gc	1,82	0,40	1,66 - 1,99	0,304
	Gmusc	2,02	0,71	1,72 - 2,33	
	Gsolo	2,09	073	1,79 - 2,38	
Tempo perna D (segundos)	Gc	1,71	0,39	1,55 - 1,87	0,294
	Gmusc	1,93	0,70	1,63 - 2,24	
	Gsolo	1,95	0,70	1,67 - 2,23	

Velocidade: expressa em cm/seg; Força perna: força expressa em porcentagem para subir no degrau; Tempo perna: tempo em segundos para execução da tarefa subir no degrau, Gc: Grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo; DP: desvio padrão, IC: intervalo de confiança.

6.3 Resultados dos desfechos clínicos

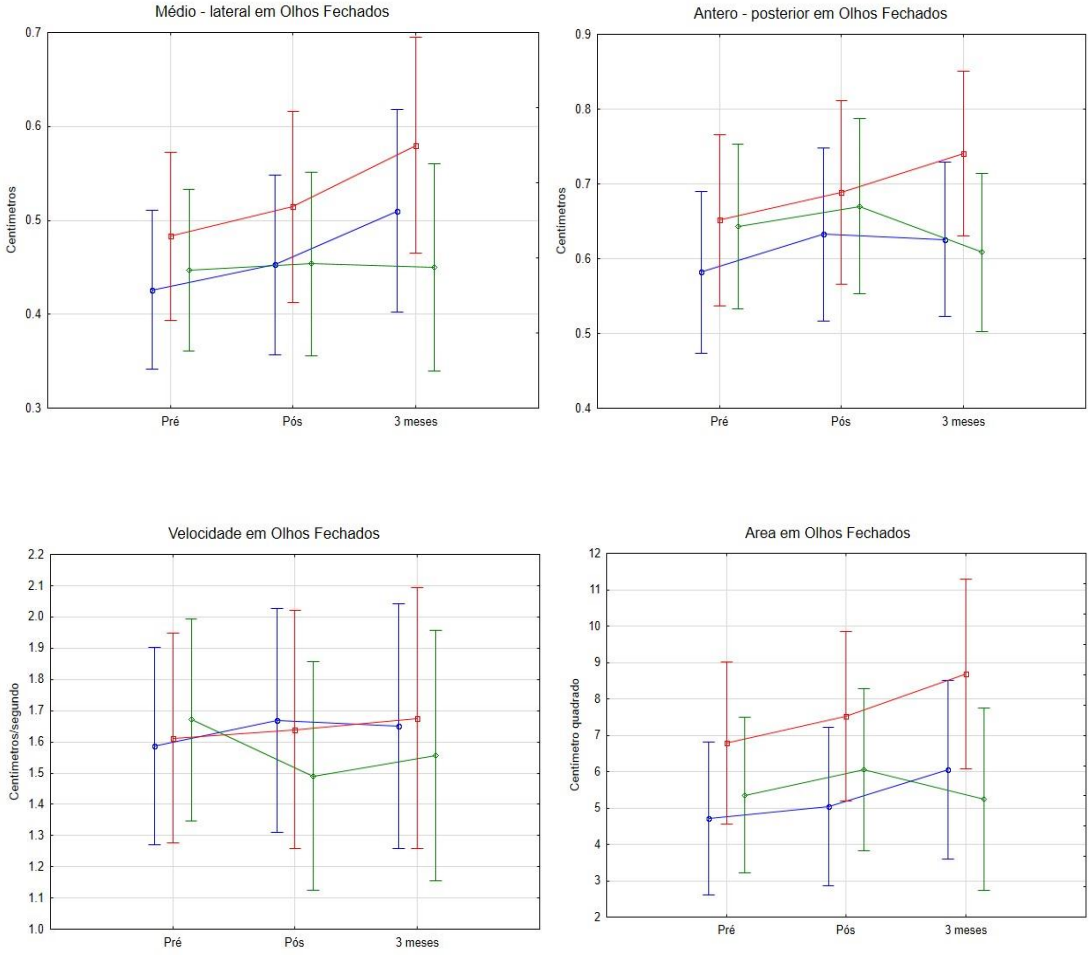
De acordo com o desfecho primário, o resultado da ANOVA *two way* demonstrou que não houve interação significativa entre os grupos para posturografia estática na condição de olhos abertos (Gráfico 1) para as variáveis ML ($F_{4,142}$=2,232; p=0,068), AP ($F_{4,142}$=2,125; p=0,080), Velocidade ($F_{4,142}$=0,615; p=0,666) e Area ($F_{4,142}$=2,021; p=0,094). Da mesma forma em olhos fechados (Gráfico 2) para as variáveis ML ($F_{4,142}$=0,747; p=0,561), AP ($F_{4,142}$=1,582; p=0,182), Velocidade ($F_{4,142}$=0,386; p=0,817) e Area ($F_{4,142}$=0,758; p=0,553) e na condição em tarefa dupla (Gráfico 3) para as variáveis ML ($F_{4,142}$=1,652; p=0,164), AP ($F_{4,142}$=0,640; p=0,634), Velocidade ($F_{4,142}$=0,192; p=0,941) e Area ($F_{4,142}$=0,755; p=0,556).

Gráfico 1. Resultados da interação entre grupos na condição de olhos abertos, baseado na posturografia estática



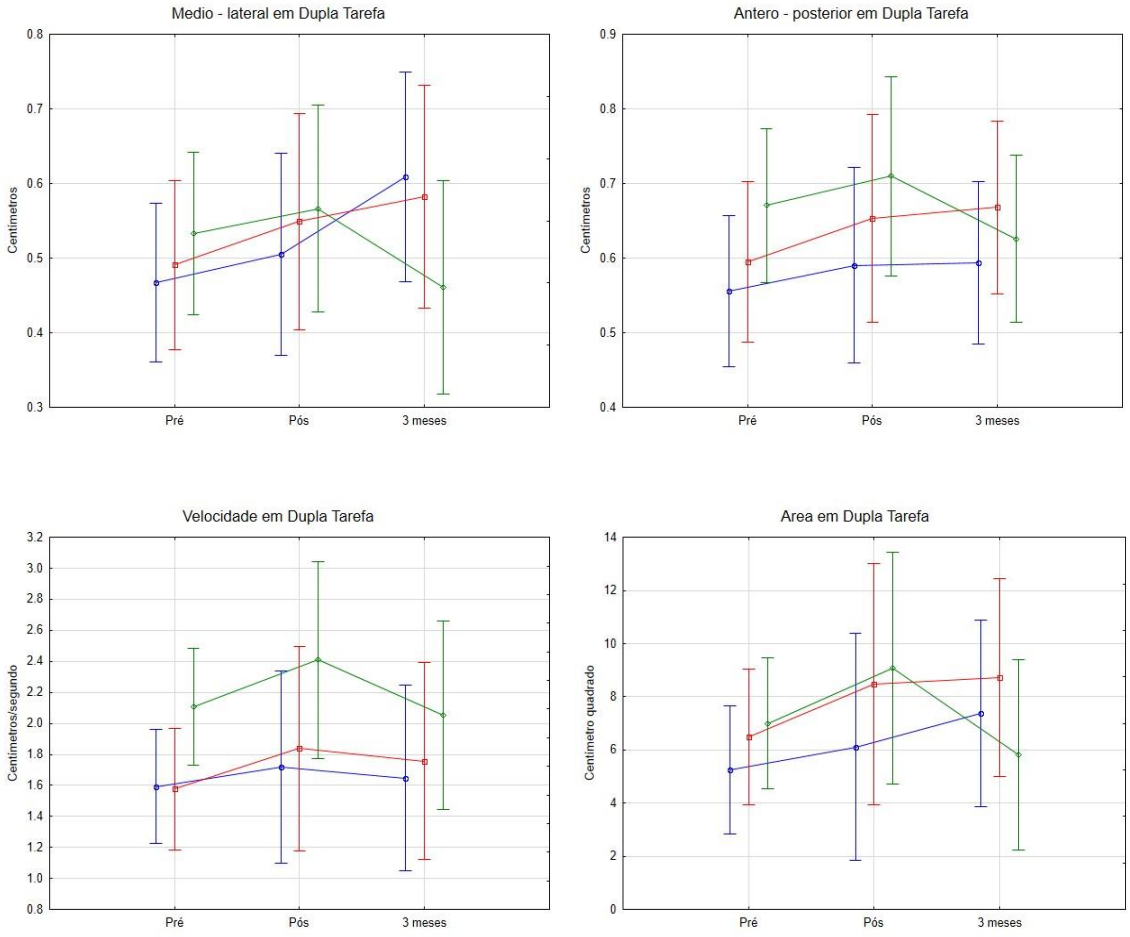
Resultados representados em média e intervalo de confiança para cada grupo. Gc: Grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo.

Gráfico 2. Resultados da interação entre grupos na condição de olhos fechados, baseado na posturografia estática



Gsolo Gmusc Gc Resultados representados em média e intervalo de confiança para cada grupo. Gc: Grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo.

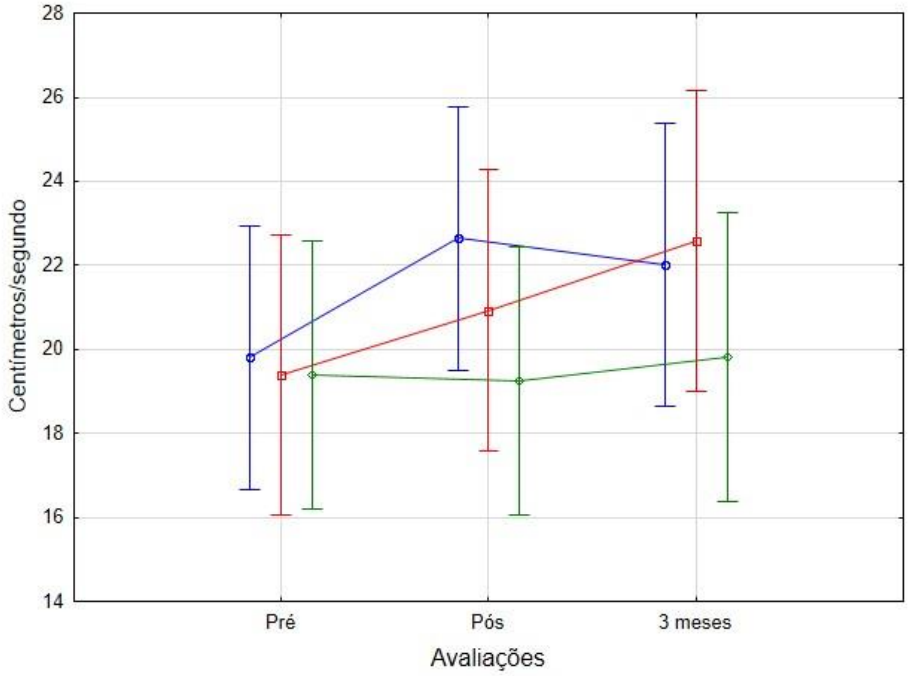
Gráfico 3. Resultados da interação entre grupos na condição em Dupla Tarefa, baseado na posturografia estática



Gsolo Gmusc Gc Resultados representados em média e intervalo de confiança para cada grupo. Gc: Grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo.

Com relação à posturografia dinâmica (Gráfico 4), não foi encontrado interação para velocidade da tarefa marcha *tandem* ($F_{4,142}$=1,800; p=0,132).

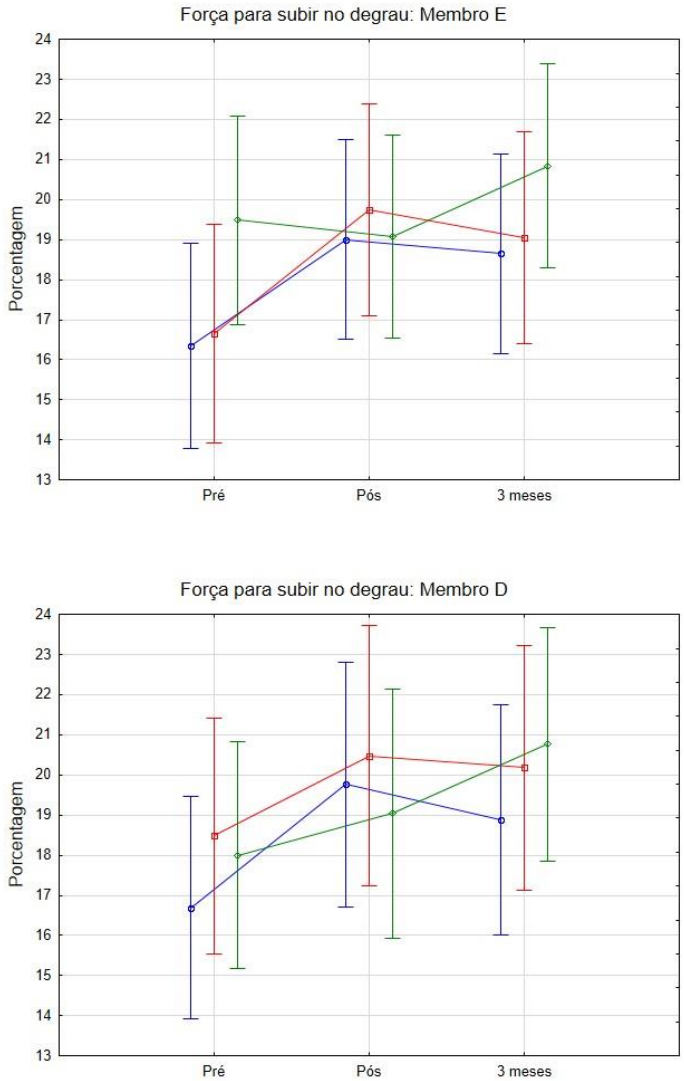
Gráfico 4. Resultados da interação entre grupos para velocidade na marcha *tandem*



Gsolo Gmusc Gc Resultados representados em média e intervalo de confiança para cada grupo. Gc: Grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo.

Não foi observado interação para força de elevar o membro inferior na tarefa subir no degrau para membro esquerdo ($F_{4,142}$=1,351; p=0,253) e membro direito ($F_{4,142}$=0,798; p=0,528) avaliado pela posturografia dinâmica (Gráfico 5). 56,5% participantes do Gmusc, 69,2% do Gsolo e 52% do Gc tinham dominância do membro esquerdo.

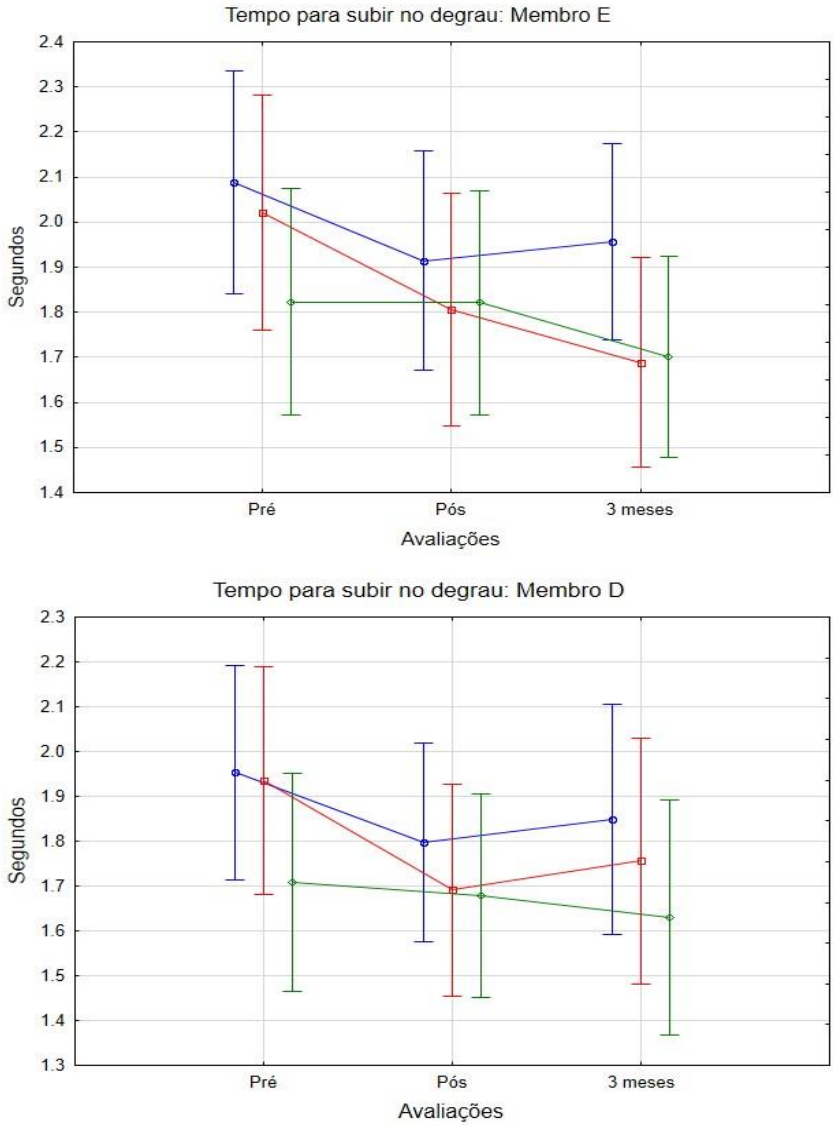
Gráfico 5. Resultados da interação entre grupos para força na tarefa subir no degrau



Gsolo Gmusc Gc Resultados representados em porcentagem para força de subir no degrau; Gc: Grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo; E: esquerdo; D: direito.

No gráfico 6 estão representados os resultados do tempo de executar a tarefa subir no degrau. Não foi encontrada interação significativa entre os grupos quando a tarefa foi iniciada pelo membro esquerdo ($F_{4,142}$=1,414; p=0,232). Do mesmo modo, sem interação para o membro direito ($F_{4,142}$=0,670; p=0,613).

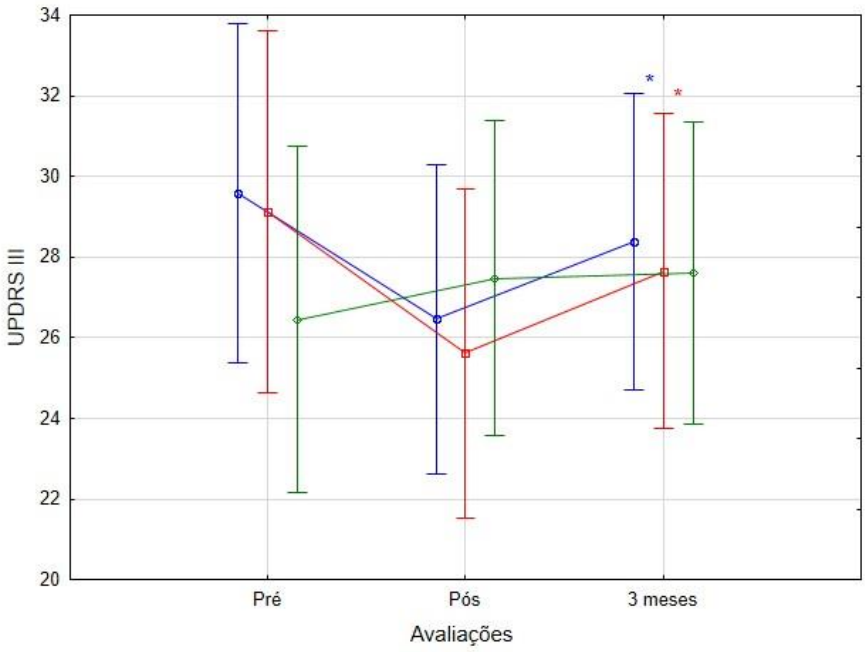
Gráfico 6. Resultados da interação entre grupos para tempo na tarefa subir no degrau



Gsolo Gmusc Gc Resultados representados em segundos; Gc: Grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo.

O gráfico 7 está representado os resultados de interação para UPDRS-III. ANOVA apontou interação entre os grupos ($F_{4,142}$=3,396; p=0,010). O teste de *post hoc* de *Tukey* mostrou que a redução do escore foi observada entre as avaliações pré x pós (29,58 x 26,46) no Gsolo e entre as avaliações pré x pós (29,13 X 25,61) para o Gmusc (Tabela 9).

Gráfico 7. Resultados da interação entre grupos para UPDRS III - parte motora



Gsolo Gmusc Gc Resultados representados em média e intervalo de confiança para cada grupo. Gc: grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo; UPDRS*: Unified Parkinson's Disease Rating Scale;* * estatisticamente significante.

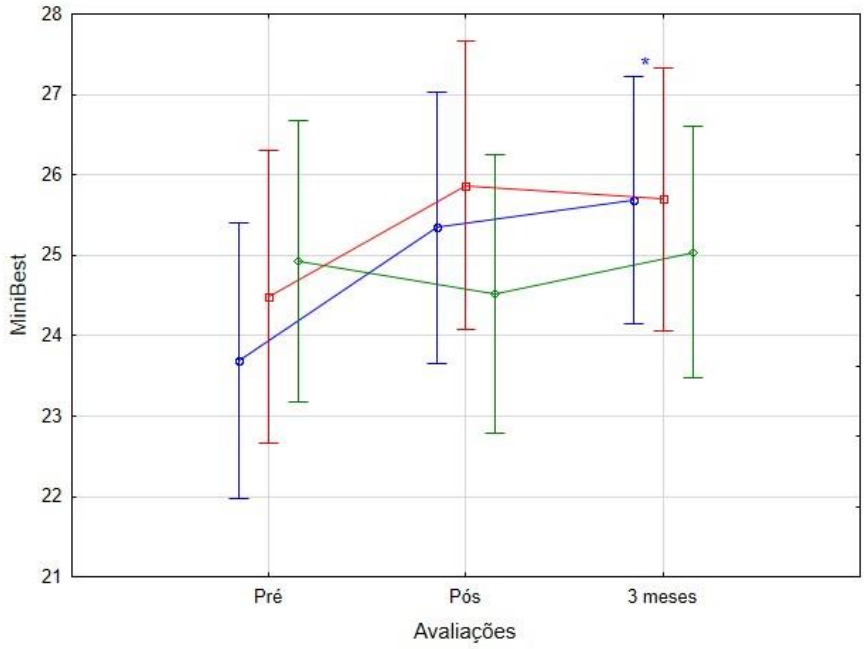
Tabela 9. Análise de *post hoc* para UPDRS-III

		Pré	Pós
Gmusc	**Pós**	0,014	
	3 meses	0,871	0,523
Gsolo	**Pós**	0,028	
	3 meses	0,943	0,522

Resultados descritos em p-valor; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo.

De acordo com o questionário de equilíbrio MiniBest, o Gráfico 8 mostra que foi possível identificar interação entre os grupos ($F_{4,142}$=3,231; p=0,014). A Tabela 10 indica que a melhora na pontuação ocorreu entre as avaliações pré x pós (23,69 x 25,35) e pré x pós 3 meses (23,69 x 25,69) apenas para o grupo solo.

Gráfico 8. Resultados da interação entre grupos para MiniBest



Gsolo Gmusc Gc Resultados representados em média e intervalo de confiança para cada grupo. Gc: grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo. MiniBest: *Balance Evaluations Systems Test;* * estatisticamente significativa.

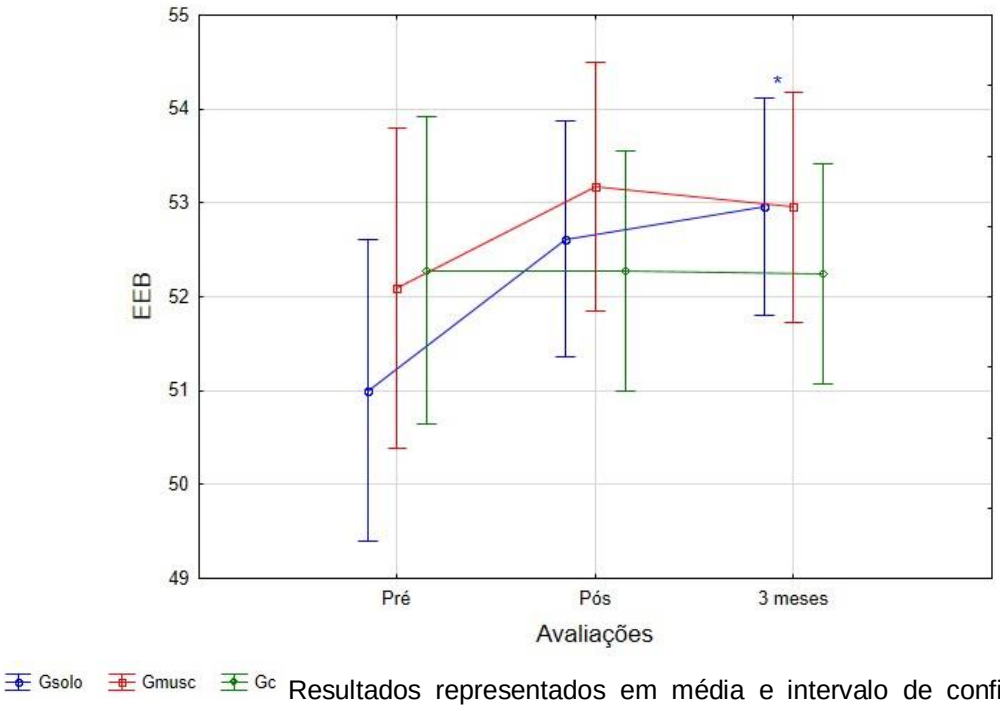
Tabela 10. Análise de *post hoc* para MiniBest

		Pré	Pós
Gsolo	**Pós**	0,015	
	3 meses	0,001	0,998

Resultados em p-valor

Os resultados das comparações entre os tempos de avaliação para o questionário EEB estão representados no gráfico 9. O teste de ANOVA encontrou interação entre grupos ($F_{4,142}$=2,529; p=0,043). A análise de *post hoc* (Tabela 11) mostrou que a melhora do escore ocorreu entre as avaliações pré x pós (51,00 x 52,62) e pré x 3 meses (51,00 x 52,96) apenas para o grupo solo.

Gráfico 9. Resultados da interação entre grupos para EEB



Resultados representados em média e intervalo de confiança para cada grupo. Gc: grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo;* diferença estatisticamente significante (p<0,05).

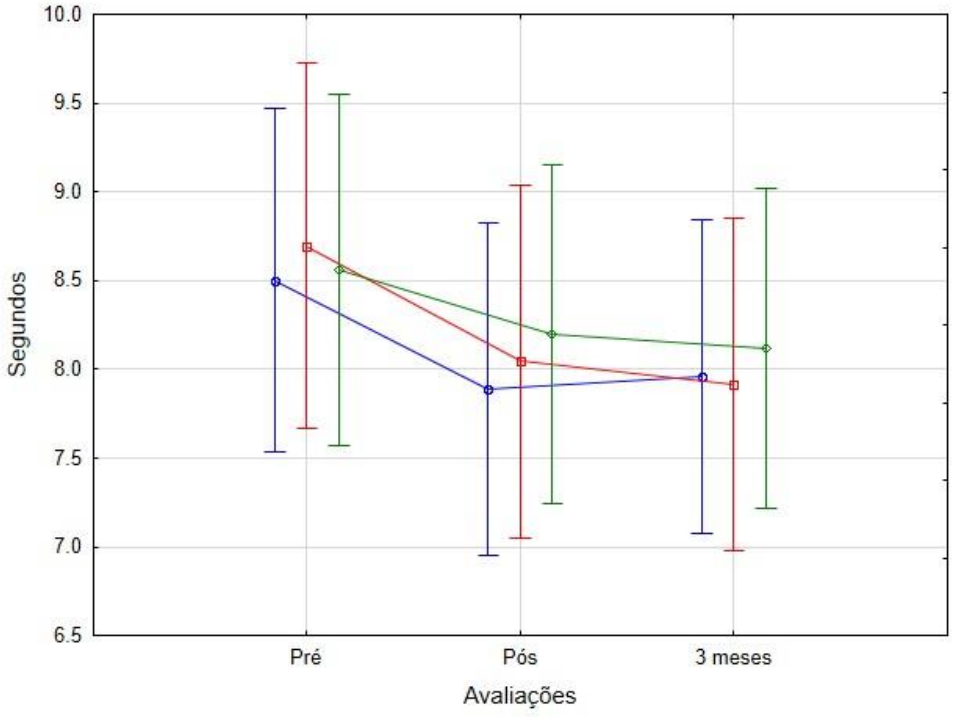
Tabela 11. Análise de *post hoc* para EEB

		Pré	Pós
Gsolo	**Pós**	0,020	
	3 meses	0,001	0,998

Resultados em p-valor; EEB: Escala de Equilíbrio de Berg.

Não foi encontrado interação para o tempo de execução do TUG entre os grupos ($F_{4,142}$=0,273; p=0,894) (Gráfico 10).

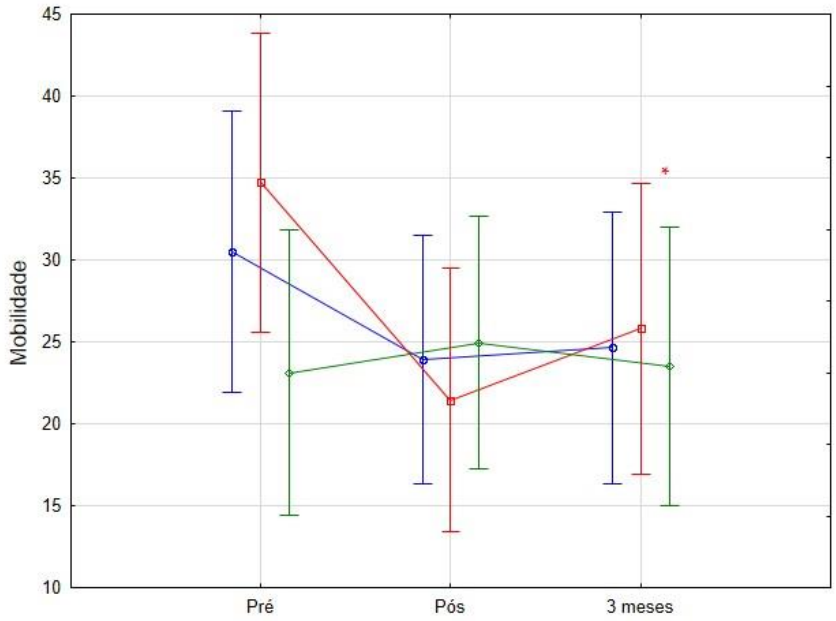
Gráfico 10. Resultados da interação entre grupos para TUG



Gsolo Gmusc Gc Resultados representados em média e intervalo de confiança para cada grupo. Gc: grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo.

Com relação aos resultados do questionário de qualidade de vida PDQ-39, foi possível identificar interação entre os grupos ($F_{4,142}$=3,021; p=0,019) para o domínio mobilidade (Gráfico 11). A tabela 12 mostra o resultado da análise de *post hoc* e foi observado que a melhora foi entre as avaliações pré x pós (34,72 x 21,46) apenas para o grupo musculação.

Gráfico 11. Resultados da interação entre grupos para Mobilidade



Gsolo Gmusc Gc Resultados representados em média e intervalo de confiança para cada grupo. Gc: grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo; *estatisticamente significante.

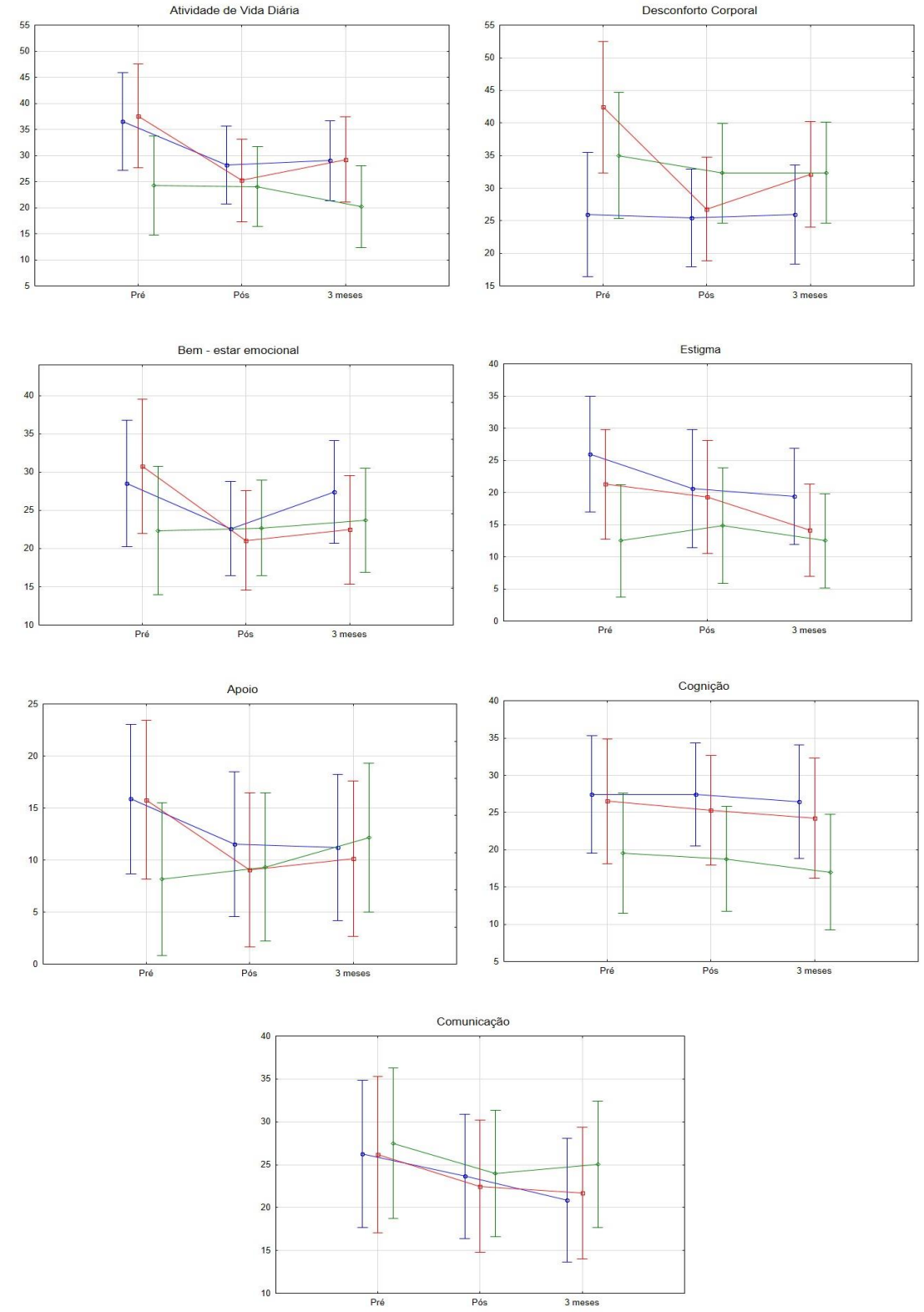
Tabela 12. Análise de *post hoc* para Mobilidade

		Pré	Pós
Gmusc	**Pós**	0,001	
	3 meses	0,118	0,912

Resultados em p -valor

O gráfico 12 mostra que não foi encontrado interação para os domínios: atividade de vida diária ($F_{4,142}$=1,368; p=0,247), desconforto corporal ($F_{4,142}$=2,144; p=0,078), bem estar ($F_{4,142}$=1,220; p=0,304), estigma ($F_{4,142}$=0,637; p=0,636), apoio ($F_{4,142}$=1,070; p=0,373), cognição ($F_{4,142}$=0,346; p=0,9979) e comunicação ($F_{4,142}$=0,166; p=0,954).

Gráfico 12. Resultados da interação entre grupos para atividade de vida diária, desconforto corporal, bem-estar, estigma, apoio, cognição e comunicação



Resultados representados em média e intervalo de confiança para cada grupo. Gc: grupo controle; Gmusc: grupo musculação; Gsolo: grupo solo.

Tabela 13. Evolução da carga pré e pós treinamento para grupo musculação

	Média inicial	**Média final**	**Ganho em porcentagem**
Puxador alto	9,31	13,63	46,40%
Remada	10,73	13,93	29,82%
Extensor lombar	46,07	70,22	52,42%
***Press* peitoral**	5,61	7,11	26,74%
Flexor abdominal inclinado	27,45	38,65	40,80%
Leg press	43,64	59,52	36,39%

Valores representados em quilograma para cada aparelho de musculação.

7 DISCUSSÃO

Apesar da literatura descrever inúmeros protocolos sobre fortalecimento na DP, seus resultados ainda são inconsistentes quando funcionalidade é o objetivo. Optamos por duas modalidades de fortalecimento muscular, respeitando as recomendações da *American College of Sports Medicine Position Stand,* com o propósito de compreender se houve diferença entre treino com equipamentos de musculação ou com utilização de acessórios como sobrecarga. Nosso estudo realizou um programa de 12 semanas de fortalecimento com 3 séries de 8 a 12 repetições e intervalo de 1 minuto de descanso para investigar os possíveis efeitos (1) na posturografia estática, (2) na posturografia dinâmica, (3) nos testes clínicos funcionais e na (4) qualidade de vida entre os grupos musculação, solo e controle.

7.1 Posturografia estática

De acordo com os resultados, não foi possível identificar mudanças nos parâmetros da posturografia estática após o programa de treino de fortalecimento muscular, que é nosso desfecho primário. Na literatura, há falta de padronização metodológica da posturografia, escassez de estudos longitudinais, com intensidades e volume de exercícios distintos, o que dificulta comparações mais concretas para uma melhor compreensão desse instrumento de avaliação. Apenas três estudos utilizaram a posturografia para avaliar o controle postural após treino de força. Santos (2017) realizou um programa de fortalecimento realizado por 8 semanas utilizando-se de aparelhos de musculação como peitoral, puxador, iniciando com 40% da carga máxima suportada. Apesar do ganho na velocidade da marcha, foi observado redução apenas no comprimento do CP após o treinamento, porém não houve mudança

na área ou velocidade do CP, sustentando a dificuldade à interpretação clínica da posturografia nos pacientes rígido-acinéticos. Da mesma forma, Santos SM (2017) não encontrou efeito nos deslocamentos do CP após um programa de 24 sessões focado em membros inferiores e tronco quando comparado ao grupo de exercícios de equilíbrio, mostrando que somente o fortalecimento muscular é pouco eficaz para ganhos no equilíbrio. De sete variáveis investigadas nesse estudo, somente a área do CP em apoio unipodal houve incremento pós treino. Em contraste, Hass et al. (2012) identificou aumento na velocidade do CP de 11% (0,71 m/s para 0,79 m/s) e um deslocamento posterior do CP de 29% após 10 semanas de fortalecimento ajustado a 70% de 1-RM, duas séries de 12-20 repetições. Esse protocolo de exercícios sugere que treinamento dos membros inferiores, pode interferir no ajuste postural antecipatório, pois o aumento do deslocamento posterior aumenta o braço de alavanca pelo qual o paciente consegue deslocar seu centro de gravidade à frente, facilitando a execução do início da marcha. O tamanho amostral baixo (n=9) pode ter aumentado a chance de encontrar efeitos positivos na posturografia. Apesar dos estudos apresentarem diferenças metodológicas em relação ao programa de fortalecimento e para os parâmetros da posturografia, questiona-se o ganho em um ou dois parâmetros do CP pode ser traduzido em ganho clínico real.

A literatura tem buscado descrever o comportamento da oscilação corporal dos pacientes com DP em estudos transversais. Mancini (2012) observou que pacientes que não realizam atividade física tendem a piorar a oscilação ao longo de 12 meses com deslocamento ML e velocidade maior quando comparado a controles saudáveis, mostrando que o deslocamento

aumentado pode estar relacionado ao déficit do controle de quadril. Da mesma forma Ferrazzoli (2015) e Stylianou (2011) encontraram valores de CP maiores no eixo ML, AP e área em olhos abertos comparado a controles saudáveis, sustentando que alterações nesse plano podem ser preditoras de instabilidade postural e têm reflexo no quadril em pacientes em estágio 1 a 3 de HY. Em contrapartida, pacientes adotam o mecanismo de deslocamento ML menor que controles saudáveis por exibirem maior rigidez de tronco (Bonnet et al., 2014) e dessa maneira, a rigidez axial pode contribuir para o aumento da CP como compensação, porém, deve-se atentar sobre a influência do sistema somatossensorial e vestibular na orientação e estabilização do controle postural (Doná et al., 2016). Além disso, os resultados são conflitantes entre posturografia e testes clínicos, a combinação entre eles pode ser vantajosa para avaliar os riscos de quedas nessa população. Pacientes não propensos à queda apresentaram o comprimento do percurso maior do CP, além do tempo de reação e movimento mais lento que controles saudáveis (Johnson et al., 2013).

A utilização de perturbações externas, privação visual ou dupla tarefa são algumas medidas que provocam desafios motores para detectar possíveis déficits do controle postural. Assim como Barbosa et al., 2015, utilizamos a mesma metodologia de avaliação da posturografia e foi observado que o deslocamento ML, AP, velocidade e área apresentaram valores maiores quando comparados ao controle saudável em OA, OF ou DT. Na avaliação de pacientes com DP durante a dupla tarefa, houve prejuízo no equilíbrio, sendo maior até mesmo quando comparado a olhos fechados. A hipótese deste estudo é de que a atividade cognitiva simultânea à tarefa motora, altera nas

medidas posturográficas. Assim como Sciadas (2016), a associação entre tarefa cognitiva durante a manutenção da postura ortostática influencia negativamente o equilíbrio com aumento do deslocamento ML e velocidade do CP, pois os pacientes podem dar prioridade ao desempenho cognitivo à estabilidade postural. Pacientes com DP ou mesmo idosos saudáveis podem apresentar aumento da oscilação do CP com a restrição da visão, pois nessa condição, é necessário aumentar outros recursos atencionais para manter-se na postura. Dessa forma, a percepção do balanço postural é estimulada pelos sistemas proprioceptivo e vestibular que integram o controle postural (Frenklach, 2009). No presente estudo, não foi possível identificar mudanças do CP na condição de dupla tarefa e com olhos fechados. Uma possível explicação para nossos achados é de que a posturografia estática, mesmo provocando desafios com implemento cognitivo em uma tarefa motora, ou com privação da visão, não foi suficiente para provocar instabilidade postural.

7.2 Testes Clínicos

Nossos achados sugerem que o treino de fortalecimento pode melhorar sintomas motores avaliado pela UPDRS-III para Gmusc e Gsolo, com redução significativa de -3,52 e -3,12 pontos, respectivamente após o programa, enquanto o Gc apresentou aumento de +1,04. Por ser uma doença progressiva, é estimado a progressão da UPDRS parte motora de 1,8 pontos ao longo de 12 meses em pacientes que usam medicamento dopaminérgico (Holden et al., 2018), além disso, estudos mostram uma redução entre -2,3 a -2,7 pontos ser considerado diferença mínima clinicamente importante após uma intervenção (Schulman et al., 2010), ou seja, a redução encontrada após o

nosso treinamento de fortalecimento promoveu relevância clínica para a nossa população. Nossos resultados corroboram com o estudo de Schulman (2013), que encontrou redução de -3,5 no UPDRS-III no grupo fortalecimento, quando comparado ao treino aeróbio, mostrando que o benefício motor foi maior nessa modalidade de treinamento. Esse dado é corroborado por um programa de 24 semanas de fortalecimento e os autores encontraram redução de -5,07 no UPDRS-III, porém menor que o grupo que realizou Tai Chi Chuan (Li et al., 2012). Quando o treino é executado com intensidade de carga alta (70% de 1 RM) por 12 semanas, também apresentou melhora de 27,5% na UPDRS (Carvalho et al.,2015). Pacientes que realizaram treino de membros superiores e tronco em aparelhos de musculação apresentaram redução maior (-2,5 pontos) quando comparado aos que realizaram alongamento e equilíbrio, e essa diferença se sustentou até 24 meses após intervenção, o que reforça a importância do treino de força sobre as manifestações motoras para essa população (Corcos et al., 2013). De acordo com nossos achados, a redução da UPDRS-III não se manteve até o seguimento pós 3 meses, indicando que esse treinamento não tem efeito a longo prazo para essa população. Em contrapartida, Santos (2017) não observou mudanças na UPDRS-III após oito semanas de treinamento (diferença de -0,33 pontos). Um outro programa de exercícios utilizando faixas elásticas não mostrou impacto sobre a UPDRS-III, e os autores sugerem que a capacidade do aumento de força muscular não está relacionado com desempenho motor (Schlenstedt et al., 2015). Possivelmente, treino com cargas mais elevadas e período acima de 8 semanas tenha efeito positivo para UPDRS-III do que treinos com períodos curtos e baixa carga.

A literatura não é clara sobre de que modo o programa de fortalecimento pode impactar na mobilidade funcional medido pelo TUG. Um programa de 12 semanas de fortalecimento excêntrico de quadríceps reduziu o tempo do TUG em pacientes com DP (Dibble et al., 2009). Já o Pilates em solo conduzido por 12 semanas utilizando faixa elástica como resistência, pode ter contribuído para a independência funcional medido pela análise cinemática do TUG (Mollinedo-Cardalda et al., 2018). Li (2012) observou redução de 1 segundo após treino de fortalecimento para membros inferiores, apesar da diferença ter sido menor do que o grupo que realizou exercícios de Tai Chi Chuan, porém foi melhor do que o grupo que realizou alongamentos. Contudo, nossos achados coincidem com os resultados de um programa com oito semanas de fortalecimento de volume moderado (2x por semana com 3 séries de 5 a 8 repetições), em que os autores sugerem que o treino não foi suficiente para provocar mudanças no TUG (Schilling et al., 2010). Outro programa de sete semanas identificou redução de 1,7 segundos após intervenção, porém essa diferença não foi significativa ao comparar com o grupo que realizou exercícios de equilíbrio (Schlenstedt et al., 2015). Mesmo após 12 semanas de treino para membros inferiores, o aumento de força muscular foi encontrado, porém este incremento não teve efeito sobre o TUG (Paul et al., 2014). Uma revisão com meta-análise, incluindo três estudos metodologicamente relevantes também não encontrou mudança significativa em favor do fortalecimento quando avaliado pelo teste de TUG (Saltychev et al., 2016). Nenhum dos estudos reportado acima obtiveram ganhos próximo a 3,5 segundos, considerado a diferença mínima que permita ao paciente com DP reconhecer uma real mudança do seu estado funcional (Huang et al., 2011). Semelhante aos

resultados de outros estudos (Podsiadlo e Richardson, 1991, Nocera et al., 2013), os nossos três grupos apresentaram um bom desempenho nos valores iniciais para TUG (menor que nove segundos), desta forma, o TUG não foi impactado pelo programa de treinamento. Portanto, é sugestivo de que o treino de fortalecimento, de volume moderado ou intenso, realizado por sete ou 12 semanas não provoca efeitos positivos sobre a mobilidade.

No presente estudo, observamos melhora nas pontuações para EEB e MiniBest até o seguimento após 3 meses no Gsolo. Utilizamos as duas escalas de equilíbrio visto que a EEB é amplamente utilizada na literatura, porém é comum observar o efeito teto nos casos com alteração leve do equilíbrio, enquanto o MiniBest mostra ter melhor sensibilidade/especificidade para identificar respostas posturais anormais (King et al., 2012). Observamos valores próximos à pontuação máxima na avaliação pré-intervenção para EEB, mesmo assim foi possível detectar melhora do equilíbrio após o fortalecimento no Gsolo. A maior parte dos estudos envolvendo fortalecimento não utilizaram as mesmas escalas funcionais, e estes encontraram efeitos positivos do treino aplicando as escalas de *Fullerton*, *Activities-Specific Balance Confidence* ou teste de caminhada de 6 minutos (Schlenstedt et al., 2015; Schilling et al., 2010; Shen et al., 2014). Não houve melhora do equilíbrio medido pela escala EEB em um treino de 12 semanas de alta intensidade quando comparado ao treino aeróbio e fisioterapia. Provavelmente o tamanho limitado da amostra (n = 8) afetou o poder dos resultados (Carvalho et al., 2015). Outro estudo utilizou o *BESTest,* a versão completa do MiniBest e também não foi observado incremento do equilíbrio para o grupo que realizou 12 semanas de fortalecimento. Apenas o grupo que realizou exercícios de equilíbrio apresentou

melhora dos ajustes posturais antecipatórios e estabilidade da marcha (Santos SM et al., 2017). Barbosa et al., 2015 ressalta que apesar da posturografia estática ser considerada uma forma precisa de avaliar o controle postural, há uma correlação fraca com as escalas de EEB e MiniBest, sugerindo cautela ao mencionar que a posturografia pode ter inferência direta sobre alteração do equilíbrio. De acordo com o nosso programa de exercícios propostos, no Gsolo há uma exigência maior do controle motor, coordenação dos movimentos, estabilização articular para cada exercício e contra uma carga externa, seja por peso livre ou por faixas elásticas. Mesmo utilizando menor carga em relação ao Gmusc, pode ter tido maior influência sobre o equilíbrio. Em contrapartida, a diminuição dos sintomas motores da doença medido pela UPDRS-III foi encontrado para ambos os grupos que realizaram exercícios de fortalecimento. Os sintomas motores respondem a um treino com maior intensidade de carga ou por maior exigência da capacidade do controle motor para execução dos exercícios propostos, porém o equilíbrio responde melhor aos exercícios que exigem melhor controle motor para a sua execução.

7.3 Posturografia Dinâmica

A posturografia dinâmica é outro método quantitativo que avalia habilidades motoras e do equilíbrio. Utilizamos um equipamento que quantifica o controle postural a partir de tarefas que simulam atividades do cotidiano. Não encontramos estudos que avaliaram o efeito do treino de fortalecimento com este equipamento da posturografia dinâmica. Apenas um estudo transversal mostrou que pacientes com DP apresentam 25% menos força para subir no degrau e maior tempo para completar esta tarefa quando comparados aos

idosos saudáveis (Nocera et al., 2010), corroborando com resultados de outros estudos que apontam pior desempenho da força muscular nos pacientes com DP (Nallegowda et al., 2004; Pang e Mak, 2009). A redução de força dos músculos flexores do tronco, quadril e tornozelo também estão correlacionados com a diminuição da velocidade da marcha (Nallegowda et al., 2004). Há relação entre as tarefas da marcha *tandem* e subir no degrau com as escalas de EEB, MiniBest e TUG, expondo que ambas as formas de mensuração são úteis para avaliar a instabilidade postural na DP (Souza et al., 2018). Os resultados de um programa de fortalecimento de membros inferiores aumenta o limite de estabilidade dessa população, entretanto os exercícios de equilibrio responde melhor às escalas de equilíbrio e marcha (Shen et al., 2014). Contrariamente, ao comparar fortalecimento com uso de faixas elásticas com exercícios de equilíbrio, ambas as modalidades não tiveram impacto sobre o controle postural frente à perturbações externas, até mesmo o treino de equilíbrio não melhorou aspectos da marcha (Schlenstedt et al., 2015). Mesmo após 24 semanas de fortalecimento muscular (n=65), houve uma pequena melhora do limite de estabilidade, porém insuficiente para aumentar as estratégias de oscilação no controle dos movimentos que possam implicar em função (Li et al., 2012). Ainda faltam estudos para uma melhor compreensão do efeito do fortalecimento na DP sobre funções específicas medidas pela posturografia. Apesar do nosso método de avaliação simular condições reais como subir no degrau ou caminhar em um espaço estreito, esse programa de exercícios foi insuficiente para modificar os parâmetros da posturografia dinâmica e transferir o aprendizado para determinadas tarefas da vida diária.

7.4 Qualidade de Vida

Neste estudo, encontramos melhor desempenho apenas no domínio mobilidade após treino de fortalecimento no Gmusc. Nossos achados corroboram com os resultados de Corcos (2013), que identificou melhora na percepção da qualidade de vida após seis meses de treinamento, sustentando seu efeito por mais seis meses. Possivelmente um período maior de treinamento impactou sobre a qualidade de vida, apesar que um treino de oito semanas também melhorou a percepção do bem-estar em pacientes rígido-acinéticos, ainda que executados por menor tempo, foram realizados com alta intensidade de carga (70% de 1 RM) nos aparelhos de musculação (Santos et al., 2017). Entretanto, outros estudos envolvendo treino de fortalecimento, não encontraram efeito sobre a qualidade de vida. Schlenstedt (2015), reportou que a utilização de acessórios como faixas elásticas e tornozeleiras como resistência, realizados por sete semanas não tenha provocado sobrecarga suficiente para impactar no bem-estar dos pacientes. Um outro programa de 24 semanas envolvendo fortalecimento combinado a exercícios de equilíbrio também não resultou em melhora na qualidade de vida, talvez pelo fato dos exercícios terem sido realizados no domicílio, e talvez não foram desafiadores o suficiente para observar resultados satisfatórios (Allen et al., 2010). Já Cruise (2011) elaborou um treino de 12 semanas associado a exercício aeróbio e o argumento foi que os pacientes apresentaram percepção de qualidade de vida inicial baixo, e por esse motivo não encontraram benefícios após o treinamento. Apesar de termos encontrado melhora para o domínio mobilidade no Gmusc, é importante ressaltar que nosso cálculo amostral foi baseado para as mudanças da posturografia estática e talvez nossa amostra seja insuficiente para avaliar

mudanças estatisticamente significantes sobre a percepção de qualidade de vida, medida pelo PDQ-39.

7.5 Efeitos Adversos

Não foram observados eventos adversos graves durante o programa de fortalecimento, indicando segurança dessa intervenção para pacientes com DP. No Gsolo, um participante sofreu uma queda durante o treino, três desenvolveram dores articulares/musculares (ombro, membros inferiores e lombar) relacionados ao treino com dor de curta duração e três tiveram hipotensão ortostática. No Gmusc, um participante sofreu uma queda no ambiente externo do laboratório, três desenvolveram dores articulares/musculares (ombro e lombar) relacionados ao treino e dois tiveram hipotensão ortostática durante o treino. No Gc apenas um participante referiu dores articulares.

Os motivos para os pacientes deixarem o estudo incluíram: um paciente teve amputação do dedo, dois estavam sem viabilidade de transporte até o laboratório, dois tiveram complicações médicas (sangramento moderado das narinas e fortes dores articulares) e uma desistiu do estudo.

8 Considerações Finais

Os pontos positivos deste estudo incluem alocação aleatória, avaliador cego, treinos executados com supervisão e seguimento após 3 meses da intervenção. Os resultados sugerem que o nosso programa de 12 semanas de fortalecimento não modifica os parâmetros da posturografia estática que foi nosso desfecho primário.

Devemos considerar que a posturografia estática não foi um instrumento apto para discriminar alteração do controle postural na população com DP. Apesar de ser uma ferramenta quantitativa para medir a oscilação do corpo, na prática clínica parece ter valor limitado. Como a instabilidade postural na DP é multifatorial, o programa de fortalecimento pode não ter sido adequado para alterar os ajustes posturais e consequentemente as mudanças no CP. Por isso são necessários trabalhos clínicos adicionais para uma avaliação mais abrangente da ação do fortalecimento muscular na estabilidade postural.

Um outro fator que pode ter interferido na avaliação posturográfica estática é a presença de discinesia induzida por levodopa. Como todos os pacientes foram avaliados em fase *ON,* não estratificamos os que apresentavam discinesia. As oscilações provocadas pelo movimento coréico pode ter influenciado nas medidas e possivelmente ser uma variável de confusão e ter criado *outliers* durante as mensurações.

O treino com utilização de aparelhos de musculação pode reduzir sintomas clínicos da DP e melhorar a percepção da mobilidade, mensurada pelo questionário de qualidade de vida. Em contrapartida, fortalecimento em solo foi realizado com menor carga, exigiu melhor controle motor para se manter na posição requisitada. A utilização de pesos livres e faixas elásticas são propícios para melhorar o equilíbrio avaliado pelas escalas funcionais de

equilíbrio e manteve seu efeito após 3 meses do programa de fortalecimento, o que mostra a manutenção e efetividade deste treinamento a longo prazo.

Ambos os programas de fortalecimento foram bem tolerados, com boa aderência, e são de baixo custo, podendo facilmente ser implementados em centros de atividades físicas e realizados de forma segura para os pacientes.

Nosso estudo apresentou algumas limitações, apesar do objetivo do trabalho foi de investigar o controle postural após treino de fortalecimento com equipamento ou acessórios. Poderíamos ter utilizado avaliação isocinética para mensurar a força, porém não foi possível, por não termos esse método de avaliação à nossa disposição.

O Gc foi orientado a realizar os exercícios de alongamento em casa, mesmo havendo um monitoramento por telefone, não podemos descartar o efeito placebo, pois os participantes podiam ter expectativa de participar nos grupos de fortalecimento por julgarem ser um tratamento mais eficaz.

9 CONCLUSÕES

1. Não foi encontrada melhora do controle postural pelos parâmetros da posturografia estática após 12 semanas de fortalecimento muscular.

2a. O Gmusc e Gsolo melhoraram aspectos motores (UPDRS-III) da doença, porém o impacto sobre o equilíbrio (EEB, MiniBest) foi observado no Gsolo, mantendo até o seguimento após 3 meses.

2b. Com relação à qualidade de vida, houve redução para o domínio mobilidade no questionário PDQ-39 para Gmusc.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ades PA, Ballor DL, Ashikaga T, Utton JL, Nair KS. Weight training improves walking endurance in health elderly persons. *Ann Intern Med*. 1996; 124: 568-572.

Alexandrov A, Aurenty R, Massion J, Mesure S, Viallet F. Axial synergies in parkinsonian patients during voluntary trunk bending. *Gait Posture*. 1998;8(2):124-35.

Allen NE, Canning CG, Sherrington C, Lord SR, Latt MD, Close JC, O'Rourke SD,Murray SM, Fung VS. The effects of an exercise program on fall risk factors in people with Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *Mov Disord*. 2010 Jul 15; 25(9):1217-25.

American College of Sports Medicine Position Stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exerc. 2009; 41:687-708.

Archer T, Fredriksson A, Johansson B.Exercise alleviates Parkinsonism: clinical and laboratory evidence. *Acta Neurol Scand* 2011, 123(2):73-84.

Artigas NR, Franco C, Leão P, Rieder CR. Postural instability and falls are more frequent in Parkinson's disease patients with worse trunk mobility. *Arq Neuropsiquiatr*. 2016 Jul; 74(7):519-23.

Ashburn A, Fazakarley L, Ballinger C, Pickering R, McLellan LD, Fitton C. A randomised controlled trial of a home based exercise programme to reduce the risk of falling among people with Parkinson’s disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007; 78:678–684.

Barbosa AF, Souza Cde O, Chen J, Francato DV, Caromano FA, Chien HF, Barbosa ER, Greve JM, Voos MC. The competition with a concurrent cognitive task affects posturographic measures in patients with Parkinson disease. *Arq Neuropsiquiatr.* 2015 Nov; 73(11):906-12.

Barbosa MT, Caramelli P, Maia DP, Cunningham MCQ, Guerra HL, Lima-Costa MF and Cardoso F. Parkinsonism and Parkinson’s Disease in the Elderly: A Community-Based Survey in Brazil (the Bambuı´ Study), *Movement Disorders 2006,* 21(6): 800–808.

Basta D, Rossi-Izquierdo M, Soto-Varela A, Ernst A. Mobile posturography: posturographic analysis of daily-life mobility. *Otol Neurotol.* 2013 Feb;34(2):288-97.

Baston C, Mancini M, Rocchi L, Horak F. Effects of Levodopa on Postural Strategies in Parkinson's disease. *Gait Posture*. 2016 May;46:26-9.

Beall EB, Lowe MJ, Alberts JL, Frankemolle AM, Thota AK, Shah C, Phillips MD. The effect of forced-exercise therapy for Parkinson's disease on motor cortex functional connectivity. Brain Connect. 2013;3(2):190-8.

Benatru I, Vaugoyeau M, Azulay JP. Postural disorders in Parkinson's disease. *Neurophysiol Clin*. 2008; 38:459-465.

Beniamini Y; Rubenstein JJ; Faigenbaum AD, et al. High-intensity strength training of patients enrolled in an outpatient cardiac rehabilitation program. *J Cardiopulmonary Rehabilitation* 1999; 19: 8-17, v.19, p. 8-17, 1999.

Benninger DH, Michel J, Waldvogel D, Candia V, Poryazova R, van Hedel HJ, Bassetti CL. REM sleep behavior disorder is not linked to postural instability and gait dysfunction in Parkinson. *Mov Disord.* 2010 Aug 15;25(11):1597-604.

Berg KO, Wood- Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health* 1992; 83: 9-11.

Beuter A, Hernandez R, Rigal R, Modolo J, Blanchet PJ. Postural sway and effect of levodopa in early Parkinson's disease. *Can J Neurol Sci*. 2008 Mar; 35(1):65–8.

Bican O, Minagar A, Pruitt AA. The spinal cord: a review of functional neuroanatomy. Neurol Clin. 2013 Feb;31(1):1-18

Blaszczyk JW, Orawiec R (2011) Assessment of postural control in patients with Parkinson's disease: sway ratio analysis. *Hum Mov Sci* 30:396–404.

Blaylock RL. Parkinson's disease: Microglial/macrophage-induced immunoexcitotoxicity as a central mechanism of neurodegeneration. Surg Neurol Int. 2017 Apr 26;8:65.

Bloom DE, Chatterji S, Kowal P, Lloyd-Sherlock P, McKee M, Rechel B, Rosenberg L, Smith JP. Macroeconomic implications of population ageing and selected policy responses. *Lancet*. 2015 Feb 14; 385(9968):649-657.

Bloomer RJ, Schilling BK, Karlage RE, Ledoux MS, Pfeiffer RF, Callegarip J. Effect of Resistance Training on Blood Oxidative Stress in Parkinson Disease. *Med Sci Sports Exercise* 2008; 40: 1385 – 89.

Blumenfeld Z, Brontë-Stewart H. High Frequency Deep Brain Stimulation and Neural Rhythms in Parkinson's Disease. *Neuropsychol Rev*. 2015 Dec; 25(4):384-97.

Bonnet CT, Delval A, Defebvre L. Interest of active posturography to detect age-related and early Parkinson's disease-related impairments in mediolateral postural control. *J Neurophysiol.* 2014 Nov 15; 112(10):2638-46.

Boonstra TA, Van der Kooij H, Munneke M, Bloem BR. Gait disorders and balance disturbances in Parkinson's disease: clinical update and pathophysiology. *Movement Disorders* 2008; 21:461–471.

Bower JH, Maraganore DM, McDonnell SK, Rocca WA. Incidence and distribution of parkinsonism in Olmsted County, Minnesota, 1976-1990. *Neurology*. 1999 Apr 12; 52(6):1214-20.

Bridgewater KJ, Sharpe MH. Trunk muscle performance in early Parkinson's disease. *Phys Ther*. 1998 Jun;78(6):566-76.

Brienesse LA, Emerson MN. Effects of resistance training for people with Parkinson's disease: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc*. 2013 Apr; 14(4):236-41.

Bronte-Stewart HM, Minn AY, Rodrigues K, Buckley EL, Nashner LM. Postural instability in idiopathic Parkinson's disease: the role of medication and unilateral pallidotomy. *Brain*. 2002 Sep; 125(Pt 9):2100-14.

Burg JCE, Wegen EEH, Rietberg MB, Kwakkel G, Dieën JH. Postural control of the trunk during unstable sitting in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord*. 2006*;* 12(8):492-8.

Cakit BD, Saracoglu M, Genc H, Erdem HR and Inan L. The effects of incremental speed-dependent treadmill training on postural instability and fear of falling in Parkinson's disease. *Clinical Rehabilitation* 2007; 21: 698–705.

Canning CG, Sherrington C, Lord SR, Close JC, Heritier S, Heller GZ, Howard K, Allen NE, Latt MD, Murray SM, O'Rourke SD, Paul SS, Song J, Fung VS. Exercise for falls prevention in Parkinson disease: a randomized controlled trial. *Neurology.* 2015 Jan 20;84(3):304-12.

Cannon J, Marino FE. Early-phase neuromuscular adaptations to high- and low-volume resistance training in untrained young and older women. *J Sports Sci*. 2010 Dec;28(14):1505-14.

Carpenter MG, Allum JHJ, Honegger F, Adkin AL, Bloem B R. Postural abnormalities to multidirectional stance perturbations in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004; 75:1245–1254.

Carpenter MG, Frank JS, Winter DA, Peysar GW. Sampling duration effects on center of pressure summary measures. *Gait Posture*. 2001 Feb; 13(1):35-40.

Carroll TJ, Selvanayagam VS, Riek S, Semmler JG. Neural adaptations to strength training: moving beyond transcranial magnetic stimulation and reflex studies. *Acta Physiol (Oxf).* 2011 Jun;202(2):119-40.

Carvalho A, Barbirato D, Araujo N, Martins JV, Cavalcanti JL, Santos TM, Coutinho ES, Laks J, Deslandes AC. Comparison of strength training, aerobic training, and additional physical therapy as supplementary treatments for Parkinson's disease: pilot study. *Clin Interv Aging* 2015 Jan 7; 10:183-91.

Cassilhas RC, Tufik S, de Mello MT. Physical exercise, neuroplasticity,spatial learning and memory. *Cell Mol Life Sci*. 2016 Mar; 73(5):975-83.

Chastan N, Debono B, Maltete D, Weber J. Discordance between measured postural instability and absence of clinical symptoms in Parkinson's disease patients in the early stages of the disease. *Mov Disord*. 2008 Feb 15; 23(3):366–72.

Chung CL, Thilarajah S, Tan D. Effectiveness of resistance training on muscle strength and physical function in people with Parkinson's disease: a systematicreview and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2016 Jan;30(1):11-23.

Ciolac EG, Brench GC and Greve JM. Age does not affect exercise intensity progression among women. *Journal of Strength and conditioning research.* 2010: 1-9.

Ciolac EG, Garcez-Leme LE, Greve JM. Resistance exercise intensity progression in older men. Int J Sports Med. 2010 Jun;31(6):433-8.

Ciolac EG, Greve JM. Muscle strength and exercise intensity adaptation to resistance training in older women with knee osteoarthritis and total knee arthroplasty.*Clinics* (Sao Paulo). 2011 Dec; 66(12): 2079–2084.

Cole MH, Naughton GA, Silburn PA. Neuromuscular Impairments Are Associated With Impaired Head and Trunk Stability During Gait in Parkinson Fallers. *Neurorehabil Neural Repair.* 2017 Jan;31(1):34-47.

Cole MH, Silburn PA, Wood JM, Worringham CJ, Kerr GK. Falls in Parkinson’s disease: kinematic evidence for impaired head and trunk control. *Mov Disord*. 2010; 25:2369-2378.

Colnat-Coulbois S, Gauchard GC, Maillard L, Barroche G, Vespignani H, Auque J,Perrin PP. Bilateral subthalamic nucleus stimulation improves balance control in Parkinson's disease. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2005 Jun;76(6):780-7.

Comella, C., Stebbins, G.T., Brown-toms, N. Physical Therapy and Parkinson’s disease: a controlled clinical trial. *Neurology* 1994; 44:376-378.

Corcos DM, Robichaud JA, David FJ, Leurgans SE, Vaillancourt DE, Poon C, Rafferty MR, Kohrt WM, Comella CL. A two-year randomized controlled trial of progressive resistance exercise for Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2013 Aug;28(9):1230-40.

Corcos DM, Chen CM, Quinn NP, McAuley J, Rothwell JC. Strength in Parkinson’s disease: relationship to rate of force generation and clinical status. *Ann Neurol* 1996 Jan;39:79-88.

Crosiers D, Theuns J, Cras P, Van Broeckhoven C. Parkinson disease: insights

in clinical, genetic and pathological features of monogenic disease subtypes. *J Chem Neuroanat*. 2011 Oct;42(2):131-41.

Cruise KE, Bucks RS, Loftus AM, et al. Exercise and Parkinson's: benefits for cognition and quality of life. *Acta Neurol Scand* 2011; 123:13–19.

Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinková E, Vandewoude M, Zamboni M;European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: Europeanconsensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing.* 2010 Jul;39(4):412-23.

Cupps B. Postural control: a current review. *Neuro Developmental Treatment* 1997, 1:3-8.

Dallal GE. Available from: http://www.randomization.com [última atualização: 15/07/2008; acesso em: 23 de agosto de 2013].

David FJ, Rafferty MR, Robichaud JA, Prodoehl J, Kohrt WM, Vaillancourt DE, Corcos DM. Progressive resistance exercise and Parkinson's disease: a review of potential mechanisms. *Parkinsons Dis*. 2012;2012:124527.

David FJ, Robichaud JA, Vaillancourt DE, Poon C, Kohrt WM, Comella CL, Corcos DM. Progressive resistance exercise restores some properties of the triphasic EMG pattern and improves bradykinesia: the PRET-PD randomized clinical trial. *J Neurophysiol.* 2016 Nov 1;116(5):2298-2311.

De la Casa-Fages B, Alonso-Frech F, Grandas F. Effect of subthalamic nucleus deep brain stimulation on balance in Parkinson's disease: A static posturographic analysis. *Gait Posture.* 2017 Feb;52:374-380.

Delli Pizzi S, Bellomo RG, Carmignano SM, Ancona E, Franciotti R, Supplizi M, Barassi G, Onofrj M, Bonanni L, Saggini R. Rehabilitation program based on sensorimotor recovery improves the static and dynamic balance and modifies the basal ganglia neurochemistry: A pilot 1H-MRS study on Parkinson's disease patients. Medicine (Baltimore). 2017 Dec;96(50):e8732.

DeLong MR, Wichmann T. Circuits and circuit disorders of the basal ganglia. *Arch Neurol*. 2007 Jan;64(1):20-4.

De Rijk MC, Launer LJ, Berger K, et al. Prevalence of Parkinson's disease in Europe: a collaborative study of population-based cohorts. *Neurology 2000; 54* (11 suppl 5): S21–23.

de Roos P, Bloem BR, Kelley TA, Antonini A, Dodel R, Hagell P, Marras C,Martinez-Martin P, Mehta SH, Odin P, Chaudhuri KR, Weintraub D, Wilson B, Uitti RJ. A Consensus Set of Outcomes for Parkinson's Disease from the

International Consortium for Health Outcomes Measurement. *J Parkinsons Dis*. 2017;7(3):533-543.

Dereli EE, Yaliman A. Comparison of the effects of a physiotherapist supervised exercise programme and a self-supervised exercise programme on quality of life in patients with Parkinson's disease. *Clinical Rehabilitation* 2010; 24: 352–362.

Deschenes MR, Kraemer WJ. Performance and physiologic adaptations to resistance training. Am J Phys Med Rehabil. 2002 Nov;81(11 Suppl):S3-16.

Dibble LE, Hale TF, Marcus RL, Parry Gerber J, LaStayo PC. High intensity eccentric resistance training decreases bradykinesia and improves quality of life in persons with Parkinson's disease: A preliminary study. *Parkinsonism and Related Disorders* 2009; 15: 752–757.

Dibble LE, Hale TFR, Marcus RL, Droge J, Gerber JP and Lastayo PC. High-Intensity Resistance Training Amplifies Muscle Hypertrophy and Functional Gains in Persons With Parkinson's Disease. *Movement Disorders* 2006; 21(9): . 1444–1452.

Doná F, Aquino CC, Gazzola JM, Borges V, Silva SM, Ganança FF, Caovilla HH, Ferraz HB. Changes in postural control in patients with Parkinson's disease: a posturographic study. *Physiotherapy*. 2016 Sep; 102(3):272-9.

Duarte M, Freitas SM. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Rev Bras Fisioter*. 2010 May-Jun; 14(3):183-92.

Ebersbach G, Gunkel M. Posturography reflects clinical imbalance in Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2011 Feb 1; 26(2):241-6.

Falvo MJ, Schilling B, Earhart G. Parkinson`s Disease and resistive exercise: Rationale, review, and recommendations. *Movement Disorders* 2008; 23(1):1 - 11.

Fasano A, Aquino CC, Krauss JK, Honey CR, Bloem BR. Axial disability and deep brain stimulation in patients with Parkinson disease. Nat Rev Neurol. 2015 Feb;11(2):98-110.

Fasano A, Daniele A, Albanese A. Treatment of motor and non-motor features of Parkinson's disease with deep brain stimulation. Lancet Neurol. 2012 May;11(5):429-42.

Feigenbaun MS, Pollock ML. Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31:38-45.

Fernandez HH. Update on Parkinson disease. *Cleve Clin J Med.* 2015 Sep;82(9):563-8.

Ferrazzoli D, Fasano A, Maestri R, Bera R, Palamara G, Ghilardi MF, Pezzoli G, Frazzitta G. Balance Dysfunction in Parkinson's Disease: The Role of Posturography in Developing a Rehabilitation Program. *Parkinsons Dis.* 2015; 2015:520128.

Francardo V, Schmitz Y, Sulzer D, Cenci MA. Neuroprotection and neurorestoration as experimental therapeutics for Parkinson's disease. *Exp Neurol*. 2017 Dec; 298(Pt B):137-147.

Frank JS, Horak FB, Nutt J. Centrally initiated postural adjustments in parkinsonian patients on and off levodopa. J Neurophysiol. 2000 Nov;84(5):2440-8.

Fredriksson A, Stigsdotter IM, Hurtig, A, Ewalds-Kvist B, Archer T, 2011. Running wheel activity restores MPTP-induced functional deficits. *J Neural Transm.* 118,407–420.

Friedman JH, Abrantes AM. Self perceived weakness in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord*. 2012 Aug;18(7):887-9.

Franchignoni F , Horak F, Godi M, Nardone A, and Giordano A.Using psychometric techniques to improve the balance evaluation systems test: the mini-bestest. *Journal of Rehabilitation Medicine* 2010, 42(4):323–331.

Frenklach A, Louie S, Koop MM, Bronte-Stewart H. Excessive postural sway and the risk of falls at different stages of Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2009 feb 15; 24(3):377-85.

Galvão DA, Taaffe DR. Resistance exercise dosage in older adults: single- versus multiset effects on physical performance and body composition. *J Am Geriatr Soc* 2005 53:2090– 2097.

Ganesan M, Pal PK, Gupta A, Sathyaprabha TN. Dynamic posturography in evaluation of balance in patients of Parkinson's disease with normal pull test: concept of a diagonal pull test. *Parkinsonism Relat Disord.* 2010 Nov;16(9):595-9.

Garcia-Rill E, Saper CB, Rye DB, Kofler M, Nonnekes J, Lozano A, Valls-Solé J, Hallett M. Focus on the pedunculopontine nucleus. Consensus review from the May 2018 brainstem society meeting in Washington, DC, USA. Clin Neurophysiol. 2019 Jun;130(6):925-940.

Gera G, Freeman DL, Blackinton MT, Horak FB, King L. Identification of Balance Deficits in People with Parkinson Disease; is the Sensory Organization Test Enough? *Int J Phys Med Rehabil*. 2016 Feb;4(1). pii: 322.

Gobbi LT, Oliveira-Ferreira MD, Caetano MJ, Lirani-Silva E, Barbieri FA, Stella F, Gobbi S. Exercise programs improve mobility and balance in people with

Parkinson's disease.*Parkinsonism Related Disorders*. 2009 Dec;15 Suppl 3:S49-52.

Goekint M, De Pauw K, Roelands B, Njemini R, Bautmans I, Mets T, Meeusen R (2010) Strength training does not influence serum brain-derived neurotrophic factor. *Eur J Appl Physiol* 110:285–293.

Goetz CG, Poewe W, Rascol O, Sampaio C, Stebbins GT, Counsell C, Giladi N, Holloway RG, Moore CG, Wenning GK, Yahr MD, Seidl L; Movement Disorder Society Task Force on Rating Scales for Parkinson's Disease. Movement Disorder Society Task Force report on the Hoehn and Yahr staging scale: status and recommendations. *Mov Disord*. 2004 Sep; 19(9):1020-8.

Goldberg A, Hernandez ME, Alexander NB. Trunk repositioning errors are increased in balance-impaired older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005; 60:1310–14.

Graves JE, Franklin BA. Resistance training for health and rehabilitation. USA: Hum and Kinetics, 2001.

Grill S. Postural instability in Parkinson Diseases. *Md Med J* 1999; 4(48)179-181.

Hass CJ, Buckley TA, Pitsikoulis C, Barthelemy EJ. Progressive resistance training improves gait initiation in individuals with Parkinson's disease. Gait *Posture*. 2012 Apr;35(4):669-73.

Hirsch MA, Iyer SS, Sanjak M. Exercise-induced neuroplasticity in human Parkinson's disease: What is the evidence telling us? *Parkinsonism Relat Disord*. 2016 Jan;22 Suppl 1:S78-81.

Hirsch MA, Toole T, Maitland CG, Rider RA. The effects of balance training and high-intensity resistance training on persons with idiopathic Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003 Aug;84(8):1109-17.

Hirtz D, Thurman DJ, Gwinn-Hardy K, Mohamed M, Chaudhuri AR, Zalutsky R. How common are the “common” neurologic disorders? Neurology 2007;68:326–337.

Hoehn MM, Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression, and mortality. *Neurology* 1967; 17(5); 427 -42.

Holden SK, Finseth T, Sillau SH, Berman BD. Progression of MDS-UPDRS Scores Over Five Years in De Novo Parkinson Disease from the Parkinson's Progression Markers Initiative Cohort. Mov Disord Clin Pract. 2018 Jan-Feb;5(1):47-53.

Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? Age Ageing, v.35 Suppl 2, p.ii7-ii11, 2006.

Horak FB, Dimitrova D, Nutt JG. Direction-specific postural instability in subjects with Parkinson's disease. *Exp Neurol*. 2005; 193:504-21.

Horak FB, Nutt JG, Nashner LM. Postural inflexibility in parkinsonian subjects. *J Neurol Sci.* 1992 Aug; 111(1):46-58.

Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Phys Ther*. 2009; 89:484-498.

Hornykiewicz O. Biochemical aspects of Parkinson's disease. *Neurology*. 1998 Aug;51(2 Suppl 2):S2-9.

Horstmann GA, Dietz V. A basic posture control mechanism: the stabilization of the centre of gravity. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1990 Aug;76(2):165-76.

Huang SL, Hsieh CL, Wu RM, et al. Minimal detectable change of the timed "up & go" test and the dynamic gait index in people with Parkinson disease. Phys Ther 2011;91:114-21.

Hughes AJ, Daniel SE, Kilford L, Lees AJ. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinico-pathological study of 100 cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1992 Mar;55(3):181-4.

Hurley BF, Roth SM. Strength training in elderly effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med*. 2000; 30: 249-268.

Ickenstein GW, Ambach H, Klöditz A, Koch H, Isenmann S, Reichmann H, Ziemssen T. Static posturography in aging and Parkinson's disease. *Front Aging Neurosci.* 2012; 4: 20.

Jankovic J. Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2008. 79: 368-376.

Jankovic J. Pathophysiology and assessment of parkinsonian symptoms and signs. In: Pahwa R, Lyons K, Koller WC, eds. Handbook of Parkinson's disease. New York: Taylor and Francis Group, LLC, 2007:79-104.

Johnson L, James I, Rodrigues J, Stell R, Thickbroom G, Mastaglia F. Clinical and posturographic correlates of falling in Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2013 Aug; 28(9):1250-6.

Kamieniarz A, Michalska J, Brachman A, Pawłowski M, Słomka KJ, Juras G. A posturographic procedure assessing balance disorders in Parkinson's disease: a systematic review. Clinical Interventions in Aging 2018:13 2301-2316.

Kandel ER.; Schwartz JH, Jessell TM. Princípios da neurosciências. Manole, v.4 ed., 2002.

Kawakami Y. The effects of strength training on muscle architecture in humans. *Int J Sport Health*. 2005; 3:208–217.

Kelly NA, Ford MP, Standaert DG, Watts RL, Bickel CS, Moellering DR, TuggleSC, Williams JY, Lieb L, Windham ST, Bamman MM. Novel, high-intensity exercise prescription improves muscle mass, mitochondrial function, and physical capacity in individuals with Parkinson's disease. *J Appl Physiol* (1985). 2014 Mar 1;116(5):582-92.

Kelly NA, Wood KH, Allendorfer JB, Ford MP, Bickel CS, Marstrander J, Amara AW, Anthony T, Bamman MM, Skidmore FM. High-Intensity Exercise Acutely Increases Substantia Nigra and Prefrontal Brain Activity in Parkinson's Disease. Med Sci Monit. 2017 Dec 23;23:6064-6071.

King LA, Priest KC, Salarian A, Pierce D, Horak FB. Comparing the Mini-BESTest with the Berg Balance Scale to Evaluate Balance Disorders in *Parkinson's Disease.Parkinsons Dis*. 2012:375419.

Kowal SL, Dall TM, Chakrabarti R, Storm MV, & Jain A. The current and projected economic burden of Parkinson's disease in the United States. *Mov. Disord.* 2013; 28: 311-318.

Kuo AD, Speers RA, Peterka RJ, Horak FB. Effect of altered sensory conditions on multivariate descriptors of human postural sway. *Exp Brain Res.* 1998; 122:185-95.

Kuopio AM, Marttila RJ, Helenius H, Rinne UK. Changing epidemiology of Parkinon´s disease in southwestern Finland. *Neurology.* 1999 Jan 15;52(2):302-8.

Lafond D, Corriveau H, Hébert R, Prince F. Intrasession reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(6):896-901.

Lang AE, Obeso JA. Challenges in Parkinson's disease: restoration of the nigrostriatal dopamine system is not enough. *Lancet Neurol* 2004; 3: 309-16.

Lang AE and Lozano AM. Parkinson's disease. First of two parts. *New England Journal of Medicine* 1998; 339(15):1044-1053.

Leddy AL, Crowner BE, and Earhart GM.Utility of the mini-BESTest, BESTest, and BESTest sections for balance assessments in individuals with Parkinson disease, *Journal of Neurologic Physical Therapy 2011;35(2): 90-97.*

Lee MS, Lam P, Ernst E. Effectiveness of tai chi for Parkinson's disease: A critical review. *Parkinsonism and Related Disorders* 2008; 14:589-594.

Li F, Harmer P, Fitzgerald K, Eckstrom E, Stock R, Galver J, Maddalozzo G,Batya SS. Tai chi and postural stability in patients with Parkinson's disease. *N Engl J Med.* 2012 Feb 9; 366(6):511-9.

Linnamo V, Moritani T, Nicol C, Komi PV. Motor unit activation patterns during isometric, concentric and eccentric actions at different force levels. *J Electromyogr Kinesiol*. 2003 Feb;13(1):93-101.

Lun V, Pullan N, Labelle N, Adams C, Suchowersky O. Comparison of the effects of a self-supervised home exercise program with a physiotherapist-supervised exercise program on the motor symptoms of Parkinson's disease. *Mov Disord.* 2005; 20(8):971-5.

MacIntosh BR, Taub EC, Dormer GN, Tomaras EK. Potentiation of isometric and isotonic contractions during high-frequency stimulation. *Pflugers Arch*. 2008 May;456(2):449-58.

Mancini M, Carlson-Kuhta P, Zampieri C, Nutt JG, Chiari L, Horak FB. Postural sway as a marker of progression in Parkinson's disease: a pilot longitudinal study. *Gait Posture*. 2012 Jul; 36(3):471-6.

Mancini M, Horak FB, Zampieri C, Carlson-Kuhta P, Nutt JG, et al. Trunk accelerometry reveals postural instability in untreated Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord*.2011;17: 557–562.

Martinez-Martin P. The importance of non-motor disturbances to quality of life in Parkinson's disease. *J Neurol Sci.* 2011 Nov 15;310(1-2):12-6.

Marusiak J, Jaskólska A, Koszewicz M, Budrewicz S, Jaskólski A. Myometry revealed medication-induced decrease in resting skeletal muscle stiffness in Parkinson's disease patients*. Clin Biomech*. 2012 Jul;27(6):632-5.

Michałowska M, Fiszer U, Krygowska-Wajs A, Owczarek K. Falls in Parkinson's Disease. Causes and impact on patients' quality life. *Funct Neurol.* 2005; 4(20):163-168.

Miyamoto ST, Junior IL, Berg KO, Ramos LR, Natour J. Brazilian version of the Berg balance scale. *Braz J Med Biol Res* 2004; 37:1411-1421.

Mochizuki L, Amadio AC. The Function of Postural Control During Standing. *Rev. Fisioter. Univ. São Paulo* 2003; 10(1):7-15.

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 Oct;21(5):423-430.

Morris ME, Matyas TA, Iansek R, Summers JJ. Temporal stability of gait in Parkinson's disease. *Phys Ther*. 1996 Jul; 76(7):763-77; discussion 778-80.

Moreira RC, Zonta MB, Araújo APS, Israel VL, Teive HAG. Quality of life in Parkinson's disease patients: progression markers of mild to moderate stages. *Arq Neuropsiquiatr*. 2017 Aug;75(8):497-502.

Muslimovic D, Post B, Speelman JD, Schmand B, de Haan RJ; CARPA Study Group. Determinants of disability and quality of life in mild to moderate Parkinson disease. *Neurology*. 2008 Jun 3;70(23):2241-7.

Nallegowda M, Singh U, Handa G, et al. Role of sensory input and muscle strength in maintenance of balance, gait, and posture in Parkinson's disease: a pilot study. *Am J Phys Med Rehabil*.2004; 83:898–908.

Nashner LM, Black FO and Wall III C. Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits. Journal of *Neuroscience*. 1982: 2(5): 536-44.

Nauta WJ, Mehler WR. Projections of the lentiform nucleus in the monkey. Brain Res. 1966 Jan;1(1):3-42.

Nijhuis Oude LB, Allum JH, Nanhoe-Mahabier W, Bloem BR. Influence of perturbation velocity on balance control in Parkinson's disease. *PLoS One*. 2014 Jan 22; 9(1):e86650.

Nocera JR, Horvat M, Ray CT. Impaired step up/over in persons with Parkinson's disease. *Adapt Phys Activ Q*. 2010 Apr; 27(2):87-95.

Nocera J, Horvat M, Ray CT. Effects of home-based exercise on postural control and sensory organization in individuals with Parkinson disease. *Parkinsonism Relat Disord*. 2009 Dec;15(10):742-5.

Nocera JR, Stegemöller EL, Malaty IA, Okun MS, Marsiske M, Hass CJ; National Parkinson Foundation Quality Improvement Initiative Investigators. Using the Timed Up & Go test in a clinical setting to predict falling in Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013 Jul;94(7):1300-5.

Nutt JG, Wooten GF. Diagnosis and Initial Management of Parkinson's Disease. *New England Journal of Medicine*. 2005; 353: 1021–1027.

Okun MS, Foote KD. Subthalamic nucleus vs globus pallidus interna deep brain stimulation, the rematch: will pallidal deep brain stimulation make a triumphant return? Arch Neurol. 2005 Apr;62(4):533-6.

Olanow CW, Stern MB, Sethi K. The scientific and clinical basis for the treatment of Parkinson disease (2009). *Neurology.* 2009 May 26;72(21 Suppl 4):S1-136.

Pang MY, Mak MK. Trunk muscle strength, but not trunk rigidity, is independently associated with bone mineral density of the lumbar spine in patients with Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2009 Jun 15; 24(8):1176-82.

Parkinson J. An essay on the shaking palsy. 1817. J Neuropsychiatry Clin *Neurosci*. 2002 Spring;14(2):223-36; discussion 222.

Paul SS, Canning CG, Song J, Fung VS, Sherrington C. Leg muscle power is enhanced by training in people with Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2014 Mar;28(3):275-88.

Paul SS, Sherrington C, Fung VSC and Canning CG. Motor and cognitive impairments in Parkinson disease: relationships with specific balance and mobility tasks. *Neurorehehabil Neural Repair* 2013; 27: 63-69.

Paulson HL, Stern BM. Clinical Manifestations of Parkinson's Disease. In Watts, RL; Koller WC. Movement Disorders Neurologic Principles and Practice. New York: MacGraw, 1997, p.183-200.

Pedersen SW, Oberg B. Dynamic strength in Parkinson's disease. Quantitative measurements following withdrawal of medication. *Eur Neurol.* 1993;33(2):97-102.

Pereira ILR. Análise eletromiográfica de três exercícios de core do Mat Pilates e suas implicações para a dor lombrar crônica inespecífica. Tese de mestrado, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 65. 2014.

Peto V, Fitzpatrick R, Jenkinson C. Self-reported health status and access to health services in a community sample with Parkinson's disease. *Disabil Rehabil*. 1997 Mar; 19(3):97-103.

Petzinger GM, Fisher BE, Van Leeuwen JE, Vukovic M, Akopian G, Meshul, CK, Holschneider DP, Nacca A, Walsh JP, Jakowec MW. Enhancing neuroplasticity in the basal ganglia: the role of exercise in Parkinson's disease. *Mov. Disord*.2010; 25 (Suppl. 1), S141–145.

Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991 Feb; 39(2):142-8.

Pozzo T, Berthoz A, Lefort L. Head stabilization during various locomotor tasks in humans: I—normal subjects. *Exp Brain Res*. 1990; 82:97-106.

Qutubuddin AA, Pegg PO, Cifu DX, Brown D,McNamee S, Carne W. Validating the Berg Balance Scale for Patients With Parkinson's Disease: A Key to Rehabilitation Evaluation .*Arch Phys Med Rehabil* 2005 april; 86: 789-92.

Radaelli R, Brusco CM, Lopez P, Rech A, Machado CLF, Grazioli R, Müller DC, Cadore EL, Pinto RS. Higher muscle power training volume is not determinant

for the magnitude of neuromuscular improvements in elderly women. *Exp Gerontol*. 2018 May 3; 110:15-22.

Ramaker C, Marinus J, Stiggelbout AM, Van Hilten BJ. Systematic evaluation of rating scales for impairment and disability in Parkinson's disease. *Mov Disord.* 2002 Sep;17(5):867-76.

Ramazzina I, Bernazzoli B, Costantino C. Systematic review on strength training in Parkinson's disease: an unsolved question. *Clin Interv Aging*. 2017 Mar 31; 12:619-628.

Ratamess NA; Alvar BA; Eyetoch TK et al. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc Position Stand*, 2009.

Rocchi L, Chiari L, Horak FB.Effects of deep brain stimulation and levodopa on postural sway in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002; 73:267–274.

Rodrigues de Paula F, Teixeira Salmela LF, Morais Faria CDC, Rocha de Brito P and Cardoso F. Impact of an Exercise Program on Physical, Emotional, and Social Aspects of Quality of Life of Individuals With Parkinson's Disease. *Movement Disorders 2006;* 21(8): 1073–1077.

Roeder L, Costello JT, Smith SS, Stewart IB, Kerr GK. Effects of Resistance Training on Measures of Muscular Strength in People with Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2015 Jul 6; 10(7):e0132135.

Rolland AS, Karachi C, Muriel MP, Hirsch EC, François C. Internal pallidum and substantia nigra control different parts of the mesopontine reticular formation in primate. Mov Disord. 2011 Aug 1;26(9):1648-56.

Roman WJ, Fleckenstein J, Stray-Gundersen J, Alway SE, Peshock R, Gonyea WJ. Adaptations in the elbow flexors of elderly males after heavy-resistance training. *J Appl Physiol* (1985). 1993 Feb;74(2):750-4.

Rossi-Izquierdo M, Basta D, Rubio-Rodríguez JP, Santos-Pérez S, Ernst A, Sesar-Ignacio Á, Alberte-Woodward M, Guijarro-Del Amo M, Estany-Gestal A, San Román-Rodríguez E, Faraldo-García A, Zubizarreta-Gutiérrez A, Soto-Varela A. Is posturography able to identify fallers in patients with Parkinson's disease? *Gait Posture*. 2014;40(1):53-7.

Sale DG. Influence of exercise and training on motor unit activation. *Exerc Sport Sci Rev*. 1987;15:95-151. Review.

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 Jan 7; 6(1):e008756.

Santos L, Fernandez-Rio J, Winge K, Barragán-Pérez B, González-Gómez L, Rodríguez-Pérez V, González-Díez V, Lucía A, Iglesias-Soler E, Dopico-Calvo X, Fernández-Del-Olmo M, Del-Valle M, Blanco-Traba M, Suman OE, Rodríguez-Gómez J. Effects of progressive resistance exercise in akinetic-rigid Parkinson's disease patients: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2017 Oct;53(5):651-663.

Scandalis TA, Bosak A, Berliner JC, Helman LL, Wells MR. Resistance training and gait function in patients with Parkinson's disease. *Am J Phys Med Rehabil.*2001 Jan;80(1):38-43

Schenkman M, Zhub CW, Cutsonbc TM, Whetten-Goldstein K. Longitudinal evaluation of economic and physical impact of Parkinson's disease. Parkinson *Related Disord*. 2001; 8:41-50.
Scherman D, Desnos C, Darchen F, Pollak P, Javoy-Agid F, Agid Y. Striatal dopamine deficiency in Parkinson's disease: role ofaging. Ann Neurol 1989;26:551-7.

Schilling BK, Karlage RE, LeDoux MS, Pfeiffer RF, Weiss LW, Falvo MJ. Impaired leg extensor strength in individuals with Parkinson disease and relatedness to functional mobility. *Parkinsonism Relat Disord*. 2009 Dec; 15(10):776-80.

Schilling BK, Pfeiffer RF, Ledoux MS, Karlage RE, Bloomer RJ, Falvo MJ. Effects of moderate-volume, high-load lower-body resistance training on strength and function in persons with Parkinson's disease: a pilot study. Parkinsons Dis. 2010 Mar 16; 2010:824734.

Schlenstedt C, Paschen S, Kruse A, Raethjen J, Weisser B, Deuschl G. Resistance versus Balance Training to Improve Postural Control in Parkinson's Disease: A Randomized Rater Blinded Controlled Study. PLoS One. 2015 Oct 26;10(10):e0140584.

Schrag A, Jahanshahi M, Quinn N. What contributes to quality of life in patients with Parkinson's disease? *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2000 Sep;69(3):308-12.

Sciadas R, Dalton C, Nantel J. Effort to reduce postural sway affects both cognitive and motor performances in individuals with Parkinson's disease. *Hum Mov Sci*. 2016 Jun; 47:135-140.

Shen X, Mak MK. Balance and Gait Training With Augmented Feedback Improves Balance Confidence in People With Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 2014 Jul;28(6):524-35.

Shulman LM, Gruber-Baldini AL, Anderson KE, Fishman PS, Reich SG, Weiner WJ. The clinically important difference on the unified Parkinson's disease rating scale. *Arch Neurol*. 2010; 67(1):64–70.

Shulman LM, Katzel LI, Ivey FM, Sorkin JD, Favors K, Anderson KE, Smith BA, Reich SG, Weiner WJ, Macko RF. Randomized clinical trial of 3 types of physical exercise for patients with Parkinson disease. *JAMA Neurol.* 2013 Feb; 70(2):183-90.

Souza PM, Jacob-Filho W, Santarém JM, Zomignan AA, Burattini MN. Effect of progressive resistance exercise on strength evolution of elderly patients living with HIV compared to healthy controls. *Clinics* (Sao Paulo). 2011;66(2):261-6.

Stylianou AP, McVey MA, Lyons KE, Pahw R, and Luchies CW. Postural Sway in Patients with Mild to Moderate Parkinson's Disease. *International Journal of Neuroscience* 2011; 121: 614–621.

Takakusaki K. Functional Neuroanatomy for Posture and Gait Control. *J Mov Disord.* 2017 Jan;10(1):1-17.

Takakusaki K, Chiba R, Nozu T, Okumura T. Brainstem control of locomotion and muscle tone with special reference to the role of the mesopontine tegmentum and medullary reticulospinal systems. J Neural Transm (Vienna) 2016;123:695-729.

Tumas V. Fisiopatologia dos Gânglios da Base. Departamento de Neurociências e Ciências do Comportamento da Faculdade de Medicina de Ribeirao Preto – USP. Disponivel em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4261310/mod_resource/content/1/texto%20Fisiopatologia%20dos%20g%C3%A2nglios%20da%20base%202018.pdf, 2013.

Valls-Solé J, Valldeoriola F. Neurophysiological correlate of clinical signs in Parkinson's disease. Clin Neurophysiol. 2002 Jun;113(6):792-805.

Van Den Eeden SK, Tanner CM, Bernstein AL, Fross RD, Leimpeter A, Bloch DA, Nelson LM. Incidence of Parkinson's disease: variation by age, gender, and race/ethnicity. *Am J Epidemiol*. 2003 Jun 1; 157(11):1015-22.

Van Emmerik REA, Wagenaar RC, Winogrodzka A, Wolters EC. Identification of axial rigidity during locomotion in Parkinson disease. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999; 80(2):186-91.

Verheyden G, Willems AM, Ooms L, Nieuwboer A. Validity of the trunk impairment scale as a measure of trunk performance in people with Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007 Oct; 88(10):1304-8.

Vincent KR, Vincent HK. Resistance training for individuals with cardiovascular disease. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation* 2006; 26:207-216.

Vingerhoets FJG, Schulzer M, Calne DB, Snow BJ. Which clinical sign of Parkinson's disease best reflects the nigrostriatal lesion? *Ann Neurol* 1997; 41:58–64.

Visser JE, Bloem BR. Basal ganglia and balance control. *Neural plasticity* 2005; 12 (2-3):161-74.

Von Campenhausen S, Bornschein B, Wick R, et al. Prevalence and incidence of Parkinson's disease in Europe. Eur Neuropsychopharmacol 2005;15:473-490.

Walker RW, Chaplin A, Hancock RL, Rutherford R, Gray WK. Hip fractures in people with idiopathic Parkinson's disease: incidence and outcomes. *Mov Disord*.2013 Mar;28(3):334-40.

Wood BH, Biclough JA, Bowron A., Walker RW. Incidence and prediction of falls in Parkinson's disease: a prospective multidisciplinary study*. J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002; 6(72):721-725.

Williams DR, Watt HC, Lees AJ. Predictors of falls and fractures in bradykinetic rigid syndromes: a retrospective study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2006; 77:468–473.

Winter DA, Patla AE, Frank JS. Assessment of balance control in humans. *Med Prog Technol*. 1990 May;16(1-2):31-51.

Wright W, Gurfinkel VS, Nutt J, et al. Axial hypertonicity in Parkinson's disease: direct measurements of trunk and hip torque. *Exp Neurol*. 2007;208:38-46.

Yelnik J. Functional anatomy of the basal ganglia. *Mov Disord.* 2002;17 Suppl 3:S15-21.

Young CB, Sonne J. Neuroanatomy, Basal Ganglia. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2018.

Yousefi B, Tadibi V, Fathollahzadeh Khoei A and Montazeri A. Exercise therapy, quality of life, and activities of daily living in patients with Parkinson disease: a small scale quasi-randomised trial. *Trials. 2009;* 10(67): 1-7.

Zawadka-Kunikowska M, Zalewski P, Klawe JJ, Pawlak J, Tafil-Klawe M, Kędziora-Kornatowska K, Newton JL. *Aging Clin Exp Res*. 2014 Oct;26(5):505-10.

11 ANEXOS

Anexo 1. Escala Unificada de Avaliação para Doença de Parkinson (UPDRS) – Parte motora

III) EXAME MOTOR

Fala

0 = Normal

1 = Perda discreta da expressão, do volume ou da dicção.

2=Comprometimento moderado. Arrastado, monótono, mas compreensível.

3 = Comprometimento grave, difícil de ser entendido.

4 = Incompreensível.

Expressão facial

0 = Normal

1 = Hipomimia mínima.

2 = Diminuição pequena, mas anormal, da expressão facial.

3 = Hipomimia moderada, lábios caídos/afastados por algum tempo.

4 = Fácies em máscara ou fixa, com perda grave ou total da expressão facial. Lábios afastados ¼ de polegada ou mais.

Tremor de repouso

0 = Ausente

1 = Presente, mas infreqüente ou leve.

2 = Persistente, mas de pequena amplitude. Ou moderado em amplitude, mas presente de maneira intermitente.

3 = Moderado em amplitude mas presente a maior parte do tempo

4 = Com grande amplitude e presente a maior parte do tempo.

Tremor postural ou de ação das mãos

0 = Ausente

1 = Leve, presente com a ação.

2 = Moderado em amplitude, presente com a ação.

3 = Moderado em amplitude tanto na ação como mantendo uma postura.

4 = Grande amplitude, interferindo na alimentação.

Rigidez (movimento passivo das grandes articulações, com paciente sentado e relaxado; ignorar roda denteada).

0 = Ausente

1 = Pequena ou detectável somente quando ativado por movimento em espelhos outros.

2 = Leve e moderado.

3 = Marcante, mas pode realizar movimento completo da articulação.

4 = Grave, o movimento completo da articulação consegue com grande dificuldade.

Bater dedos continuamente – *finger taps* (paciente bate o polegar no dedo indicador em seqüências rápidas com a maior amplitude possível, uma mão de cada vez).

0 = Normal

1 = Leve lentidão e/ou redução da amplitude.

2 = Comprometimento moderado. Fadiga precoce e bem clara. Pode ter paradas ocasionais durante o movimento.

3 = Comprometimento grave. Hesitação freqüente para iniciar o movimento, ou paradas durante o movimento que está realizando.

4 = Realiza o teste com grande dificuldade quase não conseguindo.

Movimentos das mãos (paciente abre e fecha as mãos em rápidos movimentos sucessivos e com a maior amplitude possível, uma mão de cada vez).

0 = Normal

1 = Lentidão leve e/ou redução em amplitude.

2 = Comprometimento moderado. Fadiga precoce bem clara. Pode ter paradas ocasionais durante o movimento.

3 =Comprometimento grave. Hesitação freqüente para iniciar o movimento, ou paradas durante o movimento que está realizando.

4 = Realiza o teste com grande dificuldade quase não conseguindo.

Movimentos rápidos alternados das mãos (movimentos de pronação e supinação das mãos, verticalmente ou horizontalmente, com a maior amplitude possível, as duas mãos simultaneamente).

0 = Normal

1 = Lentidão leve e/ou redução em amplitude.

2 = Comprometimento moderado. Fadiga precoce bem clara. Pode ter paradas ocasionais durante o movimento.

3 = Comprometimento grave. Hesitação freqüente para iniciar o movimento, ou paradas durante o movimento que está realizando.

4 = Realiza o teste com grande dificuldade quase não conseguindo.

Agilidade da perna (paciente bate com o calcanhar no chão em sucessões rápidas, levantando toda a perna; a amplitude do movimento deve ser de cerca de 3 polegadas).

0 = Normal

1 = Lentidão leve e/ou redução em amplitude.

2 = Comprometimento moderado. Fadiga precoce bem clara. Pode ter paradas ocasionais durante o movimento.

3 = Comprometimento grave. Hesitação freqüente em iniciar o movimento, ou paradas freqüentes durante o movimento.

4 = Realiza o teste com grande dificuldade, quase não conseguindo.

Levantar de uma cadeira (paciente tenta levantar-se de uma cadeira de espaldo reto, de madeira ou ferro, com os braços cruzados em frente ao peito).

0 = Normal

1 = Lento; ou pode precisar de mais de uma tentativa.

2 = Levanta-se apoiando os braços na cadeira.

3 = Tende a cair para trás, e pode tentar se levantar mais de uma vez, mas consegue se levantar.

4 = Incapaz de levantar-se sem ajuda.

Postura

0 = Normal em posição ereta.

1 = Não bem ereto, levemente curvado para frente (*stooped*); pode ser normal para pessoas mais velhas.
2 = Moderadamente curvado para frente, definitivamente anormal, pode inclinar-se um pouco para os lados.
3 = Acentuadamente curvado para frente com cifose, inclinação moderada para um dos lados.
4 = Bem fletido com anormalidade acentuada na postura.

Marcha
0 = Normal
1 = Anda lentamente; pode arrastar os pés com pequenas passadas, mas não há festinação ou propulsão.
2 = Anda com dificuldade, mas precisa de pouca ajuda ou nenhuma; pode apresentar alguma festinação, passos curtos, ou propulsão.
3 = Comprometimento grave da marcha, necessitando de ajuda.
4 = Não consegue andar sozinho, mesmo com ajuda.

Estabilidade postural (respostas a deslocamento súbito para trás, puxando os ombros, com paciente ereto, de olhos abertos, pés um pouco separados; o paciente deve ser informado a respeito do teste).
0 = Normal
1 = Retropulsão, mas se recupera sem ajuda.
2 = Ausência de resposta postural; cairia se não fosse ajudado pelo examinador.
3 = Muito instável; a perder o equilíbrio espontaneamente.
4 = Incapaz de ficar ereto sem ajuda.

Bradicinesia e hipocinesia corporal (combinando hesitação, diminuição do balançar dos braços, pequena amplitude e pobreza de movimentos em geral).
0 = Nenhum
1 = Lentidão mínima. Podia ser normal em algumas pessoas. Possível redução na amplitude.

2 = Movimento definitivamente anormal. Pobreza de movimento e um certo grau de lentidão.

3 = Lentidão moderada. Pobreza de movimento ou com pequena amplitude.

4 = Lentidão acentuada. Pobreza de movimento ou com pequena amplitude.

Anexo 2. Escala de Equilíbrio de Berg

Demonstre cada tarefa e/ou instrua o sujeito da maneira como está escrito abaixo. Quando reportar a pontuação, registre a categoria da resposta de menor pontuação relacionada a cada item. Na maioria dos itens pede-se ao sujeito manter uma dada posição por um tempo determinado. Progressivamente mais pontos são subtraídos, caso o tempo ou a distância não sejam atingidos, caso o sujeito necessite de supervisão para a execução da tarefa, ou se o sujeito apóia-se num suporte externo ou recebe ajuda do examinador. É importante que se torne claro aos sujeitos que estes devem manter seus equilíbrios enquanto tentam executar a tarefa. A escolha de qual perna permanecerá como apoio e o alcance dos movimentos fica a cargo dos sujeitos. Julgamentos inadequados irão influenciar negativamente no desempenho e na pontuação.

SENTADO PARA EM PÉ

( ) 4 capaz de permanecer em pé sem o auxílio das mãos e estabilizar de maneira independente
( ) 3 capaz de permanecer em pé independentemente usando as mãos
( ) 2 capaz de permanecer em pé usando as mãos após várias tentativas
( ) 1 necessidade de ajuda mínima para ficar em pé ou estabilizar
( ) 0 necessidade de moderada ou máxima assistência para permanecer em pé

EM PÉ SEM APOIO

( ) 4 capaz de permanecer em pé com segurança por 2 minutos
( ) 3 capaz de permanecer em pé durante 2 minutos com supervisão
( ) 2 capaz de permanecer em pé durante 30 segundos sem suporte
( ) 1 necessidade de várias tentativas para permanecer 30 segundos sem suporte
( ) 0 incapaz de permanecer em pé por 30 segundos sem assistência

Se o sujeito é capaz de permanecer em pé por 2 minutos sem apoio, marque pontuação máxima na situação sentado sem suporte. Siga diretamente para o item #4.

3.**SENTADO SEM SUPORTE PARA AS COSTAS MAS COM OS PÉS APOIADOS SOBRE O CHÃO OU SOBRE UM BANCO**

INSTRUÇÕES: Por favor, sente-se com os braços cruzados durante 2 minutos.

( ) 4 capaz de sentar com segurança por 2 minutos
( ) 3 capaz de sentar com por 2 minutos sob supervisão
( ) 2 capaz de sentar durante 30 segundos
( ) 1 capaz de sentar durante 10 segundos
( ) 0 incapaz de sentar sem suporte durante 10 segundos

EM PÉ PARA SENTADO

( ) 4 senta com segurança com o mínimo uso das mão
( ) 3 controla descida utilizando as mãos
( ) 2 apóia a parte posterior das pernas na cadeira para controlar a descida
( ) 1 senta independentemente mas apresenta descida descontrolada
( ) 0 necessita de ajuda para sentar

TRANSFERÊNCIAS

INSTRUÇÕES: Pedir ao sujeito para passar de uma cadeira com descanso de braços para outra sem descanso de braços (ou uma cama)

( ) 4 capaz de passar com segurança com o mínimo uso das mãos
( ) 3 capaz de passar com segurança com uso das mãos evidente
( ) 2 capaz de passar com pistas verbais e/ou supervisão
( ) 1 necessidade de assistência de uma pessoa
( ) 0 necessidade de assistência de duas pessoas ou supervisão para segurança

EM PÉ SEM SUPORTE COM OLHOS FECHADOS

INSTRUÇÕES: Por favor, feche os olhos e permaneça parado por 10 segundos

( ) 4 capaz de permanecer em pé com segurança por 10 segundos
( ) 3 capaz de permanecer em pé com segurança por 10 segundos com supervisão
( ) 2 capaz de permanecer em pé durante 3 segundos
( ) 1 incapaz de manter os olhos fechados por 3 segundos mas permanecer em pé
( ) 0 necessidade de ajuda para evitar queda

EM PÉ SEM SUPORTE COM OS PÉS JUNTOS

INSTRUÇÕES: Por favor, mantenha os pés juntos e permaneça em pé sem se segurar

( ) 4 capaz de permanecer em pé com os pés juntos independentemente com segurança por 1 minuto
( ) 3 capaz de permanecer em pé com os pés juntos independentemente com segurança por 1 minuto, com supervisão
( ) 2 capaz de permanecer em pé com os pés juntos independentemente e se manter por 30 segundos
( ) 1 necessidade de ajuda para manter a posição mas capaz de ficar em pé por 15 segundos com os pés juntos
( ) 0 necessidade de ajuda para manter a posição mas incapaz de se manter por 15 segundos

ALCANCE A FRENTE COM OS BRAÇOS EXTENDIDOS PERMANECENDO EM PÉ

INSTRUÇÕES: Mantenha os braços estendidos a 90 graus. Estenda os dedos e tente alcançar a maior distância possível. (O examinador coloca uma régua no final dos dedos quando os braços estão a 90 graus. Os dedos não devem tocar a régua enquanto executam a tarefa. A medida registrada é a distância que os dedos conseguem alcançar enquanto o sujeito está na máxima inclinação para frente possível. Se possível, pedir ao sujeito que execute a tarefa com os dois braços para evitar rotação do tronco.)

( ) 4 capaz de alcançar com confiabilidade acima de 25cm (10 polegadas)
( ) 3 capaz de alcançar acima de 12,5cm (5 polegadas)
( ) 2 capaz de alcançar acima de 5cm (2 polegadas)
( ) 1 capaz de alcançar mas com necessidade de supervisão
( ) 0 perda de equilíbrio durante as tentativas / necessidade de suporte externo

APANHAR UM OBJETO DO CHÃO A PARTIR DA POSIÇÃO EM PÉ

( ) 4 capaz de apanhar o chinelo facilmente e com segurança
( ) 3 capaz de apanhar o chinelo mas necessita supervisão
( ) 2 incapaz de apanhar o chinelo mas alcança 2-5cm (1-2 polegadas) do chinelo e manter o equilíbrio de maneira independente
( ) 1 incapaz de apanhar e necessita supervisão enquanto tenta
( ) 0 incapaz de tentar / necessita assistência para evitar perda de equilíbrio ou queda

EM PÉ, VIRAR E OLHAR PARA TRÁS SOBRE OS OMBROS DIREITO E ESQUERDO

INSTRUÇÕES: Virar e olhar para trás sobre o ombro esquerdo. Repetir para o direito. O examinador pode pegar um objeto para olhar e colocá-lo atrás do sujeito para encorajá-lo a realizar o giro.

( ) 4 olha para trás por ambos os lados com mudança de peso adequada
( ) 3 olha para trás por ambos por apenas um dos lados, o outro lado mostra menor mudança de peso
( ) 2 apenas vira para os dois lados mas mantém o equilíbrio
( ) 1 necessita de supervisão ao virar
( ) 0 necessita assistência para evitar perda de equilíbrio ou queda

VIRAR 360 GRAUS

INSTRUÇÕES: Virar completamente fazendo um círculo completo. Pausa. Fazer o mesmo na outra direção

( ) 4 capaz de virar 360 graus com segurança em 4 segundos ou menos
( ) 3 capaz de virar 360 graus com segurança para apenas um lado em 4 segundos ou menos
( ) 2 capaz de virar 360 graus com segurança mas lentamente
( ) 1 necessita de supervisão ou orientação verbal
( ) 0 necessita de assistência enquanto vira

COLOCAR PÉS ALTERNADOS SOBRE DEGRAU OU BANCO PERMANECENDO EM PÉ E SEM APOIO

INSTRUÇÕES: Colocar cada pé alternadamente sobre o degrau/banco. Continuar até cada pé ter tocado o degrau/banco quatro vezes.

( ) 4 capaz de ficar em pé independentemente e com segurança e completar 8 passos em 20 segundos
( ) 3 capaz de ficar em pé independentemente e completar 8 passos em mais de 20 segundos
( ) 2 capaz de completar 4 passos sem ajuda mas com supervisão
( ) 1 capaz de completar mais de 2 passos necessitando de mínima assistência

( ) 0 necessita de assistência para prevenir queda / incapaz de tentar

PERMANECER EM PÉ SEM APOIO COM OUTRO PÉ Á FRENTE

INSTRUÇÕES: (DEMOSTRAR PARA O SUJEITO) Colocar um pé diretamente em frente do outro. Se você perceber que não pode colocar o pé diretamente na frente, tente dar um passo largo o suficiente para que o calcanhar de seu pé permaneça à frente do dedo de seu outro pé. (Para obter 3 pontos, o comprimento do passo poderá exceder o comprimento do outro pé e a largura da base de apoio pode se aproximar da posição normal de passo do sujeito).

( ) 4 capaz de posicionar o pé independentemente e manter por 30 segundos
( ) 3 capaz de posicionar o pé para frente do outro independentemente e manter por 30 segundos
( ) 2 capaz de dar um pequeno passo independentemente e manter por 30 segundos
( ) 1 necessidade de ajuda para dar o passo mas pode manter por 15 segundos
( ) 0 perda de equilíbrio enquanto dá o passo ou enquanto fica em pé

PERMANECER EM PÉ APOIADO EM UMA PERNA

INSTRUÇÕES: Permaneça apoiado em uma perna o quanto você puder sem se apoiar

( ) 4 capaz de levantar a perna independentemente e manter por mais de 10 segundos
( ) 3 capaz de levantar a perna independentemente e manter entre 5 e 10 segundos
( ) 2 capaz de levantar a perna independentemente e manter por 3 segundos ou mais
( ) 1 tenta levantar a perna e é incapaz de manter 3 segundos, mas permanece em pé independentemente
( ) 0 incapaz de tentar ou precisa de assistência para evitar queda

( ) PONTUAÇÃO TOTAL (máximo = 56)

Anexo 3. MiniBESTest

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 segundos 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

Anexo 4. PDQ-39 Parkinson's Disease Quality of Life Questionnaire

DEVIDO A TER A DOENÇA DE PARKINSON, com que frequência, durante o último mês,...

*Por favor assinale **uma caixa** para cada questão*

		Nunca	Ocasionalmente	Às Vezes	Frequentemente	Sempre
1.	**teve dificuldades em participar em actividades recreativas que gostaria de fazer?**	☐	☐	☐	☐	☐
2.	**teve dificuldades ao cuidar da sua casa, p. ex., Faça Você Mesmo, lida da casa, cozinhar?**	☐	☐	☐	☐	☐
3.	**teve dificuldade em carregar sacos de compras?**	☐	☐	☐	☐	☐
4.	**teve problemas ao andar um quilómetro?**	☐	☐	☐	☐	☐
5.	**teve problemas ao andar 100 metros?**	☐	☐	☐	☐	☐
6.	**teve problemas ao movimentar-se em casa tão facilmente como gostaria?**	☐	☐	☐	☐	☐
7.	**Teve dificuldades em movimentar-se em locais públicos?**	☐	☐	☐	☐	☐
8.	**necessitou de alguém para o acompanhar quando saiu?**	☐	☐	☐	☐	☐
9.	**se sentiu assustado ou preocupado acerca de cair em público?**	☐	☐	☐	☐	☐
10.	**esteve confinado em casa mais do que gostaria?**	☐	☐	☐	☐	☐
11.	**teve dificuldades em lavar-se?**	☐	☐	☐	☐	☐

12.	**teve dificuldades em vestir-se?**	☐	☐	☐	☐	☐
13.	**teve dificuldade em apertar botões ou atacar sapatos?**	☐	☐	☐	☐	☐
14.	**teve problemas em escrever legivelmente?**	☐	☐	☐	☐	☐
15.	**teve dificuldade em cortar a comida?**	☐	☐	☐	☐	☐
16.	**teve dificuldade em pegar numa bebida sem a entornar?**	☐	☐	☐	☐	☐
17.	**se sentiu deprimido?**	☐	☐	☐	☐	☐
18.	**se sentiu isolado e só?**	☐	☐	☐	☐	☐
19.	**se sentiu lacrimoso ou choroso?**	☐	☐	☐	☐	☐
20.	**se sentiu zangado ou amargurado?**	☐	☐	☐	☐	☐
21.	**se sentiu ansioso?**	☐	☐	☐	☐	☐
22.	**se sentiu preocupado acerca do seu futuro?**	☐	☐	☐	☐	☐
23.	**sentiu que teve de ocultar a sua doença a outras pessoas?**	☐	☐	☐	☐	☐
24.	**evitou situações que envolvam comer ou beber em público?**	☐	☐	☐	☐	☐

25.	**Se sentiu embaraçado em público devido a ter a doença de Parkinson?**	☐	☐	☐	☐	☐
26.	**se sentiu preocupado com as reacções de outras pessoas?**	☐	☐	☐	☐	☐
27.	**teve problemas de relacionamento com as pessoas mais chegadas?**	☐	☐	☐	☐	☐
28.	**lhe faltou o apoio da maneira que precisava da parte do seu esposo ou companheiro/a?** *Se não tem esposo ou companheiro/a por favor assinale nesta caixa* ☐	☐	☐	☐	☐	☐
29.	**lhe faltou o apoio da maneira que precisava da parte da sua família ou amigos?**	☐	☐	☐	☐	☐
30.	**Adormeceu inesperadamente durante o dia?**	☐	☐	☐	☐	☐
31.	**teve problemas de concentração, p. ex. ao ler ou ao ver televisão?**	☐	☐	☐	☐	☐
32.	**sentiu que a sua memória era má?**	☐	☐	☐	☐	☐
33.	**teve sonhos perturbadores ou alucinações?**	☐	☐	☐	☐	☐
34.	**teve dificuldades com a sua fala?**	☐	☐	☐	☐	☐
35.	**se sentiu incapaz de comunicar devidamente com pessoas?**	☐	☐	☐	☐	☐
36.	**se sentiu ignorado pelas outras pessoas?**	☐	☐	☐	☐	☐

37.	**teve cãibras ou espasmos musculares dolorosos?**	☐	☐	☐	☐	☐
38.	**teve dores nas articulações ou noutras partes do corpo?**	☐	☐	☐	☐	☐
39.	**se sentiu desconfortavelmente quente ou frio?**	☐	☐	☐	☐	☐

Anexo 5. Termo de consentimento livre e esclarecido

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1.NOME DO PACIENTE .....
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : ..... SEXO : M Ž F Ž
DATA NASCIMENTO: ...../...../.....
ENDEREÇO: ..... Nº .....APTO: .....
BAIRRO..... CIDADE: .....
CEP: ..... TELEFONE: DDD (.....).....

2.RESPONSÁVEL LEGAL .....
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.) .....
DOCUMENTO DE IDENTIDADE:.....SEXO: M Ž F Ž
DATA NASCIMENTO: ...../...../.....
ENDEREÇO: ..... Nº ..... APTO: .....
BAIRRO..... CIDADE: .....
CEP: ..... TELEFONE: DDD (.....).....

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: "AVALIAÇÃO DA POSTURA EM INDIVIDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON APÓS FORTALECIMENTO DA MUSCULATURA ERETORA DE TRONCO. "

2. PESQUISADOR: Janini Chen CARGO/FUNÇÃO: Fisioterapeuta
INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 72836 F

NIDADE DO HCFMUSP: Ambulatório de Neurologia

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO □ RISCO MÉDIO □

RISCO BAIXO x RISCO MAIOR □

4.DURAÇÃO DA PESQUISA: 36 meses

III - REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA CONSIGNANDO:

1.O Sr (a) está sendo convidado a participar da pesquisa: *"Avaliação da postura em individuos com doença de parkinson após fortalecimento da musculatura eretora de tronco. ",* que tem como objetivo atender pacientes com doença de Parkinson e verificar as mudanças no equilíbrio e na marcha, além alterações na sua atenção e memória e as conseqüências destas mudanças em sua qualidade de vida.

3. A pesquisa consistirá em uma entrevista (avaliação) feita por médico e fisioterapeutas e o tratamento consistirá em exercícios físicos.

4. O(a) Sr(a). responderá algumas perguntas relacionados as atividades do dia a dia, como alimentar-se, vestir-se, andar com ou sem ajuda. Logo em seguida faremos alguns testes de equilíbrio como ficar em pé conseguir se apoiar sobre uma perna, ter aptidão em alcançar outros objetos, levantar-se da cadeira sozinho, conseguir andar por 3 metros, entre outros; também faremos outro exame que avalia sua capacidade em conseguir executar uma tarefa solicitada, e por fim, o(a) Sr(a) deverá ficar em pé sobre uma plataforma e manter se nesta posição por alguns minutos. O exame será realizado antes e após o treinamento de exercicios e terá duração de 60 minutos. As avaliações serão feitas em 3 datas que serão pré-estabelecidas.

5. O tratamento será dividido em 3 grupos: um receberá treinamento de exercícios em aparelhos de musculação adaptados com exercícios que deverão ser feitos em até 12 repetições, 3 vezes se possível em cada aparelho. O outro grupo realizará exercícios no solo. Ambos os grupos deverão realizar os exercícios 2x por semana no período de 3 meses. O terceiro grupo receberá uma cartilha de exercícios de alongamento em casa e realizar todos os dias. O método de escolha do grupo será feito através de um sorteio.

6. Estes procedimentos são de rotina no nosso ambulatório e não trarão risco ou qualquer complicação para a sua saúde;

7. Todos os dados serão utilizados exclusivamente para esta pesquisa e garantimos sua confidencialidade, sigilo e privacidade do seu nome;

8.Em qualquer etapa do estudo, você poderá ter acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é a Dra. Janini Chen, que pode ser encontrado no endereço Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 255, no departamento de Neurologia, telefone: 3069-6401. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) rua Ovídio Pires de Campos, 225, 5º andar- telefone 3069-6442 Ramais 16,17,18 ou 20, FAX: 3069-6442 Ramal 26- Email: cappesq@hcnet.usp.br

9.É garantida ao Sr (a) a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo a continuidade de seu tratamento na instituição.

10.As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros pacientes não sendo divulgado a identificação de nenhum paciente.

11.O Sr (a) tem direito de ser mantido atualizado sobre resultados parciais da pesquisa quando em estudos abertos, ou de resultados que sejam de conhecimento dos pesquisadores.

12.Não há despesas pessoais para o Sr (a) em qualquer fase do estudo. Também não há compensação financeira relacionada a sua participação. Se existir qualquer despesa adicional ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa;

13. Em caso de dano pessoal diretamente causado pelos procedimentos deste estudo (nexo casual comprovado), o Sr (a) tem direito a tratamento médico no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP);

14.O pesquisador compromete-se a utilizar os dados e material coletado somente para esta pesquisa;

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li, ou que foram lidas para mim descrevendo o estudo “AVALIAÇÃO DA POSTURA EM INDIVIDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON APÓS FORTALECIMENTO DA MUSCULATURA ERETORA DE TRONCO. ”

Eu discuti com a fisioterapeuta Janini Chen sobre a minha decisão sobre participar deste estudo. Ficou claro para mim quais são os propósitos deste estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de sigilo e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho a garantia de acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste serviço.

VI - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa

São Paulo, de de 20 .

_____
Assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

_____
Assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome Legível)