

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA



Dissertação

**Estrutura muscular e respostas neuromusculares em membros superiores de
indivíduos com Doença de Parkinson**

Lorena de Lima Oppelt

Pelotas, 2018

Lorena de Lima Oppelt

**Estrutura muscular e respostas neuromusculares em membros superiores de
indivíduos com Doença de Parkinson**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação Física (linha de pesquisa: Epidemiologia da atividade física)

Orientador: Prof. Dr. Fernando Carlos Vinholes Siqueira

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Stephanie Santana Pinto

Colaborador: Prof. Dr. Eurico Nestor Wilhelm Neto

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

062e Oppelt, Lorena

Estrutura muscular e respostas neuromusculares em membros superiores de indivíduos com doença de parkinson / Lorena Oppelt ; Fernando Carlos Vinholes Siqueira, orientador ; Stephanie Santana Pinto, coorientador. — Pelotas, 2018.

144 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Doença de parkinson. 2. Atividade física. 3. Qualidade muscular. 4. Membros superiores. I. Siqueira, Fernando Carlos Vinholes, orient. II. Pinto, Stephanie Santana, coorient. III. Título.

CDD : 796

Elaborada por Daiane de Almeida Schramm CRB: 10/1881

Lorena de Lima Oppelt

Estrutura muscular e respostas neuromusculares em membros superiores de
indivíduos com Doença de Parkinson

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em
Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola
Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 14 de dezembro de 2018.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Fernando Carlos Vinholes Siqueira (Orientador)
Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Airton José Rombaldi
Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Rafael Bueno Orcy
Universidade Federal de Pelotas

AGRADECIMENTOS

Dizer “obrigada”, escrever, registrar o agradecimento publicamente não é suficiente para demonstrar o meu reconhecimento a tantas pessoas que me deram apoio e suporte durante todo o período do mestrado.

Em dois anos e meio, o curso de mestrado tomou uma parte de cada um dos meus dias, os quais eram preenchidos por outras atividades intransferíveis e inadiáveis, pois tempo é vida e vida é o maior bem de que dispomos e que podemos compartilhar.

Deus é fiel e a Ele eu louvo por ter encontrado pessoas tão boas (mesmo as não nomeadas aqui) e rogo que abençoe todas estas pessoas com outras que lhe sejam tão benevolentes quanto foram comigo. Agradeço:

À minha mãe, Maria Eugênia, e à minha avó Maria Glória, por se envolverem braçalmente na coleta de dados, estando sempre a postos para atividades práticas, além, claro, de para me dispensar carinho imensurável.

À minha avó Arita (*in memoriam*), a qual me ensinou, com seu exemplo, a ser resiliente e a cuidar, a dignificar, a confortar e a saber o valor de cada segundo, cada respiração e do amor mais puro.

Ao meu marido, Maicon, pela compreensão pelas minhas ausências, acolhimento e disponibilidade para participar de parte da coleta de dados.

Ao meu orientador, Caco, por todos os ensinamentos e pelo carinho em um dos momentos mais críticos da minha vida.

Aos colegas que comigo compartilharam saberes e aprendizagens, à Mariana, por realizar exames, ao Vítor e ao Eduardo, por me auxiliarem nos testes, aos colegas do LabNeuro, pelo suporte, aos professores Steph e Eurico, pelo intenso empenho para o sucesso deste estudo.

À Associação Pelotense de Parkinsonianos e seus participantes, pela disponibilidade e participação na pesquisa.

SUMÁRIO DO VOLUME

Projeto de Pesquisa.....	1
Relatório de Trabalho de Campo.....	92
Artigo Científico.....	96
Divulgação para a Imprensa.....	125
Anexos.....	128

Resumo

OPPELT, Lorena. Estrutura muscular e respostas neuromusculares em membros superiores de indivíduos com Doença de Parkinson. 2018. 144f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

Objetivo: Descrever as diferenças estruturais – área de secção transversa (AST) e Ecointensidade (EI) – e respostas neuromusculares – ativação muscular (RMS do sinal EMG) e produção de força – dos músculos extensor ulnar do carpo (EUC) e flexor radial do carpo (FRC) entre os membros mais e menos afetados pelos sintomas da Doença de Parkinson (DP) em indivíduos com a doença. O estudo também comparou as mesmas variáveis em relação ao sintoma mais evidente relatado pelos sujeitos. **Métodos:** estudo experimental transversal com amostra de 16 indivíduos com DP. Foram medidos escore de atividade física atual e pregresso ao surgimento dos sintomas, escore de independência funcional, EI e AST dos músculos EUC e FRC bilateralmente através de ultrassonografia, perímetro dos dois antebraços, pico de força isométrica de extensão e de flexão de ambos os punhos prévios e imediatamente após teste de cicloergoespirometria manual para medição do consumo de oxigênio, ativação muscular durante contrações isométricas e durante estágios do teste cicloergométrico. **Resultados:** a EI dos músculos FRC é menor no lado menos afetado considerando todos os sintomas ($p=0,007$). Entre os sujeitos que referiram tremor como sintoma principal, a EI também mostrou-se menor tanto no FRC ($p=0,02$) quanto no EUC ($p=0,04$). Atualmente 60% da amostra é fisicamente ativa. Existem correlações positivas entre pico de força e AST dos flexores do lado menos afetado independentemente dos sintomas ($r=0,77$; $p=0,004$) ou observando somente tremor ($r=0,78$; $p=0,04$). As demais variáveis não apresentaram diferenças entre os lados. **Conclusão:** A qualidade muscular no lado mais afetado pelos sintomas é menor do que no menos afetado, o qual mantém relação entre estrutura e produção de força semelhante à reportada por estudos com indivíduos saudáveis.

Palavras chave: Doença de Parkinson, Atividade Física, Qualidade Muscular, Membros Superiores

Abstract

OPPELT, Lorena. Muscular structure and neuromuscular responses in upper limbs of individuals with Parkinson's Disease. 2018. 144f. Dissertation (Master's Degree). Post-Graduation Program in Physical Education, Federal University of Pelotas, Pelotas, Southern Brazil.

Purpose: to describe the structural differences – cross section area (CSA) and echo intensity (EI) – and neuromuscular responses – muscular activation (EMG signal RMS) and force production – of muscles extensor carpi ulnaris (ECU) and flexor carpi radialis (FCR) among most and less affected sides by the symptoms of Parkinson's Disease (PD). The study also compared the same variables about the most evident symptom reported by the subjects. **Methods:** cross sectional experimental research with a 16 PD patients sample. It was measured physical activity score currently and before the onset of the symptoms, functional independence score, bilateral ECU and FCR echo intensity and CSA by ultrasonography, both forearm perimeter, isometric peak force from both wrist extension and flexion before and immediately after spirometric oxygen consumption test in arm crank ergometer, muscular activation during maximal isometric contractions and during arm crank ergometry stages. **Results:** the less affected side FRC's EI is smaller considering all reported symptoms ($p=0,007$). Whereas those who reports tremor as the principal symptom, the echo intensity was smaller either in the FRC ($p=0,02$) and in EUC ($p=0,04$). Nowadays, 60% of the sample is physically active. There are positive correlations between peak force and CSA of the flexors in the less affected side regardless the symptoms ($r=0,77$; $p=0,004$) or taking into account only tremor ($r=0,78$; $p=0,04$). The remaining variables did not differ between the sides. **Conclusion:** the muscle quality in the most affected side is poorer than in the less affected side, which has a relationship between structure and strength production similar to that reported by studies with healthy people.

Keywords: Parkinson's Disease; Physical Activity; Muscle Quality, Upper Limbs.

Projeto de Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA



Projeto de Dissertação

**Estrutura muscular e respostas neuromusculares em membros superiores de
indivíduos com Doença de Parkinson**

Lorena de Lima Oppelt

Pelotas, 2018

Lorena de Lima Oppelt

**Estrutura muscular e respostas neuromusculares em membros superiores de
indivíduos com Doença de Parkinson**

Projeto de Dissertação para qualificação no Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Pelotas (linha de pesquisa: Epidemiologia da Atividade Física) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Carlos Vinholes Siqueira

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Stephanie Santana Pinto

Colaborador: Prof. Dr. Eurico Nestor Wilhelm Neto

Pelotas, 2018

Lorena de Lima Oppelt

Estrutura muscular e respostas neuromusculares em membros superiores de indivíduos com Doença de Parkinson

Data da qualificação:

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Fernando Carlos Vinholes Siqueira (orientador)
Universidade Federal de Pelotas- ESEF

Prof^a. Dr^a. Stephanie Santana Pinto (co-orientadora)
Universidade Federal de Pelotas - ESEF

Prof. Dr. Airton José Rombaldi
Universidade Federal de Pelotas - ESEF

Prof. Dr. Rafael Bueno Orcy
Universidade Federal de Pelotas

RESUMO

OPPELT, Lorena de Lima. **Estrutura muscular e respostas neuromusculares em membros superiores de indivíduos com Doença de Parkinson.** 2018. 97f. Projeto de Pesquisa (Dissertação de Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS, 2018.

Este estudo tem como objetivo principal descrever as diferenças estruturais e respostas neuromusculares dos músculos extensor ulnar do carpo e flexor radial do carpo de membros mais e menos afetados de sujeitos com Doença de Parkinson – DP. A população alvo será os participantes da Associação Pelotense de Parkinsonianos (APP) e a amostra serão todos os associados que tiverem como sintoma principal o tremor, com mais de um ano de persistência e com predominância em um dos membros. Inicialmente, os indivíduos serão entrevistados e responderão a questões sobre o estadiamento da doença, sobre independência funcional e ao Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ). Posteriormente, os sujeitos serão submetidos a exames bilaterais de perimetria e ultrassonografia para avaliar a espessura e qualidade muscular; a ativação muscular será examinada por meio de eletromiografia de superfície (EMG) e o consumo de oxigênio de pico ($Vo_{2\text{pico}}$) será medido durante cicloergometria manual. A análise dos dados terá intenção de comparar as médias encontradas nos membros mais e menos afetados pelos sintomas e contará com testes bivariados assumindo $\alpha=0,05$.

Palavras-chave: doença de Parkinson; atividade física; qualidade muscular; membros superiores.

SUMÁRIO

1. Introdução	8
1.1 Objetivo Geral	11
1.2 Objetivos Específicos	11
2. Revisão de Literatura	12
2.1 Fisiopatologia da Doença de Parkinson	12
2.2 Comprometimentos	14
2.3 Escalas de Avaliação do Estadiamento da DP	18
2.4 Tratamentos	19
2.4.1 Tratamentos medicamentosos e não medicamentosos	21
2.4.2 Atividade Física	39
2.4.3 Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ	42
2.4.4 Exercícios	43
2.4.5 Arquitetura e plasticidade musculares	54
2.5 Métodos de Avaliação Muscular	57
2.5.1 Ultrassonografia	57
2.5.2 Eletromiografia de Superfície	58
2.5.3 Consumo de Oxigênio	60
3. Materiais e Métodos	62
3.1 População, amostra e processo de amostragem	62
3.1.1 Critérios de Inclusão	62
3.1.2 Critérios de Exclusão	62
3.1.3 Cuidados Éticos	62
3.2 Desenho Experimental	63
3.3 Procedimentos	65
3.3.1 Perimetria	65
3.3.2 Espessura Muscular e Ecointensidade	65
3.3.3 Traçado Eletromiográfico	66
3.3.4 Consumo de Oxigênio	67
4. Processamento e Análise de Dados	69
5. Aspectos Éticos	69
6. Divulgação dos Resultados	70
7. Orçamento	71

8. Cronograma	72
9. Referências	73

1. Introdução

Primeiramente chamada de “paralisia agitante”, a Doença de Parkinson (DP) foi descrita por James Parkinson, em 1817, como uma doença neurológica com manifestações clínicas de tremor de repouso involuntário, fraqueza, rigidez, postura flexionada e passos curtos com lentidão devido, em parte, à rigidez. A afecção se manifesta em pessoas de ambos os sexos, com maior frequência em homens do que em mulheres (PRINGSHEIM et al., 2014; TEIXEIRA-ARROYO et al., 2014) e parece ter prevalências variáveis em populações de diferentes etnias (BARBOSA, 2006).

A DP é a segunda desordem neurodegenerativa mais comum no mundo, depois da doença de Alzheimer, e suas causas ainda estão parcialmente esclarecidas (LAU e BRETELER, 2006). A prevalência da DP no mundo apresenta variação em regiões geográficas, bem como o montante de estudos científicos sobre a doença. No Brasil, a prevalência da DP não é conhecida. Somente existem estudos populacionais sobre a doença em países vizinhos ao Brasil - Uruguai, Argentina, Bolívia e Colômbia - (BARBOSA et al., 2006) e o Ministério da Saúde do Brasil estima que haja 200 mil brasileiros com a doença (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016).

As alterações de movimento presentes na DP devem-se, segundo a literatura, aos impulsos caóticos transmitidos até a placa motora e tem progressão devastadora das discinesias, que, majoritariamente, afetam apenas ou mais acentuadamente um dos lados do corpo nos estágios iniciais da doença (CHERUBINI; WADE-MARTINS, 2017; UMPHRED, 2004). Contudo, ainda que as pesquisas sobre a DP sejam numerosas e estejam em evidência, com descobertas de novos tratamentos, ainda há lacunas sobre aspectos gerais do doente, que vão além das capacidades funcionais. Ademais, existem diferenças entre a intensidade e a relevância dos sinais e sintomas da DP entre os sexos, especialmente quanto aos sintomas não-motores. Mulheres apresentam mais dores nas costas e cervicalgia do que homens, enquanto eles apresentam mais dificuldades na escrita e problemas de marcha e de fala (TEIXEIRA-ARROYO et al., 2014). Tipicamente, o tremor de membro superior é o sintoma mais evidente

da DP, reforçado pela micrografia. Tais distúrbios tem importante impacto na vida dos doentes e atingem as atividades de vida diária, autocuidado e até as relações sociais (UMPHRED, 2004).

Variados são os tratamentos propostos para a DP, que se restringem a amenizar os sintomas da doença e reduzir danos das perdas funcionais decorrentes da sua fisiopatologia e também comorbidades que se associam ao quadro parkinsoniano (ABBRUZZESE et al., 2015; STEIDL; ZIEGLER; FERREIRA, 2016). Contudo, as buscas por desenvolver melhorias no manejo da DP são intensas e conhecer melhor as minúcias das manifestações pode oferecer subsídios para a consolidação de estratégias terapêuticas e para políticas públicas de oferta de tratamentos variados e multi/interdisciplinares (“Fisioterapia”, [s.d.]; “Threatment”, [s.d.]; STEIDL; ZIEGLER; FERREIRA, 2016). O tratamento para a Doença de Parkinson é garantido no Brasil pelo Sistema único de Saúde (SUS) pela portaria SAS/MS nº 228 de 10 de maio de 2010, a qual reconhece o impacto funcional, social e econômico da afecção.

Diante do exposto, conjectura-se: os membros mais afetados pelos sintomas da DP apresentam características morfológicas diferentes dos menos afetados? Para responder a esta questão, visamos, com esta pesquisa, compreender as modificações estruturais musculares e metabólicas decorrentes da atividade imposta pelo tremor nos membros superiores a longo prazo (leia-se o tempo em que os músculos são expostos aos sintomas motores). Isto porque as contrações repetitivas, analogamente aos treinamentos, podem gerar adaptações das fibras musculares e constituir um ciclo de retroalimentação do tremor (EDSTRÖM, 1970; GUYTON; HALL, 1997). Este tema ainda não é encontrado na literatura científica disponível atualmente, sobretudo no que tange os músculos motores das mãos.

Assim, propõe-se avaliar de forma transversal, características estruturais musculares dadas a partir de perimetria dos antebraços, imagens ultrassonográficas das quais serão realizadas medições da área de secção transversa (AST) e ecointensidade (EI) dos músculos extensor ulnar do carpo e flexor ulnar do carpo de ambos membros de cada sujeito. Além disto, será

analisado o nível de ativação muscular a partir do valor *root mean square* (RMS) – raiz quadrada da média – do sinal eletromiográfico obtido em contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) e durante exercício manual em cicloergômetro. As CIVMs servirão também para mensurar a força muscular produzida em movimentos de extensão e flexão de punhos. Adicionalmente, será obtido o escore de atividade física (AF) realizada no presente e retrospectivamente, antes do aparecimento dos sintomas da doença.

Consideram-se os diferentes tipos de manifestações da doença, que o padrão de utilização das mãos influencia na estrutura e na função musculares (Li et al., 2015), e que a severidade dos sintomas tende a se intensificar diferenciadamente entre os lados com o passar do tempo (Weinlich M, Koch K, Garcia F e Angrl KW (1988) apud Protas (1996)). Então, a hipótese assumida é de que os músculos extensores e flexores de punho do lado mais afetado pelos sintomas da DP apresentam EI maior, menor AST, produzem menor força (em grupo) e apresentam nível de ativação miolétrica menor. Infere-se também que o escore de AF sofra variação para menos minutos semanais desde antes do aparecimento dos sintomas até os dias atuais.

1.1 Objetivo Geral

Descrever as diferenças estruturais – área de secção transversa (AST), Ecointensidade (EI) – e respostas neuromusculares – ativação muscular (RMS do sinal EMG) e produção de força – dos músculos extensor ulnar do carpo (EUC) e flexor radial do carpo (FRC) entre os membros mais e menos afetados pelos sintomas da DP em indivíduos com a doença.

1.2 Objetivos Específicos

- Descrever e comparar o traçado eletromiográfico dos músculos extensores e flexores de punhos dos membros mais afetados e menos afetados de cada sujeito, em contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) e durante estágios inicial e final de exercício em cicloergômetro manual.
- Descrever e comparar a área de secção transversa e a ecointensidade dos músculos extensor ulnar do carpo (EUC) e flexor radial do carpo (FRC) dos membros mais e menos afetados e relacioná-las com a condição prévia à doença (fisicamente ativo/inativo).
- Determinar o consumo de oxigênio dos indivíduos durante atividade motora submáxima de membros superiores em exercício em cicloergômetro manual.
- Descrever e comparar os perímetros dos antebraços mais e menos afetados dos doentes de Parkinson.
- Descrever e comparar o nível de atividade física dos participantes em relação à qualidade muscular estimada pela ecointensidade.
- Descrever a amostra em relação a variáveis sociodemográficas e de saúde.

2. Revisão de Literatura

2.1. Fisiopatologia da Doença de Parkinson

A etiologia da Doença de Parkinson é idiopática e não está completamente esclarecida. Contudo, estudos vêm associando-a a múltiplos fatores, ou seja, provenha de aspectos genéticos (DOPPLER et al., 2014; ESTEVES et al., 2010), ambientais, exposição a produtos e agentes químicos, altas concentrações de minerais e metais na água ou no solo (PEREIRA e GARRET, 2010; TANNER e GOLDMAN, 1996), hipoperfusão cerebral e hipometabolismo (ZILBERTER; ZILBERTER, 2017) e do processo natural do envelhecimento, de forma a interferir no desenvolvimento neurodegenerativo da doença. Da mesma forma, nota-se que a suplementação de vitaminas e o consumo de chá estão associados, mas como fator de proteção da DP, pelo potencial efeito antioxidante e neuroprotetor dos polifenóis (PEREIRA e GARRET, 2010).

Segundo Chung (2009) e colaboradores, a chave para o início do desenvolvimento e da progressão da DP parece ser a neuroinflamação. Ademais, Zilberter e Zilberter (2017) relatam, entre outros fatores, existir hipoperfusão e hipometabolismo corticais em parkinsonianos e ainda que estudos pos-mortem de cérebros de doentes de Parkinson, foram encontradas ativação microglial e citocinas pró inflamatórias

A fisiopatologia da doença consiste na destruição seletiva e heterogênea dos neurônios dopaminérgicos presentes na estrutura cerebral denominada corpo estriado, os quais apresentam coloração acinzentada, conferida pelo neurotransmissor dopamina e são amielínicos. A cascata de eventos que levam à destruição dessas células vem sendo extensamente estudada e já foram identificados mecanismos e caminhos que convergem na morte dos neurônios dopaminérgicos. O recentemente publicado estudo de Cherubini et al (2017) descreve detalhadamente quatro vias interligadas: da disfunção lisossomal/autofágica, do estresse do retículo endoplasmático (RE), do trânsito intracelular de proteínas e da sinalização do íon cálcio (Ca^{2+}). A interação de todas elas tem como fulcro a alfa-sinucleína (αSyn), proteína de função

neurotransmissora que aparece aberrante na DP como resultado de falhas genéticas ou idiopáticas. De qualquer forma, há ativação de mecanismo macrofágico para controle da deposição da α Syn, o que produz danos à própria célula. Adicionalmente, a enzima *Leucine-rich repeat kinase 2* (LRRK2), responsável por regular a função autofágica em nível celular, também tem seu atributo alterado na DP, o que parece ter relação sinérgica com a α Syn, e promove acúmulo de vacúolos autofágicos e autofagia mitocondrial.

A via do trânsito intracelular de proteínas tem relação com a primeira via já descrita e diz respeito a defeitos na ação lisossômica e na sua interação com o complexo de Golgi para *clearance* de proteínas (CHERUBINI; WADE-MARTINS, 2017).

Por outro lado, o estresse crônico do RE está relacionado a neurodegenerações variadas, incluindo a DP. Neste caso, encontra-se associado à presença da α Syn e de parquina e induz a desregulação mitocondrial. Esta disfunção das duas organelas incorre em falhas no transporte de Ca^{2+} , que é a próxima via a ser exposta (CHERUBINI; WADE-MARTINS, 2017).

Os neurônios dopaminérgicos diferenciam-se dos demais neurônios quanto à sinalização de íons de Ca^{2+} por terem atividade autônoma e em baixa frequência de atividade (2-10 Hz), que serve para garantir aporte contínuo de dopamina no estriado. Falhas neste sistema de transporte iônico geram estresse oxidativo celular, danos às mitocôndrias e consequente vulnerabilidade neuronal. Estruturas alteradas da enzima LRRK2 influenciam este processo com degradação mitocondrial, encurtamento dos dendritos e agregação neural, além de alterar a função dos canais de cálcio. Vale salientar que atualmente vem sendo realizados estudos que pretendem elucidar o mecanismo patogênico das disfunções mitocondriais na DP (AKUNDI et al., 2011; CHERUBINI; WADE-MARTINS, 2017; ESTEVES et al., 2010; LIN; BEAL, 2006).

Lin et al. (2006) descreveram mutações genéticas relacionadas ao desenvolvimento da DP, associando-as a disfunções mitocondriais. O grupo explica que o α Syn é o principal componente dos corpos de Lewy e o efeito primário dessa mutação parece ser a formação aumentada de agregados

oligoméricos e fibrilares. Em ratos transgênicos, a superexpressão dessa proteína prejudica a função mitocondrial, o que aumenta o stress oxidativo e potencializa a patogênese da substância negra induzida pelo gene MPTP5.

Com efeito, a função bioenergética dos parkinsonianos parece ser bastante alterada em nível basal, conferindo às células menor capacidade de ativação dos sistemas de manutenção de homeostase, o que não é influenciado pela terapia anti-parkinsoniana farmacológica (AMBROSI, 2014).

Em relação à α Syn, Doppler et al. (2014) consideram a sua deposição em áreas difusas do cérebro a característica mais marcante da DP, contudo ainda revela que estudos têm mostrado que ela também se deposita estruturas do sistema nervoso periférico. O acúmulo da α Syn e outras proteínas insolúveis forma inclusões interneuronais que bloqueiam parcial ou completamente as sinapses e são conhecidos como Corpos de Lewy, os quais levam ao aparecimento do quadro demencial associado à Doença de Parkinson (CHERUBINI; WADE-MARTINS, 2017; PFEIFFER, 2015; SCHAPIRA; CHAUDHURI; JENNER, 2017; SHULMAN; DE JAGER; FEANY, 2011)

2.2. Comprometimentos

A função primordial os neurônios dopaminérgicos é a modulação dos impulsos geradores de movimento. Em uma análise breve do caminho desses impulsos, pode-se citar que eles têm origem na Côrte pré-motora, onde são formados impulsos grosseiros e absolutos. A substância *nigra pars compacta* fornece impulsos dopaminérgicos para o putâmen, que é excitatório em uma via direta. O putâmen comunica impulsos inibitórios para o globo pálido interno, de onde novos impulsos inibitórios vão ao tálamo, que os converte em impulsos excitatórios direcionados à córtex motora. Daí partem sem maiores modulações para transmissão aos músculos através da medula e dos nervos periféricos (SHULMAN; DE JAGER; FEANY, 2011).

Com a destruição dos neurônios dopaminérgicos, a manifestação da doença abrange sintomas motores variados marcados por movimentos grosseiros

e refratários ao controle voluntário do sujeito. Os principais sintomas são bradicinesia, tremor de repouso, rigidez muscular, instabilidade postural e alterações de marcha (ESTEVES et al., 2010; MOORE et al., 2005).

Outros sinais comuns incluem alterações posturais (postura fletida ou camptocormia), micrografia, face em máscara (perda da expressão facial), disfagia, disgrafia, entre outros sintomas motores (UMPHRED, 2004). A perda de capacidades físicas foi medida em pacientes brasileiros e, em conformidade com outros estudos, encontrou-se redução nas capacidades funcionais com o avançar da idade e da doença (BARBIERI et al., 2012; GOULART et al., 2004; TEIXEIRA-ARROYO et al., 2014), o que incorre também em risco de quedas (CHRISTOFOLLETTI et al., 2006).

Estudos mostraram que pessoas com DP apresentam fraqueza e redução de potência muscular de extensores de joelho (ALLEN et al., 2009), pico de torque e tempo para pico de torque reduzidos de flexão e extensão de joelho no membro inferior mais afetado pelos sintomas (KAKINUMA et al., 1998). Além disso, outras publicações revelam que a ativação e o torque do quadríceps, mesmo de membro menos afetado, apresentam redução conforme a doença avança (STEVENS-LAPSLY; KLUGER; SCHENKMAN, 2012) .

O tremor, sintoma muito marcante da DP, é causa de perdas funcionais importantes para os parkinsonianos, já que o uso das mãos é fundamental para a realização de tarefas domésticas elementares e de autocuidado. É, normalmente, de repouso, desaparece durante o sono, pode ser suprimido durante tarefa motora e tende a piorar em situação de estresse, durante a marcha e tarefas cognitivas (BORGES; FERRAZ, 2006). Li et al. (2015) estudaram a ativação muscular das mãos em relação à dominância lateral de 26 indivíduos através de eletromiografia (EMG) de superfície e dinamometria de preensão manual. O grupo encontrou maior força muscular no lado dominante, contudo, a atividade miolétrica mostrou-se semelhante entre os lados. Por outro lado, os autores também descreveram fortes correlações entre parâmetros de força e eletrofisiológicos entre as mãos dominante e não dominante, com a ressalva de

que o uso preferencial dos músculos de um dos lados em longo prazo pode promover modificações na estrutura e na função musculares.

Em estudo acerca do efeito do tremor sobre a função das mãos dos parkinsonianos, Brown; Corcos; Rothwell (1997) identificaram uma frequência de aproximadamente 10Hz em análises de torque e EMG de extensores e flexores de punhos de doentes de Parkinson, presentes em repouso e durante tarefa motora. O comportamento do tremor durante período sem efeito de medicação antiparkinsoniana reduz drasticamente o pico de torque dos pacientes, o que é parcialmente revertido durante a fase *on* da medicação. Em suma, os autores referem que o tremor de Parkinson, diferentemente do tremor essencial, incorre em menor produção de força muscular.

Pode-se, assim, inferir o impacto dos sintomas motores manifestos nos membros superiores (MMSS) dos parkinsonianos alinhando estas informações às de Stegemöller e colegas (2016). Em seu estudo, o grupo demonstrou que há diferenças significativas entre os lados mais e menos afetados em relação aos parâmetros de *sub score* de tremor da Escala Unificada de avaliação da Doença de Parkinson (UPDRS), rigidez, movimentos repetitivos e batidas de dedo. Além disso, foram encontradas diferenças significativas na taxa de movimento (aceleração ou lentificação) da mão dominante dos doentes de Parkinson quando esta é a mais afetada pelos sintomas, em movimentos de frequência a partir de 2Hz.

Protas et al. (1996) testaram o consumo de oxigênio de pico (VO₂pico) de doentes de Parkinson em cicloergômetros manuais e em bicicleta ergométrica, e compararam com os mesmos testes com pessoas saudáveis. Os resultados mostraram picos de VO₂ menores entre os doentes de Parkinson do que dos controles. Além disso, os picos de VO₂ atingidos pelos sujeitos do grupo que realizou teste em cicloergômetro manual foi de 61,2% daquele obtido pelos indivíduos do grupo que pedalou durante o teste. Este fenômeno pode ser explicado pelo menor volume muscular dos membros superiores e pela reduzida capacidade oxidativa e de captação de O₂ inerente aos músculos superiores em

comparação com músculos das extremidades inferiores (CALBET et al., 2005; MITROPOULOS et al., 2017).

Outro sintoma comum da Doença de Parkinson é a sensação de fadiga, relatada por um terço dos pacientes (BRUNO; SETHARES, 2015; LOU, 2009; STOCCHI et al., 2014) ou até mais de 42% deles, e que tem correlação significativa com sintomas como a depressão (FRIEDMAN; FRIEDMAN, 2001). Existem evidências de que a fadiga é sintoma tanto motor quanto não-motor (FABBRINI et al., 2013) e, portanto, segue sendo foco de estudos que procuram compreender sua etiologia, associação com outros fatores inerentes à DP, especialmente ao uso de medicações. Contudo, a fadiga é um sintoma que onera em muito a qualidade de vida dos doentes, sua independência funcional e tem uma relação de interdependência com o aparecimento de depressão (PFEIFFER, 2015; SCHAPIRA; CHAUDHURI; JENNER, 2017). Ademais, esta manifestação está relacionada com o comportamento sedentário dos parkinsonianos, constituindo uma barreira percebida para a prática de atividade física (GARBER; FRIEDMAN, 2003).

Assim, pela sua característica e peso no bem estar geral dos doentes, a Escada de Fadiga de Parkinson (BROWN et al., 2005) vem sendo utilizada para acompanhar a evolução dessa sensação em relação às condições clínicas e em resposta a tratamentos e intervenções (CHOU; KOTAGAL; BOHNEN, 2015; KLUGER, 2017; SCHIFITTO et al., 2008).

A enumeração das manifestações não-motoras presentes no quadro da DP que contribuem para o impacto social dos doentes é grande e comprehende, entre outras, disfunções cognitivas, ansiedade, apatia, depressão, distúrbios do sono, crises de pânico, fobia social, (RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009), demência, psicose, alucinações disfunções urinárias e gastrointestinais, alterações cardiovasculares, diplopia, visão turva, sialorreia, disfagia, hipofonia, disfunção erétil, diminuição da libido (SCHAPIRA; CHAUDHURI; JENNER, 2017). É interessante abordar que os distúrbios de sono estão associados ao uso de medicações antiparkinsonianas e à sensação de fadiga (FABBRINI et al., 2013; SIXEL-DÖRING et al., 2011; ZANIGNI et al., 2011).

2.3. Escalas de avaliação do estadiamento da DP

Existem variados instrumentos de avaliação do estadiamento da DP, os quais englobam aspectos clínicos referentes às manifestações motoras e não motoras da doença (GOULART; PEREIRA, 2005). Entre elas destacam-se a Escala modificada de Hoehn & Yahr e a Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (UPDRS) (GOETZ et al., 2008a; GOULART; PEREIRA, 2005; MELLO; BOTELHO, 2010).

A Escala modificada de Hoehn & Yahr é amplamente utilizada na prática clínica e é de fácil aplicação. A partir da observação das manifestações da doença e de testes simples, obtém-se um escore que equivale ao estágio da doença (GOULART; PEREIRA, 2005; MELLO; BOTELHO, 2010), como apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Estágios da doença segundo a escala de Hoehn & Yahr (modificada)

Estágio	Manifestações
0	Nenhum sinal da doença
1	Doença unilateral
1,5	Envolvimento unilateral e axial
2	Doença bilateral sem déficit de equilíbrio
2,5	Doença bilateral leve, com recuperação no “teste do empurrão”
3	Doença bilateral leve a moderada; alguma instabilidade postural; capacidade para viver de forma independente
4	Incapacidade grave, ainda capaz de caminhar ou permanecer em pé sem ajuda
5	Confinado à cama ou cadeira de rodas, a não ser que receba ajuda

Fonte: Goulart e Pereira (GOULART; PEREIRA, 2005)

A UPDRS é composta por 42 itens dispostos em quatro partes temáticas que podem ser utilizadas separadamente: I: Experiências não-motoras da vida diária; II: Experiências motoras de vida diária; III: Exame motor; IV: complicações motoras. Parte das questões podem ser respondidas pelo paciente, mas outras

dependem da observação do avaliador. Cada item deve ser respondida com uma pontuação que corresponda a 0: normal, 1: discreto, 2: ligeiro, 3: moderado, e 4: severo, de acordo com a intensidade ou a frequência da manifestação enfocada. Quanto mais alto o escore, maior a severidade da doença (GOETZ et al., 2008a, 2008b; GOULART; PEREIRA, 2005).

2.4. Tratamentos

Tratar a Doença de Parkinson significa oferecer estratégias de alívio para os sintomas da doença (OLANOW; STERN; SETHI, 2009; STEIDL; ZIEGLER; FERREIRA, 2016). Todos os recursos terapêuticos disponíveis até a atualidade não objetivam recuperar os danos neurológicos, tampouco frear a evolução das lesões cerebrais, em que pesem todas as tentativas já realizadas e frustradas neste escopo (DIAS-TOSTA et al., 2010).

Note-se que primordialmente os comprometimentos da DP surgem no sistema musculoesquelético. É bem verdade que a sua origem está no sistema nervoso, contudo, os cuidados e tratamentos visam melhorar as condições físicas, aliviar os sintomas, aumentar a qualidade de vida e a independência funcional dos pacientes (CAMPOS et al., 2009; DOMINGOS; COELHO; FERREIRA, 2013; OLANOW; STERN; SETHI, 2009).

Dessa forma, a Academia Brasileira de Neurologia (ABNeuro) lançou, em 2010, e vige até hoje, o material com recomendações de tratamentos para a Doença de Parkinson (DIAS-TOSTA et al., 2010). Este compêndio consiste em revisões de artigos relevantes para o tema, atentando para o nível de evidência de cada estudo e resultando em recomendações também classificadas em níveis.

Os tratamentos presentes nas recomendações incluem fármacos e tratamento cirúrgico. O documento considera a Levodopa a principal droga utilizada no tratamento da DP, mas reconhece os efeitos colaterais possíveis, como produção de tremor e de discinesias. Curiosamente, não consta no rol de tratamentos recomendados a prática de fisioterapia, nem de atividade física, tampouco de exercícios físicos como estratégias terapêuticas.

O Ministério da Saúde do Brasil, a partir de estudos sobre a DP, estabelece um Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas para a doença (BRASIL, 2010), no qual são definidos os critérios de inclusão e de exclusão dos pacientes a terem acesso ao acompanhamento e tratamento pelo SUS, com base nos critérios do Banco de Cérebro do Reino Unido. O Quadro 1 apresenta os critérios diagnósticos abordados na portaria. Pacientes que apresentem contraindicação ou intolerância a medicamento especificado no protocolo são excluídos do protocolo de tratamento.

Quadro 1 – Critérios diagnósticos para Doença de Parkinson admitidos pelo SUS (BRASIL, 2010).

Critérios necessários para o diagnóstico de DP	Critérios excludentes para a DP	Critérios de suporte positivo para o diagnóstico de DP (mínimo de 3)
Bradicinesia (obrigatória)	AVC prévios de repetição	Início unilateral
Rigidez muscular	Trauma craniano grave	Tremor de repouso
Tremor de repouso (4-6 Hz)	História de encefalite	Doença progressiva
Instabilidade Postural	Crises Oculogíricas	Assimetria dos sintomas
	Tratamento prévio com neurolépticos	Boa resposta a L-dopa
	Remissão espontânea dos sintomas	Discinesias induzidas por L-Dopa
	Quadro clínico unilateral após três anos	Resposta a L-Dopa por 5 anos ou mais
	Paralisia supranuclear do olhar	Evolução Clínica de 10 anos ou mais
	Sinais cerebelares	
	Sinais autonômicos precoces	
	Demência precoce	
	Liberação piramidal com sinal de Babinski	

	Tumor cerebral ou hidrocefalia comunicante	
	Resposta negativa a altas doses de L-dopa	
	Exposição a metilfeniltetraperidinium	

Fonte: BRASIL, 2010

O Tratamento previsto pelo Ministério da Saúde e exposto no protocolo em questão visa a neuroproteção e o controle dos sintomas, apesar de admitir que a terapia medicamentosa para neuroproteção ainda não possui sustentação científica para a administração clínica (BRASIL, 2010)

O Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas da Doença de Parkinson também não faz referência à prática de exercícios, de atividade física ou de fisioterapia como métodos terapêuticos para controle dos sintomas ou melhoria da qualidade de vida dos pacientes.

2.4.1. Tratamentos medicamentosos e não medicamentosos

Os esforços para controlar os sintomas da DP são intensos e incessantes e fazem surgir investidas de diversas esferas, sejam elas científicas, holísticas, espirituais, entre outras. No entanto, a ciência oferece base e sustento aos métodos eficazes para o fim a que se destinam. Neste contexto, encontram-se fundamentados no método científico medicamentos, terapias pelo movimento, meditação, fitoterápicos, uso de derivados do canabidiol e intervenções cirúrgicas. No entanto, nem todas essas estratégias são incluídas nos textos que norteiam os tratamentos recomendados pela comunidade médica, a qual é, em geral, a principal entidade que constitui autoridade sobre as escolhas de tratamentos para a DP. Tal fato pode ser observado pela leitura dos documentos citados neste estudo e pelo estudo de Ravenek (2009), no qual parkinsonianos entrevistados referiram receber pouco ou nenhum suporte para a prática de atividades físicas de seus médicos.

Robichaud e colegas (2002) encontraram claras e importantes mudanças na performance muscular (por eletromiografia de superfície) com o uso de medicação antiparkinsoniana em movimentos de membros superiores com diferentes amplitudes. A ação das drogas produz maior magnitude no sinal eletromiográfico, ainda que não normalize a modulação do padrão EMG.

Assim, existe uma larga variedade de drogas que vem sendo utilizadas para o tratamento da DP citadas pela ABNeuro (DIAS-TOSTA et al., 2010),

- Levodopa (L-dopa): É a droga padrão ouro no tratamento da DP. Possui meia vida plasmática de 50 a 120 minutos e, por mecanismos enzimáticos culmina sendo convertida em dopamina pelos próprios neurônios remanescentes do paciente. Gera efeitos colaterais e o seu uso prolongado produz flutuações motoras e discinesias, além de sintomas não-motores. Utilizada tanto em monoterapia, quanto em associação com outras drogas.
- Anticolinérgicos (específicos para os receptores muscarínicos): não devem ser a droga de primeira escolha em vista de que produzem efeitos indesejados e fraca ação no controle do tremor (Nível B)
- Amantadina: não deve ser a droga de primeira escolha, pois tem efeito limitado e de curta duração.
- Inibidores da Monoamina-oxidase B (MAO-B) – Selegilina e Rasagilina (indisponível no Brasil): Selegilina possui efeito leve e deve ser utilizada na fase inicial para postergar a necessidade do uso da Levodopa.
- Agonistas Dopaminérgicos
- Não ergolínicos – Pramipexol, Ropirinol e Piribedil: Eficazes no tratamento inicial como monoterapia, reduzem aparecimento de discinesias e permitem postergar o uso da levodopa ou administrá-la em doses reduzidas. Fora do Brasil ainda existem rotigotina (em patch), ropirinol e pramipexol de liberação prolongada.
- Derivados do ergot – Bromocriptina: Utilizada na fase inicial para prevenir complicações motoras. Além dela, existem cabergolina, pergolida e lisurida.
- Inibidores da Catecol-ortho-metiltransferase (COMT) – Entacapona e tolcapona: Não é recomendados na fase inicial por apresentar potenciais

efeitos colaterais e complicações motoras. Já na fase avançada, reduzem efeito *off* e aumento do período *on* da levodopa.

Ao se falar em terapia com levodopa, faz-se necessário esclarecer de antemão um comum efeito colateral desta modalidade de tratamento, chamado efeito *on/off*. Esta manifestação ocorre em pessoas que fazem uso de levodopa em doses altas e por tempo prolongado e caracteriza-se por flutuações do estado psicomotor do paciente ao longo do dia. O período “*on*” é aquele em que o efeito da levodopa está vigente, o sujeito encontra suas habilidades motoras ativas, ainda que possa apresentar discinesias e distonias. Já o período “*off*” consiste na cessação do efeito da levodopa e consequente queda da qualidade do movimento, retorno dos sintomas do parkinsonismo e depressão psicológica (LEES, 1989). Para atenuar estes efeitos do tratamento com L-dopa, há sugestões de que outras drogas sejam administradas em combinação a ela, na tentativa de controlar os sintomas da DP com doses menores de levodopa (OLANOW et al., 2013). Além disso, a ABNeuro aconselha o fracionamento da dose de L-dopa durante o dia para reduzir o efeito *off* e dieta com restrição proteica, com ingestão desses nutrientes ao final do dia e uso de drogas procinéticas para acelerar o esvaziamento para prolongar o período *on*.

A ABNeuro não encontrou evidências para a recomendação do uso de acupuntura e de homeopatia na fase inicial da DP.

A despeito do que a ABNeuro recomenda, existem muitos estudos verificando e comprovando o efeito de terapias pelo movimento – leia-se fisioterapia, atividade física e exercícios físicos – para controle dos sintomas da DP e melhora da qualidade de vida dos pacientes.

O Quadro 2 apresenta alguns estudos de revisão e metanálises que buscaram evidenciar os efeitos de diferentes tipos de atividades sobre as condições físicas dos parkinsonianos.

O número de revisões com diferentes objetivos e de ensaios nelas incluídos mostra a intensidade da busca por evidências científicas e subsídios para o desenvolvimento de novas estratégias de tratamento e de alívio dos acometimentos da DP.

Muitos são os tipos de intervenções que produzem resultados de melhora nas condições de vida dos pacientes. Exercícios resistidos realizados em diversos

métodos produzem melhorias importantes em força, padrão de marcha, capacidades funcionais, redução de risco de quedas, qualidade de vida, entre outros benefícios (BRIENESSE; EMERSON, 2013; CHUNG; THILARAJAH; TAN, 2016; CRUICKSHANK; REYES; ZIMAN, 2015; LIMA; SCIANNI; RODRIGUES-DE-PAULA, 2013; ROEDER et al., 2015; SHEN; WONG-YU; MAK, 2016; TAMBOSCO et al., 2014).

De modo semelhante, exercícios aeróbios mostram-se eficientes para melhorar equilíbrio, estabilidade e capacidade de marcha (LAMOTTE et al., 2015; ŠUMEC et al., 2015) e o efeito sobre função cognitiva, Kalron (2015), citando Cruise et al. (2011) relata que treinamento cardiovascular promoveu melhora cognitiva quando combinado a treinamento de força, contudo, sob visão geral de seu estudo, em que pese tenha encontrado resultados positivos, considerou insuficientes para concluir eficácia sobre a função cognitiva.

É relevante perceber que exercícios baseados em modalidades orientais, marciais e Yoga aparecem em considerável número de estudos nas revisões estudadas e mostram-se eficazes para suscitar benefícios no equilíbrio, qualidade de vida, redução de quedas, mobilidade e aspectos psicológicos (NI et al., 2014; ŠUMEC et al., 2015; YANG et al., 2014, 2015).

Danças também são atividades que favorecem o desenvolvimento de equilíbrio, mobilidade, padrão de marcha e qualidade de vida (ALVES DA ROCHA; MCCLELLAND; MORRIS, 2015; DA SILVA et al., 2016; SHARP; HEWITT, 2014; ŠUMEC et al., 2015; TOMLINSON et al., 2014).

A extensa e abrangente revisão realizada por Lauzé, Daneault e Duval (2016) apresenta resultados quantitativos apontando a porcentagem de desfechos contemplados nos estudos revistos que apresentaram respostas significativamente positivas a “exercícios” e “atividades físicas” em 106 estudos. Como destaques sobre mudanças em capacidades físicas, observa-se que foram encontradas melhorias de 66,7% na força e endurance de Membros Inferiores (MMII) e 57,2% para Membros Superiores (MMSS), coordenação motora fina com 66,3%, Flexibilidade e amplitude de movimento (ADM) de 46,7% e 63,3% de melhora no $\text{VO}_{2\text{pico}}$. A marcha também foi apurada em 59,8% das intervenções, bem como o risco de quedas reduziu em 61,2% dos trabalhos.

O mesmo estudo perscrutou os sintomas da DP, encontrando melhorias em 51,9% dos desfechos e ainda pode avaliar a atuação das atividades físicas e dos exercícios sobre os componentes específicos da Escala de Parkinson (UPDRS), como segue: Parte 1 (atividade mental, comportamento e humor): 38,5%. Parte 2 (motor AVDs): 50%. Parte 3 (Motor específico): 71,1%. Parte 4 (complicações do tratamento): 22,2%.

Em relação aos sintomas específicos da DP, as intervenções influenciaram de forma positiva, especialmente a postura e a marcha dos doentes, melhorando em 75% dos desfechos observados e em 55,6% a rigidez.

Quadro 2 - Estudos de revisão e metanálises acerca dos efeitos de diferentes tipos de atividades sobre as condições físicas dos parkinsonianos.

Autoria, ano	Tipo	Palavras chave	N artigos	N participantes	Resultados significativos	Conclusão
Alves da Rocha, McClelland & Morris (2015)	Revisão Sistemática	ECR, ECNR, Série de casos Terapia física “alternativa” Variáveis dependentes: Mobilidade, Equilíbrio Marcha AVDs Quedas Severidade da Doença (UPDRS)	13	6-145	Frequência: 1 a 3X/semana Intensidade: carga ou velocidade Duração: 20 – 90 min Tipos: Dança (6 ECR e 2 SC) e hidroterapia (2 ECNR, 2 ECR e 2 SC), Tai Chi (2 ECR, 1 SC), Terapia por realidade virtual (4 SC e 1 ECR), Prática mental (2 ECR – negativo), Exercícios aeróbicos (1 ECR e 1 SC), Treinamento de marcha assistida por robô (4ECR), Boxe (1 SC), vibração de corpo inteiro (1 ECR - fraco), Caminhada nórdica (1 ECR e 1SC).	Várias atividades podem complementar o tratamento para DP, com evidências de algumas podem ser adicionadas como adjuntas à fisioterapia convencional.
Brienesse & Emerson (2013)	Revisão Sistemática	Doença de Parkinson Treinamento de força Treinamento	5 ECR ECNR	19-210	Aumento no volume muscular dos MMII mais e menos afetado , aumento de força para musculatura peitoral, extensores e flexores de	Treinamento resistido tem potencial benefício para pessoas com

		resistido Levantamento de peso Terapia por exercício Treinamento progressivo de resistência Força muscular			joelhos, bíceps braquial, abdominais e pressão de pernas, melhora na endurance de peitorais e extensores de joelhos. Melhora funcional em todos os estudos: velocidade de marcha e TUG.	DP, incluindo ganhos funcionais e de força.
Chung, Thilarajah & Tan (2016)	Revisão sistemática e Metanálise	Treinamento resistido em pessoas com DP ECR Doença de Parkinson, Treinamento resistido	8 artigos	9-65	Melhoras na força muscular, equilíbrio, sintomas motores medidos pela UPDRS,	Exercícios de intensidade moderada e volume relativamente baixo, por , no mínimo, 8 semanas, 2-3 vezes por semana resultam e ganhos de força, equilíbrio e performance motora para pessoas com DP leve a moderada.
Cruickshank, Reyes & Ziman (2015)	Revisão Sistemática e Metanálise	ECR e ECNR População: Doença de Parkinson	15 artigos 8 em DP	16-89	Melhora na força de flexores de cotovelo, leg press e extensão de joelhos, flexores de joelho, flexores de quadril, abdutores	Encontrados benefícios dos programas de força para DP.

		<p>Esclerose múltipla Doença de Alzheimer ELA Doença de Huntington Ataxia espinocerebelar Intervenção: Treinamento de força Treinamento progressivo de força Treinamento de resistência Treinamento com pesos Programas de fortalecimento Desfecho: Força Severidade da doença Marcha Equilíbrio Fadiga Capacidade funcional Humor</p>		<p>de quadril, quadríceps de membros mais e menos afetados. Melhora na potência de extensão de joelho, flexão de joelho, flexão de quadril, abdução de quadril</p> <p>Melhora no escore da UPDRS, mobilidade, equilíbrio, capacidade funcional, qualidade de vida, concentração de marcadores sanguíneos antioxidantes (superóxido desmutase e glutationa peroxidase) e redução em marcadores de stress oxidativo (malondialdeído e peróxido de hidrogênio)</p> <p>Volume muscular de quadríceps (RNM)</p>	<p>Evidências mostram efeito positivo para a progressão da doença e mobilidade.</p>
--	--	--	--	--	---

		Qualidade de Vida				
Da Silva et al. (2016)	Revisão Sistemática	ECR – programas de reabilitação baseados em exercícios Qualidade de vida Doença de Parkinson	14	17-586	<p>Exercícios físicos promovem a manutenção ou melhora na qualidade de vida para pacientes de Parkinson. Alguns estudos mostram efeito pequeno e outros mostram efeito grande.</p> <p>Intervenções que geram efeitos positivos: Contrações excêntricas de quadríceps, treinamento cognitivo associado a tarefas funcionais, traino aeróbico, caminhada em esteira ou bicicleta estacionária; programa domiciliar parcialmente supervisionado que incluía marcha estacionária, sentar/levantar e alongamentos associados a tarefas cognitivas ou manuais; exercícios resistidos progressivos de MMSS/II; alongamentos, velocidade, mudanças de posição, caminhada ao ar livre (hiking) associados a estímulos visuais, auditivos e sensoriais.</p>	<p>Programas de reabilitação baseados em exercícios físicos promovem significativos e positivos efeitos na qualidade de vida de doentes de Parkinson em estágio moderado, com média de 6 anos de progressão. Intervenções incluindo <-</p>
Grazina &	Revisão	Exercício físico	22	6-195	Exercícios parecem ser	Pesquisas

Massano (2013)	Sistemática	e DP; Atividade física e DP; esportes e DP; neuroproteção, tratamento, modificação da doença e prevenção.			neuroprotetivos para doenças degenerativas (2 artigos) Andar de bicicleta parece ser teste diferencial entre DP (consegue 95,6%) e parkinsonismo atípico (não consegue 51,5%). Melhora na força, marcha, equilíbrio, qualidade de vida, função cognitiva, alívio de dores, padrão de marcha, largura de passo, redução de risco de quedas, flexibilidade,	clínicas mostram resultados encorajadores por associarem exercícios ao alívio dos sintomas e por promoverem neuroproteção, desde que realizados de forma contínua e regular.
Kalron & Zeilig (2015)	Revisão Sistemática e Matanálise	ECC Exercício, Atividade Física, Aeróbicos, Fitness Cognição, Cognitivo, Função executiva, Memória AVC Esclerose Múltipla Parkinson	13 (2 com DP)	28-32	Tanaka et al. (2009) encontrou melhora da função executiva com exercícios multimodais. Cruise et al. (2011) promoveu melhora cognitiva com exercícios combinados de força e treinamento cardiovascular.	Estudos são muito heterogêneos para traçar conclusão segura quanto ao efeito de exercícios sobre a cognição de neuropatas.
Klamroth et al. (2016)	Metanálise	Doença de Parkinson OU Parkinson E	22 ECR	10-195	Exercícios terapêuticos têm efeito positivo significativo discreto na melhora da	Exercícios terapêuticos são efetivos para

		exercício terapêutico ou exercício E equilíbrio			instabilidade postural. Exercícios com componentes de equilíbrio tem efeito significativo moderado na IP.	melhorar a estabilidade postural em indivíduos com DP, particularmente quando os exercícios incorporam componentes de função de equilíbrio
Lamotte et al. (2015)	Revisão e metanálise	Treinamentos de endurance comparados a controle ou outras formas de exercícios	8 ECR	8-121	Treinamento em esteira melhora tempo de suporte duplo da marcha e amplitude de movimento (ADM) de MMII. Melhora no equilíbrio e na mobilidade funcional, capacidade cardiorrespiratória, iniciação de movimentos de cotovelo,	Treinamento de endurance melhora o condicionamento físico, contudo, ainda há insuficientes evidências para incluir este tipo de treinamento no tratamento específico para DP.
Lauzé, Daneault & Duval (2016)	Revisão	Doença de Parkinson, Atividade Física, Exercícios, Efeitos	106	Não informado	Capacidades Físicas: Melhoras em 57,2% dos desfechos que produziram efeitos positivos. Força, endurance ou velocidade de MMII/SS e tronco: 59,6% - 14,3% para	Há efeitos positivos da AF em capacidades físicas e capacidades funcionais

					<p>tronco e 66,7% para MMSS/II.</p> <p>Flexibilidade e ADM: 46,7%</p> <p>Controle Motor: 52,2% -</p> <p>Fina:33,3% e ampla: 66,7%</p> <p>Funções metabólicas: 57,1% -</p> <p>VO2: 63,3%</p> <p>Capacidades funcionais físicas e cognitivas: 55,3%</p> <p>Eficiência da Marcha: 59,8%, Velocidade da marcha e cadênci a: 59,8%, Mobilidade: 50%, postura e equilíbrio, postura e risco de quedas: 61,2%.</p> <p>Funções cognitivas: 29%</p> <p>Depressão: 38,9%</p> <p>AVDs: 59,5%</p> <p>Nível de atividade: 41,2%</p> <p>Sintomas clínicos da DP: 50%</p> <p>Sintomas gerais e deficiências: 51,9%</p> <p>Componentes específicos UPDRS: Parte 1 (atividade mental, comportamento e humor): 38,5%. Parte 2 (motor AVDs): 50%. Parte 3 (Motor específico): 71,1%. Parte 4 (complicações do tratamento): 22,2%.</p> <p>Sintomas específicos da DP: Bradicinesia: 22,2%, FOG:</p>	<p>físicas e cognitivas, mais especificamente na marcha, mobilidade, postura e equilíbrio.</p> <p>AF parece ter efeitos altamente positivos nos sintomas motores relacionados à marcha, da UPDRS III, mas tem efeitos fracos nos aspectos psicossociais, especialmente na QV.</p>
--	--	--	--	--	---	---

					33,3%, Alterações posturais e de marcha: 75%, Rigidez: 55,6%, Tremor: 20%. Aspectos psicossociais da vida: 45,3% Qualidade de vida: 50% Manutenção da saúde: 52,9%	
Lima, Scianni & Rodrigues de Paula(2013)	Revisão Sistemática	Intervenção com exercícios resistidos progressivos Medição de força muscular e performance física.	4 ECR ECQR	13-45	Melhora na força Melhora no tempo do teste de sentar e levantar (STS).	Treinamento resistido progressivo pode ser efetivo e útil para pessoas com DP leve a moderada, especialmente para melhora na capacidade da marcha.
Ni et al. (2014)	Revisão Sistemática e Metanálise	ECR Tai Chi, Tai Ji, T'ai Chi, Taijiquan, Parkinson disease, Parkinson's disease, Primary Parkinsonism, Paralisia agitante. Desfechos:	9 artigos	17-195	Intervenções com Tai Chi e medicação reduziram pontuação da UPDRS III, tempo de TUG, Qualidade de vida, largura de passo, quedas, Melhora no equilíbrio e Teste de alcançar funcional com ou sem medicação	Programas de Tai Chi associados a medicação resultaram em ganhos promissores para pacientes com DP.

		UPDRS (III), Escala de equilíbrio de Berg, Functional reach test, TUG, PDQ-39 ou PDQ39SI, marcha incluindo velocidade e largura de passo, quedas, sobrevivência pós programa, eventos adversos				
Roeder et al. (2015)	Revisão Sistemática e Metanálise	Doença de Parkinson Treinamento resistido (TR) ECC Desfecho: força	9	7-195	Ganho de força de extensão de joelho, flexão de joelho, leg press, plantiflexão, movimentos de tronco. Resultados mantidos por até três meses após intervenção. Ganho maior quando o TR é combinado com outras formas de exercício.	Intervenções com TR melhoram a força muscular e mais ainda se combinado com outro tipo de exercício.
Sharp & Hewitt (2014)	Revisão sistemática e Metanálise	ECR comparando qualquer forma de dança com outros	8 artigos revistos, 5 analisados	19-75	Dança X nenhuma intervenção: melhora escore UPDRS, equilíbrio, Qualidade de vida Dança X exercício: melhor para o equilíbrio	Pessoas com DP podem se beneficiar de programas com dança como

		exercícios ou nenhuma intervenção. Parkinson*, Danc* e Random*				intervenção.
Shen, Wong-Yu & Mak (2016)	Metanálise	ECRC Terapia física OU Fisioterapia OU reabilitação OU treinamento OU exercício OU movimento E Parkin* E (equilíbrio OU estabilidade postural OU marcha OU queda) Desfechos de interesse: Equilíbrio, marcha e quedas.	25	15-231	Efeitos positivos a curto e longo prazos das intervenções para equilíbrio e marcha. Redução de quedas a curto e longo prazos com as intervenções em torno de 60%	Treinamentos com exercícios podem melhorar o equilíbrio e a habilidade da marcha de indivíduos com DO e reduzir a ocorrência de quedas em curto e longo prazos, o que pode prover diretrizes para tratamentos e para novos estudos.
Šumec et al (2015)	Revisão Sistemática	Doença de Parkinson, Não-farmacológico, Alternativo, Equilíbrio, Instabilidade,	61	5-195	Exercícios gerais e fisioterapia, treinamento em esteira, Treinamento de marcha robô assistido, Tai Chi, Qigong, Yoga, Realidade virtual, Treinamento por neurofeedback, Estimulação	Problemas com equilíbrio e psicológicos impactam a qualidade de vida em pessoas com DP.

		Postura, Axial			Cerebral Profunda, Hidroterapia, vibração de corpo inteiro, corrente de estimulação transcranial direta, treinamento de passos repetitivos, treinamento de movimentos estratégicos melhoram equilíbrio, estabilidade e marcha. Yoga, Realidade virtual, Dança (especialmente tango) apresentam impacto positivo em aspectos psicológicos e qualidade de vida.	
Tambosco et al. (2014)	Revisão Sistemática	Doença de Parkinson, Terapia por exercício Treinamento aeróbico Treinamento de força Treinamento em esteira	4 revisões 1 metan. 31 estudos random.	10-121	T. Força: VO2max, força muscular, distância percorrida, largura de passo, velocidade da marcha, equilíbrio, qualidade de vida, quedas, longevidade e neuroplasticidade. T. Resistência muscular: velocidade da marcha, largura de passo, velocidade de iniciação da marcha, equilíbrio, força.	É relevante iniciar o quanto antes um protocolo de treinamento de força
Tomlinson et al. (2013)	Metanálise	ECR: intervenção com fisioterapia X ctrl sem fisioterapia	29 ensaios	6-153	Fisioterapia melhorou velocidade de marcha, melhora distância percorrida, questionário de congelamento	Benefícios da fisioterapia para velocidade de marcha, teste de

		Fisioterapia geral Exercício Treinamento em esteira Encorajamento vocal Dança Artes marciais			da marcha, mobilidade funcional e controle do TUG, Teste de alcançar funcional, Escala de equilíbrio de Berg e UPDRS.	2 ou 6 minutos de caminhada, questionário de congelamento da marcha, TUG, Teste de alcançar funcional, Escala de Equilíbrio de Berg e UPDRS
Yang et al. (2014)	Revisão Sistemática e Metanálise	ECR e ECNR Parkinson's disease, Parkinson , Tai Chi, Taiji e Shadowboxing Desfechos: Função motora, equilíbrio e marcha	8 artigos	19-76	Tai Chi mostra benefícios sobre pontuação na UPDRS tanto quanto outras terapias ativas. Tai Chi melhora equilíbrio, superando outras terapias na escala de equilíbrio de Berg. Tai Chi pode ser benéfico para mobilidade funcional mais do que alongamento.	Tai Chi apresenta efeitos benéficos para mobilidade funcional, equilíbrio e função motora.
Yang et al. (2015)	Revisão Sistemática e Metanálise	ECR, ECNR Parkinson, Doença de Parkinson, Parkinsonismo, Exercícios medicinais tradicionais chineses, Tai Chi, Qigong,	15	17-195	Tai Chi associado a medicação tem efeito benéfico para UPDRS III, equilíbrio, TUG. Qigong com medicação melhora qualidade de vida mais do que exercícios aeróbicos	Tai Chi e medicação deve ser recomendado para manejo da DP, especialmente em estágios inicial a moderado, pois apresenta

		Wuqinxi Baduanjin Yijinjing				evidências positivas para função motora e equilíbrio.
--	--	-----------------------------------	--	--	--	---

ECR – Ensaio Clínico Randomizado; ECNR – Ensaio Clínico Não Randomizado; ECQR – Ensaio Clínico Quase Randomizado; SC – Série de Casos; ECC – Ensaio Clínico Controlado; ECRC – Ensaio Clínico Randomizado e Controlado; MI – Membro Inferior; MMII – Membros Inferiores; UPDRS: Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson; TUG: teste de levantar e ir.

Apesar de serem numerosos os estudos que comprovam a eficácia de exercícios como meios de atenuação dos sintomas da DP e de melhora da qualidade de vida, benefícios compatíveis com o que se espera dos tratamentos da doença, este tipo de intervenção ainda não é incluída formalmente no rol de estratégias terapêuticas para a DP (possivelmente em virtude da heterogeneidade dos estudos de intervenção realizados e do tamanho das amostras ser bastante variável, fato detectável a partir da análise dos estudos abordados no quadro acima).

Isto não constitui, contudo, argumento capaz de dissuadir os pesquisadores e profissionais de saúde a seguir provendo evidências à comunidade científica e implantando terapias físicas aos seus clientes. Ao invés, fomenta a realização de mais estudos consolidadores da convicção de fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais e profissionais de educação física, entre outros.

2.4.2. Atividade Física

A prática de atividades físicas (AF) é recomendada para todas as faixas etárias, pela Organização Mundial de Saúde (OMS), para promoção da saúde. O documento *Global Recommendations on Physical Activity for Health* (Recomendações Globais sobre Atividade Física para a Saúde), vigente desde 2010, contém diretrizes para a promoção de programas e incentivo à prática de AF para populações de diversas faixas etárias. Alguns países possuem diretrizes e diretrizes próprios, mas a vigente no Brasil é a recomendação da OMS, que segue o modelo dos Estados Unidos (LIMA; LEVY; LUIZ, 2014).

A importância da prática de AF é reconhecida como artifício para a prevenção das Doenças Não Transmissíveis mais letais ao redor do mundo, as quais ficam sob a mira da equipe de elaboração do documento. Assim, as recomendações preveem:

Desenvolvimento e implementação de diretrizes nacionais de AF para a saúde;

Introdução de políticas de transporte que promovam meios ativos e seguros de deslocamentos entre escolas e locais de trabalho, como caminhadas e uso de bicicletas;

Garantir que os locais tenham trajetos ativos seguros e criar espaços para atividades recreativas.

A OMS define conceitos que incluem características das atividades e classificam dois níveis de intensidade:

- Atividade Física de intensidade moderada: Atividade que, em escala relativa à capacidade pessoal do indivíduo, recebe nota 5 ou 6 em uma escala de 0 a 10.
- Atividade Física de intensidade vigorosa: Atividade que, em escala relativa à capacidade pessoal do indivíduo, recebe nota 7 ou 8 em uma escala de 0 a 10.

Sob o contexto específico deste estudo, observamos as recomendações para duas faixas etárias: 18-64 e a partir de 65 anos. Para ambos os grupos, preconiza-se a realização de 150 a 300 minutos por semana de atividade física aeróbica moderada ou 75 a 150 minutos de atividade física aeróbica vigorosa por semana ou combinação de ambas. Além disso, para o primeiro grupo, recomenda a realização de atividades de fortalecimento muscular que envolvam grandes grupos musculares dois ou mais dias por semana.

Para o grupo de idade a partir de 65 anos, além das orientações referentes a atividades aeróbicas, a OMS ainda aconselha a prática de atividades para melhora do equilíbrio e prevenção de quedas em três ou mais dias por semana, atividades de fortalecimento envolvendo grandes grupos musculares em pelo menos duas sessões semanais. Há, ainda a ressalva de que, caso os sujeitos nessa faixa etária não tenham condições de cumprir a quantidade de AF recomendada em função de suas condições de saúde, que sejam tão ativos quanto suas habilidades permitirem.

Quanto a isso, o comprometimento das capacidades físicas dos parkinsonianos dita o comportamento sedentário e a inatividade física nessa população, que tende a apresentar redução do nível de atividade física proporcionalmente à evolução da doença, atingindo queda de até 84% no estágio

IV da escala de Hoehn & Yahr em comparação a níveis prévios ao início dos sintomas (NIMWEGEN et al., 2011).

Os motivos que levam a esta mudança de comportamento, segundo a teoria sócio-cognitiva, baseiam-se, principalmente na autoconfiança (HIRAYAMA, 2006; NIMWEGEN et al., 2011) e a outras barreiras encontradas para a prática de AF pelos parkinsonianos, em parte assemelham-se às de idosos saudáveis, como falta de tempo (ELLIS; MOTL, 2013), por exemplo, porém, em contrapartida, apresentam características bem específicas relacionadas às manifestações da doença, como o medo de quedas e de lesões, (GOBBI et al., 2008), sensação de fadiga, (GARBER; FRIEDMAN, 2003), baixa expectativa de resultados, (ELLIS; MOTL, 2013).

Costello e colaboradores (2011) estudaram as motivações, barreiras e concepções sobre atividades físicas de idosos ativos e inativos fisicamente, com vida independente. O grupo embasou seu estudo em outras pesquisas que indicavam que pessoas idosas tanto consideravam doenças crônicas como elemento motivador para a prática de AF quanto como barreira para a sua realização. Os resultados da metodologia do estudo em questão mostraram motivações como o aspecto social, incentivo de familiares e profissionais de saúde, preocupação com a saúde, entre outras razões dadas pelos fisicamente ativos. Por outro lado, as barreiras citadas por este grupo incluem falta de tempo e receio por lesões. Já os fisicamente inativos entrevistados referem finalidade, socialização e diversão como elementos motivadores e falta de tempo, medo de lesões, falta de disciplina, falta de motivação, aborrecimento e timidez. A timidez abrange o fato de alguns encontrarem dificuldade em acompanhar o ritmo de outros participantes de atividades e sentirem-se como “retardando os demais”.

Em outra abordagem mais específica, Ravenek e Schneider (2009) ativeram-se ao suporte social para a AF na DP e descrevem três tipos de suporte que influenciam na decisão do doente para iniciar uma atividade, quais sejam instrumental – ações facilitadoras de outras pessoas, informacional – informações e conhecimentos ofertados por outras pessoas, e emocional – dado por incentivo ou companhia de outras pessoas. Segundo os autores, o suporte em geral pode ser provido a partir da participação de membros da família e amigos, financiamento das atividades, assistência para tarefas domésticas, animação de

profissionais de saúde (médicos, fisioterapeutas, massagistas, instrutores de exercícios) e grupos de suporte social.

Os autores explicam que “o termo ‘Grupos de suporte social’ refere-se a congregação de pessoas que se reúnem para discutir temas relacionados a uma experiência compartilhada ou a uma condição comum.”(RAVENEK; SCHNEIDER, 2009). Neste conceito encaixam-se as associações de parkinsonianos, como a APP

Um método prático e bastante difundido de mensurar o montante de minutos de atividade física é o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), descrito a seguir (MATSUDO et al., 2001).

2.4.3. Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ

A determinação do nível de AF é fator fundamental para identificar riscos a que se expõem determinados grupos ou populações e para que seja possível desenvolver planos e políticas de incentivo às práticas. Assim, dentre mais de 30 métodos existentes para a mensuração de nível de AF, o IPAQ tem lugar de destaque por ter sido elaborado por um grupo de pesquisadores pertencentes a 12 institutos de diversos países, inclusive do Brasil (Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul – CELAFISCS) (MATSUDO et al., 2001).

Este instrumento é constituído de perguntas referentes a contextos como atividades domésticas, transporte, lazer, trabalho e atividades passivas (sentado). Disponível em duas versões, curta (sete questões abertas) e longa (27 questões), que, quando comparadas, produzem resultados divergentes que revelam tempo de atividades moderadas e vigorosas menores na versão curta do que na versão longa (BENEDETTI et al., 2007). Benedetti (2007) comprovou que o questionário em sua forma longa apresenta bom nível de reproduzibilidade e fidedignidade quando aplicado a homens idosos e este é o motivo pelo qual foi escolhido como um dos instrumentos de coleta de dados do presente estudo.

O instrumento completo está disponível no Anexo A.

2.4.4. Exercícios

A despeito das desordens de movimento peculiares à DP, exercícios físicos cada vez mais vêm sendo evidenciados como importantes no controle da progressão das doenças neurodegenerativas, como apresentado no Quadro Analítico 1, apesar de haver controvérsias quanto ao seu efeito neuroprotetor na DP (PEREIRA e GARRET, 2010). Os exercícios são importantes para melhorar as capacidades físicas de um modo geral e contribuir com as capacidades funcionais da vida diária de indivíduos, predominantemente idosos, acometidos por DP (ORCIOLI-SILVA et.al; 2014). As alterações motoras geradas pela doença causam limitações na vida dos idosos, que já se apresenta restrita a muitas tarefas, e essas limitações tem despertado um sentimento de incapacidade, a qual reflete em uma baixa qualidade de vida (SOUZA, C.F.M. 2011).

Mesmo assim, a recomendação da prática de exercícios físicos pelos doentes de Parkinson é consistente , com intuito principal de manter e/ou recuperar as capacidades físicas que são deterioradas pelos distúrbios de movimento decorrentes da neurodegeneração (UMPHRED, 2004). Variadas são as modalidades de exercícios utilizadas nas práticas profissionais e enfocadas por pesquisadores a fim de produzir evidências científicas para embasar programas de treinamento e de reabilitação.

Neste ponto, há que se delimitar termos chave para o entendimento das práticas levadas em consideração neste texto, conforme os conceitos definidos pelo Conselho Federal de Educação Física em sua Resolução nº 046/2002, de 18 de Fevereiro de 2002 (CONFEF, 2002). Assim sendo, Atividade Física é conceituada como todo movimento corporal voluntário humano, que resulta num gasto energético acima dos níveis de repouso, caracterizado pela atividade do cotidiano e pelos exercícios físicos. Trata-se de comportamento inerente ao ser humano com características biológicas e sócio-culturais (CONFEF, 2002).

Já Exercício Físico é considerado a sequência sistematizada de movimentos de diferentes segmentos corporais, executados de forma planejada, segundo um determinado objetivo a atingir. Uma das formas de atividade física planejada, estruturada, repetitiva, que objetiva o desenvolvimento da aptidão

física, do condicionamento físico, de habilidades motoras ou reabilitação orgânico-funcional, definido de acordo com diagnóstico de necessidade ou carências específicas de seus praticantes, em contextos sociais diferenciados (CONFEF, 2002).

Deve-se, entretanto, lembrar que a prática de atividades físicas pelos parkinsonianos é prejudicada ou até impedida em virtude das alterações de movimento promovidas pela doença. Assim, muitos indivíduos abandonam hábitos de práticas corporais após o aparecimento dos sintomas (NIMWEGEN et al., 2011).

Diversas capacidades físicas dos parkinsonianos podem ser modificadas através de exercícios de variadas modalidades. A Tabela 1 apresenta uma breve revisão sistemática que abordou estudos de intervenção em humanos, que utilizaram exercícios físicos como meio modificador das capacidades físicas para doentes de Parkinson, publicados nos idiomas Português, Inglês e Espanhol. As capacidades físicas modificadas pelo exercício foram as variáveis de interesse. Assim, consideraram-se aquelas que, nos respectivos testes realizados, apresentaram resultados estatisticamente significativos, com valor $p<0,05$.

Foram consultadas as bases de dados PEDro, Scielo e PubMed, com os termos “Exercise” e “Parkinson Disease” contidas no título e no resumo dos trabalhos neles hospedados nos últimos 10 anos, resultando em 24 artigos incluídos nas análises.

Intervenções baseadas em exercícios multimodais (BARBIERI et al., 2014; GOBBI et al., 2009; ORCIOLI-SILVA et al., 2014), treinamento aeróbico (CHENG et al., 2013; KURTAIS et al., 2008; MCGOUGH et al., 2016; SCHENKMAN et al., 2012), Boxe (COMBS et al., 2011, 2013), artes marciais (HACKNEY; EARHART, 2008; WONG-YU; MAK, 2015a; XIAO; ZHUANG, 2016) e modalidades de dança (DUNCAN; EARHART, 2014; MARCHANT; SYLVESTER; EARHART, 2010; MCNEELY et al., 2015), entre outras modalidades apresentaram resultados significativos para melhora de variadas valências físicas, incluindo equilíbrio, mobilidade/agilidade, melhora de performance da marcha, força muscular, Vo2max, coordenação motora, ADM.

Em geral, os resultados mais vultosos surgiram em capacidades físicas desenvolvidas com exercícios específicos, como de equilíbrio, treino de marcha, mobilidade/agilidade, coordenação motora, performance de marcha e mais.

Em contraste, é interessante observar a multiplicidade de benefícios obtidos a partir de modalidades de cunho mais lúdico, que, entretanto, exigem o desenvolvimento de capacidades físicas específicas para sua realização, como é o caso das danças, do Tai Chi, das artes marciais e da caminhada nórdica (esta última estudada por Krishnamurthi (2017)).

Tabela 1 – Estudos de intervenção que apresentaram modificações de capacidades físicas.

Autor, ano	País	Delineamento	Tipo de intervenção	n	Achados
Barbieri (2014)	Brasil	Comparativo A/D	Exercícios multimodais, 8 meses	17	Melhora ADM Adução e abdução de quadril e dorsiflexão
Cheng, (2013)	Taiwan	Quase-experimental	Treinamento em esteira, 12 semanas	49	Melhora velocidade da marcha e largura de passo
			Boxe X exercícios tradicionais		
Combs, (2013)	EUA	Comparativo A/D, randomizado, controlado	(equilíbrio, fortalecimento, alongamentos e endurance), 12 semanas	31	Boxe melhora equilíbrio, mobilidade/agilidade (TUG) e mobilidade/agilidade em dupla tarefa. Exercícios tradicionais melhoram equilíbrio, mobilidade/agilidade em dupla tarefa, velocidade e distância percorrida
Combs, (2011)	EUA	Série de casos com acompanhamento em 24 e 36	Boxe, 12 semanas	6	Melhora distância percorrida, agilidade, velocidade de marcha e equilíbrio

			semanas		
Dibble, (2015)	EUA	Randomizado, controlado	Exercícios de resistência excêntrica e Controle (CTRL) com exercícios tradicionalis de força e ginástica EXP.: Exercícios tradicionalis mais excêntricos de alta intensidade para MMII.	26	Exercícios de resistência excêntrica melhoram força de MI mais afetado (mais em efeito <i>on</i>) e distância percorrida (mais em efeito <i>on</i>)
Dibble, (2009)	EUA	Randomizado, controlado	CTRL: Exercícios tradicionalis mais resistência de força para MMII, 12 semanas	19	Força de quadríceps, e mobilidade/agilidade melhoram nos dois grupos, com resultados mais expressivos no grupo experimental. Velocidade melhora no grupo EXP e piora no CTRL.
Duncan, (2014)	EUA	Randomizado, controlado	Aulas de Tango X CTRL ativo sem supervisão, 2 anos	10	Tango melhora equilíbrio. Mobilidade/agilidade em dupla tarefa melhora nos dois grupos. Distância mantém no grupo Tango e diminui no

			CTRL	
Gobbi, (2009)	Brasil	Randomizado, comparativo	<p>Exercícios multimodais (Atividades rítmicas, calistenia, alongamentos e atividades recreativas), 6</p> <p>meses</p> <p>Exercícios adaptativos (Flexibilidade, força, coordenação motora e equilíbrio), 6 meses</p>	21
Hackney, (2008)	EUA	Randomizado, controlado	<p>Tai Chi versus Inativos, 13 semanas</p>	13 Tanto exercícios multimodais quanto adaptativos modificam mobilidade e equilíbrio, sem diferença significativa entre as intervenções.
King, (2015)	EUA	Randomizado, comparativo A/D	<p>Exercícios domiciliares de</p>	58 Melhora em equilíbrio, mobilidade/agilidade, Endurance

				equilíbrio <i>versus</i> Atendimentos de fisioterapia individuais <i>versus</i> Aulas em grupos, 4 semanas Caminhada Nórdica, 12 semanas	de equilíbrio e com atendimentos individuais
Krishnamurthi, (2017)	EUA	ABA Withdrawal comparativo A/D	16	Melhora largura de passo, Distância percorrida, Velocidade da marcha	
Kurtais, (2008)	Turquia	Randomizado, controlado	27	Esteira melhora velocidade da marcha, Vo2 máximo e equilíbrio. CTRL melhora equilíbrio	
Lee, (2011)	Coréia	Randomizado, controlado	40	Melhora de coordenação motora ampla e fina no grupo experimental e melhora de coordenação ombro - braço- antebraço e coordenação fina no grupo controle.	
Marchant, (2010)	EUA	Comparativo A/D	11	Melhora no equilíbrio	

McGough, (2016)	EUA	Comparativo A/D	<p>dança com parceiros saudáveis, 10 aulas em 2 semanas</p> <p>Ciclismo em bicicleta dupla indoor com parceiros saudáveis, 10 semanas</p>	38
McNeely, (2015)	EUA	Comparativo entre grupos	<p>Tango X Danças mistas</p> <p>Jogos Wii em plataforma de equilíbrio, 8 semanas</p>	8
Mhatre, (2013)	EUA	Intervenção longitudinal	<p>Treinamento de potência X Treinamento de Yoga em alta</p>	10
Ni, (2015)	EUA	Randomizado, controlado	<p>Melhora no equilíbrio e na marcha</p> <p>Melhora em equilíbrio, agilidade/mobilidade, Força muscular em MI menos afetado, velocidade da marcha e pico de potência nos grupos Yoga e Potência. O Grupo potência</p>	41

Orcioli-Silva, (2014)	Brasil	Comparativo A/D	velocidade X CTRL com informações de saúde, 12 semanas Exercícios multimodais, 6 meses	14	melhorou também força muscular no MI mais afetado.
Schenkman, (2012)	EUA	Randomizado, controlado	Flex, equil e funcionais X Aeróbicos X Domiciliares, 16 meses Exercícios de equilíbrio	96	Melhora no equilíbrio em pacientes com doença bilateral, coordenação em homens com doença bilateral e força muscular em homens e mulheres com doença uni e bilateral.
Wong-Yu, (2015a)	China	Randomizado, controlado	X Exercícios de MMSS, 8 semanas Posturais, flex,	70	Melhora no Vo2 no grupo de treinamento aeróbico
Wong-Yu, (2015b)	China	Randomizado, controlado	fortalecimento com exercícios funcionais, dança	80	Agilidade/mobilidade e Agilidade/mobilidade em dupla tarefa melhoraram nos dois grupos e equilíbrio melhora no grupo de equilíbrio Equilíbrio, velocidade da marcha e agilidade/mobilidade melhoraram no grupo experimental.

Xiao, (2016)	China	Randomizado, controlado	em equilíbrio, Wing Chun, passos em quadrado X Posturais, flex, coordenação, nós, caligrafia chinesa, 8 semanas Baduanjin Qigong + 30 min caminhada X 30 min caminhada sem supervisão	96	Melhora no equilíbrio, agilidade/mobilidade, distância percorrida e velocidade da marcha no grupo experimental
Zhang, (2015)	China	Randomizado, comparativo	Tai-Chi + ciclo X Exercícios multimodais	36	Equilíbrio, velocidade da marcha e agilidade/mobilidade melhoraram nos dois grupos, com resultados mais expressivos no multimodal

Wing Chun é uma arte marcial chinesa que prescinde de movimentos acrobáticos. Já Baduanjin Qigong consiste em uma série aeróbica de oito movimentos repetidos, associados a mentalização e respiração; TUG: Teste *Timed Up and Go*; CTRL: controle; MI: membro inferior; MMII: membros inferiores.

Frente a todas as evidências apresentadas, os horizontes de profissionais da saúde ficam mais amplos em relação à variedade de recursos disponíveis para a elaboração de programas de tratamento para a DP. Contudo, observa-se que há grande atenção para equilíbrio, habilidades de marcha, agilidade e força de membros inferiores.

No entanto, capacidades referentes aos membros superiores são menos abordados nos estudos atuais, ainda que as perdas funcionais de antebraços e mãos decorrentes dos tremores e das discinesias sejam determinantes para o comprometimento da independência funcional dos parkinsonianos.

Além disso, não se sabe – e talvez seja muito difícil desvendar – uma classificação das atividades em relação à capacidade de modificação das valências físicas numa direção de compor uma ordem de preferência de modalidade de acordo com o objetivo final: funcionalidade/capacidade física.

Pode ser interessante que estudos à luz dos processos de avaliação da qualidade dos serviços de saúde abordem e engendrem um rol de exercícios e atividades físicas terapêuticos relacionando-os com os pilares da qualidade em saúde definidos por Avedis Donabedian (SAVASSI, 2012). Isto, claro, sem a intenção de arquitetar um protocolo rígido de métodos terapêuticos, mas a fim de prover aparato que permita aos profissionais ampliar e embasar as suas condutas laborais.

Na conjuntura atual e considerando os conceitos de Donabedian, é possível encontrar vasta carta de possibilidades que são sabidamente eficazes (efeitos independentes de custos), efetivos (efeitos com os recursos disponíveis), e eficientes (que combinem eficácia e efetividade com os menores custos). Assim, fica a cargo do profissional avaliar a relação de custo/ benefício de cada atividade, dos recursos disponíveis e das necessidades prementes dos seus pacientes para definir os seus procedimentos.

2.4.5. Arquitetura e plasticidade musculares – As adaptações musculares aos estímulos contráteis

As capacidades contrátil e funcional dos músculos dependem de sua estrutura micro e macroscópica em termos de conteúdo sarcoplasmático e de arquitetura muscular. A segunda característica refere-se ao arranjo das fibras musculares em relação ao eixo de geração de força, abrangendo parâmetros como comprimento muscular, comprimento da fibra, ângulo de penação e área de secção transversa fisiológica. Assim, “as diferenças arquitetônicas entre os músculos são os melhores preditores de geração de força” (LIEBER; FRIDEN, 2000).

Segundo os mesmos autores Lieber e Friden (2000), tanto os músculos dos membros inferiores quanto dos membros superiores possuem um alto grau de especialização para as funções que desempenham. Assim, flexores de dedos apresentam arquitetura semelhante entre si, mas diferente da dos extensores de dedos. Com efeito, vários músculos de diferentes arquiteturas ocupam posições sinergistas. Além disso, dizem que o músculo flexor ulnar do carpo é dotado de grande área de secção transversa fisiológica em face de sua função de gerar grande força.

Especificamente sobre os extensores de punho (extensores radiais longo e curto do carpo), o extensor radial longo do carpo é o músculo de menor comprimento total (considerando comprimentos de ventre e tendão musculares), mas de fibras mais longas e área de secção transversa fisiológica pequena. Por outro lado, o extensor radial curto do carpo apresenta maior comprimento muscular, menor comprimento das fibras e área de secção transversa fisiológica muito maior. Assim, a arquitetura do segundo prediz maior produção de força. Contudo, essa relação de predominância de geração de forças sofre mudanças em diferentes momentos articulares (LIEBER; FRIDEN, 2000), especialmente quanto ao ângulo de desvio radial (LOREN et al., 1996). Em contraste, para o extensor ulnar do carpo, o perfil de torque deste músculo é dominado pelo ângulo de força articular (LOREN et al., 1996). Em suma, o perfil de torque extensor é profundamente influenciado pelo momento de rotação da articulação, enquanto o de flexão é principalmente pela complacência tendínea (LIEBER; FRIDEN, 2000).

Lieber e Friden (2000), a partir de sua extensa revisão, afirmam que o músculo exposto a contrações excêntricas de forma crônica sofrem modificações em seus sarcômeros no escopo de comprimento e até de adição de sarcômeros em série. O estudo de Lynn (1994) citado por eles produziu evidências de que os músculos treinados em exercício excêntrico adicionam mais sarcômeros em série do que os treinados em exercícios concêntricos, o que permite e suporta a analogia de que o músculo extensor radial curto do carpo opera quase exclusivamente na descida do membro.

As adaptações musculares (plasticidade) ocorrem em relação direta aos estímulos que as fibras recebem e é graças a este mecanismo que o organismo humano é capaz de adequar-se às necessidades funcionais do indivíduo. Compreende-se e aceita-se que as adaptações musculares se dão de modo a atender às demandas impostas pelos treinos, concorrendo para o incremento de trofismo das fibras tipo II a partir de treinos de desafios de força, ou do número de mitocôndrias nas fibras de tipo I em resposta a treinos aeróbicos prolongados, entre outras respostas condizentes com tantos meios de treinamento (GUYTON; HALL, 1997; POWERS; HOWLEY, 2000; SCHIAFFINO; REGGIANI, 2011).

Os tipos de fibras musculares, além da estrutura muscular podem ser modificados em resposta a estímulos crônicos, que conduzem à transmutação de fibras rápidas para lentas, ou à privação deles, suscitando a conversão de fibras lentas para rápidas – que pode culminar com o desaparecimento das fibras lentas – em longo prazo. Em paralelo a estes eventos está a especulação quanto plasticidade dos neurônios motores no domínio dos padrões de emissões de estímulos de células rápidas e lentas, que podem acompanhar a adaptação das fibras musculares (SCHIAFFINO; REGGIANI, 2011).

Doenças neuromusculares produzem alterações na aparência muscular quando observada por ultrassonografia. Com base nisto, Arts et al. (2010) descreveram dados normativos para ecointensidade e espessura de cinco grupos musculares: esternocleidomastoideo, bíceps braquial, flexores de punho, quadríceps e tibial anterior de homens e mulheres distribuídos em grupos com idades desde 15 até ≥ 80 . Os resultados obtidos demonstram diferenças significativas de espessura muscular de bíceps braquial de homens e mulheres e dos flexores de punho de mulheres. Quanto à ecointensidade, esta apresentou-se

maior em todos os músculos de mulheres e também com diferenças entre os lados de tibiais anteriores de homens e flexores de punho e bíceps braquial de mulheres.

Mesmo não se tratando de um treinamento, os movimentos produzidos pelo tremor e pela ativação concorrente dos músculos antagonistas dos parkinsonianos podem produzir adaptações nas fibras musculares dos segmentos afetados por estas discinesias. Cavallari e Katz apud Kasai, Kawanishi e Yahagi (1992) descreveram a influência de estímulos aferentes por fibras Ia dos nervos mediano e radial produzem alterações no padrão de contração dos músculos bíceps braquial e tríceps braquial, respectivamente. A partir dessa premissa, o segundo grupo avaliou o efeito de vibração nos antebraços de voluntários saudáveis sobre amplitude de flexo-extensão de cotovelos. Vibrações de 50 Hz ou mais intensas facilitaram a flexão de cotovelo e inibiram o movimento de extensão.

O comportamento das fibras “brancas e vermelhas” (tipos II e I, respectivamente) foi estudado por (EDSTRÖM, 1970), através de biópsia muscular dos músculos bíceps braquial dos membros mais afetados de sujeitos que apresentavam parkinsonismo decorrente de DP e de parkinsonismo pós encefalite. Por análise histoquímica, o pesquisador encontrou fibras de tipo II de tamanho menor, indicando atrofia de até 60.4% em relação aos controles (indivíduos saudáveis). Por outro lado, as fibras tipo I mostraram-se normais ou com tendência a hipertrofia.

Fukumoto e colaboradores (2012) avaliaram a relação entre força muscular (medida por dinamometria) e ecointensidade e espessura muscular (medidas por ultrassonografia) e idade de 92 mulheres. Os resultados revelaram correlação negativa entre espessura muscular e a idade, e entre espessura muscular e força. Quanto à ecointensidade e idade, foi encontrada correlação positiva. A força muscular foi significativamente correlacionada com a idade e o índice de massa corporal (IMC).

Com efeito, Wilhelm et al. (2014a) também encontrou correlação negativa entre a ecointensidade do quadríceps femoral de idosos e pico de potência e

potência média de extensão de joelho, pico de potência e potência média no salto com contramovimento.

2.5. Métodos de Avaliação Muscular

2.5.1. Ultrassonografia

A conformação de um músculo quanto à sua estrutura e qualidade pode ser conferida por meios não invasivos, como a ecointensidade avaliada pela análise computadorizada de imagens obtidas por ultrassonografia, em que a escala de cinza aparente nas imagens revela a proporção entre estruturas contráteis e não contráteis (PILLEN et al., 2009). A ecointensidade é medida em valores de unidade arbitrária que variam de 0 – preto a 255 – branco. Nas imagens ultrassonográficas musculoesqueléticas, as estruturas contráteis apresentam uma ecogenicidade mais baixa, o que produz uma coloração mais escura, enquanto estruturas não contráteis, inversamente, originam imagens mais claras (ARTS et al., 2010, 2012). Assim, valores mais altos de ecointensidade indicam redução na qualidade muscular por infiltração de tecido gorduroso ou fibroso ou água, sendo que tanto a qualidade quanto o volume musculares são associados à força muscular (FUKUMOTO et al., 2012).

Este método vem sendo muito utilizado na prática clínica para identificar músculos saudáveis e músculos com alguma patologia, com semelhança de padrões mesmo com equipamentos diferentes (PILLEN et al., 2009).

Para este estudo, é interessante observar mais atentamente, entre os achados de Arts (2010), a variação de espessura e ecointensidade de flexores de punho considerada normal para homens e mulheres, apresentada pelos autores como -2 e +2 desvios padrão da medida média encontrada entre cada músculo direito e esquerdo. Para a espessura muscular dos flexores de punho de homens, o valor normal encontrado foi de $\pm 0,48\text{Cm}$ para homens e de -0,28 a 0,52Cm para mulheres. Já a ecointensidade para os mesmos músculos oscilou entre $\pm 9,9$ em homens e -13,5 a 9,9 em mulheres.

A ecointensidade pode ser utilizada para apreciar os efeitos do treinamento na qualidade muscular, ou, analogamente, conforme é proposto neste estudo, para relacionar com o efeito do tremor e da bradicinesia sobre a arquitetura

muscular. Estudos que avaliam parâmetros musculares pré e pós treinamentos, analisando área de secção transversa e ecointensidade são capazes de mostrar redução na infiltração de tecido gorduroso e aumento de tecido contrátil em músculos de idosos, fato inferido pela observação da diminuição da ecointensidade acompanhada de manutenção da área de secção transversa (SIPILÄ; SUOMINEN, 1993, 1996), aumento da espessura muscular com diminuição da ecointensidade (WILHELM et al., 2014b) e melhora na qualidade muscular (RADAELLI et al., 2013).

O termo “qualidade muscular” é usado como relação pico de torque/unidade de massa muscular e o estudo de Lynch (LYNCH et al., 1999) compara o comportamento desta relação entre sexo e idade. Entre as conclusões, o grupo revela que a relação produção de força/massa muscular é maior nos músculos extensores e flexores de cotovelo do que nos músculos motores de joelho.

2.5.2. Eletromiografia de Superfície

Eletromiografia de superfície é uma técnica capaz de captar, através da pele, sinais mioelétricos produzidos pela mudança de voltagem das membranas da fibras musculares durante ativação muscular (eletromiogramas). Após serem identificados por eletrodos posicionados sobre a pele do indivíduo, os sinais são gravados e podem ser analisados (KONRAD, 2005).

Este método é amplamente utilizado em biomecânica para, principalmente, detectar a iniciação da ativação muscular, a relação entre a ativação e a produção de força pelo músculo, quantificação da performance muscular, identificação da produção de fadiga, além de permitir que o próprio sujeito tenha feedback da sua ação muscular (DE LUCA, 1997; KONRAD, 2005).

O tremor típico da DP tem como características aumento da atividade tônica basal e padrão alternado dos picos EMG, com maior número de disparos dos agonistas durante movimentos de extensão do que de flexão (RUONALA et al., 2013).

A análise da morfologia do sinal EMG foi realizada por (RUONALA et al., 2014), para diferenciar os movimentos gerados em doentes de Parkinson e de Tremor Essencial (TE), e de controles sem neuropatia durante contrações

isométricas bilaterais dos bíceps braquiais sem carga e com carga de 1Kg e 2Kg. Assim, encontrou-se padrão irregular na morfologia e grande quantidade de picos no sinal de DPs em comparação com os controles. Já a aparência do sinal dos sujeitos com TE é semelhante à dos controles.

Em um estudo mais abrangente, (MILANOV, 2001) realizou estudo para diferenciar eletromiograficamente tremores de Parkinson, Essencial, tremor mediocerebral, tremor cerebelar, tremor fisiológico exacerbado por ansiedade e tremor psicogênico. Os pacientes foram avaliados pelo menos três vezes em um período de um ano. Eletrodos foram posicionados nos grupos antagonistas do punho (extensor radial do carpo e flexor ulnar do carpo), do lado em que o tremor fosse mais evidente em cada indivíduo. Foram apreciados frequência, amplitude média, duração do disparo e padrão (sincrônico ou alternado). Após a coleta, os pacientes foram agrupados em duas categorias relativas ao padrão de tremor: sincrônico ou alternado. O primeiro grupo congregou pessoas com tremor essencial tipo A (com atividade sincrônica), tremor cerebelar e tremor fisiológico exacerbado. O segundo grupo foi formado por sujeitos com DP, tremor essencial tipo B (com atividade alternada), rubral e tremor psicogênico. O tremor de DP foi descrito como de repouso e postural, normalmente ipsilaterais e raramente bilateral. O tremor de repouso apresentou menor frequência, maior amplitude e disparos mais longos em relação ao tremor postural ou de movimento. O tremor de intenção mostrou grande amplitude. Em suma, o estudo classificou o tremor parkinsoniano como sendo de padrão alternado, com frequência de 5-8Hz, amplitude >0.1mV e com duração de disparo de 50-150 ms.

Minúcias dos tremores de Parkinson foram estudadas por (MAILANKODY et al., 2016), que classificou os pacientes com tremor de repouso em dois grupos: Tremor de repouso com tremor reemergente (ReT) e tremor de repouso com tremor postural (PT). A definição de tremor reemergente usada pelos autores é aquele que reaparece após um período de latência que varia de 0.79 a 13 segundos após extensão do punho. Já o tremor postural é descrito como o tremor que não cessa após extensão do punho. Com os grupos formados, eletromiografia de superfície foi executada com eletrodos sobre os músculos flexores e extensores do membro mais afetado. Foram obtidos registros EMG com as mãos em repouso, após extensão e próximas ao peito. Após extensão

das mãos, os pacientes foram observados por pelo menos um minuto para a reemergência do tremor, que teve, então seu sinal gravado. Foram analisados os padrões de contração tremor (sincrônico ou alternado), frequência e período de silêncio. No grupo ReT, a média de latência (período de silêncio) detectada foi de $8,1 \pm 8,7$ s (1-44s). O padrão de contração foi semelhante em ambos grupos, com maior parte alternado.

A eletromiografia de superfície foi utilizada para avaliar a coerência de ativação muscular durante cirurgias de estimulação cerebral profunda (DBS). Reck e colaboradores (2009) estudaram a especificidade muscular dos sítios de potenciais dos núcleos subtalâmicos pela caracterização das propriedades temporais da coerência do tremor. Durante cirurgias de estimulação cerebral profunda, microeletrodos cerebrais foram utilizados para localizar a área ótima de implantação do eletrodo DBS, os quais foram implantados bilateralmente em cada paciente ($n=8$). Eletrodos de superfície foram colocados sobre os músculos extensor comum dos dedos e flexor superficial dos dedos dos pacientes. A coerência é uma função estatística utilizada para estimar a probabilidade da correlação entre o local de ativação cerebral e o sinal EMG respectivo (contralateral). Os resultados deste estudo revelaram coerência entre os locais de potencial de ação e a ativação dos núcleos subtalâmicos contralaterais, a existência de atividade em locais de potenciais de ação associadas a tremor distribuição- e músculo específico em diferentes frequências de tremor e uma organização subloops relacionados ao tremor intrinsecamente aos núcleos subtalâmicos.

2.5.3. Consumo de Oxigênio

A capacidade corporal de consumir oxigênio é um índice de aptidão cardiorrespiratória que baseia-se no conceito de taxa máxima de transporte de oxigênio desde o meio externo até as mitocôndrias (LEVINE, 2008). Assim, exames de medida de consumo de oxigênio (Vo_2) são massivamente realizados para avaliar quantitativamente metabolismo de vida diária (JORGENSEN et al., 2012), performance durante exercícios (LEVINE, 2008; POWERS; HOWLEY,

2000; SMITH; DOHERTY; PRICE, 2007), riscos pré operatórios(MITROPOULOS et al., 2017), entre outros fins.

Para tanto, variados são os tipos de exercícios, testes e meios de medir o Vo_2 , que podem ser realizados com atividade de corpo inteiro, de membros inferiores, de membros superiores ou mesmo de um único membro, desde que observadas as especificidades de cada modalidade (BIRKETT; EDWARDS, 1998; MITROPOULOS et al., 2017; POWERS; HOWLEY, 2000). Isto porque exercícios aeróbicos de membros superiores produzem valores máximos de Vo_2 mais baixos do que outros tipos de testes, ficando em torno de 67% a 73% dos valores obtidos em bicicleta (BIRKETT; EDWARDS, 1998; BULTHUIS et al., 2010; PROTAS et al., 1996). Além disso, exercícios executados por grupos musculares pequenos, como cicloergometria manual, podem induzir produção de fadiga antes do pico de consumo de O₂ (CASTRO et al., 2010; LEVINE, 2008).

3. Materiais e Métodos

3.1. População, amostra e processo de amostragem

A população do estudo será composta de todos os doentes de Parkinson cadastrados e ativos na Associação Pelotense de Parkinsonianos (APP), os quais serão convidados a participar voluntariamente da pesquisa. A amostra será formada por todos os indivíduos participantes da APP que aceitarem participar e que se encaixarem nos critérios de inclusão e exclusão, o que presume-se somar aproximadamente 20 indivíduos. O cálculo amostral exige contingente de 14 sujeitos para obter poder de 80%.

3.1.1. Critérios de Inclusão

Para a realização deste estudo serão incluídos indivíduos de ambos os sexos, de todas as idades, com diagnóstico de DP, que declarem apresentem tremor e/ou bradicinesia e/ou rigidez de membro superior há pelo menos um ano, com predominância destes sintomas em um dos MMSS.

3.1.2. Critérios de Exclusão

Serão excluídos da amostra todos aqueles que tiverem histórico de doença neuromuscular, Diabetes Mellitus sem controle, membro(s) superior(es) amputado(s), histórico de trauma grave com lesão de tecidos moles nas áreas estudadas, presença de osteossíntese no(s) membro(s) superior(es), pessoas com demência que comprometa a compreensão e execução das tarefas e as respostas aos questionários, utilização de marcapasso (limitador para EMG).

3.1.3. Cuidados Éticos

O projeto será submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da ESEF – UFPel e, após aprovação, será iniciado o processo de recrutamento da amostra. Todos os participantes serão entrevistados, receberão informações sobre os procedimentos do estudo e, mediante aceitação para participar do estudo, assinarão termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) – Anexo C.

3.2. Desenho Experimental

Será obtida listagem com os contatos dos participantes da APP. Posteriormente, haverá contato telefônico ou via e-mail para cada associado explicando brevemente sobre o estudo e realizando o convite à participação e agendamento de visita domiciliar para explanação sobre a pesquisa e assinatura do TCLE, aplicação dos questionários e agendamento dos testes para horário imediatamente após ingestão da medicação usual de cada paciente. Durante as visitas, os pacientes serão apresentados ao cicloergômetro e à máscara, com possibilidade de experimentar a execução do exercício semelhante ao que serão submetidos posteriormente.

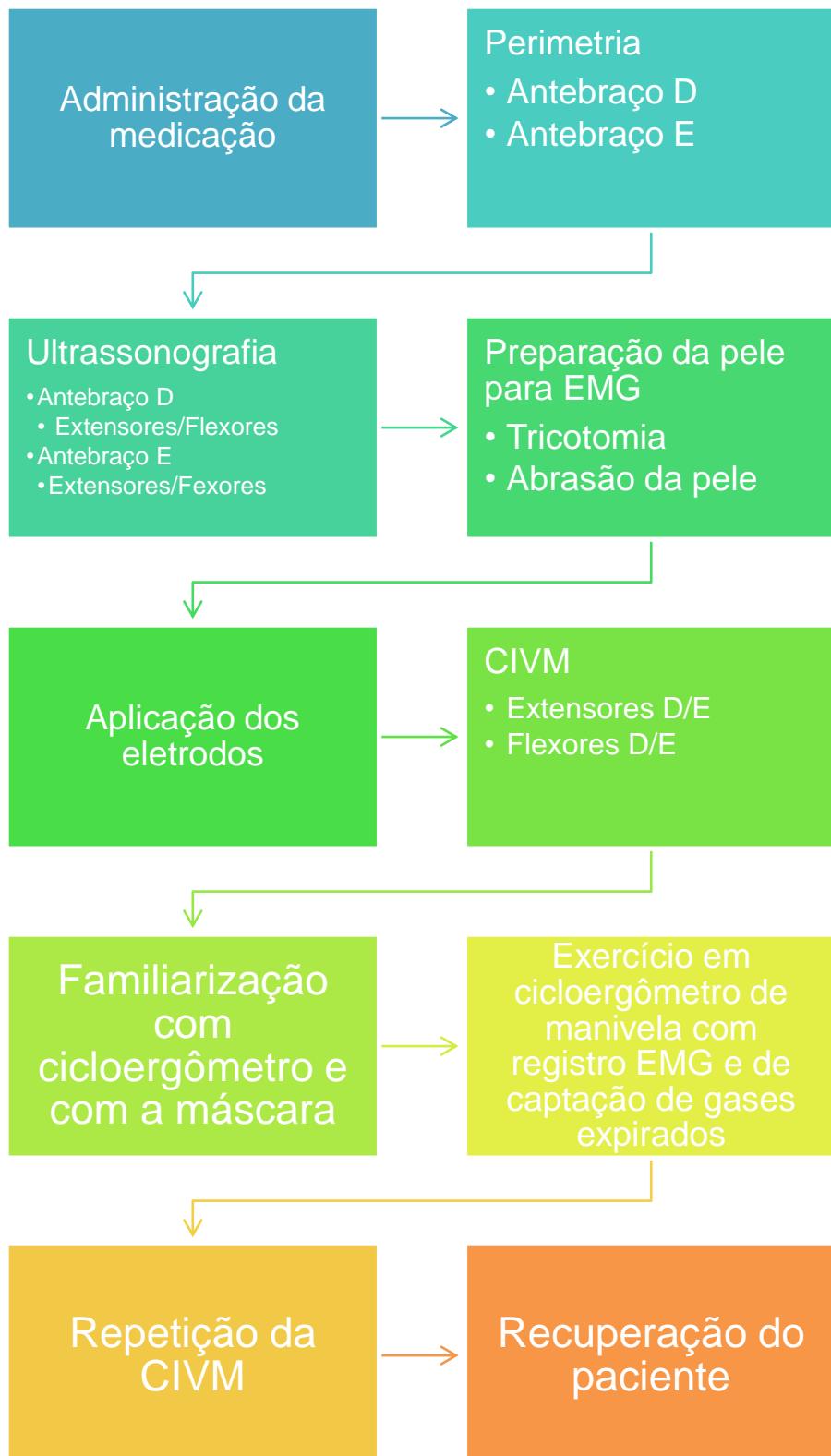
Após a chegada de cada indivíduo ao laboratório, será administrada a medicação antiparkinsoniana da maneira usual do sujeito. A seguir, serão realizados os seguintes procedimentos em sequência: perimetria de antebraço direito, perimetria de antebraço esquerdo, ultrassonografia de antebraço direito, ultrassonografia de antebraço esquerdo, tricotomia e abrasão das áreas de colocação dos eletrodos em cada antebraço, aplicação dos eletrodos, teste de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) para extensores de punho direito, CIVM para extensores de punho esquerdo, teste de CIVM para flexores de punho direito, teste de CIVM para flexores de punho esquerdo, familiarização do paciente com o cicloergômetro de manivela, colocação da máscara de captação de gases, realização de exercício em ergômetro de manivela com captação de gases expirados e eletromiografia de superfície, repetição do teste de CIVM para cada grupo muscular e em cada antebraço (Fig. 1).

O local dos testes será a Escola Superior de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

Os dados serão anotados em formulário específico, disponível no Anexo B.

Observação: A fim de minimizar efeito de fase *off* da medicação, os testes serão agendados para horários próximos aos da administração dos medicamentos, e então todos os participantes receberão sua dose usual destes 30 min antes da realização do exercício em manivela (PROTAS et al., 1996).

Figura 1. Fluxograma do desenho experimental



D: Direito; E: Esquerdo; EMG: Eletromiografia; CIVM: Teste de contração isométrica voluntária máxima

3.3. Procedimentos

A amostra será caracterizada a partir de questionário elaborado para identificar o perfil dos sujeitos elegíveis para o estudo. Este será composto por perguntas sobre idade, sexo, tempo de diagnóstico, tempo de manifestação dos sintomas, antecedentes de saúde e tratamentos realizados (Anexo C).

Já o nível de atividade física será conhecido a partir do questionário *International Physical Activity Questionnaire* (Questionário Internacional de Atividade Física)- IPAQ (BENEDETTI et al., 2007; HAGSTRÖMER; OJA; SJÖSTRÖM, 2006; MATSUDO et al., 2001), em seus domínios sobre atividades de lazer, atividades domésticas e de deslocamento, incluindo-se perguntas sobre a vida pregressa ao surgimento dos sintomas da doença e atuais.

A Escala de Hoehn & Yahr modificada será o método para avaliar o estadiamento da doença. Esta escala é amplamente utilizada na prática clínica e é de fácil aplicação. A partir da observação das manifestações da doença e de testes simples, obtém-se um escore que equivale ao estágio da doença (GOULART; PEREIRA, 2005; MELLO; BOTELHO, 2010), como apresentado na seção 2.3.

3.3.1. Perimetria

O perímetro de cada antebrço será medido com fita métrica aprovada pelo Inmetro, sobre a região de maior diâmetro de cada antebrço

3.3.2. Espessura Muscular e Ecointensidade

A espessura muscular de cada antebrço será medida por ultrassonografia em B-modo (Toshiba – Tosbee/SSA-240A, Japão), utilizando-se transdutor linear de frequência 7,5 MHz, com ganhos por domínio de tempo mantidos neutros e ganho geral fixo em 70 mm. O transdutor será posicionado no plano transverso, sobre a região de maior diâmetro do músculo a ser examinado. O examinador será um pesquisador experiente na realização do método e atentará para utilizar quantidade abundante de gel condutor à base de água e manter pressão

adequada sobre a pele a fim de evitar deformação e achatamento do músculo, o que poderia revelar espessura muscular menor do que a real (ARTS et al., 2010).

Para este procedimento, os pacientes permanecerão em posição sentada, com os membros superiores relaxados e cotovelos fletidos, permanecendo em repouso por 15 minutos antes do início do exame a fim de normalizar os fluidos corporais (WILHELM et al., 2014a). A avaliação dos flexores radiais do carpo se dará com os antebraços dos pacientes posicionados em supinação. Já para exame dos extensores ulnares do carpo, os segmentos serão mantidos pronados (ABE et al., 2015; PRATT; HOY; BASS FRANZCR, 2004).

Do exame ultrassonográfico serão captadas três imagens para posterior análise da ecointensidade dos músculos estudados, através do software Image J (National Institutes of Health, USA, version 1.37). A ecointensidade será avaliada por estudo da escala de cinza e apresentada por unidade arbitrária com valor entre 0 (preto) e 255 (branco) (WILHELM et al., 2014a).

As imagens serão codificadas e a análise da ecointensidade ocorrerá em momento posterior à captura das imagens. O avaliador será cegado para a identidade dos pacientes, dominância lateral e membro mais e menos afetado.

3.3.3. Traçado Eletromiográfico

O traçado eletromiográfico será obtido por eletromiografia de superfície utilizando-se eletromiógrafo (Miotool 400, MIOTEC, Porto Alegre, Brasil) dotado de quatro canais, com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal, estando acoplada, em um dos canais, uma célula de carga (MIOTEC, Porto Alegre, Brasil) com capacidade de 200 kgf, que será utilizada para coleta dos dados de força isométrica.

Os eletrodos bipolares (Double Trace, MIOTEC, Porto Alegre, Brasil) serão posicionados sobre os ventres dos músculos extensor radial do carpo e flexor radial do carpo, com uma distância inter-eletrodos de 20 mm, longitudinalmente no sentido das fibras musculares, em ambos os membros.

Os ventres musculares serão localizados por palpação (LEIJNSE et al., 2008b) e os eletrodos serão posicionados conforme localização ótima para

minimizar *crosstalk* definida por (LEIJNSE et al., 2008a) para extensores, e para flexores segundo (LIN et al., 2004) , como segue:

- Extensor ulnar do carpo: sobre o ventre muscular, a aproximadamente 50% do comprimento do rádio.
- Flexor radial do carpo: Sobre o ventre muscular, a aproximadamente 5 cm do tendão do bíceps.

Para normalização da amplitude do sinal EMG em cada músculo avaliado, foram realizadas três CIVM. Este procedimento ocorreu isoladamente em cada antebraço e para cada músculo. Os sujeitos ficaram sentados em uma cadeira, com o antebraço a ser examinado apoiado sobre suporte específico de altura regulável, empunhando uma manopla. Presa por uma corrente abaixo da manopla estava a célula de carga e, abaixo desta, uma fita presa a uma anilha suficientemente pesada para não ser elevada do chão durante as contrações. Os examinados ficaram com os ombros relaxados e aduzidos, e os cotovelos flexionados a 90° (LOU et al., 2003). Durante as contrações em flexão, os antebraços permaneceram em posição supinada e, para as extensões, pronadas.

Será solicitado a cada sujeito que realize a maior força possível em três tentativas, com encorajamento verbal, durante 5 segundos (KONRAD, 2005). Este procedimento será repetido logo após o exercício para que se possa avaliar a influência da atividade motora de MMSS sobre a força e a ativação muscular.

Durante o exercício em cicloergômetro manual, a cada 2 minutos, nos 5 segundos finais da fase de carga equivalente, será obtido e gravado o sinal EMG de cada grupo muscular com utilização do software Miograph.

Posteriormente, os espectros serão processados no software SAD 32 com remoção do componente DC, filtragem digital com filtro passa-banda *Butterworth* de 5^a ordem, com frequências de corte entre 20-500Hz. Aos cinco segundos finais de cada fase de carga (de dois minutos de duração), será feito recorte do terceiro segundo gravado da curva para a obtenção do valor Root Mean Square (RMS).

3.3.4. Consumo de Oxigênio

O VO₂_{pico} será medido por ergoespirometria utilizando-se o equipamento VO2000 (Medical Graphics, EUA) enquanto cada participante executa exercício em ergômetro de manivela (Mini Bike Pro E13 – ACTE Sports, Brasil), adaptado

artesanalmente para incremento de carga gravitacional. Concomitantemente, procedeu-se captação e análise de gases expirados a cada três ciclos ventilatórios utilizando um pneumotacógrafo ligado a sistema computadorizado calibrado. A análise dos gases será observada com auxílio do software Breeze (V. 6.4.1, Medical Graphics, St. Paul, MN, USA).

Deste modo, os participantes serão posicionados sentados, com a coluna lombar apoiada no encosto da cadeira e os cotovelos levemente fletidos (BULTHUIS et al., 2010; MITROPOULOS et al., 2017), tendo à sua frente o cicloergômetro apoiado sobre uma mesa..

O protocolo a ser utilizado será progressivo, iniciando-se com um minuto de aquecimento sem carga, a uma frequência de 60 rpm (pedalada completa), marcados por metrônomo digital (APP Metrônomo Cifra Club, Studio Sol, v. 1.6.3), mantida durante todo o teste. O metrônomo será programado para emitir batidas numa frequência de 120 BPM, de modo que cada som coincida com o movimento de um dos membros. A cada dois minutos será adicionada carga 100g. A cada incremento de carga será solicitado ao participante que informe o esforço percebido utilizando-se escala de 20 pontos Borg (BORG, 1982), que ficará exposta em banner em local facilmente visível à frente do sujeito. Antes da realização do teste, a utilização da escala de Borg será explicada e haverá familiarização dos participantes com a mesma.

O teste será interrompido quando a percepção de esforço for maior do que 17 ou quando o participante não puder manter ou recuperar a frequência de movimentos preconizada (CASTRO et al., 2010; MITROPOULOS et al., 2017).

A medida do Vo_2pico será obtida a partir do relatório gerado no software Breeze, considerando-se o maior valor registrado nos 30 segundos finais do teste.

4. Processamento e Análise de Dados

Os dados serão compilados e duplamente digitados utilizando-se o software EpiData (V. 3.1, EpiData Association, Dinamarca, 2010). Posteriormente, serão analisados utilizando-se o software Stata (V. 14.2, StataCorp LLC, EUA, 2017), no qual serão rodados testes estatísticos para que se descreva a amostra e se comparem medidas de perímetro, ecointensidade, espessura muscular, valores RMS e frequências médias dos espectros das curvas EMG dos antebraços mais e menos afetados pelos sintomas.

As medidas serão expressas como médias e desvio-padrão (SD) para descrever a amostra e para testar associações entre as variáveis através de análises bivariadas e/ou multivariáveis.

Além disso, serão feitas correlações entre o nível de AF e a qualidade muscular; o Vo2pico e o estadiamento da doença.

A consideração de significância assumido para este estudo será o valor de $\alpha=0,05$, o qual é obtido a partir do valor $p\leq 0,05$ gerado pelos testes estatísticos.

5. Aspectos Éticos

O projeto será apreciado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas e, após aprovação, terá os procedimentos iniciados.

Para a realização desta pesquisa serão realizados exames não invasivos e que não expõem os participantes a qualquer tipo de radiação ou de agentes químicos potencialmente alergênicos ou nocivos à saúde.

Existe o risco de irritação cutânea em decorrência da tricotomia e da abrasão da pele com algodão embebido em álcool 70% como procedimentos preparatórios para a fixação dos eletrodos utilizados durante o exame eletromiográfico. É possível também que os participantes apresentem sensação de fadiga durante o exercício em cicloergômetro manual. Todos os prováveis inconvenientes são considerados de pequena magnitude de significância e,

portanto, configuram risco mínimo, segundo as Diretrizes Éticas Internacionais para Estudos Epidemiológicos (CIOMS, 1016). Mesmo assim, após a realização do teste, os participantes poderão permanecer no local por tempo suficiente para a sua recuperação, em local seguro e confortável, terão água à sua disposição para hidratação e receberão orientações sobre os cuidados com a pele em caso de aparecimento de irritação.

A participação dos indivíduos no estudo será voluntária e consentida, formalmente registrada em termo de consentimento esclarecido. A identidade dos participantes, bem como todas as informações e dados coletados serão mantidos em sigilo e será respeitado o direito de recusa à participação de sujeitos que não desejarem envolver-se na pesquisa.

6. Divulgação dos Resultados

Os resultados da pesquisa serão divulgados de modo primordial na forma de dissertação de mestrado em Educação Física, como exigência para obtenção do título de Mestre em Educação Física pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Pelotas.

Também serão publicados em formato de artigos científicos de periódicos da área e em eventos científicos, além de serem apresentados à população alvo (participantes da APP) em breve palestra contextualizada aos seus interesses cotidianos, aberta a questionamentos. Adicionalmente, será veiculada nota em jornal da região.

Os participantes que desejarem conhecer as suas medidas individuais receberão um relatório impresso com os seus dados.

7. Orçamento

PRODUTO	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Água	1 (20 L)	R\$15,00	15,00
Álcool em gel	1 L	R\$ 7,00	14,00
Algodão	6	R\$ 5,00	30,00
Automóvel abastecido	2	R\$180,00	360,00
Banner	1	R\$20,00	20,00
Canetas	5	R\$4,00	20,00
Fita Métrica	1	R\$5,00	5,00
Folhas A4	500	R\$15,00	15,00
Gel Condutor	1	R\$17,00	17,00
Lâminas de barbear	40	R\$ 1,20	48,00
Lâminas de desenho	80	R\$ 1,00	80,00
Papel Toalha	4	R\$2,50	10,00
Custo total			R\$692,00

8. Cronograma

Fase/mês	Elaboração do projeto	Revisão de Literatura	Qualificação	Ajustes	Recrutamento da amostra	Coleta de dados	Análise dos dados	Elaboração dos artigos	Submissão dos artigos	Defesa	Ajustes finais
Mar./17	X	X									
Abr./17	X	X									
Mai./17	X	X									
Jun./17	X	X									
Jul./17	X	X									
Ago./17	X	X									
Set./17	X	X									
Out./17	X	X									
Nov./17	X	X									
Dez./17	X	X									
Jan./18	X	X									
Fev./18		X	X	X	X						
Mar./18		X			X	X					
Abr./18		X				X					
Mai./18		X					X	X			
Jun./18		X						X			
Jul./18									X		
Ago./18		X							X	X	X

9. Referências

- ABBRUZZESE, G. et al. Rehabilitation for Parkinson's disease: Current outlook and future challenges. **Parkinsonism and Related Disorders**, p. 1–5, 2015.
- ABE, T. et al. Associations between Handgrip Strength and Ultrasound-Measured Muscle Thickness of the Hand and Forearm in Young Men and Women. **Ultrasound in Medicine and Biology**, v. 41, n. 8, p. 2125–2130, 2015.
- AKUNDI, R. S. et al. Increased Mitochondrial Calcium Sensitivity and Abnormal Expression of Innate Immunity Genes Precede Dopaminergic Defects in Pink1-Deficient Mice. **PLoS ONE**, v. 6, n. 1, p. 1–21, 13 jan. 2011.
- ALLEN, N. E. et al. Bradykinesia, muscle weakness and reduced muscle power in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 24, n. 9, p. 1344–1351, 15 jul. 2009.
- ALVES DA ROCHA, P.; MCCLELLAND, J.; MORRIS, M. E. Complementary physical therapies for movement disorders in Parkinson's disease: a systematic review. **European journal of physical and rehabilitation medicine**, v. 51, n. 6, p. 693–704, dez. 2015.
- ANDREWS, C. J.; BURKE, D.; LANCE, J. W. The response to muscle stretch and shortening in parkinsonian rigidity. **Brain**, v. 95, n. 4, p. 795–812, 1972.
- ARTS, I. M. P. et al. Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults. **Muscle & Nerve**, v. 41, n. 1, p. 32–41, jan. 2010.
- ARTS, I. M. P. et al. Intramuscular fibrous tissue determines muscle echo intensity in amyotrophic lateral sclerosis. **Muscle & nerve**, v. 45, n. 3, p. 449–50, mar. 2012.
- BARBAT-ARTIGAS, S. et al. How to assess functional status: A new muscle quality index. **Journal of Nutrition, Health and Aging**, v. 16, n. 1, p. 67–77, 2012.

BARBAT-ARTIGAS, S. et al. Muscle quantity is not synonymous with muscle quality. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 14, n. 11, p. 852.e1-852.e7, 2013.

BARBIERI, F. A. et al. Functional capacity of Brazilian patients with Parkinson's disease (PD): Relationship between clinical characteristics and disease severity. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 54, n. 2, p. e83–e88, mar. 2012.

BARBIERI, F. A. et al. Effects of physical exercise on articular range of motion of the lower limb in the Parkinson's disease individuals. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 21, n. 2, p. 167–173, 2014.

BARBOSA, M. T. et al. Parkinsonism and Parkinson's disease in the elderly: A community-based survey in Brazil (the Bambuí study). **Movement Disorders**, v. 21, n. 6, p. 800–808, 6 jun. 2006.

BENEDETTI, T. R. BERTOLDO et al. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. **Rev Bras Med Esporte**, v. 13, n. 1, p. 11–16, 2007.

BERARDELLI, A. et al. Pathophysiology of bradykinesia in Parkinson's disease. **Brain**, v. 124, n. 11, p. 2131–2146, 1 nov. 2001.

BIRKETT, W. A.; EDWARDS, D. F. The use of one-arm crank ergometry in the prediction of upper body aerobic capacity. **Clinical Rehabilitation**, v. 12, n. 4, p. 319–327, 28 ago. 1998.

BORG, G. A. V. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 14, n. 5, p. 377–381, 1982.

BORGES, V.; FERRAZ, H. B. Tremores. **Revista Neurociências**, v. 14, n. 1, p. 43–47, 2006.

BRASIL. **PROTOCOLO CLÍNICO E DIRETRIZES TERAPÊUTICAS DOENÇA DE PARKINSON**Ministério da Saúde, , 2010. Disponível em: <<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/pnhah01.pdf>>

BRIENESSE, L. A.; EMERSON, M. N. Effects of Resistance Training for People With Parkinson's Disease: A Systematic Review. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 14, n. 4, p. 236–241, abr. 2013.

BROWN, P.; CORCOS, D. M.; ROTHWELL, J. C. Does parkinsonian action tremor contribute to muscle weakness in Parkinson's disease? **Brain**, v. 120, p. 401–408, 1 mar. 1997.

BROWN, R. G. et al. The Parkinson fatigue scale. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 11, n. 1, p. 49–55, 2005.

BRUNO, A. E.; SETHARES, K. A. Fatigue in Parkinson disease: an integrative review. **The Journal of neuroscience nursing**, v. 47, n. 3, p. 146–153, 2015.

BULTHUIS, Y. et al. Arm Crank Ergometer is Reliable and Valid for Measuring Aerobic Capacity During Submaximal Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2809–2815, out. 2010.

CADORE, E. L. et al. Echo intensity is associated with skeletal muscle power and cardiovascular performance in elderly men. **Experimental Gerontology**, v. 47, n. 6, p. 473–478, 2012.

CALBET, J. A. L. et al. Why do arms extract less oxygen than legs during exercise? **Am J Physiol Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 289, n. 5, p. 1448–1458, 1 nov. 2005.

CAMPOS, I. et al. Evidências na Reabilitação do Doente Parkinsónico. **Revista da Sociedade Portuguesa de Medicina Física e de Reabilitação**, v. 18, n. 2, p. 29–32, 2009.

CARESIO, C. et al. Muscle echo intensity: Reliability and conditioning factors. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 35, n. 5, p. 393–403, 2015.

CASTRO, R. R. T. et al. The influence of a fast ramp rate on peak cardiopulmonary parameters during arm crank ergometry. **Clinical Physiology**

and Functional Imaging, v. 30, n. 6, p. 420–425, nov. 2010.

CHENG, S. P. et al. Training effects of a 12-week walking program on Parkinson disease patients and community-dwelling older adults. **NeuroRehabilitation**, v. 32, n. 4, p. 967–976, 2013.

CHERUBINI, M.; WADE-MARTINS, R. Convergent pathways in Parkinson's disease. **Cell and Tissue Research**, p. 1–12, 2017.

CHOU, K. L.; KOTAGAL, V.; BOHNEN, N. I. Neuroimaging and clinical predictors of fatigue in Parkinson disease. **Parkinsonism and Related Disorders**, p. 1–5, 2015.

CHRISTOFOLETTI, G. et al. Risco de quedas em idosos com Doença de Parkinson e Demência de Alzheimer: Um estudo transversal. **Rev. bras. fisioter.**, v. 10, n. 4, p. 429–433, 2006.

CHUNG, C. L. H.; THILARAJAH, S.; TAN, D. Effectiveness of resistance training on muscle strength and physical function in people with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. **Clinical Rehabilitation**, v. 30, n. 1, p. 11–23, 17 jan. 2016.

CHUNG, C. Y. et al. Dynamic Changes in Presynaptic and Axonal Transport Proteins Combined with Striatal Neuroinflammation Precede Dopaminergic Neuronal Loss in a Rat Model of AAV -Synucleinopathy. **Journal of Neuroscience**, v. 29, n. 11, p. 3365–3373, 2009.

CIOMS, C. FOR I. O. OF M. S. **International Ethical Guidelines for Epidemiological Studies**. 4. ed. Geneva: [s.n.].

COMBS, S. A. et al. Boxing Training for Patients With Parkinson Disease: A Case Series. **Physical therapy**, v. 91, n. 1, p. 132–142, 2011.

COMBS, S. A. et al. Community-based group exercise for persons with Parkinson disease: A randomized controlled trial. **NeuroRehabilitation**, v. 32, p. 117–124, 2013.

COSTELLO, E. et al. **Motivators, barriers, and beliefs regarding physical activity in an older adult population***Journal of Geriatric Physical Therapy*. [s.l]: s.n.].

CRUICKSHANK, T. M.; REYES, A. R.; ZIMAN, M. R. A Systematic Review and Meta-Analysis of Strength Training in Individuals With Multiple Sclerosis Or Parkinson Disease. **Medicine**, v. 94, n. 4, p. 1–15, jan. 2015.

DA SILVA, F. C. et al. Effects of Physical-Exercise-Based Rehabilitation Programs on the Quality of Life of Patients With Parkinson's Disease: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 24, n. 3, p. 484–496, jul. 2016.

DE LAU, L. M.; BRETELER, M. M. Epidemiology of Parkinson's disease. **The Lancet Neurology**, v. 5, n. 6, p. 525–535, jun. 2006.

DE LUCA, C. I. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. **Journal of applied biomechanics**, v. 13, p. 135–163, 1997.

DIAS-TOSTA, E. et al. **Doença de Parkinson - Recomendações**. 1. ed. São Paulo: Omniafarma, 2010.

DIBBLE, L. E. et al. 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**, v. 15, n. 10, p. 752–757, 2009.

DIBBLE, L. E. et al. Exercise and Medication Effects on Persons With Parkinson Disease Across the Domains of Disability. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 39, n. 2, p. 85–92, 2015.

DOMINGOS, J.; COELHO, M.; FERREIRA, J. J. Referral to rehabilitation in Parkinson's disease: who, when and to what end? **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 71, n. 12, p. 967–972, 1 dez. 2013.

DOPPLER, K. et al. Cutaneous neuropathy in Parkinson's disease: a window into brain pathology. **Acta neuropathologica**, v. 128, n. 1, p. 99–109, 1

jul. 2014.

DU, L.-J. et al. Ultrasound shear wave elastography in assessment of muscle stiffness in patients with Parkinson's disease: a primary observation. **Clinical imaging**, v. 40, n. 6, p. 1075–1080, nov. 2016.

DUNCAN, R. P.; EARHART, G. M. Are the Effects of Community-Based Dance on Parkinson Disease Severity, Balance, and Functional Mobility Reduced with Time? A 2-Year Prospective Pilot Study. **The Journal of Alternative and Complementary Medicine**, v. 20, n. 10, p. 757–763, 2014.

EDSTRÖM, L. Selective changes in the sizes of red and white muscle fibres in upper motor lesions and Parkinsonism. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 11, n. 6, p. 537–550, 1970.

ELLIS, T.; MOTL, R. W. Physical activity behavior change in persons with neurologic disorders: Overview and examples from Parkinson disease and multiple sclerosis. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 37, n. 2, p. 85–90, 2013.

ESTEVES, A. R. et al. Mitochondrial respiration and respiration-associated proteins in cell lines created through Parkinson's subject mitochondrial transfer. **Journal of Neurochemistry**, v. 113, n. 3, p. 674–82, maio 2010.

FABBRINI, G. et al. Fatigue in Parkinson's disease: motor or non-motor symptom? **Parkinsonism & Related Disorders**, v. 19, n. 2, p. 148–52, 2013.

Fisioterapia. Disponível em:
<http://www.parkinson.org.br/firefox/index.html>. Acesso em: 1 jan. 2018.

FRIEDMAN, J. H.; FRIEDMAN, H. Fatigue in Parkinson's disease: a nine-year follow-up. **Movement Disorders**, v. 16, n. 6, p. 1120–1122, 1 nov. 2001.

FRONTERA, W. R. et al. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. **Journal of Applied Physiology**, v. 71, n. 2, p. 644–650, 1991.

FUKUMOTO, Y. et al. Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 4, p. 1519–1525, 17 abr. 2012.

GAO, J. et al. Ultrasound strain elastography in assessment of resting biceps brachii muscle stiffness in patients with Parkinson's disease: a primary observation. **Clinical imaging**, v. 40, n. 3, p. 440–4, maio 2016.

GARBER, C. E.; FRIEDMAN, J. H. Effects of fatigue on physical activity and function in patients with Parkinson's disease. **Neurology**, v. 60, n. 1, p. 1119–1124, 2003.

GOBBI, L. T. B. et al. Exercise programs improve mobility and balance in people with Parkinson's disease. **Parkinsonism & Related Disorders**, v. 15, p. S49–S52, dez. 2009.

GOBBI, S. et al. Behavior and Barriers: Physical Activity in Institutionalized Elderly. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 24, n. 4, p. 451–458, 2008.

GOETZ, C. G. et al. Movement Disorder Society-Sponsored Revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS): Scale presentation and clinimetric testing results. **Movement Disorders**, v. 23, n. 15, p. 2129–2170, 2008a.

GOETZ, C. G. et al. Escala unificada de avaliação da Doença de Parkinson. **International Parkinson and Movement Disorder Society**, p. 1–32, 2008b.

GOODPASTER, B. H. et al. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The Health ABC Study. **Journal of Applied Physiology**, v. 90, n. 6, p. 2157–2165, 2001.

GOULART, F. et al. Análise do desempenho funcional em pacientes portadores de doença de Parkinson Analysis of functional performance in patients with Parkinson ' s disease. **Acta Fisiátrica**, v. 11, n. 1, p. 12–16, 2004.

GOULART, F.; PEREIRA, L. X. Uso de escalas para avaliação da doença

de Parkinson em fisioterapia. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 11, n. 1, p. 49–56, 2005.

GRAZINA, R.; MASSANO, J. Physical exercise and Parkinson's disease: influence on symptoms, disease course and prevention. **Reviews in the Neurosciences**, v. 24, n. 2, p. 139–52, 1 jan. 2013.

GUYTON; HALL. **Tratado de Fisiologia Médica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.

HACKNEY, M. E.; EARHART, G. M. Tai Chi improves balance and mobility in people with Parkinson disease. **Gait and Posture**, v. 28, n. 3, p. 456–460, 2008.

HAGSTRÖMER, M.; OJA, P.; SJÖSTRÖM, M. The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): a study of concurrent and construct validity. **Public Health Nutrition**, v. 9, n. 6, p. 755–762, 2 set. 2006.

HIRAYAMA, M. S. **Atividade Física E Doença De Parkinson: Mudança de comportamento, auto-eficácia e barreiras percebidas**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista, 2006.

JANKELOWITZ, S. K.; BURKE, D. Do the motor Manifestations of Parkinson disease alter motor axon excitability? **Muscle and Nerve**, v. 45, n. 1, p. 43–47, 2012.

JORGENSEN, H. U. et al. Free-living energy expenditure reduced after deep brain stimulation surgery for Parkinson's disease. **Clinical physiology and functional imaging**, v. 32, n. 3, p. 214–20, maio 2012.

KAKINUMA, S. et al. Muscle Weakness in Parkinson's Disease: Isokinetic Study of the Lower Limbs. **European Neurology**, v. 39, n. 4, p. 218–222, 1998.

KALRON, A.; ZEILIG, G. Efficacy of exercise intervention programs on cognition in people suffering from multiple sclerosis, stroke and Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis of current evidence. **NeuroRehabilitation**, v. 37, n. 2, p. 273–289, 15 out. 2015.

KASAI, T.; KAWANISHI, M.; YAHAGI, S. The effects of wrist muscle vibration on human voluntary elbow flexion-extension movements. **Experimental Brain Research**, v. 90, n. 1, p. 217–220, 1992.

KING, L. A. et al. Effects of Group, Individual, and Home Exercise in Persons With Parkinson Disease. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 39, n. 4, p. 204–212, 2015.

KLAMROTH, S. et al. Effects of Exercise Therapy on Postural Instability in Parkinson Disease. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 40, n. 1, p. 3–14, jan. 2016.

KLUGER, B. M. Fatigue in Parkinson ' s Disease. In: **International Review of Neurobiology**. [s.l.] Academic Press, 2017. v. 133p. 1–26.

KONRAD, P. **The ABC of EMG A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography**. [s.l: s.n].

KRISHNAMURTHI, N. et al. Polestriding Intervention Improves Gait and Axial Symptoms in Mild to Moderate Parkinson Disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 98, n. 4, p. 613–621, 2017.

KURTAIS, Y. et al. Does treadmill training improve lower-extremity tasks in Parkinson disease? A randomized controlled trial. **Clinical journal of sport medicine**, v. 18, n. 3, p. 289–291, 2008.

LAMOTTE, G. et al. Effects of endurance exercise training on the motor and non-motor features of Parkinson's disease: a review. **Journal of Parkinson's disease**, v. 5, n. 1, p. 21–41, 2015.

LAUZÉ, M.; DANEAULT, J.-F.; DUVAL, C. The Effects of Physical Activity in Parkinson's Disease: A Review. **Journal of Parkinson's Disease**, v. 6, n. 4, p. 685–698, 19 out. 2016.

LEE, H. J. et al. Clinicians' Tendencies to Under-Rate Parkinsonian Tremors in the Less Affected Hand. **PloS one**, v. 10, n. 6, p. e0131703, 25 jun. 2015.

LEE, K.-S.; LEE, W.-H.; HWANG, S. Modified constraint-induced movement therapy improves fine and gross motor performance of the upper limb in Parkinson disease. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 90, n. 5, p. 380–6, maio 2011.

LEES, A. J. The on-off phenomenon. **Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry**, v. Suppl, p. 29–37, jun. 1989.

LEIJNSE, J. N. A. L. et al. Anatomic Basis for Individuated Surface EMG and Homogeneous Electrostimulation With Neuroprostheses of the Extensor Digitorum Communis. **Journal of Neurophysiology**, v. 100, n. 1, p. 64–75, 2008a.

LEIJNSE, J. N. A. L. et al. Assessment of individual finger muscle activity in the extensor digitorum communis by surface EMG. **Journal of neurophysiology**, v. 100, n. 6, p. 3225–35, 1 dez. 2008b.

LEVINE, B. D. Vo₂max: What Do We Know, and What Do We Still Need To Know? **The Journal of Physiology**, v. 586, n. 1, p. 25–34, 2008.

LI, X. et al. Motor unit number index examination in dominant and non-dominant hand muscles. **L laterality**, v. 20, n. 6, p. 699–710, 2 nov. 2015.

LIEBER, R. L.; FRIDEN, J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. **Muscle & Nerve**, v. 23, n. nov, p. 1647–1666, 2000.

LIMA, D. F. DE; LEVY, R. B.; LUIZ, O. DO C. Recomendações para atividade física e saúde: consensos, controvérsias e ambiguidades. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 36, n. 3, p. 164–170, 2014.

LIMA, L. O.; SCIANNI, A.; RODRIGUES-DE-PAULA, F. Progressive resistance exercise improves strength and physical performance in people with mild to moderate Parkinson's disease: a systematic review. **Journal of Physiotherapy**, v. 59, p. 7–13, mar. 2013.

LIN, M. I. et al. Electromyographical assessment on muscular fatigue - An elaboration upon repetitive typing activity. **Journal of Electromyography and**

Kinesiology, v. 14, n. 6, p. 661–669, 2004.

LIN, M. T.; BEAL, M. F. Mitochondrial dysfunction and oxidative stress in neurodegenerative diseases. **Nature**, v. 443, p. 787–795, 19 out. 2006.

LOREN, G. J. et al. Human wrist motors: Biomechanical design and application to tendon transfers. **Journal of Biomechanics**, v. 29, n. 3, p. 331–342, 1996.

LOU, J.-S. et al. Levodopa improves physical fatigue in Parkinson's disease: A double-blind, placebo-controlled, crossover study. **Movement Disorders**, v. 18, n. 10, p. 1108–1114, 1 out. 2003.

LOU, J.-S. Physical and mental fatigue in Parkinson's disease: epidemiology, pathophysiology and treatment. **Drugs & aging**, v. 26, n. 3, p. 195–208, 2009.

LOUIE, S. et al. Quantitative lateralized measures of bradykinesia at different stages of Parkinson's disease: the role of the less affected side. **Movement Disorders**, v. 24, n. 13, p. 1991–7, 15 out. 2009.

LYNCH, N. A. et al. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. **Journal of applied physiology**, v. 86, n. 1, p. 188–194, 1999.

MAILANKODY, P. et al. Re-emergent tremor in Parkinson's disease: A clinical and electromyographic study. **Journal of the neurological sciences**, p. 1–18, 15 jul. 2016.

MARCHANT, D.; SYLVESTER, J. L.; EARHART, G. M. Effects of a short duration, high dose contact improvisation dance workshop on Parkinson disease: A pilot study. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 18, n. 5, p. 184–190, 2010.

MATSUDO, S. et al. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): Estudo de validade e reproduzibilidade no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 6, n. 2, p. 5–18, 15 out. 2001.

MAUGHAN, R. J.; WATSON, J. S.; WEIR, J. Strength and Cross Sectional Area of Skeletal Muscle. **The Journal of Physiology**, v. 338, n. 1, p. 87–138, 1983.

MCGOUGH, E. L. et al. A Tandem Cycling Program. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 40, n. 4, p. 223–229, 2016.

MCGREGOR, R. A.; CAMERON-SMITH, D.; POPPITT, S. D. It is not just muscle mass: A review of muscle quality, composition and metabolism during ageing as determinants of muscle function and mobility in later life. **Longevity and Healthspan**, v. 3, n. 1, p. 1–8, 2014.

MCNEELY, M. E. et al. Differential effects of tango versus dance for PD in Parkinson disease. **Frontiers in Aging Neuroscience**, v. 7, p. 1–8, 2015.

MELLO, M. P. B. DE; BOTELHO, A. C. G. Correlação das escalas de avaliação utilizadas na doença de Parkinson com aplicabilidade na fisioterapia. **Fisioterapia em Movimento**, v. 23, n. 1, p. 121–127, mar. 2010.

MHATRE, P. V. et al. Wii Fit Balance Board Playing Improves Balance and Gait in Parkinson Disease. **PM and R**, v. 5, n. 9, p. 769–770, 2013.

MILANOV, I. Electromyographic differentiation of tremors. **Clinical Neurophysiology**, v. 112, n. 9, p. 1626–1632, set. 2001.

MITROPOULOS, A. et al. Validation of an Arm Crank Ergometer Test for Use in Sedentary Adults. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 16, p. 558–564, 2017.

MOORE, D. J. et al. MOLECULAR PATHOPHYSIOLOGY OF PARKINSON'S DISEASE. **Annual Review of Neuroscience**, v. 28, n. 1, p. 57–87, 21 jul. 2005.

NI, M. et al. Comparative effect of power training and high-speed yoga on motor function in older patients with parkinson disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 97, n. 3, p. 345–354, 2015.

NI, X. et al. Efficacy and Safety of Tai Chi for Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **PLoS ONE**, v. 9, n. 6, p. 1–11, 13 jun. 2014.

NIMWEGEN, M. VAN et al. Physical inactivity in Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, v. 258, n. 12, p. 2214–2221, 2011.

OLANOW, C. W. et al. Factors predictive of the development of Levodopa-induced dyskinesia and wearing-off in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 28, n. 8, p. 1064–1071, 1 jul. 2013.

OLANOW, C. W.; STERN, M. B.; SETHI, K. The scientific and clinical basis for the treatment of Parkinson disease (2009). **Neurology**, v. 72, n. SUPPL. 4, p. 1–136, 2009.

ORCIOLI-SILVA, D. et al. Effects of a multimodal exercise program on the functional capacity of Parkinson's disease patients considering disease severity and gender TT - Efeitos de um programa de exercícios multimodal na capacidade funcional de pacientes com doença de Parki. **Motriz rev. educ. fís. (Impr.)**, v. 20, n. 1, p. 100–106, 2014.

PALMER, T. B.; THOMPSON, B. J. Influence of age on passive stiffness and size, quality, and strength characteristics - Accepted Article. v. 55, n. 3, p. 305–315, 2016.

PFEIFFER, R. F. Non-motor symptoms in Parkinson's disease. **Parkinsonism & Related Disorders**, p. 1–4, jan. 2015.

PILLEN, S. et al. Quantitative gray-scale analysis in skeletal muscle ultrasound: A comparison study of two ultrasound devices. **Muscle & Nerve**, v. 39, n. 6, p. 781–786, 1 jun. 2009.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do Exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2000.

PRATT, R. K.; HOY, G. A.; BASS FRANZCR, C. Extensor Carpi Ulnaris

Subluxation or Dislocation? Ultrasound Measurement of Tendon Excursion and Normal Values. **Hand Surgery**, v. 9, n. 0, p. 137–143, 2004.

PRINGSHEIM, T. et al. **The prevalence of Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis****Movement Disorders**, nov. 2014. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24976103>>. Acesso em: 3 dez. 2017

PROTAS, E. J. et al. Cardiovascular and Metabolic Responses to Upper- and Lower-Extremity Exercise in Men With Idiopathic Parkinson's Disease. **Physical Therapy**, v. 76, n. 1, p. 34–40, 1 jan. 1996.

RADAELLI, R. et al. Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. **Experimental Gerontology**, v. 48, n. 8, p. 710–716, 1 ago. 2013.

RAVENEK, M. J.; SCHNEIDER, M. A. Social support for physical activity and perceptions of control in early Parkinson's disease. **Disability and Rehabilitation**, v. 31, n. 23, p. 1925–1936, 2009.

RECH, A. et al. Echo intensity is negatively associated with functional capacity in older women. **Age**, v. 36, n. 5, 2014.

RECK, C. et al. Characterisation of tremor-associated local field potentials in the subthalamic nucleus in Parkinson's disease. **The European journal of neuroscience**, v. 29, n. 3, p. 599–612, fev. 2009.

ROBICHAUD, J. A. et al. **Effect of medication on EMG patterns in individuals with Parkinson's disease****Movement Disorders**, set. 2002. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12360544>>. Acesso em: 30 nov. 2017

RODRIGUEZ-OROZ, M. C. et al. **Initial clinical manifestations of Parkinson's disease: features and pathophysiological mechanisms****The Lancet Neurology**Elsevier, , 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474442209702935>>. Acesso

em: 12 nov. 2017

ROEDER, L. et al. Effects of Resistance Training on Measures of Muscular Strength in People with Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. **PLOS ONE**, v. 10, n. 7, p. 1–23, 6 jul. 2015.

RUONALA, V. et al. EMG signal morphology in essential tremor and Parkinson's disease. **35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS**, p. 5765–5768, jul. 2013.

RUONALA, V. et al. EMG signal morphology and kinematic parameters in essential tremor and Parkinson's disease patients. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 24, n. 2, p. 300–306, 2014.

RUSS, D. W. et al. Evolving concepts on the age-related changes in "muscle quality". **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 3, n. 2, p. 95–109, 2012.

SAVASSI, L. C. M. Qualidade em serviços públicos: os desafios da atenção primária. **Rev Bras med fam comunidade**, v. 7, n. 23, p. 69–74, 2012.

SCHAPIRA, A. H. V.; CHAUDHURI, K. R.; JENNER, P. Non-motor features of Parkinson disease. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 18, n. 7, p. 435–450, 2017.

SCHENKMAN, M. et al. Exercise for People in early- or- Mid Stage Parkinson Disease: A 16-Month Randomized Controlled Trial. **Physical therapy**, v. 92, n. 11, p. 1395–1410, 2012.

SCHIAFFINO, S.; REGGIANI, C. Fiber Types in Mammalian Skeletal Muscles. **Physiological Reviews**, v. 91, n. 4, p. 1447–1531, 2011.

SCHIFITTO, G. et al. Fatigue in levodopa-naïve subjects with Parkinson disease. **Neurology**, v. 71, n. 7, p. 481–485, 2008.

SHARP, K.; HEWITT, J. Dance as an intervention for people with Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. **Neuroscience &**

Biobehavioral Reviews, nov. 2014.

SHEN, X.; WONG-YU, I. S. K.; MAK, M. K. Y. Effects of Exercise on Falls, Balance, and Gait Ability in Parkinson's Disease. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 30, n. 6, p. 1–16, 21 jul. 2016.

SHULMAN, J. M.; DE JAGER, P. L.; FEANY, M. B. Parkinson's Disease: Genetics and Pathogenesis. **Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease**, v. 6, n. 1, p. 193–222, 28 fev. 2011.

SIPILÄ, S.; SUOMINEN, H. Muscle ultrasonography and computed tomography in elderly trained and untrained women. **Muscle & Nerve**, v. 16, n. 3, p. 294–300, mar. 1993.

SIPILÄ, S.; SUOMINEN, H. Quantitative ultrasonography of muscle: Detection of adaptations to training in elderly women. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 77, p. 1173–1178, 1 nov. 1996.

SIXEL-DÖRING, F. et al. Associated factors for REM sleep behavior disorder in Parkinson disease. **Neurology**, v. 77, n. 9, p. 1048–1054, 2011.

SMITH, P. M.; DOHERTY, M.; PRICE, M. J. The effect of crank rate strategy on peak aerobic power and peak physiological responses during arm crank ergometry. **Journal of Sports Sciences**, v. 25, n. 6, p. 711–718, 2007.

STEGEMÖLLER, E. et al. Laterality of repetitive finger movement performance and clinical features of Parkinson's disease. **Human movement science**, v. 49, p. 116–23, out. 2016.

STEIDL, E. M. DOS S.; ZIEGLER, J. R.; FERREIRA, F. V. Doença de Parkinson: Revisão Bibliográfica. **Disciplinarum Scientia | Saúde**, v. 8, n. 1, p. 115–129, 11 mar. 2016.

STEVENS-LAPSLY, J.; KLUGER, B. M.; SCHENKMAN, M. Quadriceps Muscle Weakness, Activation Deficits, and Fatigue With Parkinson Disease. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 26, n. 5, p. 533–541, 2 jun. 2012.

STOCCHI, F. et al. Prevalence of fatigue in Parkinson disease and its clinical correlates. **Neurology**, v. 83, n. 3, p. 1–6, 2014.

ŠUMEC, R. et al. Psychological Benefits of Nonpharmacological Methods Aimed for Improving Balance in Parkinson's Disease: A Systematic Review. **Behavioural Neurology**, v. 2015, p. 1–16, 2015.

TAMBOSCO, L. et al. Rehabilitation and Parkinson's disease: Relevance of a strength training protocol. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, p. 1–26, mar. 2014.

TEIXEIRA-ARROYO, C. et al. Exercise and cognitive functions in Parkinson's disease: Gender differences and disease severity. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 20, n. 4, p. 461–469, dez. 2014.

Threatment. Disponível em: <<http://parkinson.org/understanding-parkinsons/treatment>>. Acesso em: 1 jan. 2018.

TODD, G. et al. Hand function is impaired in healthy older adults at risk of Parkinson's disease. **Journal of Neural Transmission**, v. 121, n. 11, p. 1377–1386, 3 nov. 2014.

TOMLINSON, C. L. et al. Physiotherapy versus placebo or no intervention in Parkinson's disease. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 9, p. 1–97, 10 set. 2013.

TOMLINSON, C. L. et al. Physiotherapy for Parkinson's disease: a comparison of techniques. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 6, p. 1–119, 17 jun. 2014.

TRIP, J. et al. Muscle ultrasound measurements and functional muscle parameters in non-dystrophic myotonias suggest structural muscle changes. **Neuromuscular disorders : NMD**, v. 19, n. 7, p. 462–7, jul. 2009.

UMPHRED, D. A. **Reabilitação Neurológica**. 4. ed. São Paulo: Manole, 2004.

WILHELM, E. N. et al. Relationship between quadriceps femoris echo intensity, muscle power, and functional capacity of older men. **AGE**, v. 36, n. 3, p. 1113–1122, 11 jun. 2014a.

WILHELM, E. N. et al. Concurrent strength and endurance training exercise sequence does not affect neuromuscular adaptations in older men. **Experimental Gerontology**, v. 60, p. 207–214, dez. 2014b.

WONG-YU, I. S. K.; MAK, M. K. Y. Multi-dimensional balance training programme improves balance and gait performance in people with Parkinson's disease: A pragmatic randomized controlled trial with 12-month follow-up. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 21, n. 6, p. 1–7, 2015a.

WONG-YU, I. S.; MAK, M. K. Task- and Context-Specific Balance Training Program Enhances Dynamic Balance and Functional Performance in Parkinsonian Nonfallers: A Randomized Controlled Trial with Six-Month Follow-Up. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 96, n. 12, p. 2103–2111, 2015b.

XIAO, C. M.; ZHUANG, Y. C. Effect of health Baduanjin Qigong for mild to moderate Parkinson's disease. **Geriatrics and Gerontology International**, v. 16, n. 8, p. 911–919, 2016.

YANG, Y. et al. Tai Chi for Improvement of Motor Function, Balance and Gait in Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. **PLoS ONE**, v. 9, n. 7, p. 1–9, 21 jul. 2014.

YANG, Y. et al. The Efficacy of Traditional Chinese Medical Exercise for Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-analysis. **PLOS ONE**, v. 10, n. 4, p. 1–17, 1 abr. 2015.

ZANIGNI, S. et al. **REM behaviour disorder and neurodegenerative diseasesSleep Medicine**, 2011.

ZHANG, T.-Y. et al. Effects of Tai Chi and Multimodal Exercise Training on Movement and Balance Function in Mild to Moderate Idiopathic Parkinson Disease. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 94, n. 10,

p. 921–929, 2015.

ZILBERTER, Y.; ZILBERTER, M. The vicious circle of hypometabolism in neurodegenerative diseases: Ways and mechanisms of metabolic correction. **Journal of Neuroscience Research**, v. 95, n. 11, p. 1–19, 2017.

Relatório do trabalho de campo

O presente relatório de campo integra a dissertação de mestrado apresentada à linha de pesquisa de Epidemiologia da Atividade Física do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Pelotas. O trabalho teve por finalidade descrever as diferenças estruturais – área de secção transversa (AST) e Ecointensidade (EI) – e respostas neuromusculares – ativação muscular (RMS do sinal EMG) – dos músculos Extensor Ulnar do Carpo e Flexor Radial do Carpo entre os membros mais e menos afetados pelos sintomas da Doença de Parkinson.

No mês de fevereiro de 2018, o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas via Plataforma Brasil, sob número do parecer n.º83477618.9.00005313 de 09 de março de 2018 (Anexo). No dia 16 de fevereiro de 2018 o trabalho foi qualificado perante a banca dos professores Dr. Rafael Bueno Orcy e Dra. Cristine Lima Alberton.

Quatro estudos pilotos com sujeitos alheios à população alvo foram conduzidos para adequação do mobiliário e dos equipamentos, para ajustes na dinâmica dos procedimentos de coletas de dados e para treinamento dos colaboradores. O primeiro piloto foi realizado com uma mulher jovem, saudável. O segundo, com um homem saudável, de 60 anos. Já o terceiro participante piloto foi uma mulher de 79 anos, sem DP. Finalmente o último estudo piloto foi conduzido com um homem de 61 anos, com DP, mas não elegível para participar do estudo principal, pois apresentava histórico de fraturas de punhos.

A partir do dia 1º de março de 2018 iniciaram-se os contatos com a população alvo do estudo, os quais ocorreram por via telefônica ou presencialmente nas ocasiões de reuniões da Associação Pelotense de Parkinsonianos, nos primeiros sábados dos meses de março e abril. A lista de pacientes cadastrados na associação somava 40 pessoas. Nos contatos iniciais, dois pacientes recusaram-se a participar, cinco não foram encontrados, um havia falecido, um encontrava-se internado em hospital e veio a óbito.

Doze pacientes preferiram responder aos questionários de elegibilidade durante a reunião da associação, no mês de abril. Este processo levava não mais

do que três minutos. O Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), para os pacientes que destes doze seriam incluídos na amostra, foi aplicado em sua residência. A partir da primeira semana do mês de abril iniciaram-se as visitas domiciliares aos pacientes, as quais foram agendadas segundo disponibilidade dos próprios e ocorreram em sete dias não consecutivos. Nestes encontros foram aplicados os questionários de elegibilidade e IPAQ, o que alcançava duração de aproximadamente 30 minutos. Os sujeitos que apresentassem alguma condição compatível com os critérios de exclusão não responderam ao IPAQ, nem realizaram os testes no laboratório. Ao todo, 13 pessoas foram excluídas da amostra. As visitas foram realizadas pela pesquisadora responsável.

No dia 15 de maio foi realizada a primeira sessão de testes no laboratório. Duas pacientes compareceram ao local para os exames e, cada uma, esteve envolvida nos procedimentos por aproximadamente duas horas. Este foi o tempo médio transcorrido em cada coleta de dados em laboratório.

Estes procedimentos, desde o primeiro até o último tiveram duração de cinco meses, pois, após as duas primeiras coletas, os procedimentos precisaram ser interrompidos por motivo de força maior da pesquisadora. Retomados no mês de agosto, foram realizadas coletas nos dias 20, 21, 27 e 28 de agosto, 17, 19, 24, 26 e 27 de setembro, 1º, 08, 09, 10 e 15 de outubro de 2018.

Nos dias de coletas de dados, a própria pesquisadora ou um colaborador externo buscava o paciente em sua residência ou outro local definido pelo próprio participante, o conduzia de automóvel até a Escola Superior de Educação Física, era acolhido pela pesquisadora e ficava em sua presença até o final dos testes. Após recuperação e hidratação, o paciente era novamente levado até a sua residência, de automóvel, por um colaborador. Os colaboradores eram familiares da pesquisadora, que atuaram voluntariamente em seu próprio automóvel, ou utilizaram o da própria pesquisadora. Esta medida foi tomada para reduzir o tempo de permanência ocioso do participante no laboratório, já que o ambiente e o material podiam ser preparados durante o período de deslocamento do sujeito.

Houve intercorrências com coletas de quatro pacientes. A primeira foi a perda da calibração da célula de carga, e inviabilidade de recalibração por falha

no equipamento. A segunda foi o desligamento súbito do equipamento de eletromiografia. Ambos incidentes ocorreram antes do teste em cicloergômetro, e, sendo assim, os testes de eletromiografia e de cicloergometria foram realizados em data posterior.

Outro inconveniente se deu em um erro de trajeto para buscar um paciente residente na zona rural. O endereço não foi encontrado e o teste precisou ser agendado para uma data em que o paciente viria até a zona urbana com outros fins e teria disponibilidade para realizar os testes.

O quarto transtorno consistiu no desligamento súbito do computador onde estava sendo processado o teste de consumo de oxigênio. Já tendo o paciente realizado todo o teste, este não foi repetido e os dados referentes a este teste foram considerados perdidos.

Nos dias em que não havia testes agendados, a pesquisadora realizava as análises das curvas de eletromiografia utilizando o software SAD32 e as imagens de ultrassonografia no software ImageJ. Os valores encontrados eram, então, anotados nos formulários específicos de cada paciente. Após o fim das coletas, os dados remanescentes foram analisados e, posteriormente, codificados e digitados duplamente no software EpiData 3.1 pela pesquisadora responsável. Este procedimento durou até a última semana do mês de outubro de 2018.

Terminada a digitação dos dados, o banco de dados foi criado e exportado para ser processado no pacote estatístico StataIC 14.2, no qual foram realizados os testes estatísticos empregados para obtenção dos resultados do estudo. A análise dos dados, acompanhada de revisão de literatura, e redação do artigo foi realizada durante o período de 31 de outubro a 24 de novembro de 2018.

Artigo

O artigo será submetido para a Revista Muscle & Nerve e já se encontra em conformidade com as normas exigidas

Associação do tremor e de outros sintomas da Doença de Parkinson com as características morfológicas e de força muscular de flexo-extensores de punho de indivíduos com a doença

Lorena de L. Oppelt, Ms¹ e Fernando Vinholes Siqueira, Prof. Dr.²

¹Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

²Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

Agradecimentos, conflitos de interesse e divulgação financeira: O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição. Os autores declaram não haver conflitos de interesse. Não foi recebido qualquer financiamento para este estudo.

Endereço para correspondência: Fernando Vinholes Siqueira, Dr.

Professor Orientador

Escola Superior de Educação Física

Universidade Federal de Pelotas

Rua Luiz de Camões, 625. Pelotas/RS, Brasil

Telefone: (53)32732752

Email: fcvsiqueira@uol.com.br

Título Corrido: Músculos dos antebraços na Doença de Parkinson

Declaração de cuidados éticos da publicação: Confirmamos que lemos o posicionamento do Jornal sobre questões envolvidas em publicações éticas e afirmamos que este relatório está de acordo com essas diretrizes.

RESUMO

Introdução: Foram avaliados perímetro dos antebraços, produção de força de flexores e extensores de punho, área de secção transversa (AST) e ecointensidade (EI) de músculos extensor ulnar do carpo (EUC) e flexor radial do carpo (FRC), bilateralmente, de indivíduos com Doença de Parkinson (DP). *Métodos:* Dezesseis parkinsonanos ($70,9 \pm 7,5$ anos) de ambos os sexos (9 homens) participaram do estudo. EI e AST foram medidas por ultrassonografia. A força de extensão e de flexão de punhos foi mensurada por contrações isométricas voluntárias máximas. *Resultados:* EI de FRC é menor no lado menos afetado pelos sintomas ($P \leq 0,007$). Nos sujeitos com tremor como principal sintoma, a EI do EUC ($P \leq 0,04$) e do FRC ($P \leq 0,02$) é menor do lado menos afetado. Encontrou-se forte correlação entre AST do FRC e força de flexores no lado menos afetado ($r \geq 0,77$), independentemente do principal sintoma. *Conclusão:* Existem diferenças estruturais dos músculos flexores de punho possivelmente decorrentes do tremor.

Palavras Chave: Doença de Parkinson; antebraço; ultrassom; força; qualidade muscular

Introdução

A Doença de Parkinson (DP) é a segunda desordem neurodegenerativa mais comum no mundo e tem sua etiologia parcialmente esclarecida¹. Sua fisiopatologia tem origem na destruição dos neurônios dopaminérgicos da região estriatal do cérebro, o que produz manifestações motoras como discinesias, tremor de repouso involuntário, fraqueza, rigidez, postura flexionada, passos curtos e lentidão(CHERUBINI; WADE-MARTINS, 2017; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009). Outros sinais não motores também são comuns na DP, como depressão, distúrbios do sono, falência autonômica, demência, entre outros²⁻⁴. Os sintomas da DP surgem quando a concentração de dopamina reduz-se em 60 a 70% na região estriatal contralateral à das manifestações⁴.

Tais sintomas afetam apenas ou mais acentuadamente um hemicorpo nos estágios iniciais da doença e repercutem em impacto devastador na funcionalidade e independência dos doentes^{2,3}. Apesar do comprometimento dos neurônios superiores, os motoneurônios periféricos não apresentam anormalidades em relação à sua excitabilidade, nem à sua condutividade⁵. O tremor de membro superior (TMS) costuma ser o sintoma mais comum e a severidade desta manifestação tende a se intensificar com o passar dos anos⁶. As manifestações motoras típicas da doença incluem: (a) acinesia ou bradicinesia, que consiste na ausência ou redução drástica na frequência e amplitude dos movimentos voluntários de todo corpo, ou travamento prévio ao início de movimento; (b) distúrbios de tônus, hipertonia ou rigidez, caracterizada por aumento de tônus muscular, tanto extensor quanto flexor, mas com o flexor mais acentuado; (c) tremor, descrito como atividade muscular involuntária durante repouso, com frequência de 4-10Hz, predominantemente nos membros distais (dedos) e que pode produzir fraqueza muscular^{4,7}.

Louie et al.⁸, em seu estudo, constataram que a velocidade de batida de dedo e velocidade de prono-supinação em ambos lados diminui com o aumento do escore de

severidade da DP. Além disso, os pesquisadores mostraram haver diferenças na velocidade de execução das tarefas entre os lados mais e menos afetados, tendo o menos afetado executado os movimentos mais rapidamente, ainda que essa diferença tenda a diminuir com o avançar da doença, sem, contudo, se extinguir⁸.

A função muscular é composta por fatores determinantes e inter-relacionados como massa muscular, qualidade e composição. Trabalhos como o de Frontera⁹ e de Maughan¹⁰ exibem resultados associando a quantidade de massa muscular à produção de força em indivíduos idosos saudáveis. Edström¹¹ realizou biópsias do músculo bíceps braquial do lado mais afetado por sintomas de indivíduos com lesões de motoneurônios superiores e DP (n=9) e encontrou sinais de atrofia das fibras de contração lenta em comparação com material colhido de controles saudáveis. As fibras de contração rápida dos parkinsonianos, em contrapartida, apresentavam aspecto semelhante aos dos controles ou tendendo a hipertrofia, nos casos em que os músculos apresentavam severa rigidez. Publicações mais recentes demonstram que outras características também são determinantes para a produção de força muscular^{12,13}. Em particular, qualidade muscular pode ser estimada de maneira não invasiva pela ecointensidade (EI) de imagem musculares obtidas por ultrassonografia, a qual parece estar associada com a deposição de material não contrátil na musculatura. A qualidade muscular está associada ao desempenho muscular, especialmente no contexto do envelhecimento^{9,14-16}.

A progressão do TMS prejudica acentuadamente a função das mãos, fundamentalmente utilizadas para realizar tarefas domésticas, laborais, de autocuidado e de lazer, entre outras¹⁷, mas a influência da DP e sua progressão nas características morfológicas e funcionais dos músculos na loja anterior e posterior do antebraço é pouco conhecido. Como visto, além de diferenças funcionais, também observam-se padrões morfofuncionais diferenciados entre os membros afetados pela DP, bem como por outras afecções

neuromusculares, até mesmo ocasionados por elas¹⁸. Diante disso, é possível especular que contrações repetitivas por TMS na DP, analogamente ao treinamento, poderiam gerar adaptações nas fibras musculares e constituírem um ciclo de retroalimentação do tremor^{18,19}. Assim, o objetivo do presente estudo é descrever e comparar as características morfológicas de músculos extensores e flexores de punhos entre os antebraços mais e menos afetados pelos sintomas da DP. Especificamente, almeja-se caracterizar os músculos extensor ulnar do carpo (EUC) e flexor radial do carpo (FRC) em relação à sua área de secção transversa (AST) e EI e força produzida durante contração isométrica voluntária máxima (CIVM) dos grupos extensor e flexor do punho. Assume-se como hipótese que: (a) o perímetro dos segmentos, a AST muscular e produção de força no lado mais afetado pelos sintomas será menor do que no lado menos afetado; (b) a EI será maior no lado mais afetado pelos sintomas do que no lado menos afetado.

Materiais e Métodos

Participantes

A amostra foi composta por 16 indivíduos ($70,9 \pm 7,6$ anos, 9 homens) com diagnóstico confirmado de DP, participantes da Associação Pelotense de Parkinsonianos – APP. Este número de indivíduos confere um poder estatístico de 93% para correlações. Todos os indivíduos declaravam apresentar sintomas compostos por tremor e/ou bradicinesia e/ou rigidez de membro superior há pelo menos 1 ano, com predominância destes em um dos membros superiores (MMSS). Os pacientes que participaram do estudo não apresentavam histórico de doença neuromuscular, acidente vascular encefálico (AVE), Diabetes Mellitus sem controle, membro(s) superior(es) amputado(s), trauma grave com lesão de tecidos moles nas áreas estudadas, presença de osteossíntese no(s) membro(s) superior(es), demência que

comprometesse a compreensão e execução das tarefas e as respostas aos questionários e utilização de marcapasso.

Todos os sujeitos envolveram-se de forma voluntária e assinaram termo de consentimento para participar do estudo, o qual recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (parecer n.º83477618.9.00005313 de 09 de março de 2018).

Procedimentos experimentais

Individualmente, após contato telefônico ou presencial, cada participante recebeu a visita domiciliar de um pesquisador e respondeu a questionário elaborado para identificar o perfil dos sujeitos elegíveis para o estudo. Este instrumento foi composto por perguntas sobre idade, sexo, tempo de diagnóstico, tempo de manifestação dos sintomas, antecedentes de saúde e tratamentos realizados (Tabela 1). A partir disto, aqueles que se encaixaram nos critérios de inclusão foram convidados a realizar os testes no Laboratório de Avaliação Neuromuscular da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas e foi solicitado aos sujeitos que tomassem a sua medicação antiparkinsoniana de modo habitual no dia do teste.

No laboratório, foram realizados os seguintes procedimentos em sequência: Perimetria: a medida do perímetro de cada antebraço foi obtida sobre a região de maior diâmetro, utilizando-se fita métrica (Sigvaris, Brasil) aprovada pelo Instituto nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO. Durante este procedimento, os pacientes permaneceram sentados com os antebraços em posição neutra, apoiados sobre superfície plana à sua frente. Os cotovelos ficaram fletidos a aproximadamente 90 graus e punhos relaxados.

Ultrassonografia: foram obtidas cinco imagens de cada um dos músculos EUC e FRC dos dois antebraços por ultrassonografia em B-modo (Toshiba – Tosbee/SSA-240A, Japão),

utilizando transdutor linear de frequência 7,5 MHz, com ganhos por domínio de tempo mantidos neutros, ganho geral fixo em 80 db e profundidade de 50mm O transdutor foi posicionado no plano transverso, sobre a região do músculo a ser examinado de modo que ficasse a 40% da distância entre o epicôndilo lateral do úmero e o processo estiloide da ulna. O examinador foi um pesquisador experiente na realização do método, que atentou para utilizar quantidade abundante de gel condutor à base de água e manter pressão adequada sobre a pele a fim de evitar deformação e achatamento do músculo²⁰. Durante o procedimento, os pacientes permaneceram em posição sentada, com os membros superiores relaxados, cotovelos fletidos e antebraços apoiados sobre superfície plana, permanecendo em repouso por 15 minutos antes do início do exame a fim de normalizar os fluidos corporais²¹. A medida do FRC se deu com os antebraços dos pacientes posicionados em supinação. Já para exame do EUC, os segmentos foram mantidos pronados^{22,23}.

As imagens foram analisadas pelo software Image J (National Institutes of Health, USA, version 1.37) para determinação da EI e AST muscular. Para isso, foram identificados os limites externos dos músculos a ser mensurados e traçada manualmente uma linha demarcando o perímetro da imagem (Fig.1). A partir disto, a EI foi determinada por escala de cinza e apresentada por unidade arbitrária (UA) com valor entre 0 (preto) e 255 (branco) e a AST foi calculada e expressa em mm²²¹. O avaliador que realizou o exame foi cegado para a identidade dos pacientes, dominância lateral e membro mais e menos afetado. O valor de EI e AST de cada músculo foi representado pela média das imagens analisadas.

Força isométrica: foram realizadas CIVM de flexão e extensão de punho para captura e análise da força dos músculos de interesse com uso do equipamento Miotoool (Miotoool Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, Brasil). Este procedimento ocorreu isoladamente em cada antebraço e para cada músculo. Os sujeitos ficaram sentados em uma cadeira, com o antebraço a ser examinado apoiado sobre suporte específico de altura regulável, empunhando

uma manopla presa por uma corrente a uma célula de carga (Miotool Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, Brasil). Os participantes ficaram com os ombros relaxados e naturalmente aduzidos, e os cotovelos flexionados a 90°²⁴ (Fig.2). Durante as contrações em flexão de punho, os antebraços permaneceram em posição supinada e, para as extensões de punho, pronada. Solicitou-se a cada sujeito que realizasse a maior força e o mais rápido possível em três tentativas, com encorajamento verbal, durante 5 segundos²⁵ e intervalo de descanso de aproximadamente 2 minutos entre cada CIVM.

A força muscular, por impossibilidade de se isolar apenas o músculo de interesse, foi considerada como força de grupo muscular flexor ou extensor, abrangendo, então, a força produzida por todos os músculos envolvidos em cada movimento. Assim, o software Miograph (Miotool Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, Brasil) serviu para registrar a força produzida durante as contrações isométricas em espectros que foram, posteriormente, analisados no software SAD 32 (Laboratório de Medições Mecânicas/ Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil). As curvas de força foram filtradas com o filtro passa-baixa Butterworth de 5º ordem, aceitando-se frequências de corte de 0 a 9Hz. Em cada curva foi identificado visualmente o período de 0,5 s estável e medidos os valores médios de força com o software SAD32. Para as análises estatísticas, foram utilizados os valores médios das três medidas de força de cada músculo.

Análise estatística

Os dados são expressos em médias e desvio-padrão. A amostra foi estratificada de acordo com o sintoma mais evidente em grupo “tremor” (indivíduos que declararam que o tremor é o sintoma mais evidente) e “outros sintomas” (pessoas que citaram sintomas mais evidentes que não tremor). Para verificação da normalidade das variáveis utilizou-se o teste Shapiro-Wilk. Com exceção das variáveis de força de grupos flexores, todas as outras variáveis apresentaram distribuição normal. A comparação entre membros mais e menos

afetados pelos sintomas foi feita com testes T de *student* pareado e a correlação de Pearson foi utilizada para verificar correlações entre valores de idade, EI e AST. Os dados de força foram analisados a partir do teste de significância de Wilcoxon pareado. Ainda foram efetuadas regressões lineares entre AST e força controladas para idade e tempo de acometimento pelos sintomas. A análise dos dados foi realizada no Software Stata (V. 14.2, StataCorp LLC, EUA, 2017), considerando o nível de significância $\leq 0,05$.

Resultados

Do total de integrantes da associação, subtraindo-se os excluídos da amostra ou os que recusaram a participar, 16 parkinsonianos compuseram a amostra desta pesquisa (Fig 1). Os dados de caracterização da amostra são apresentados na Tabela 1.

Os resultados gerais estão expressos nas tabelas 2 e 3. A análise do total de participantes sem diferenciar o tipo de sintoma mais evidente não apresentou diferenças entre os membros mais e menos afetados em relação ao perímetro do antebraço, às AST dos músculos EUC e FRC, à EI do EUC, bem como aos valores de produção de força isométrica de extensão e flexão de punho ($p > 0,05$). Já a EI do FRC do membro mais afetado pelos sintomas foi maior do que a do membro menos afetado pelos sintomas (Fig 3A) ($p = 0,007$; poder estatístico de 89%).

Ao estratificar a amostra de acordo com o sintoma mais evidente, encontraram-se diferenças entre membro mais e menos afetados em relação à qualidade muscular. A EI dos músculos EUC e FRC do lado mais afetado dos indivíduos que compuseram o grupo “tremor” se mostraram significativamente maiores do que do lado menos afetado dos mesmos indivíduos (Fig 3B).

Não foi observada correlação entre produção de força isométrica e EI muscular independentemente do sintoma mais evidente, nem entre idade e AST, ou idade e EI ($p >$

0,05). Já a força isométrica de flexão de punho apresentou correlação positiva com AST do FRC menos afetados ($p=0,004$), tanto considerando todos os sintomas, quanto somente TMS (Tabela 4). Isto significa dizer que, observando-se o lado menos afetado, quanto maior a AST do FRC, maior foi a força produzida pelo grupo flexor.

O coeficiente de correlação encontrado entre pico de força isométrico e AST dos músculos flexores do lado menos afetado foi de 0,77 observando-se todos os sintomas e de 0,78 no grupo tremor. Frente a isso, pode-se afirmar que a área de secção transversa do FRC determina em torno de 60% da variância da produção de força dos músculos flexores no lado menos afetado dos parkinsonianos, independentemente do sintoma principal. As regressões lineares entre estas variáveis resultaram em $p=0,004$, $r^2=0,59$ e coeficiente de variação de 0,042. Assim, constata-se que, para cada 1mm^2 incrementado na área do músculo FRC, será produzida 0,042Kgf a mais de força pelo grupo flexor no lado menos afetado pelos sintomas. Esta relação não é influenciada pela idade e nem pelo tempo de acometimento pelos sintomas da doença.

Discussão

As hipóteses levantadas na proposição deste estudo foram em parte confirmadas e em outra parte, refutadas, já que nem todas as diferenças de medidas entre os lados mais e menos afetado propostas foram observadas, como o perímetro do antebraço, força isométrica e AST. Por outro lado, os valores de EI do FRC confirmaram a hipótese proposta e, quando considerado o grupo de sujeitos que apresentava o TMS como sintoma mais evidente, os ERC também apresentaram diferenças entre os lados mais e menos afetados.

Pode-se interpretar que os resultados revelaram que segmentos mais afetados por TMS na DP apresentam menor qualidade muscular de extensores e flexores de punho do que os segmentos menos afetados pelo tremor. Além disto, a correlação entre AST e produção de

força se mantém somente nos músculos flexores do lado menos afetado pelos sintomas, o que pode indicar que os sintomas da DP levem à perda da performance muscular flexora no lado mais afetado.

A AST é uma medida direta e bastante utilizada para abordar a quantidade de massa muscular de um segmento ou de um músculo isolado. Os achados neste estudo não evidenciam diferenças na AST dos segmentos mais e menos afetados pelos sintomas. Este resultado indica que a massa muscular do EUC e FRC não sofrem modificações significativas em decorrência dos sintomas da DP de modo diferenciado nos lados mais e menos afetados. Assim, pode-se inferir duas possibilidades: (a) os sintomas da DP não produzem perda de massa dos músculos EUC e FRC (contrariando a hipótese assumida neste estudo) ou (b) a perda de massa ocorre de forma simétrica entre os dois lados.

Ainda que o comportamento dos sintomas da DP sejam diferentes entre os lados mais e menos afetados^{8,26}, a produção de força dos indivíduos que participaram deste estudo revelou-se semelhante entre os lados, independentemente do sintoma que mais afeta os indivíduos, indicando que alterações em nível morfológico (e.g. qualidade muscular) podem estar precedendo as modificações observadas no desempenho muscular reportadas por outros autores^{8,26}.

Relaciona-se a produção de força com a EI, uma característica que vem sendo considerada determinante para a eficiência muscular em produção de força, sendo direta e negativamente relacionada com ela (quanto maior for a EI, menor será a produção de força do músculo)^{21,27,28}. Os resultados desta pesquisa mostram que, na população estudada e considerando-se a EI de apenas um músculo de cada grupo muscular gerador de força, somente os músculos flexores do lado menos afetado apresentaram associação entre estas duas variáveis. Os valores aumentados de EI no lado mais afetado pelo TMS pode sugerir

perda de qualidade muscular com provável infiltração de tecido não contrátil entremeado às fibras musculares^{29,30}.

A qualidade muscular vem a ser considerada uma capacidade intrínseca de produzir força e os seus fatores determinantes vem sendo estudados e relacionados, especialmente no contexto do envelhecimento^{9,10,12}. Quanto a isto, Fukumoto et al³¹, encontraram correlações significativas entre idade, AST e EI de quadríceps de 92 mulheres saudáveis de idades entre 51 e 87 anos. Contudo, a presente pesquisa não apresenta correlações significativas entre as mesmas variáveis abordadas por Fukumoto et al. Ao contrário, somente a AST dos músculos flexores menos afetados apresentam correlação com a produção de força, o que pode sugerir que os flexores do lado mais afetado perdem performance de forma desproporcional à redução de massa. Além disso, o aumento da EI encontrada nos músculos mais afetados, sobretudo quando observado o TMS como sintoma mais evidente, pode explicar a ausência de correlação entre EI e força a despeito da AST. É interessante considerar que se acredita que o aumento da EI reflete, em geral, infiltração de material não contrátil no músculo^{29,30} e, assim, os resultados apresentam-se no mesmo sentido considerando o lado mais afetado.

Ainda, pode-se hipotetizar que talvez a relação entre produção de força, AST e EI tenha um comportamento diferenciado considerando diferentes grupos musculares. Por exemplo, Wilhelm²¹ e Rech²⁸ encontraram correlação negativa entre EI e produção de força muscular do quadríceps femoral de homens e mulheres idosos saudáveis, respectivamente. Por outro lado Palmer & Thompson³² não encontraram correlação entre EI e produção de força dos músculos isquiotibiais de homens idosos.

Os músculos flexores de cotovelo e punho são os mais envolvidos nas manifestações de extremidade superior na DP³³, fato que explicita as inúmeras perdas funcionais das mãos dos doentes³⁴. Contudo, em sua maioria, os estudos com DP que avaliaram os músculos de MMSS focaram os motores de cotovelo^{8,35,36}, que têm clara relevância na funcionalidade dos

indivíduos, mas músculos motores de punho de modo específico ainda não haviam sido testados para produção de força. Portanto, os resultados da presente pesquisa constituem uma nova informação no rol das investidas de melhor compreender a DP.

Uma limitação reconhecida deste estudo é o fato de ter focado somente um músculo de cada grupo gerador de força e outra é o caráter da população estudada, composta por pessoas participantes de um grupo de apoio, o qual tem acesso a atividades físicas e atendimentos terapêuticos variados. Mesmo assim, as informações e dados provenientes desta pesquisa abrem espaço para maiores discussões e estudos pormenorizados sobre a perda de função das mãos dos parkinsonianos.

Em conclusão, este estudo evidenciou a existência de diferenças estruturais dos músculos flexores de punho que vão além de alterações na massa muscular, especificamente no FRC, possivelmente decorrentes do TMS, e que somente os flexores do lado menos afetado pelos sintomas mantêm relação compatível com os achados de estudos semelhantes quanto à relação entre massa muscular e produção de força. O comportamento das variáveis força, EI e AST dos antebraços dos sujeitos não apresentaram correlação com a idade, como tem sido relatado com outros músculos de pessoas saudáveis, o que sinaliza que o processo de manutenção/deterioração muscular com o passar do tempo pode ser diferente na população estudada.

Estes achados constituem evidência científica para a prática laboral de educadores físicos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais e outros profissionais de saúde que tratam de prover melhorias na qualidade de vida dos parkinsonianos.

Lista de abreviaturas

DP – Doença de Parkinson

TMS – Tremor de membro superior

UPDRS – *Unified Parkinson's Disease Rating Scale*: Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson

AST – Área de secção transversa

QV – Qualidade de vida

EUC – Músculo extensor ulnar do carpo

FRC – Músculo flexor radial do carpo

EI – Ecointensidade

CIVM – Contração isométrica voluntária máxima

APP – Associação Pelotense de Parkinsonianos

MMSS – Membros superiores

AVE – Acidente vascular encefálico

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

UA – Unidade arbitrária

sd – Desvio padrão

Referências

1. de Lau LM, Breteler MM. Epidemiology of Parkinson's disease: *Lancet Neurol.* 2006;5:525–35. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16713924>
2. Cherubini M, Wade-Martins R. Convergent pathways in Parkinson's disease: *Cell Tissue Res.* 2017;1–12. Available from: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00441-017-2700-2.pdf>
3. Umphred DA. Reabilitação Neurológica: 4th ed. São Paulo: Manole; 2004. 1118 p.
4. Rodriguez-Oroz MC, Jahanshahi M, Krack P, Litvan I, Macias R, Bezard E, Obeso JA. Initial clinical manifestations of Parkinson's disease: features and pathophysiological mechanisms: [Internet]. Vol. 8, *The Lancet Neurology*. Elsevier; 2009. p. 1128–39. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474442209702935>
5. Jankelowitz SK, Burke D. Do the motor Manifestations of Parkinson disease alter motor axon excitability? *Muscle and Nerve*. 2012;45:43–7.
6. Protas EJ, Stanley RK, Jankovic J, MacNeill B. Cardiovascular and Metabolic Responses to Upper- and Lower-Extremity Exercise in Men With Idiopathic Parkinson's Disease: *Phys Ther.* 1996;76:34–40. Available from: <https://academic.oup.com/ptj/article/2632941/Cardiovascular>
7. Berardelli A, Rothwell JC, Thompson PD, Hallett M. Pathophysiology of bradykinesia in Parkinson's disease: *Brain*. 2001;124:2131–46. Available from: <https://academic.oup.com/brain/article-lookup/doi/10.1093/brain/124.11.2131>
8. Louie S, Koop MM, Frenklach A, Bronte-Stewart H. Quantitative lateralized measures of bradykinesia at different stages of Parkinson's disease: the role of the less affected side.: *Mov Disord*. 2009;24:1991–7. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/mds.22741>

9. Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women.: *J Appl Physiol.* 1991;71:644–50. Available from: <http://www.physiology.org/doi/10.1152/jappl.1991.71.2.644>
10. Maughan RJ, Watson JS, Weir J. Strength and Cross Sectional Area of Skeletal Muscle.: *J Physiol.* 1983;338:87–138. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4906128>
11. Edström L. Selective changes in the sizes of red and white muscle fibres in upper motor lesions and Parkinsonism.: *J Neurol Sci.* 1970;11:537–50.
12. McGregor RA, Cameron-Smith D, Poppitt SD. It is not just muscle mass: A review of muscle quality, composition and metabolism during ageing as determinants of muscle function and mobility in later life.: *Longev Heal.* 2014;3:1–8.
13. Goodpaster BH, Carlson CL, Visser M, Kelley DE, Scherzinger A, Harris TB, Stamm E, et al. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The Health ABC Study.: *J Appl Physiol.* 2001;90:2157–65. Available from: <http://www.physiology.org/doi/10.1152/jappl.2001.90.6.2157>
14. Barbat-Artigas S, Rolland Y, Vellas B, Aubertin-Leheudre M. Muscle quantity is not synonymous with muscle quality.: *J Am Med Dir Assoc.* 2013;14:852.e1-852.e7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2013.06.003>
15. Barbat-Artigas S, Rolland Y, Zamboni M, Aubertin-Leheudre M. How to assess functional status: A new muscle quality index.: *J Nutr Heal Aging.* 2012;16:67–77.
16. Russ DW, Gregg-Cornell K, Conaway MJ, Clark BC. Evolving concepts on the age-related changes in “muscle quality”: *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2012;3:95–109.
17. Borges V, Ferraz HB. Tremores.: *Rev Neurociências.* 2006;14:43–7.
18. Trip J, Pillen S, Faber CG, van Engelen BGM, Zwarts MJ, Drost G. Muscle ultrasound measurements and functional muscle parameters in non-dystrophic

- myotonias suggest structural muscle changes.: *Neuromuscul Disord.* 2009;19:462–7.
 Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960896609005239>
19. Schiaffino S, Reggiani C. Fiber Types in Mammalian Skeletal Muscles.: *Physiol Rev.* 2011;91:1447–531. Available from:
<http://physrev.physiology.org/cgi/doi/10.1152/physrev.00031.2010>
20. Arts IMP, Pillen S, Schelhaas HJ, Overeem S, Zwarts MJ. Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults.: *Muscle Nerve.* 2010;41:32–41.
 Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19722256>
21. Wilhelm EN, Rech A, Minozzo F, Radaelli R, Botton CE, Pinto RS. Relationship between quadriceps femoris echo intensity, muscle power, and functional capacity of older men.: *Age (Omaha).* 2014;36:1113–22. Available from:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24515898>
22. Abe T, Counts BR, Barnett BE, Dankel SJ, Lee K, Loenneke JP. Associations between Handgrip Strength and Ultrasound-Measured Muscle Thickness of the Hand and Forearm in Young Men and Women.: *Ultrasound Med Biol.* 2015;41:2125–30.
23. Pratt RK, Hoy GA, Bass Franzcr C. Extensor Carpi Ulnaris Subluxation or Dislocation? Ultrasound Measurement of Tendon Excursion and Normal Values.: *Hand Surg.* 2004;9:137–43. Available from:
<http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0218810404002212>
24. Lou J-S, Kearns G, Benice T, Oken B, Sexton G, Nutt J. Levodopa improves physical fatigue in Parkinson’s disease: A double-blind, placebo-controlled, crossover study.: *Mov Disord.* 2003;18:1108–14. Available from:
<http://doi.wiley.com/10.1002/mds.10505>

25. Konrad P. The ABC of EMG A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography: [Internet]. *Noraxon INC. USA.* A. 2005. 1-60 p. Available from: <http://www.noraxon.com/wp-content/uploads/2014/12/ABC-EMG-ISBN.pdf>
26. Lee HJ, Kim SK, Park H, Kim HB, Jeon HS, Jung YJ, Oh E, et al. Clinicians' Tendencies to Under-Rate Parkinsonian Tremors in the Less Affected Hand.: Cai H, editor. *PLoS One.* 2015;10:e0131703. Available from: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0131703>
27. Cadore EL, Izquierdo M, Conceição M, Radaelli R, Pinto RS, Baroni BM, Vaz MA, et al. Echo intensity is associated with skeletal muscle power and cardiovascular performance in elderly men.: *Exp Gerontol.* 2012;47:473–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.exger.2012.04.002>
28. Rech A, Radaelli R, Goltz FR, da Rosa LHT, Schneider CD, Pinto RS. Echo intensity is negatively associated with functional capacity in older women.: *Age (Omaha).* 2014;36.
29. Caresio C, Molinari F, Emanuel G, Minetto MA. Muscle echo intensity: Reliability and conditioning factors.: *Clin Physiol Funct Imaging.* 2015;35:393–403.
30. Arts IMP, Schelhaas HJ, Verrijp KCN, Zwarts MJ, Overeem S, van der Laak JAWM, Lammens MMY, et al. Intramuscular fibrous tissue determines muscle echo intensity in amyotrophic lateral sclerosis.: *Muscle Nerve.* 2012;45:449–50. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/mus.22254>
31. Fukumoto Y, Ikezoe T, Yamada Y, Tsukagoshi R, Nakamura M, Mori N, Kimura M, et al. Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons.: *Eur J Appl Physiol.* 2012;112:1519–25. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00421-011-2099-5>

32. Palmer TB, Thompson BJ. Influence of age on passive stiffness and size, quality, and strength characteristics - Accepted Article.: 2016;55:305–15.
33. Andrews CJ, Burke D, Lance JW. The response to muscle stretch and shortening in parkinsonian rigidity.: *Brain*. 1972;95:795–812.
34. Todd G, Haberfield M, Faulkner PL, Rae C, Hayes M, Wilcox RA, Taylor JL, et al. Hand function is impaired in healthy older adults at risk of Parkinson's disease: *J Neural Transm*. 2014;121:1377–86. Available from:
<http://link.springer.com/10.1007/s00702-014-1218-y>
35. Du L-J, He W, Cheng L-G, Li S, Pan Y-S, Gao J. Ultrasound shear wave elastography in assessment of muscle stiffness in patients with Parkinson's disease: a primary observation.: *Clin Imaging*. 2016;40:1075–80. Available from:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0899707116300572>
36. Gao J, He W, Du L-J, Li S, Cheng L-G, Shih G, Rubin J. Ultrasound strain elastography in assessment of resting biceps brachii muscle stiffness in patients with Parkinson's disease: a primary observation.: *Clin Imaging*. 2016;40:440–4. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0899707115003265>

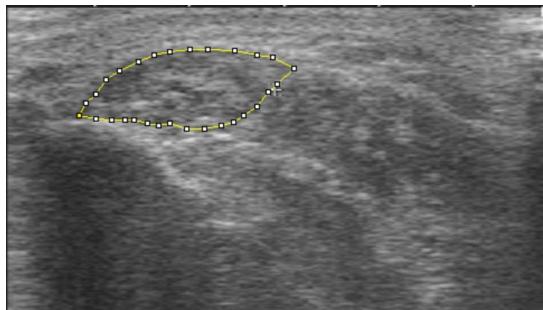
Tabela 1. Características da amostra

ID	Sexo	Idade (anos)	Estatura (m)	Massa corporal (kg)	Tempo de sintomas (anos)	Sintoma mais evidente	Lado dominante	Lado mais afetado
01	F	69	149	58,80	9	Tremor	D	D
02	F	63	154	72,50	12	Mal estar	D	D
03	M	79		59,00	21	Tremor	E	E
04	F	75	151	65,80	5	Tremor	D	D
05	F	79	155	79,35	12	Tremor	D	D
06	M	67	152	77,10	6	Tremor	D	D
07	F	65	150	61,80	12	Rigidez	D	D
08	M	73	165	67,40	14	Rigidez	D	D
09	M	70	170	70,33	4	Dist.	D	D
						Marcha		
10	F	81	150	85,00	4	Tremor	D	D
11	M	70	158	77,90	8	Tremor	D	E
12	M	60	177	106,88	10	Tremor	D	D
13	F	60	160	80,85	6	Tremor	D	D
14	M	63	170	68,73	9	Bradicinesia	D	E
15	M	80	167	92,50	5	Tremor	D	E
16	M	81	147	53,85	9	Dist.	D	E
						Marcha		
Média	NA	70,90	1,58	73,61	9,10	Tremor 62,5%	NA	NA
(sd)		(±7,6)	(±0,93)	(±13,61)	(±4,5)			

ID: identificação do sujeito; M: masculino; F: feminino; Dist. Marcha: distúrbios da marcha; D: direito; E: esquerdo; NA: Não aplicável; sd: desvio padrão

Figura 1. Ilustração de imagem plana transversa obtida por ultrassonografia do extensor ulnar do carpo (A) e flexor radial do carpo (B).

A



B



Fig. 2. Posicionamento dos sujeitos durante o teste de contração isométrica voluntária máxima

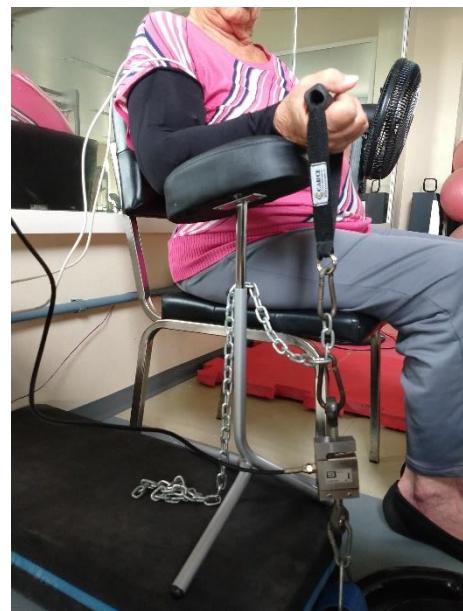
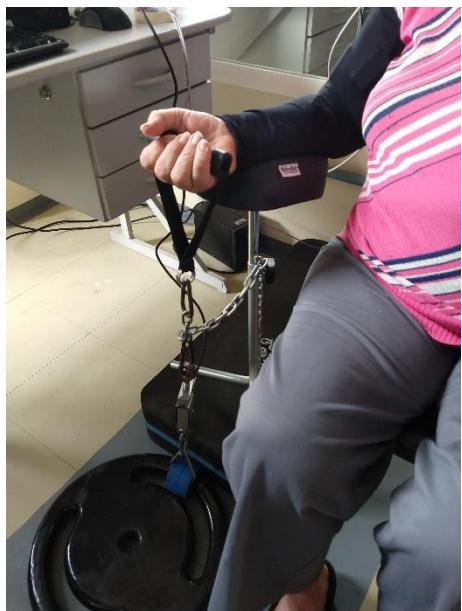


Figura 3. Fluxograma de seleção da amostra

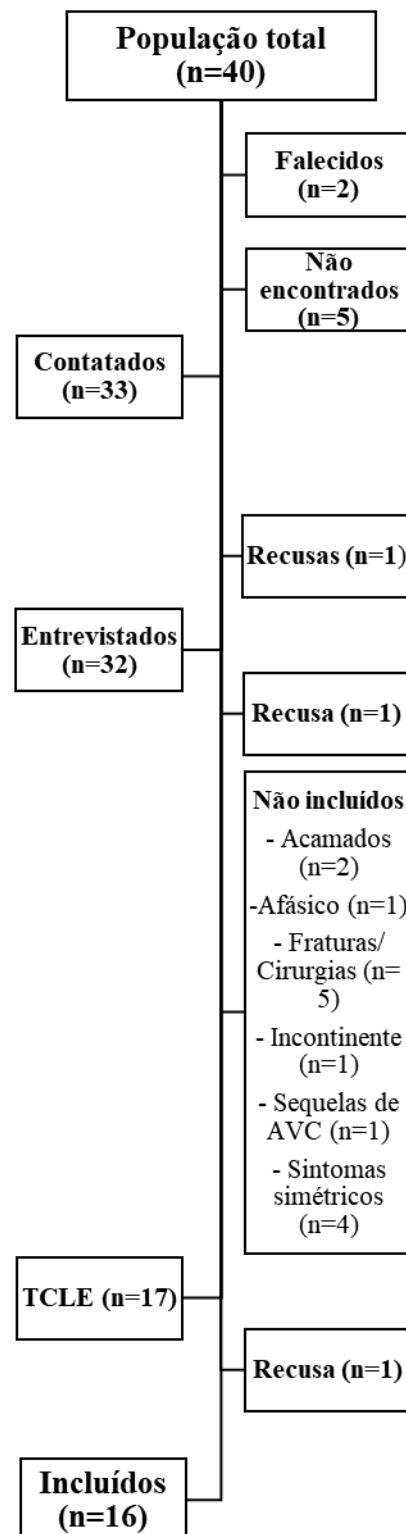
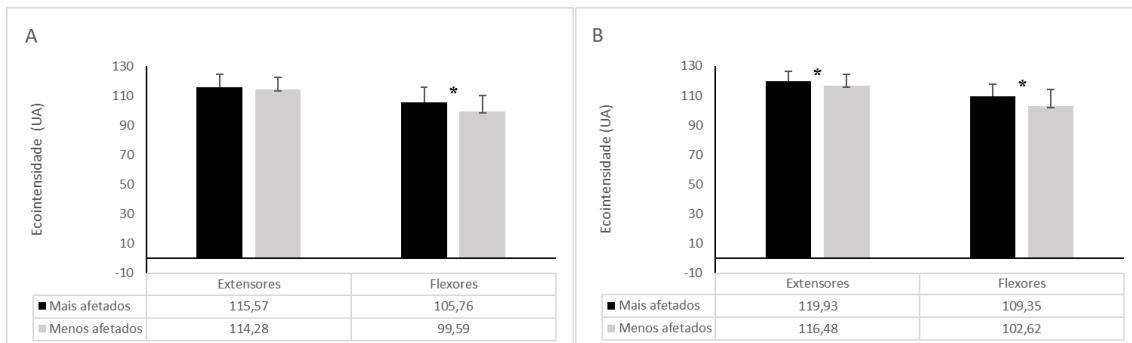


Figura 4. Valores de ecointensidade considerando todos os sintomas (A) e somente do grupo “tremor” (B) dos músculos EUC e FRC dos lados mais e menos afetados.



UA: unidade arbitrária; TMS: tremor de membro superior; *: p=0,007

Tabela 2. Médias e desvios padrão de perímetro de antebraços, área de secção transversa e ecointensidade de EUC e FRC, independentemente do sintoma mais evidente.

	Mais afetado	Menos afetado	p
	Média (\pmdp)	Média (\pmdp)	
Perímetro (cm)	26,19 (2,19)	26,18 (2,07)	NS
AST (mm ²)			
EUC	159,25 (29,93)	152,82 (29,59)	NS
FRC	191,16 (52,52)	193,16 (53,40)	NS
EI (UA)			
EUC	115,57 (8,99)	114,28 (8,34)	NS
FRC	105,76 (10,10)	99,59 (10,51)	0,007
Força (Kgf)			
Extensores	5,36 (1,6)	5,45 (1,99)	NS
Flexores	8,01 (4,07)	7,69 (3,43)	NS

AST: Área de secção transversa; EI: Ecointensidade; UA: Unidade Arbitrária; EUC: Extensor ulnar do carpo; FRC: flexor radial do carpo

Tabela 3. Médias e desvios padrão de perímetro de antebraços, área de secção transversa e ecointensidade de EUC e FRC dos indivíduos com tremor como sintoma mais evidente.

	Mais afetado Média (\pm dp)	Menos afetado Média (\pm dp)	p
Perímetro (cm)	26,79 (2,44)	26,74 (2,40)	NS
AST (mm ²)			
EUC	162,76 (30,06)	149,70 (29,76)	NS
FRC	183,38 (56,15)	186,99 (47,47)	NS
EI (UA)			
EUC	119,93 (6,61)	116,48 (7,61)	0,04
FRC	109,35 (8,33)	102,62 (11,28)	0,02
Força (Kgf)			
Extensores	5,33 (2,12)	5,55 (2,5)	NS
Flexores	8,02 (5,29)	7,48 (4,06)	NS

AST: Área de secção transversa; EI: Ecointensidade; UA: Unidade Arbitrária; EUC:

Extensor ulnar do carpo; FRC: flexor radial do carpo

Tabela 4. Correlação entre variáveis morfológica e de força isométrica máxima de flexão e extensão de punho

	AST		EI	
Pico de Força	Todos os	AST	Todos os	EI
Isométrico	sintomas	Tremor	sintomas	Tremor
Ext mais afetado	ns	ns	ns	ns
Ext menos afetado	ns	ns	ns	ns
Flex mais afetado	ns	ns	ns	ns
Flex menos afetado	r= 0,77 p=0,004	r= 0,78 p=0,037	ns	ns

AST: área de secção transversa; EI: ecointensidade; Ext: extensores; Flex: flexores; ns: não significativo

Divulgação para a imprensa

Pesquisa identifica diferenças nos músculos dos antebraços de doentes de Parkinson

A Doença de Parkinson é o segundo distúrbio neurológico mais frequente, atrás apenas da Doença de Alzheimer. Devido a destruição de um tipo específico de neurônios do cérebro, as manifestações mais comuns são tremor de membros superiores, postura inclinada para a frente, dificuldades para caminhar, movimentos lentos e rigidez nos membros e no tronco. Muitas pesquisas são realizadas para compreender melhor as características da doença e, assim, desenvolver e planejar tratamentos e estratégias para melhorar a qualidade de vida dos pacientes. Por isso, um estudo com doentes de Parkinson de Pelotas fez parte de uma dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Pelotas, realizada por Lorena de Lima Oppelt, sob orientação do Prof. Dr. Fernando Carlos Vinholes Siqueira. Participaram da pesquisa 16 parkinsonianos da cidade de Pelotas, os quais passaram por exames e testes nos músculos dos seus antebraços, responsáveis por movimentos das mãos.

Os participantes do estudo tinham média de idade de 70,9 anos, com diagnóstico da doença e tempo de percepção dos sintomas de 8,5 e 9,1 anos, em média, respectivamente. A maioria realiza atividades físicas regularmente (60%), mas antes do aparecimento dos sintomas, 80% deles era fisicamente ativo. O tremor é o sintoma mais evidente de 62,5% dos pacientes, seguido por distúrbios da marcha e rigidez (12,5% cada). O serviço público de saúde é o meio utilizado por 62,5% dos doentes para obter tratamento e acompanhamento da doença.

Os exames de ultrassonografia efetuados mostraram que os músculos dos antebraços mais afetados pelos sintomas apresentam diferenças em relação ao lado menos afetado, e que este apresenta características indicativas de qualidade muscular mais semelhantes às de pessoas sem a doença (reportados em outros estudos). Essas diferenças foram mais evidentes nas pessoas que declararam ter o tremor como principal sintoma.

Outros exames demonstraram não haver diferenças entre os lados mais e menos afetados pelos sintomas, como ativação muscular, perímetro dos antebraços e força. Em contrapartida, a qualidade muscular estimada dos músculos flexores do lado menos afetado pelos sintomas mostra-se associada ao nível de atividade física dos participantes e também tem relação entre tamanho muscular e força produzida semelhante à de músculos de pessoas sem Doença de Parkinson.

Assim, os pesquisadores concluíram que os músculos dos antebraços (flexores e extensores) mais afetados dos parkinsonianos, sobretudo dos que tem o tremor como principal sintoma, possuem características estruturais piores do que as dos antebraços menos afetados. Estas descobertas servem de base para outras pesquisas e para que os profissionais que tratam de doentes de Parkinson possam melhorar os tratamentos que a eles dispensam.

Anexos

ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Pesquisadores Responsáveis: **Lorena de Lima Oppelt, Fernando Carlos Vinholes Siqueira, Stephanie Santana Pinto, Eurico Nestor Wilhelm Neto**

Instituição: **Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas**

Endereço: **Rua Luiz de Camões, 625. Pelotas/RS**

Telefone: **(53)32732752**

Concordo em participar do estudo “**Estrutura e metabolismo muscular em membros superiores de pacientes com doença de Parkinson**”. Estou ciente de que sou convidado a participar voluntariamente do mesmo.

PROCEDIMENTOS: Fui informado de que o objetivo geral do estudo será descrever as diferenças estruturais e metabólicas dos músculos Extensor Ulnar do carpo e Flexor Radial do Carpo de indivíduos com Doença de Parkinson e estou ciente de que a minha participação envolverá responder a um questionário contendo perguntas sobre a minha situação social, condições de saúde, de independência funcional e sobre a Doença de Parkinson. Também sei que serão efetuadas medidas com fita métrica nos meus antebraços, passarei por exame de ultrassonografia, eletromiografia e realizarei exercício em cicloergômetro manual enquanto serão captados os gases exalados durante a minha respiração. Tenho conhecimento de que será necessário raspar os pelos dos meus antebraços para a realização do exame de eletromiografia de superfície e que todos os testes serão realizados na Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas, para e de onde serei conduzido em automóvel disponibilizado pelos pesquisadores para este fim.

RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES: Recebi informações de que os riscos do estudo são mínimos e relacionam-se ao desenvolvimento de fadiga e de irritação da pele nos locais em que forem feitas raspagens de pelos e abrasão da pele com álcool. Compreendo que não serei exposto a qualquer procedimento invasivo nem a radiação. Aceito que a entrevista será realizada em minha residência para preservar a minha privacidade.

BENEFÍCIOS: A minha participação nesta pesquisa gera benefícios relacionados ao fato de que os resultados serão incorporados ao conhecimento científico e, posteriormente, a situações de ensino-aprendizagem. Além disso, os meus dados individuais podem servir para acompanhamento da minha condição física e de saúde.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA: Tenho consciência de que a minha participação neste estudo será voluntária e poderei interrompê-la a qualquer momento.

DESPESAS: Estou ciente de que não terei que pagar por nenhum dos procedimentos envolvidos na pesquisa, nem terei custos de deslocamento até o local dos testes, tampouco receberei compensações financeiras pela minha participação.

CONFIDENCIALIDADE: Estou ciente de que a minha identidade permanecerá confidencial durante todas as etapas do estudo.

CONSENTIMENTO: Recebi claras explicações sobre a pesquisa, todas registradas neste formulário de consentimento. Os investigadores do estudo responderam e responderão, em qualquer etapa da pesquisa, a todas as minhas perguntas, até a minha completa satisfação. Portanto, estou de acordo em participar do estudo. Este formulário de Consentimento Pré-Informado será assinado por mim e arquivado na instituição responsável pela pesquisa.

Nome do participante: _____ Identidade: _____

ASSINATURA: _____ DATA: ____/____/_____

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR:

Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu a minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a esta pesquisa. Se o participante tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da ESEF/UFPel – Rua Luís de Camões, 625 – CEP: 96055-630 - Pelotas/RS; Telefone: (53) 3273-2752.

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL _____

ANEXO B – Formulário de anotação das observações

nque _____

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS									
1. Massa corporal	peso								
2. Estatura	estat								
3. FC de repouso	fcrep								
PERIMETRIA									
4. Perímetro do Antebraço DIREITO	perimd Cm								
5. Perímetro do Antebraço ESQUERDO	perime Cm								
ULTRASSONOGRAFIA									
6. Espessura músculo EXTENSOR DIREITO	espexd Cm								
7. Ecointensidade músculo EXTENSOR DIREITO	eiextdir								
8. Espessura músculo FLEXOR DIREITO	espflexd Cm								
9. Ecointensidade músculo FLEXOR DIREITO	eiflexdir								
10. Espessura músculo EXTENSOR ESQUERDO	espexe Cm								
11. Ecointensidade músculo EXTENSOR ESQUERDO	eiexte								
12. Espessura músculo FLEXOR ESQUERDO	esflexe Cm								
13. Ecointensidade músculo FLEXOR ESQUERDO	eiflexe								
CICLOERGOMETRIA - MANIVELA									
Estágio	FC	Borg	Estágio	FC	Borg	Estágio	FC	Borg	
1			9			17			
2			10			18			
3			11			19			
4			12			20			
5			13			21			
6			14			22			
7			15			23			
8			16			24			
14. Tempo de teste	durteste m, s.								
15. Carga máxima	kgmax Kg								
16. Estágios do teste	nestag								
17. FC final	fcfinal								

Formulário de anotação das observações

nque _____

ANEXO C

IDENTIFICAÇÃO	nque:		
1. Qual é o seu nome completo?	Sexo (M1) (F2)	Sexo	
2. Qual é a sua idade em anos completos?		idade	
3. Qual é a sua mão dominante? (1) Direito (2) Esquerdo		maodom	
3. Há quanto tempo começou a sentir os sintomas da Doença de Parkinson? (meses)		tsint	
4. Há quanto tempo recebeu o diagnóstico da Doença de Parkinson? (meses)		tdiag	
5. Qual o sintoma mais evidente?		sintmais	
6. Atualmente, apresenta os sintomas nos dois braços igualmente, ou mais em um? Qual? (1) Direito (2) Esquerdo (3) Ambos (888) NSA		bracomais	
7. Quais outras doenças tem ou já teve?		outdoen	
8. Já teve fratura em um ou ambos punho (s)? Há quanto tempo? SE SIM, ENCERRAR ENTREVISTA			
9. Já realizou cirurgia nos membros superiores? (0) Não (1) Sim SE SIM RESPONDE ÀS DEMAIS DESTE QUADRO E ENCERRA A ENTREVISTA De que tipo? Há quanto tempo?		cirurgi tipocir tempocir	
10. Utiliza marcapasso? (0) Não (1) Sim SE SIM, ENCERRAR ENTREVISTA			
10. Faz tratamento com medicamento para a Doença de Parkinson? (0) Não – Pular para Questão 12 (1) Sim		ttodp	
11. Quais medicamentos utiliza? Quais dosagens? Quantos comprimidos ao dia?			
Medicamento:	Dosagem:	Comp/dia:	Hora:
Medicamento:	Dosagem:	Comp/dia:	Hora:
Medicamento:	Dosagem:	Comp/dia:	Hora:
Medicamento:	Dosagem:	Comp/dia:	Hora:
Medicamento:	Dosagem:	Comp/dia:	Hora:
Medicamento:	Dosagem:	Comp/dia:	Hora:
12. Qual serviço de saúde utiliza para o tratamento? (1) Público (2) Privado (888) Não sabe		servsau	

Parte 1 – Critérios de elegibilidade

Parte 2 – Situação de autocuidado e Independência Funcional

IDENTIFICAÇÃO	
13. Alimentação – Alimenta-se sozinho? Precisa de ajuda para cortar a comida? (1) Sim (2) Não (3) Parcialmente	alimenta
14. Transferências de posição – Senta-se e levanta-se de cadeira ou da cama sozinho? Precisa de pouca ajuda? Não consegue sozinho? (1) Sim (2) Não (3) Com ajuda	transfer
15. Higiene pessoal – Lava o rosto, penteia-se e manuseia lâminas de barbear ou maquiagem sozinho? (1) Sim (2) Não	higiene
16. Uso do banheiro – Vai e volta do banheiro, manuseia as roupas adequadamente sem sujarse, utiliza o papel higiênico sozinho e tem equilíbrio? Precisa de ajuda para manusear as roupas e/ou usar o papel higiênico? (1) Sim (2) Não (3) Com ajuda	banheiro
17. Banho – Toma banho sozinho? (1) Sim (2) Não	banho
18. Caminhar em superfície plana – Caminha pelo menos 45 metros sozinho? Precisa de ajuda? (1) Sim (2) Não (3) Com ajuda	caminhaso
19. Escadas – Sobe e desce um lance de escadas sozinho? (1) Sim (2) Não	escadas
20. Vestir-se e despir-se – É capaz de vestir-se e calçar-se (amarra sapatos, abotoar roupas, prender fivelas) sozinho? (1) Sim (2) Não	vestir
21. Continência intestinal – Controla as eliminações intestinais sem acidentes? (1) Sim (2) Não	contint
22 – Continência vesical – Controla a urina durante o dia e a noite? (1) Sim (2) Não	contves

nque _____

Parte 3 – IPAQ

nque _____

DOMÍNIO DE LAZER

Esta seção se refere às atividades físicas que você faz em uma semana habitual unicamente por recreação, esporte, exercício ou lazer. Pense somente nas atividades físicas que faz por pelo menos 10 minutos contínuos.

23. Em uma semana habitual, quantos dias o(a) Sr(a) faz caminhadas no seu tempo livre? _____ dias por semana (0) Nenhum → PULE PARA 29 (9) IGN	camdia
24. Nos dias em que o(a) Sr(a) faz essas caminhadas, quanto tempo no total elas duram por dia? _____ minutos (888) NSA (999) IGN	tempocam
25. Em uma semana habitual, quantos dias por semana o(a) Sr(a) faz atividades físicas FORTES no seu tempo livre? Por ex.: correr, fazer ginástica de academia, pedalar em ritmo rápido, praticar esportes competitivos, etc. _____ dias por semana (0) Nenhum → PULE PARA 27 (9) IGN	diasvig
26. Nos dias em que o(a) Sr(a) faz essas atividades fortes, quanto tempo no total elas duram por dia? _____ minutos (888) NSA (999) IGN	tempovig
27. Em uma semana habitual, quantos dias por semana o(a) Sr(a) faz atividades físicas MÉDIAS fora as caminhadas no seu tempo livre? Por ex.: nadar ou pedalar em ritmo médio, praticar esportes por diversão, etc. _____ dias por semana (0) Nenhum → PULE PARA QUESTÃO 29 (9) IGN	diasmed
28. Nos dias em que o(a) Sr(a) faz essas atividades médias, quanto tempo no total elas duram por dia? _____ minutos (888) NSA (999) IGN	tempomed

Essas questões se referem à forma típica de como o senhor(a) se desloca de um lugar para outro.

Pense SOMENTE em relação a caminhar ou pedalar para ir de um lugar ao outro em uma semana normal.	
29. Em quantos dias de uma semana normal você anda de bicicleta por pelo menos 10 minutos contínuos para ir de um lugar para outro? (NAO inclua o pedalar por lazer ou exercício) _____ dias por SEMANA (0) Nenhum – PULE PARA QUESTÃO 31	diasbike
30. Nos dias em que você pedala, quanto tempo no total você pedala POR DIA para ir de um lugar ao outro? _____ minutos	tempobike
31. Em quantos dias de uma semana normal você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos para ir de um lugar para outro? (NAO inclua as caminhadas por lazer ou exercício) _____ dias por SEMANA (0) Nenhum – PULE PARA QUESTÃO 33	diasanda
32. Quando você caminha para ir de um lugar para outro quanto tempo POR DIA você gasta? (NAO inclua as caminhadas por lazer ou exercício) _____ minutos	tempoanda

nque_____

DOMÍNIO DE ATIVIDADES DOMÉSTICAS

Esta parte inclui as atividades físicas que você fez na última semana na sua casa e ao redor da sua casa, por exemplo, trabalho em casa, cuidar do jardim, cuidar do quintal, trabalho de manutenção da casa ou para cuidar da sua família. Novamente pense *somente* naquelas atividades físicas que você faz por pelo menos 10 minutos contínuos.

33. Em quantos dias da última semana você fez atividades moderadas por pelo menos 10 minutos como carregar pesos leves, limpar vidros, varrer, rastelar no jardim ou quintal. <u>_____ dias por SEMANA () Nenhum - Vá para questão 35</u>	modjar
34. Nos dias em que você faz este tipo de atividades, quanto tempo no total você gasta POR DIA fazendo essas atividades moderadas no jardim ou no quintal? <u>_____ horas _____ minutos</u>	tempajar
35. Em quantos dias da última semana você fez atividades moderadas por pelo menos 10 minutos como carregar pesos leves, limpar vidros, varrer ou limpar o chão dentro da sua casa? <u>_____ dias por SEMANA () Nenhum - Vá para questão 37.</u>	modcasa
36. Nos dias que você faz este tipo de atividades moderadas dentro da sua casa quanto tempo no total você gasta POR DIA? <u>_____ horas _____ minutos</u>	tempocasa
37. Em quantos dias da ultima semana você fez atividades físicas vigorosas no jardim ou quintal por pelo menos 10 minutos como capinar, lavar o quintal, esfregar o chão: <u>_____ dias por SEMANA () Nenhum - Vá para</u>	dvigjar
38. Nos dias que você faz este tipo de atividades vigorosas no quintal ou jardim quanto tempo no total você gasta POR DIA? <u>_____ horas _____ minutos</u>	tvigjar
TEMPO GASTO SENTADO	

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, enquanto descansa, visitando um amigo, lendo, assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus ou carro.

39. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana? <u>_____ horas _____ minutos</u>	sentsem
40. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um dia de final de semana? <u>_____ horas _____ minutos</u>	sentfind

Parte 4 – IPAQ Retrospectivo

nque _____

DOMÍNIO DE LAZER

Esta seção se refere às atividades físicas que você faz em uma semana habitual unicamente por recreação, esporte, exercício ou lazer. Pense somente nas atividades físicas que faz por pelo menos 10 minutos contínuos.

23. Em uma semana habitual, quantos dias o(a) Sr(a) faz caminhadas no seu tempo livre? _____ dias por semana (0) Nenhum → PULE PARA 29 (9) IGN	camdia
24. Nos dias em que o(a) Sr(a) faz essas caminhadas, quanto tempo no total elas duram por dia? _____ minutos (888) NSA (999) IGN	tempocam
25. Em uma semana habitual, quantos dias por semana o(a) Sr(a) faz atividades físicas FORTES no seu tempo livre? Por ex.: correr, fazer ginástica de academia, pedalar em ritmo rápido, praticar esportes competitivos, etc. _____ dias por semana (0) Nenhum → PULE PARA 27 (9) IGN	diasvig
26. Nos dias em que o(a) Sr(a) faz essas atividades fortes, quanto tempo no total elas duram por dia? _____ minutos (888) NSA (999) IGN	tempovig
27. Em uma semana habitual, quantos dias por semana o(a) Sr(a) faz atividades físicas MÉDIAS fora as caminhadas no seu tempo livre? Por ex.: nadar ou pedalar em ritmo médio, praticar esportes por diversão, etc. _____ dias por semana (0) Nenhum → PULE PARA QUESTÃO 29 (9) IGN	diasmed
28. Nos dias em que o(a) Sr(a) faz essas atividades médias, quanto tempo no total elas duram por dia? _____ minutos (888) NSA (999) IGN	tempomed

Essas questões se referem à forma típica de como o senhor(a) se desloca de um lugar para outro.

Pense SOMENTE em relação a caminhar ou pedalar para ir de um lugar ao outro em uma semana normal.	
29. Em quantos dias de uma semana normal você anda de bicicleta por pelo menos 10 minutos contínuos para ir de um lugar para outro? (NAO inclua o pedalar por lazer ou exercício) _____ dias por SEMANA (0) Nenhum – PULE PARA QUESTÃO 31	diasbike
30. Nos dias em que você pedala, quanto tempo no total você pedala POR DIA para ir de um lugar ao outro? _____ minutos	tempobike
31. Em quantos dias de uma semana normal você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos para ir de um lugar para outro? (NAO inclua as caminhadas por lazer ou exercício) _____ dias por SEMANA (0) Nenhum – PULE PARA QUESTÃO 33	diasanda
32. Quando você caminha para ir de um lugar para outro quanto tempo POR DIA você gasta? (NAO inclua as caminhadas por lazer ou exercício) _____ minutos	tempoanda

nque_____

DOMÍNIO DE ATIVIDADES DOMÉSTICAS

Esta parte inclui as atividades físicas que você fez na última semana na sua casa e ao redor da sua casa, por exemplo, trabalho em casa, cuidar do jardim, cuidar do quintal, trabalho de manutenção da casa ou para cuidar da sua família. Novamente pense *somente* naquelas atividades físicas que você faz por pelo menos 10 minutos contínuos.

33. Em quantos dias da última semana você fez atividades moderadas por pelo menos 10 minutos como carregar pesos leves, limpar vidros, varrer, rastelar no jardim ou quintal. <u>_____ dias por SEMANA () Nenhum - Vá para questão 35</u>	modjar
34. Nos dias em que você faz este tipo de atividades, quanto tempo no total você gasta POR DIA fazendo essas atividades moderadas no jardim ou no quintal? <u>_____ horas _____ minutos</u>	tempajar
35. Em quantos dias da última semana você fez atividades moderadas por pelo menos 10 minutos como carregar pesos leves, limpar vidros, varrer ou limpar o chão dentro da sua casa? <u>_____ dias por SEMANA () Nenhum - Vá para questão 37.</u>	modcasa
36. Nos dias que você faz este tipo de atividades moderadas dentro da sua casa quanto tempo no total você gasta POR DIA? <u>_____ horas _____ minutos</u>	tempocasa
37. Em quantos dias da ultima semana você fez atividades físicas vigorosas no jardim ou quintal por pelo menos 10 minutos como capinar, lavar o quintal, esfregar o chão: <u>_____ dias por SEMANA () Nenhum - Vá para</u>	dvigjar
38. Nos dias que você faz este tipo de atividades vigorosas no quintal ou jardim quanto tempo no total você gasta POR DIA? <u>_____ horas _____ minutos</u>	tvigjar
TEMPO GASTO SENTADO	

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, enquanto descansa, visitando um amigo, lendo, assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus ou carro.

39. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana? <u>_____ horas _____ minutos</u>	sentsem
40. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um dia de final de semana? <u>_____ horas _____ minutos</u>	sentfind

ANEXO D – Parecer Consustanciado do CEP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estrutura muscular e metabolismo em membros superiores de pacientes com doença de Parkinson

Pesquisador: Fernando Carlos Vinholes Siqueira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 83477618.9.0000.5313

Instituição Proponente: Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.534.518

Apresentação do Projeto:

O projeto é claro e bem escrito. A introdução e revisão de literatura apresentam uma extensa contextualização da literatura e justificam o problema apresentado. A metodologia é clara e detalhada. O presente estudo avaliará 20 pacientes com doença de Parkinson da Associação Pelotense de Parkinsonianos. Inicialmente, em visita a domicílio os indivíduos serão entrevistados e responderão a questões sobre o estadiamento da doença, sobre independência funcional e ao Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ). Posteriormente, em sessão de coleta de dados laboratorial, os participantes serão submetidos a exames bilaterais de perimetria e ultrassonografia para avaliar a espessura e qualidade muscular. Após, realizarão testes de contração isométrica voluntária máxima de flexores e extensores do punho com medidas de eletromiografia de superfície dos músculos extensor radial do carpo e flexor radial do carpo. Por fim, os pacientes realizarão um teste de esforço progressivo durante cicloergometria manual para determinação do consumo de oxigênio de pico.

Objetivo da Pesquisa:

Descrever as diferenças estruturais e metabólicas dos músculos extensor ulnar do carpo e flexor radial do carpo de indivíduos com Doença de Parkinson.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os autores descrevem que existe o risco de irritação cutânea em decorrência da tricotomia e da

Endereço: Luis de Camões,625

Bairro: Tablada

CEP: 96.055-630

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3273-2752

E-mail: ajrombaldi@gmail.com

**UFPEL - ESCOLA SUPERIOR
DE EDUCAÇÃO FÍSICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE**



Continuação do Parecer: 2.534.518

abrasão da pele com algodão embebido em álcool como procedimentos preparatórios para a fixação dos eletrodos utilizados durante o exame eletromiográfico. É possível também que os participantes apresentem sensação de fadiga durante o exercício em cicloergómetro manual. Todos os prováveis inconvenientes são considerados de pequena magnitude de significância e, portanto, configuram risco mínimo, segundo as Diretrizes Éticas Internacionais para Estudos Epidemiológicos. Mesmo assim, após a realização do teste, os participantes poderão permanecer no local por tempo suficiente para a sua recuperação, em local seguro e confortável, terão água à sua disposição para hidratação e receberão orientações sobre os cuidados com a pele em caso de aparecimento de irritação. Além disso, os participantes aceitarão que a entrevista seja realizada em domicílio para preservar a sua privacidade. Os benefícios são relacionados ao fato de que os resultados serão incorporados ao conhecimento científico e, posteriormente, a situações de ensino-aprendizagem. Além disso, os dados individuais serão fornecidos e podem servir para acompanhamento da condição física e de saúde dos participantes.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O delineamento experimental é claro e bem descrito, adequado ao problema investigado. Os procedimentos metodológicos são adequados e estão detalhadamente apresentados.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória estão adequadamente apresentados. O termo de consentimento livre e esclarecido encontra-se bem redigido e com uma linguagem adequada aos participantes. O questionário IPAQ é adequadamente apresentado nos anexos.

Recomendações:

Aprovado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado(a) Pesquisador(a)

O CEP considera o protocolo de pesquisa adequado, conforme parecer APROVADO, emitido pelo relator. Solicita-se que o pesquisador responsável retorne com o RELATÓRIO FINAL ao término do estudo, considerando o cronograma estabelecido.

Endereço: Luis de Camões,625

Bairro: Tablada

CEP: 96.055-630

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3273-2752

E-mail: ajrombaldi@gmail.com

**UFPEL - ESCOLA SUPERIOR
DE EDUCAÇÃO FÍSICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE**



Continuação do Parecer: 2.584.518

Att,

Airton José Rombaldi
Presidente: CEP/ESEF/UFPEL

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJECTO_1079907.pdf	22/02/2018 10:44:06		Aceito
Folha de Rosto	rosto.pdf	22/02/2018 10:43:42	Fernando Carlos Vinholes Siqueira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TC.docx	21/02/2018 16:37:29	Fernando Carlos Vinholes Siqueira	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	21/02/2018 16:37:13	Fernando Carlos Vinholes Siqueira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.docx	21/02/2018 16:36:58	Fernando Carlos Vinholes Siqueira	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

PELOTAS, 09 de Março de 2018

Assinado por:
Airton José Rombaldi
(Coordenador)

Endereço: Luis de Camões,626	CEP: 96.055-630
Bairro: Tablada	Município: PELOTAS
UF: RS	Telefone: (53)3273-2752
E-mail: ajrombaldi@gmail.com	