

**Raquel de Carvalho Lana Campelo**

**PARÂMETROS METABÓLICOS, VENTILATÓRIOS E  
CARDIOVASCULARES DURANTE A REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES  
FUNCIONAIS EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2015

**Raquel de Carvalho Lana Campelo**

**PARÂMETROS METABÓLICOS, VENTILATÓRIOS E  
CARDIOVASCULARES DURANTE A REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES  
FUNCIONAIS EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON**

Tese apresentada ao curso de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais.

Área de concentração: Desempenho Motor e Funcional Humano.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Fátima Rodrigues de Paula.

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Danielle A. Gomes Pereira.

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2015


ATA DE NÚMERO 52 (CINQUENTA E DOIS) DA SESSÃO DE ARGUIÇÃO E DEFESA DE TESE APRESENTADA PELA CANDIDATA **RAQUEL DE CARVALHO LANA CAMPELO** DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO.....

Aos 16 (dezesesseis) dias do mês de dezembro do ano de dois mil e quinze, realizou-se na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, a sessão pública para apresentação e defesa da Tese de Doutorado intitulada: **“Parâmetros metabólicos, ventilatórios e cardiovasculares durante a realização de atividades funcionais em indivíduos com doença de Parkinson”**. A comissão examinadora foi constituída pelas seguintes Professoras Doutoras: Fátima Valéria Rodrigues de Paula, Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela, Aline Alvim Scianni, Renata Cristina Magalhães Lima e Danusa Dias Soares sob a Presidência da primeira. Os trabalhos iniciaram-se às 09h00min com apresentação oral da candidata, seguida de arguição dos membros da Comissão Examinadora. Após avaliação, os examinadores consideraram a candidata **aprovada e apta a receber o título de Doutora após a entrega da versão definitiva da Tese**. Nada mais havendo a tratar, eu, Marilane Soares, secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação dos Departamentos de Fisioterapia e de Terapia Ocupacional da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada será assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 16 de dezembro de 2015.....

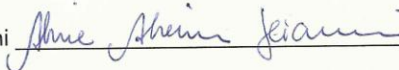
Professora Dra. Fátima Valéria Rodrigues de Paula



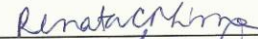
Professora Dra. Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela



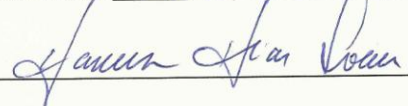
Professora Dra. Aline Alvim Scianni



Professora Dra. Renata Cristina Magalhães Lima



Professora Dra. Danusa Dias Soares



Marilane Soares – SIAPE: 084190

Secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
DA REABILITAÇÃO / EEFFTO  
AV. ANTÔNIO CARLOS, Nº 6627 - CAMPUS UNIVERSITÁRIO  
PAMPULHA - CEP 31270-901 - BH / MG

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS EM REABILITAÇÃO  
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL  
SITE: [www.eeffto.ufmg.br/mreab](http://www.eeffto.ufmg.br/mreab) E-MAIL: [mreab@eeffto.ufmg.br](mailto:mreab@eeffto.ufmg.br) FONE/FAX: (31) 3409-4781

**PARECER**

Considerando que a Tese de Doutorado de **RAQUEL DE CARVALHO LANA CAMPELO** intitulada “Parâmetros metabólicos, ventilatórios e cardiovasculares durante a realização de atividades funcionais em indivíduos com doença de Parkinson” defendidas junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, nível: Doutorado cumpriu sua função didática, atendendo a todos os critérios científicos, a Comissão Examinadora **APROVOU** a Tese de doutorado, conferindo-lhe as seguintes indicações:

| Nome do Professor (a)/Banca                       | Aprovação | Assinatura                 |
|---|-----------|----------------------------|
| Professora Dra. Fátima Valéria Rodrigues de Paula | Aprovada  | <i>F. Valéria</i>          |
| Professora Dra. Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela    | Aprovada  | <i>L. Salmela</i>          |
| Professora Dra. Aline Alvim Scianni               | Aprovada  | <i>Aline Alvim Scianni</i> |
| Professora Dra. Renata Cristina Magalhães Lima    | Aprovada  | <i>R. Lima</i>             |
| Professora Dra. Danusa Dias Soares                | Aprovada  | <i>D. Soares</i>           |

Belo Horizonte, 16 de Dezembro de 2015.

**Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação/EEFFTO/UFMG**

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
DA REABILITAÇÃO / EEFFTO  
AV. ANTÔNIO CARLOS, Nº 6627 - CAMPUS UNIVERSITÁRIO  
PAMPULHA - CEP 31270-901 - BH / MG

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos que me ajudaram ou participaram desse processo.

À professora Fátima, minha orientadora, por ter me acompanhado, aceitado minhas ideias e apoiado minhas decisões por todos estes anos. Agradeço as oportunidades que você me deu, desde a graduação até os dias de hoje. São mais de 10 anos! Minha trajetória ao seu lado é especialmente longa e devo dizer que você foi a pessoa que mais influenciou minha formação profissional.

À professora Danielle Gomes Pereira, minha co-orientadora, que me auxiliou nessa reinclusão à fisioterapia cardiorespiratória. Sua presença foi imprescindível para a realização deste projeto.

Aos professores do LabCare, em especial a professora Verônica Franco Parreira, que me receberam tão bem em seu ambiente de trabalho. Me senti parte da equipe durante o período de coletas.

Um segundo fruto do doutorado foi a amizade. À Janaíne Polese e Dayane Montemezzo, minhas companheiras da Saga Córtex. Sem vocês esse processo teria sido muito mais duro. Cada momento difícil com vocês foi mais fácil, cada momento bom foi mais especial. Agradeço ter conhecido ainda mais vocês durante o doutorado, nossa amizade é para sempre!

À Giane Amorim Ribeiro Samora e João Antônio da Silva Júnior pela disponibilidade e boa vontade nas coletas do teste máximo. Você fizeram muito mais do que eu poderia imaginar. Acompanhar suas conversas também foi uma fonte de aprendizado.

Aos alunos de IC e hoje colegas de profissão que me ajudaram nas coletas e no REPARC-BR: Lysandra, Ana Carolina, Larissa, Izabella, Letícia, Luisa e Priscila. Aos alunos de IC do LabCare Hugo, Fabiana, Ana Paula, Sabrina, dentre outros. Obrigada pelo auxílio durante o doutorado.

À Lidiane Lima, companheira nos estudos sobre a doença de Parkinson. Obrigada por todas as dicas e conselhos. Aos demais colegas de doutorado, pela amizade e companheirismo.

Aos professores e funcionários do programa de Pós-graduação da UFMG, principalmente à Marilane, que sempre se mostrou disponível.

Ao Dr. Francisco Cardoso e toda a Equipe do Ambulatório de Distúrbios do Movimento pela colaboração.

Aos pacientes e voluntários que participaram da coleta, pela disponibilidade e boa vontade.

Ao Antônio, que me fez ver o que realmente é importante na vida. Dedico essa obra e tudo que aprendi nesses anos a você.

Agradeço ao Cláudio, que esteve ao meu lado em todas as reviravoltas destes últimos anos. Você me apoiou, ajudou e entendeu meu astral em cada momento. Você sempre esteve ao meu lado e foi quem me deu calma e serenidade para passar por mais esta etapa.

Agradeço aos meus pais, Maurício e Sandra, que sempre apoiaram minhas decisões e embarcaram nessa minha caminhada sem receios. À minha mãe, que me dá conforto e carinho sempre. Ao meu pai, um exemplo de superação e do quanto o estudo e a qualificação profissional podem nos levar longe.

Agradeço aos meus irmãos, Bruno, Gustavo, Fabiano e Marcela. Mais uma vez, nossa competição saudável me fez dar mais um passo adiante.

A toda a minha família, que esteve pronta para me ajudar, até como voluntários, e me deram apoio nas outras áreas da minha vida. Às tias Lili, Jane e Nona. Agradeço a proximidade, carinho e apoio de vocês nestes últimos anos. À tia Marta, que é um exemplo de onde podemos chegar na vida acadêmica.

A todas as minhas amigas da fisio, nossos encontros são uma verdadeira injeção de ânimo. Aos meus amigos do Dom Silvério: Capivaras, Thais e Renata, somos amigos há mais de 10 anos e nossa amizade continua forte. Vocês me deram os momentos de descontração que tanto precisei durante estes anos. À Patrícia. Sei que posso contar com vocês sempre.

A Deus, sempre.

## RESUMO

Embora o padrão diário de atividade física na fase inicial da doença de Parkinson (DP) pareça ser similar à dos controles, isso tende a mudar com a progressão da doença. Pesquisas recentes observaram que indivíduos com DP são 29% menos ativos que indivíduos saudáveis. Além disso, devido à bradicinesia, indivíduos com DP tendem a reduzir a quantidade e a variedade de atividade física regular que realizam. Entender os fatores relacionados à redução do nível de atividade física é de suma importância no manejo das complicações decorrentes da DP. A capacidade ao exercício de indivíduos com DP em fase iniciais da doença pode ser comparável à de indivíduos sem a doença quando os sujeitos envolvidos mantêm certo nível de atividade física regular. No entanto, o alcance do pico aeróbico na esteira ocorre em um nível de exercício significativamente menor (menor velocidade, menor intensidade ou menor tempo) indicando uma menor eficiência energética. Dados indicam que indivíduos com DP gastam aproximadamente 20% mais energia do que indivíduos saudáveis pareados em idade e sexo durante exercícios com carga semelhante. Levando em consideração tais achados na literatura, três objetivos foram traçados nesta tese: (a) investigar os fatores determinantes do nível de atividade física de indivíduos com a DP; (b) investigar se o Teste de Subir e Descer Escadas (TE) e o Teste de Caminhada de 6 Minutos (TC6) podem ser utilizados na avaliação da capacidade física de indivíduos com DP e (c) investigar se existe diferença na eficiência energética de indivíduos com DP, quando comparados a indivíduos controles pareados por idade, sexo e nível de atividade física. Inicialmente, 46 indivíduos ( $66 \pm 12$  anos) foram recrutados para investigação dos fatores determinantes do nível de atividade física em indivíduos com DP, utilizando o Perfil de Atividade Humana (PAH). Através de análises de regressão linear, dois modelos que explicaram 76% da variância do PAH foram observados. O primeiro compreende idade, habilidade de realizar Atividades de Vida Diária (AVD) e Estágios de Incapacidade de Hoehn e Yahr modificada (HY); e o segundo compreende idade, habilidade de realizar AVD, e bradicinesia. Dentre os indivíduos com DP recrutados, 20 ( $62 \pm 8$  anos) participaram dos estudos subsequentes. O número de degraus escalados em 5



minutos (degraus) no TE e distância do TC6 foram capazes de prever 36% e 41% do pico de consumo de oxigênio ( $VO_2$  pico) do Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP). Degraus e tempo gasto para uma subida e descida (tempo) do TE e distância e velocidade do TC6 foram capazes de discriminar indivíduos com diferentes níveis funcionais de acordo com o PAH e a avaliação motora da Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS). O TE foi considerado um teste de intensidade vigorosa, enquanto o TC6 apresentou intensidade moderada. Posteriormente, tais indivíduos foram pareados a controles e a diferença no consumo de oxigênio e parâmetros cardiorrespiratórios (frequência cardíaca – FC, razão da troca respiratória – RER, equivalente ventilatório –  $VE/VCO_2$ , pulso de oxigênio –  $VO_2/FC$  e duplo produto) e parâmetros clínicos do TECP (tempo, velocidade e inclinação), TE (tempo, degraus, distância) e TC6 (distância e velocidade) foram avaliados. O custo energético dos testes submáximos foi calculada dividindo-se o  $VO_2$  pico dos testes pela distância percorrida. O  $VO_2$  pico dos TECP, TE e TC6 foram semelhantes entre grupos. No TECP, a velocidade e inclinação atingidas no pico do exercício foram maiores no grupo controle (CT). No TE, o tempo foi menor no grupo CT e degraus e distância foram maiores. No TC6, a distância e velocidade foram maiores no grupo CT. O custo energético foi maior no grupo DP, no TE, mostrando que tais indivíduos gastam mais energia por metro percorrido que os controles. Fatores modificáveis como a habilidade de realizar AVD e bradicinesia foram identificados como preditores do nível de atividade física de indivíduos com DP. Variáveis clínicas do TE (intensidade vigorosa) e do TC6 (intensidade moderada) foram capazes de prever parcialmente a capacidade ao exercício máxima e discriminaram indivíduos com DP de diferentes níveis funcionais. Com a utilização de testes submáximos como o TE e o TC6, a avaliação da capacidade ao exercício e performance funcional pode ser incluída no processo de reabilitação da DP. Finalmente, indivíduos com DP apresentaram eficiência energética reduzida durante atividades submáximas e funcionais como subir e descer escadas e caminhada.

**Palavras-chave:** Doença de Parkinson, atividade física, bradicinesia, fadiga, esforço físico, teste de esforço.

## ABSTRACT

Although the daily physical activity pattern in the early stages of Parkinson's disease (PD) appears to be similar to that of controls, it tends to change with the progression of the disease. Recent research observed that individuals with PD are 29% less active than healthy individuals. In addition, due to the bradykinesia, individuals with PD tend to reduce the quantity and variety of regular physical activity. Understanding the factors related to the reduction of the physical activity level is of major importance in the management of PD complications. The exercise capacity of individuals with early-stage PD can be comparable to that of individuals without the disease when the subject involved maintain a certain level of regular physical activity. However, reaching aerobic peak occurs in a significantly lower level of exercise (lower speed, lower intensity or shortest time) indicating a lower energy efficiency. Data indicate that individuals with PD spend approximately 20% more energy than age- and sex-matched healthy individuals during exercises with similar load. Taking into account such findings in the literature, three objectives were outlined in this thesis: (a) investigate the determining factors of the physical activity level of individuals with PD; (b) investigate whether the Stair Ascent and Descent Test (TE) and the 6-minute Walk Test (6MWT) can be used in the evaluation of physical capacity of patients with PD and (c) to investigate whether there is a difference in energy efficiency of individuals with PD, when compared to individuals controls matched by age, sex and physical activity level. Initially, 46 individuals ( $66 \pm 12$  years) were recruited to investigate the determinants of the physical activity level of individuals with PD, using the Human Activity Profile (HAP). Through linear regression analysis, two models that explained 76% of the variance of HAP were observed. The first comprises age, ability to perform Activities of daily living (ADL) and HY modified scale; and the second comprises age, ability to perform ADL, and bradykinesia. Among the PD patients recruited, 20 ( $62 \pm 8$  years) participated in the subsequent studies. The variables number of steps climbed during five minutes of the ST (steps) and distance of the 6MWT were able to predict 36% and 41% of peak oxygen expenditure ( $VO_2$  peak) of a Cardiopulmonary Exercise Test (CPET). Steps and time spent for

one ascent and descent (time) of the ST and distance and speed of the 6MWT were able to discriminate between individuals with different functional levels according to the HAP and the motor part of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS). The TE was considered vigorous intensity test, while the 6MWT presented moderate intensity. Subsequently, such individuals were matched to controls and the difference in oxygen expenditure, other cardiorespiratory parameters (heart rate – HR, respiratory exchange ratio - RER, ventilatory equivalent -  $VE/VCO_2$ , oxygen pulse -  $VO_2/FC$  and double product) and clinical parameters of the CPET (time, speed and inclination), ST (time, steps, distance) and 6MWT (distance and speed) were evaluated. Submaximal exercise tests' energy cost was calculated by dividing the  $VO_2$  peak of tests by distance. The  $VO_2$  peak of CPET, ST and 6MWT were similar between groups. The CPET' speed and inclination reached at peak exercise were higher in the control group (CT). In the ST, the time was lower in the CT group and steps and distance were greater. In the 6MWT, distance and speed were higher in the CT group. Energy cost value in the ST was higher in the PD group, showing that such individuals spend more energy per meter traveled than controls. Modifiable factors such as ability to perform ADL and bradykinesia have been identified as predictors of physical activity level of individuals with PD. Clinical variables of the ST (vigorous intensity) and the 6MWT (moderate intensity) were able to partially predict maximal exercise capacity and discriminated PD individuals with different functional levels. With the use of submaximal exercise tests as the ST and the 6MWT, assessment of exercise capacity and functional performance can be included in the rehabilitation process of PD. Finally, individuals with PD presented reduced energy efficiency during functional submaximal activities such as stair ascent and descent and overground walking.

**Key Words:** Parkinson's disease, physical activity, bradykinesia, fatigue, physical exertion, exercise test.

## LISTA DE ABREVIações

|                  |  |
|------------------|--|
| AVD              | atividades de vida diária                                  |
| CO <sub>2</sub>  | dióxido de carbono   |
| COEP             | comitê de ética e pesquisa                                 |
| DP               | doença de Parkinson  |
| FC               | frequência cardíaca  |
| FSS              | <i>Fatigue Severity Scale</i>                              |
| HY               | Estágios de Incapacidade de <i>Hoehn e Yahr modificada</i> |
| MEEM             | Mini Exame do Estado Mental                                |
| O <sub>2</sub>   | oxigênio   |
| PAH              | Perfil de Atividade Humana                                 |
| PA               | pressão arterial   |
| PSE              | percepção subjetiva de esforço                             |
| RR               | razão de troca respiratória                                |
| SpO <sub>2</sub> | saturação periférica de oxigênio                           |
| TC6              | Teste de Caminhada de 6 Minutos                            |
| TCLE             | termo de consentimento livre e esclarecido                 |
| TECP             | Teste de Esforço Cardiopulmonar                            |
| TE               | Teste de Subir e Descer Escadas                            |
| UPDRS            | <i>Unified Parkinson's Disease Rating Scale</i>            |
| VCO <sub>2</sub> | produção de dióxido de carbono                             |
| VO <sub>2</sub>  | consumo de oxigênio  |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>PREFÁCIO</b> .....   | 15 |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....                                    | 17 |
| <b>1.1. Epidemiologia</b> .....                               | 18 |
| <b>1.2. Etiologia</b> .....                                   | 19 |
| <b>1.3. Diagnóstico</b> .....                                 | 23 |
| <b>1.4. Sintomas motores</b> .....                            | 24 |
| 1.4.1. Sintomas cardinais .....                               | 24 |
| 1.4.2. Distúrbios da marcha .....                             | 28 |
| <b>1.5. Sintomas não motores</b> .....                        | 30 |
| <b>1.6. Subtipos clínicos</b> .....                           | 33 |
| <b>1.7. DP e fadiga</b> .....                                 | 35 |
| <b>1.8. DP e atividade física</b> .....                       | 37 |
| <b>1.9. Alterações cardiorrespiratórias na DP</b> .....       | 40 |
| 1.9.1. Capacidade aeróbia e eficiência energética na DP ..... | 42 |
| <b>1.10. Avaliação da capacidade aeróbia</b> .....            | 45 |
| <b>1.11. Justificativa</b> .....                              | 47 |
| <b>1.12. Objetivos</b> .....                                  | 50 |
| <b>2. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....                           | 51 |
| <b>2.1. Tipo e local do estudo</b> .....                      | 51 |
| <b>2.2. Participantes</b> .....                               | 51 |
| 2.2.1 Critérios de Inclusão / Exclusão .....                  | 52 |
| <b>2.3. Instrumentação</b> .....                              | 53 |
| 2.3.1. Ficha de identificação e avaliação .....               | 53 |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.3.2. Estágios de Incapacidade de <i>Hoehn e Yahr</i> .....   | 54        |
| 2.3.3. <i>Unified Parkinson's Disease Rating Scale</i> .....   | 54        |
| 2.3.4. Perfil de Atividade Humana .....  | 55        |
| 2.3.5. <i>Fatigue Severity Scale</i> .....   | 56        |
| 2.3.6. Sistema computadorizado portátil de análise de gases .....  | 56        |
| 2.4. Procedimentos .....   | 57        |
| 2.4.1. Procedimentos referentes ao estudo 1 .....  | 57        |
| 2.4.2. Procedimentos referentes aos estudos 2 e 3 .....  | 58        |
| 2.4.2.1. Teste de Esforço Cardiopulmonar.....  | 61        |
| 2.4.2.2. Teste de subir e descer escadas .....   | 64        |
| 2.4.2.3. Teste de caminhada de 6 minutos .....   | 65        |
| <b>2.5. Variáveis estudadas e Procedimentos estatísticos</b> .....   | <b>67</b> |
| 2.5.1. Estudo 1 .....  | 67        |
| 2.5.2. Estudo 2 .....  | 68        |
| 2.5.3. Estudo 3 .....  | 69        |
| 3. ARTIGO 1 - Main determinants of physical activity levels in individuals with Parkinson's disease .....  | 72        |
| 4. ARTIGO 2 - Stair Ascent/Descent and Six-Minute Walk Test for the evaluation of aerobic capacity in individuals with Parkinson's disease ..... | 86        |
| 5. ARTIGO 3 - Energetic efficiency of walking and stair ascent/descent in individuals with Parkinson's disease and healthy controls .....        | 113       |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....  | 136       |
| REFERÊNCIAS .....  | 139       |
| ANEXOS .....   | 151       |
| APÊNDICES .....  | 163       |

## PREFÁCIO

A presente tese de doutorado foi elaborada de acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional desta Universidade. Está estruturada em seis capítulos.

O capítulo um contém a introdução que consta da revisão de literatura sobre a doença de Parkinson, seus sintomas motores e não motores, subtipos clínicos da doença, fadiga, nível de atividade física de indivíduos com a doença e avaliação cardiorespiratória. Em seguida, foi desenvolvida a justificativa para realização dos estudos e estão descritos os objetivos gerais e específicos desenvolvidos para a elaboração desta tese.

O capítulo dois, intitulado Materiais e Método, descreve os instrumentos e procedimentos que foram utilizados e as medidas de desfecho dos estudos, que serão apresentados nos capítulos seguintes. A metodologia desta tese foi dividida em duas etapas. Na primeira etapa foram realizados os procedimentos do estudo 1, referente ao objetivo 1 e, a partir dos participantes e dados coletados, foram realizados o segundo e terceiro estudos, referente aos objetivos 2 e 3.

O capítulo três apresenta o artigo 1, intitulado “**Main determinants of physical activity levels in individuals with Parkinson’s disease**” aceito para publicação no periódico Arquivos de Neuro-psiquiatria, em Outubro de 2015. O artigo busca variáveis clínicas relacionadas à doença e aos indivíduos que possam prever o nível de atividade física de indivíduos com doença de Parkinson.

O quarto e quinto capítulos correspondem aos dois artigos considerados produtos finais da tese. No capítulo quatro encontra-se o artigo 2, cujo título é **“Stair Ascent/Descent and Six-Minute Walk Test for the evaluation of aerobic capacity in individuals with Parkinson’s disease”**, elaborado de acordo com as normas do periódico *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. O artigo investiga se testes clínicos que podem ser utilizados na prática clínica do fisioterapeuta podem ser utilizados na avaliação da capacidade física de indivíduos com doença de Parkinson.

O capítulo cinco apresenta o artigo 3, com o título **“Energetic efficiency of walking and stair ascent/descent in individuals with Parkinson’s disease and healthy controls”**, elaborado segundo as normas do periódico *Journal of Neurologic Physiotherapy*, onde será submetido oportunamente. Tal artigo busca investigar se existe diferença no gasto energético (consumo de oxigênio) e eficiência energética durante as atividades de subir e descer escadas e a caminhada em indivíduos com doença de Parkinson.

No sexto capítulo encontram-se as considerações finais deste trabalho, e em sequência, a lista completa de referências utilizadas para a escrita da tese e dos artigos, de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Em seguida, apresentam-se os apêndices e anexos citados nesta tese.



## 1. INTRODUÇÃO

A Doença de Parkinson (DP) é uma doença degenerativa e progressiva do sistema nervoso central (SCHENKMAN, 2001; MORRIS *et al.*, 2001; CARR E SHEPHERD, 1998; WEINTRAUB *et al.*, 2008). É considerada a desordem do movimento mais comum e a segunda doença neurodegenerativa mais frequente depois da doença de Alzheimer (ALVES *et al.*, 2008). As manifestações motoras da DP são atribuídas à perda de células dopaminérgicas e consequente disfunção dos núcleos da base, um conjunto de núcleos que participam da iniciação e execução dos movimentos (SHULMAN *et al.*, 2011). As principais manifestações motoras da DP são o tremor de repouso, a bradicinesia (lentidão de movimento), a rigidez (aumento do tônus muscular) (SCHENKMAN, 2001; MORRIS, 2000; SHULMAN *et al.* 2011), a instabilidade postural e os distúrbios da marcha (SHULMAN *et al.* 2011). Quando os sintomas motores da doença são reconhecidos clinicamente, 60% das células dopaminérgicas já foram perdidas, resultando em uma redução concomitante de 80% da dopamina estriatal (SHULMAN *et al.* 2011).

O marco neuropatológico da DP é a perda de neurônios dopaminérgicos na parte compacta da substância negra com consequente perda de dopamina no sistema nigroestriatal e a presença de inclusões intracelulares  $\alpha$ -synuclein-*positive* chamadas corpos de Lewy (ALVES *et al.*, 2008; LE *et al.*, 2009). Contudo, um número crescente de estudos sugeriram que a DP é uma doença cerebral multisistêmica na qual sistemas não dopaminérgicos são também afetados ao longo da doença (BRAAK *et al.*, 2002; BRAAK *et al.*, 2003; CHAUDHURI; HEALY; SCHAPIRA, 2006) Portanto, a DP pode ser

caracterizada pela presença de disfunção múltipla, incluindo déficits dos sistemas colinérgicos, serotoninérgicos e noradrenérgicos (TEIVE, 2006) além do sistema dopaminérgico (LE *et al.*, 2009).

### **1.1. Epidemiologia**

Estima-se que em 2030, o número de indivíduos acima de 50 anos de idade com a DP no mundo será entre 8,7 e 9,3 milhões (DORSEY *et al.*, 2007). O início da DP ocorre raramente antes dos 50 anos de idade e sua incidência apresentaram um aumento acentuado após os 60 anos (VAN DEN EEDEN *et al.*, 2003; DE LAU *et al.*, 2006; WIRDEFELDT *et al.*, 2011). Alguns estudos apontam uma queda na incidência em populações com idade superior a 85 anos de idade (DE LAU *et al.*, 2006; DRIVER *et al.*, 2009; WIRDEFELDT *et al.*, 2011). Além disso, homens são proporcionalmente mais afetados que mulheres (VAN DEN EEDEN *et al.*, 2003; DE LAU *et al.*, 2006; WIRDEFELDT *et al.*, 2011).

Em estudos realizados com indivíduos de todas as idades, as taxas de incidência da DP variam de 1,5 a 22 a cada 100.000 pessoas (WIRDEFELDT *et al.*, 2011). Estudos que restringiram a análise a populações com idade entre 55 e 65 anos observaram taxas de incidência entre 410 a 529 a cada 100.000 indivíduos (DE LAU *et al.*, 2006; WIRDEFELDT *et al.*, 2011). É importante salientar que esta variação nos valores de incidência nas diferentes populações podem ser atribuídas principalmente a diferenças metodológicas nos estudos e não a questões étnicas das populações envolvidas (WIRDEFELDT *et al.*, 2011).

Uma prevalência de aproximadamente 1% da população apresenta a DP entre 60 e 65 anos e esses valores aumentam para 5% até os 85 anos de idade (DE LAU *et al.*, 2006; SHULMAN *et al.*, 2011). Especificamente no Brasil, a DP afeta 3,3% dos idosos acima de 64 anos (BARBOSA *et al.*, 2006). Assim como nos estudos de incidência, a prevalência da DP claramente aumenta com a idade com um declínio na faixa etária mais avançada, ou seja, acima de 80 anos (WIRDEFELDT *et al.*, 2011).

## 1.2. Etiologia

A variação na incidência da DP entre diferentes grupos étnicos poderia dar pistas sobre a etiologia da doença, incluindo diferentes exposições ambientais e susceptibilidade genética. No entanto, a comparação entre os estudos de incidência da DP é dificultada pelas suas diferenças metodológicas (WIRDEFELDT *et al.*, 2011). Portanto, a etiopatogenia da DP ainda permanece obscura (TEIVE, 2006; LE *et al.*, 2009; WIRDEFELDT *et al.*, 2011). As hipóteses existentes se referem à susceptibilidade genética interagindo com causas ambientais como precipitadores do processo de morte neuronal (PALLONE, 2007; WIRDEFELDT *et al.*, 2011).

Os mecanismos etiopatogênicos envolvidos na DP incluem a participação de vários fatores que podem atuar de maneira combinada, desencadeando uma cascata de eventos que eventualmente levariam à degeneração do neurônio dopaminérgico na substância negra (TEIVE, 2006; LE *et al.*, 2009). Tais fatores incluem o estresse oxidativo, anormalidades mitocondriais, excitotoxicidade, fatores inflamatórios, neurotoxinas ambientais

(DE LAU *et al.*, 2006; TEIVE, 2006) e fatores genéticos (SHULMAN *et al.*, 2011; TEIVE, 2006; ALVES *et al.*, 2008; LE *et al.*, 2009). Finalmente, a idade, acompanhada pelo envelhecimento cerebral, é também considerada um dos múltiplos fatores relacionados à etiologia da DP (MASDEN, 1994; TEIVE, 2006; ALVES *et al.*, 2008).

A exposição a metais pesados tais como ferro, manganês, cobre, chumbo, amálgama de alumínio ou zinco tem sido apontada como possível fator de risco para o desenvolvimento da DP, através do acúmulo dos metais na substância negra e do aumento do estresse oxidativo (LAI *et al.*, 2002) Além disso, sugere-se que uma maior vulnerabilidade dos neurônios para o estresse oxidativo pode ocorrer pela presença de dopamina. Neste caso, seu metabolismo levaria à formação de peróxido de hidrogênio, o qual pode reagir com o ferro e formar radicais livres, que são citotóxicos (TEIVE, 2006).

A função mitocondrial alterada na DP foi considerada devido a achados bioquímicos em autópsias e em modelos animais induzidos por toxinas que apontaram deficiências na cadeia de transporte de elétrons mitocondrial (SCHULZ *et al.*, 2008). Acredita-se que tal alteração determine um déficit no metabolismo energético neuronal e uma maior suscetibilidade a mecanismos excitotóxicos. A anormalidade mitocondrial pode ser devida a um defeito genético mitocondrial ou mesmo a fatores endógenos ou exógenos (TEIVE, 2006)

O papel da inflamação na patogênese da DP permanece desconhecido. Uma *up regulation* de citocinas foi encontrada no cérebro e no líquido cerebrospinal de pacientes com DP, além de células gliais ativadas observadas em material pós-morte. No entanto, não está claro ainda se esta

resposta imunológica é a causa ou a consequência da neurodegeneração característica da doença (DE LAU *et al.*, 2006). Estudos apontaram que falhas no sistema de degradação ou a promoção de agregação de proteínas causadas por mutações genéticas podem levar à neurodegeneração e ao fenótipo clínico da DP (SCHULZ *et al.*, 2008; LE *et al.*, 2009).

Os fatores genéticos podem ser apresentados pelos efeitos de genes causativos, relacionados à DP familiar e genes de susceptibilidade, relacionados à DP idiopática (DAVIE *et al.*, 2008). Causas monogenéticas não parecem ter um papel primário na maioria dos casos de DP. Em apenas 5 a 10% de todos os pacientes com DP as mutações genéticas são responsáveis pelo surgimento da doença (CROISERS *et al.*, 2011; DE LAU *et al.*, 2006). A possibilidade de uma variante genética na etiologia da DP é maior em casos de início precoce da doença (antes dos 40 anos) e casos com história familiar positiva (CROISERS *et al.*, 2011). Ainda que a identificação gênica possa ter aumentado o conhecimento sobre a etiologia da DP, isso não explica os mecanismos causais para a grande maioria dos indivíduos com DP idiopática (WIRDEFELDT *et al.*, 2011).

Vários estudos de associação têm sido feitos com genes candidatos a contribuir para o aumento do risco da DP idiopática. Os genes de susceptibilidade mais estudados são aqueles envolvidos no metabolismo da dopamina, no metabolismo mitocondrial, na desintoxicação, em outras doenças neurodegenerativas e na DP familiar. Devido às supostas causas multifatoriais subjacentes à DP idiopática, o efeito de susceptibilidade de cada gene é pequeno e um grande número de casos são necessários para detectá-los (DE LAU *et al.*, 2006).

Pesquisas recentes tem investigado os possíveis efeitos protetores de fatores relacionados aos hábitos e estilo de vida. Associações negativas entre o risco de desenvolver a DP e o consumo de café (PREDIGER, 2010; DE LAU *et al.*, 2006) e nicotina (QUIK *et al.*, 2012; DE LAU *et al.*, 2006) e a prática de atividade física (CHEN *et al.*, 2005), têm sido reportados. O consumo de café e tabaco são alguns dos fatores protetores mais estudados na DP, com resultados muito consistentes que indicam uma redução no risco de desenvolver a DP em indivíduos que consomem grandes quantidades de tais substâncias (DE LAU *et al.* 2006).

Estudos de coorte prospectivos demonstraram uma associação negativa entre a intensidade de exercício e o risco de desenvolver a DP (CHEN *et al.*, 2005, THACKER *et al.*, 2008, LOGROSCINO *et al.*, 2006). O exercício aeróbio pode promover a saúde cerebral reduzindo a inflamação, suprimindo o stress oxidativo e estabilizando a homeostase do cálcio (SHU *et al.*, 2014; COTMAN *et al.*, 2007). Em estudo com roedores, o exercício aeróbio realizado regularmente desencadeou mudanças no sistema nervoso central como sinaptogêneses, aumento da utilização de glicose, angiogênese e neurogênese (HIRSH; FARLEY, 2009). Modelos animais parkinsonianos revelaram que o exercício pode proteger o organismo de neurotoxinas dopaminérgicas através do aumento da expressão de fatores neurotróficos e aumento da neuroplasticidade (AHLKOG *et al.*, 2011).

Evidências recentes indicam que o tipo de exercício pode ter efeitos regionais sobre a circuitaria cerebral. Exercícios baseados na habilidade afetam os circuitos fronto-estriatais em um grau maior do que o exercício aeróbico puro (PETZINGER *et al.*, 2015). Tal estudo sugere que o exercício

pode induzir a neuroplasticidade de um circuito específico através de mecanismos que incluem a combinação de um aumento da demanda metabólica neuronal e o aumento do fluxo sanguíneo (PETZINGER *et al.*, 2015). Segundo Chen *et al.* (2005), a prática de altos níveis de atividade física pode reduzir o risco da DP em homens. No entanto, mais investigações são necessárias para entender essa associação e as diferenças encontradas com relação ao sexo (CHEN *et al.*, 2005; WIRDEFELDT *et al.*, 2011)

### 1.3. Diagnóstico

Devido à falta de marcadores biológicos e achados específicos em exames de neuroimagem, o diagnóstico da DP é baseado em critérios clínicos, principalmente nos sintomas parkinsonianos, e na ausência de sinais relacionados a outros danos neurológicos, causados por utilização de drogas e exposição a toxinas e infecções (MARSDEN *et al.*, 1994). Além disso, a progressão dos sintomas motores é insidiosa e o diagnóstico é feito vários meses após o início dos mesmos (GAIG; TOLOSA, 2009).

Os erros de diagnóstico mais comuns são o tremor essencial, parkinsonismo vascular e doença de Alzheimer (ALVES *et al.*, 2008). O *United Kingdom Brain Bank Criteria* sugere que o diagnóstico da DP deve ser atribuído quando a bradicinesia está presente, além de pelo menos um dos outros sintomas cardinais da doença, ou seja, rigidez, tremor de repouso e instabilidade postural. Em geral, na ocasião do diagnóstico, os pacientes não apresentam todos os sinais cardinais (XIA; MAO, 2012). Um grande número de critérios de exclusão foram citados e devem ser conferidos, como acidentes

vasculares encefálicos repetidos ou disfunção autonômica severa, que indicariam o diagnóstico de outros parkinsonismos. Finalmente, características clínicas podem ajudar a distinguir a DP de outros distúrbios parkinsonianos como a assimetria dos sintomas motores, tremor de repouso, doença progressiva e uma boa a excelente resposta ao tratamento com levodopa (ALVES *et al.*, 2008; HUGHES *et al.*, 2002). Quando tais critérios são aplicados por especialistas em desordens do movimento, 91% dos casos são diagnosticados corretamente. (HUGHES *et al.*, 2002).

#### **1.4. Sintomas motores**

##### 1.4.1. Sintomas cardinais

Os sintomas motores mais comuns da DP (tremor, bradicinesia, rigidez e instabilidade postural) são frequentemente referidos como sinais cardinais e pioram progressivamente à medida que a doença avança (SCHENKMAN, 2001; MORRIS, 2000; SHULMAN; DE JAGER; FEANY, 2011; XIA; MAO, 2012). A taxa e o tipo de progressão de tais sintomas na DP são heterogêneos entre os pacientes e ao longo do curso da doença, em um mesmo paciente (XIA; MAO, 2012; VU *et al.*, 2012).

Apesar dos avanços significativos na pesquisa médica e no manejo clínico da DP durante as últimas décadas, minimizar a progressão dos sintomas motores típicos da DP ainda é uma necessidade importante (XIA; MAO, 2012), já que a maioria das terapias medicamentosas utilizadas não são capazes de modificar o curso natural da doença (SCHULZ *et al.*, 2008). Além



disso, indivíduos com DP podem apresentar uma grande variedade de déficits funcionais e restrições de atividade primária ou secundariamente associada à doença ou à medicação utilizada (KEUS *et al.*, 2013). O aumento da dose da medicação dopaminérgica é uma abordagem comum contra o agravamento dos sintomas. Contudo, os benefícios do aumento da dose desta medicação são sobrepostos por efeitos colaterais como discinesias, confusão mental e alucinações (XIA; MAO, 2012). Entre os sintomas motores, a bradicinesia e a rigidez são mais responsivos ao tratamento medicamentoso e cirúrgico, seguidos pelo tremor (XIA; MAO, 2012).

O tremor de repouso na DP é, na realidade, um tremor de supinação/pronação, assimétrico, mais proeminente na porção distal do segmento, ausente durante o sono, reduzido com o movimento e apresenta piora com alterações emocionais dos pacientes (ALVES *et al.*, 2008). O tremor muitas vezes envolve o polegar e o indicador e quando combinado à rigidez dá origem ao fenômeno da "roda denteada", com sensações de pequenos saltos no movimento durante o exame (BOHLHALTER; KÄGI, 2011). A progressão do tremor é mais lenta que os outros sinais cardinais da doença com ou sem o tratamento medicamentoso (VU *et al.*, 2012). Sua fisiopatologia não é muito bem definida apesar de recentemente ter sido associado a alterações no circuito cerebelo-tálamo-cortical (BENNINGER, *et al.*, 2009).

A bradicinesia se refere à lentidão com dificuldades na iniciação e manutenção dos movimentos (ALVES *et al.*, 2008). É considerado o sintoma mais incapacitante e afeta mais de 80% dos indivíduos com DP (MORRIS, 2000; KEUS *et al.*, 2013). A bradicinesia tem sido descrita como o principal distúrbio causador de limitação funcional nos indivíduos (BERARDELLI *et al.*,

2001) e é considerada o alvo mais importante para o diagnóstico e tratamento da doença (ESPAY *et al.*, 2009).

A bradicinesia resulta de déficits na velocidade e na amplitude de movimento, no entanto, pacientes podem apresentar uma maior disfunção em uma destas dimensões (ESPAY *et al.*, 2009). Além disso, estão dentro do constructo geral da bradicinesia, tanto a acinesia, dificuldade (hesitação ou atraso) para iniciar o movimento, quanto a hipocinesia, redução da amplitude ou pobreza de movimento (ESPAY *et al.*, 2009; HELDMAN *et al.*, 2011). Tais sintomas apresentam distintos mecanismos de ação e respostas aos tratamentos. A levodopa, por exemplo, exerce maior impacto na melhora da velocidade do que da amplitude de movimento (ESPAY *et al.*, 2009). Já a acinesia não responde tão bem ao tratamento medicamentoso e tem sido relacionada com uma deterioração mais rápida da função (ESPAY *et al.*, 2009). A lentidão está também associada a respostas posturais lentas e ineficientes frente a perturbações e aos ajustes posturais antecipatórios de indivíduos com DP (KING; HORAK, 2009). Pessoas bradicinéticas apresentam também, dificuldade na performance de movimentos repetitivos e sequenciais e tarefas motoras mais complexas (MORRIS; MORRIS; IANSEK, 2001; MAK *et al.*, 2003), que são essenciais para a realização de atividades de vida diária (MORRIS, 2000; BOHLHALTER; KÄGI, 2011). Alguns sintomas relacionados são a deterioração da escrita (micrografia), lentificação da marcha, perda de expressão facial (hipomímia) e redução do volume da voz (hipofonia) (BOHLHALTER; KÄGI, 2011).

A bradicinesia resulta de um déficit na taxa de disparo dos núcleos da base para mecanismos corticais que planejam, preparam e executam o

movimento (BERARDELLI *et al.*, 2001). Além disso, tal sintoma está relacionado a uma alteração da sincronização neuronal e a perda da ritmicidade cortical (BROWN *et al.*, 2003). Sendo assim, é possível que tais alterações contribuam para a menor adaptabilidade do comando motor à tarefa, com conseqüente déficit no recrutamento de força muscular suficientemente rápida no início do movimento (BERARDELLI *et al.*, 2001).

A rigidez é caracterizada pelo aumento da resistência ao alongamento passivo dos músculos esqueléticos, é menos comum que o tremor de repouso, mas ainda assim é frequentemente observada no início da doença (ALVES *et al.*, 2008). Em casos mais leves pode ser ocasionada por co-ativação do membro contralateral (BOHLHALTER; KÄGI, 2011). A rigidez está associada à dor e ocorre principalmente no pescoço e tronco, sendo chamada de rigidez axial e resultando em anormalidades na postura (KEUS *et al.*, 2013). Sua progressão parece ser mais rápida que a bradicinesia e o tremor (XIA; MAO, 2012) e sua causa é menos estabelecida do que a dos demais sintomas cardinais (BOHLHATERA; KÄGI, 2011).

Apesar de ser considerada um sinal cardinal, a instabilidade postural é geralmente uma manifestação dos estágios mais avançados da doença (KEUS *et al.*, 2013; ALVES *et al.*, 2008) e compromete a capacidade de manter ou mudar a postura no ortostatismo e na marcha (KIM *et al.*, 2012). O controle postural é considerado uma habilidade complexa baseada na interação de múltiplos processos sensoriomotores. Portanto, o equilíbrio depende das estratégias que cada indivíduo utiliza para manter a estabilidade para cada tarefa particular, dadas as suas deficiências (HORAK, 2006)

A instabilidade postural é muito menos sensível aos efeitos da levodopa que os outros sintomas (VU *et al.*, 2012; XIA; MAO, 2012) e aumenta o risco de quedas dos pacientes (BOHLHALTER; KÄGI, 2011). Respostas posturais inadequadas em decorrência de perturbações externas contribuem para a frequência de quedas na DP (KING; HORAK, 2009). A instabilidade postural associada às disfunções na marcha são a maior causa de quedas em indivíduos com DP (BRYANT *et al.*, 2012; XIA; MAO, 2012; ALLEN *et al.*, 2011). As quedas constituem um importante determinante da qualidade de vida dos pacientes (XIA; MAO, 2012; ALLEN *et al.*, 2011).

#### 1.4.2. Distúrbios da marcha

Atualmente, os distúrbios da marcha são reconhecidos como um dos problemas mais comuns encontrados em pacientes com doenças neurológicas (NUTT *et al.*, 2011; ELBERS *et al.*, 2013) e está associado à perda de independência (ELBERS *et al.*, 2013). A marcha é advinda de vários sistemas que controlam a geração de passos, a orientação de postura, a retirada do pé do chão e o equilíbrio lateral do corpo (NUTT *et al.*, 2011).

Os distúrbios da marcha mais comuns na DP são a diminuição da velocidade, redução do comprimento do passo, maior tempo de duplo apoio e aumento da frequência dos passos (MORRIS, 2000; ELBERS *et al.*, 2013). Tronco em flexão, flexão inadequada do tornozelo e joelho, choque de calcanhar insuficiente, redução do balanceio dos braços, e assimetria no tempo e no tamanho dos passos são distúrbios de marcha que também podem ocorrer na DP (BELLO *et al.*, 2013). Tais distúrbios variam de acordo com o

ambiente onde o paciente caminha e a natureza e complexidade das tarefas realizadas simultaneamente (ELBERS *et al.*, 2013). Além disso, os ambientes físicos, sociais e comportamentais são mais variáveis e menos previsíveis na comunidade do que nos ambientes domésticos dos pacientes, podendo comprometer a capacidade desses indivíduos de realizar marcha comunitária (ELBERS *et al.*, 2013). O tratamento medicamentoso fornece alívio dos sintomas referentes à marcha, mas não afeta a sua progressão. Na maioria dos casos, esses déficits aumentam à medida que a doença progride e eventualmente desenvolvem deficiências graves no paciente (BRYANT *et al.*, 2012).

O *freezing* ou congelamento da marcha é um distúrbio transitório no qual os pacientes são incapazes de iniciar ou continuar a locomoção e é uma importante fonte de quedas na DP (ALVES *et al.*, 2008). Até 70% dos pacientes com DP apresentarão congelamento em algum ponto da doença e sua frequência e gravidade aumentam com a progressão da mesma. No entanto, episódios de congelamento não são comuns nos estágios iniciais da DP (ALVES *et al.*, 2008; NUTT *et al.*, 2011). Quando acontecem, os pacientes relatam dificuldade para movimentar os pés e apresentam hesitação para iniciar a marcha ou fazer o giro. Em geral, ocorrem de forma súbita e podem ser iniciados por estímulos visuais como passagens e portas estreitas. Sugere-se que o congelamento emerge quando o controle cortical alterado da marcha (redução da ativação da área frontal medial) é combinado com uma habilidade reduzida da região locomotora do mesencéfalo em reagir a tal alteração. Estas limitações podem ficar evidentes durante eventos desafiadores que requerem

regulação precisa do comprimento do passo e tempo da marcha (NUTT *et al.*, 2011).

### **1.5. Sintomas não motores**

Os sintomas motores continuam sendo o critério essencial para o diagnóstico da DP e a fonte primária de incapacidade para o indivíduo, mas a DP apresenta um impacto bem mais amplo no sistema nervoso. Os sintomas não motores são igualmente significativos, potencialmente incapacitantes e tem demonstrado pouca ou nenhuma resposta à reposição dopaminérgica (SHULMAN *et al.*, 2011; CHAUDHURI *et al.*, 2006). As alterações não motoras acontecem, provavelmente, devido ao acometimento de outras áreas além dos núcleos da base, desde as fases iniciais da doença (SHULMAN *et al.*, 2011; CHAUDHURI *et al.*, 2006). A compreensão sobre a sequência e distribuição das alterações patológicas da DP está em evolução. Nesse contexto, a disfunção de células não-dopaminérgicas parece apresentar um importante papel no desenvolvimento do complexo de sintomas não motores presentes na doença (CHAUDHURI *et al.*, 2006).

O complexo de sintomas não motores da DP incluem sintomas neuropsiquiátricos, distúrbios do sono, alterações autonômicas, gastrointestinais e sensoriais, dentre outras. Os sintomas neuropsiquiátricos são a depressão, apatia, ansiedade, déficit de atenção, alucinações e ilusões, demência, comportamento obsessivo, confusão mental, delírio (causado ou não por medicação) e ataques de pânico (AARSLAND *et al.*, 2009; SHULMAN *et al.* 2011; CHAUDHURI *et al.*, 2006). A depressão é a desordem

neuropsiquiátrica mais comum, afetando cerca de 50% dos pacientes (CHAUDHURI *et al.*, 2006). Ainda não é estabelecido se a depressão é uma das causas ou consequência da DP. Tal sintoma pode ser causado por uma resposta do indivíduo ao diagnóstico da DP, mas em parte deve ser considerada consequência de alterações nos sistemas serotoninérgicos, noradrenérgicos e dopaminérgicos (REMY *et al.*, 2005).

Estima-se que quase todos os pacientes com DP apresentem distúrbios do sono e que seu início aconteça precocemente. As causas dos distúrbios do sono são multifatoriais, mas degenerações nos centros de regulação do sono no tronco cerebral e nas vias talamocorticais são fatores, provavelmente, importantes (CHAUDHURI *et al.*, 2006). Os distúrbios do sono incluem as pernas inquietas e movimentos periódicos de membros, distúrbios do comportamento do sono REM (*Rapid eye movement* - movimentos rápidos dos olhos), distúrbios de movimento durante o sono não relacionados ao sono REM, sonolência diurna excessiva, insônia e desordens do sono devido à respiração. Os distúrbios do sono REM acontecem em aproximadamente um terço dos pacientes e o excesso de sono diurno afeta 50% deles, podendo ser considerados marcadores pré-clínicos da doença (CHAUDHURI *et al.*, 2006).

Os sintomas autonômicos incluem alterações na bexiga (urgência, noctúria e frequência alterada), sudorese, hipotensão ortostática, disfunção sexual por hipersexualidade e impotência erétil e xerostomia ou boca seca. Os sintomas gastrointestinais incluem o excesso de saliva na boca, ageusia ou perda de paladar, disfagia e engasgos, refluxos e vômitos, náusea, constipação, evacuação insatisfatória e incontinência fecal. Os sintomas sensoriais incluem dor, parestesia e distúrbios olfatórios.

A disfunção cognitiva como a função executiva deficitária e demência também são sintomas não motores muito descritos na literatura (PALLONE, 2007; SHULMAN *et al.*, 2011). Outros sintomas são a diplopia, visão turva, seborreia, perda ou ganho de peso, provavelmente induzido por medicação, e fadiga (CHAUDHURI *et al.*, 2006). A fadiga é uma das queixas não motoras mais comuns dos indivíduos com DP (KARLSEN *et al.*, 1999; ELBERS *et al.*, 2009; LOU, 2015) e está associada com redução da qualidade de vida (LOU, 2009; LOU, 2015) e um estilo de vida mais sedentário (ERIKSEN; BRUUSGAARD, 2004; GARBER; FRIEDMAN, 2003). Estudos sugerem que a fadiga é mais comum entre os indivíduos com DP do que naqueles sem a doença (GRACE *et al.*, 2007; GARBER; FRIEDMAN, 2003; ELBERS *et al.*, 2009).

Apesar da ênfase dada à sintomatologia motora, vários estudos mostraram que os sintomas não motores da DP também afetam significativamente a qualidade de vida destes indivíduos (RAHMAN *et al.*, 2008; CHAUDHURI *et al.*, 2006; AARSLAND *et al.*, 2000). A depressão, psicose e distúrbios do sono causam impacto também na taxa de institucionalização e nos gastos em saúde (CHAUDHURI *et al.*, 2006; AARSLAND *et al.*, 2000). Apesar da sua importância para a qualidade de vida dos pacientes, a base de evidências para o tratamento dos sintomas não motores é relativamente escassa. No entanto, como apontado por uma revisão realizada por Schrag *et al.* (2015), nos últimos anos uma série de novos ensaios tem sido realizados para investigar a eficácia de tratamentos para sintomas psicóticos, hipotensão ortostática, dor, apatia, depressão, ansiedade, apnéia do sono, insônia e sintomas urinários, dentre outros sintomas não-motores. Além disso, existem



evidências importantes de que a constipação, o déficit de olfato e a depressão são características pré-clínicas da DP, além do distúrbio do sono REM, precedendo o início dos sintomas motores (OLSON *et al.*, 2000; CHAUDHURI *et al.*, 2006).

### **1.6. Subtipos clínicos**

A grande heterogeneidade clínica entre pacientes com DP, com diferentes sinais, sintomas e taxas de progressão da doença, aponta para a existência de subtipos clínicos da doença (FOTLYNE *et al.*, 2002; VU *et al.*, 2012). Em 1967, Hoehn e Yahr, descreveram que o quadro clínico de um paciente pode ser dominado por tremor ou por rigidez e acinesia, fator que já indicava a existência de subtipos da doença (HOEHN; YAHR, 1967). Além disso, diferentes fenótipos clínicos exibem diferentes prognósticos, com uma progressão mais rápida em pacientes com bradicinesia e rigidez e progressão mais leve naqueles que apresentam fundamentalmente tremor (XIA; MAO, 2012).

Fotlyne *et al.* (2002) destacaram que a partir dos fenótipos clínicos distinguem-se subgrupos clínicos predominantes como aqueles de aparecimento precoce versus tardio da doença e, aqueles com dominância do tremor versus bradicinesia/rigidez. Os autores sugeriram que os subtipos com base na idade de aparecimento da doença e na apresentação motora e seu subsequente fenótipo motor podem ser usados para prever a progressão da doença (FOTLYNE *et al.*, 2002). A caracterização do subtipo clínico a partir da idade de aparecimento e progressão da doença emerge em grande parte dos

estudos sobre o tema, caracterizando os subtipos “aparecimento precoce com progressão lenta” e “aparecimento tardio com progressão mais rápida” da doença (VAN ROODEN *et al.*, 2010).

Uma revisão sistemática realizada por Van Rooden *et al.* (2010) sugeriu quatro subtipos distintos da DP. O subtipo 1 é caracterizado pela inclusão de pacientes relativamente jovens, com aparecimento precoce da doença e baixa ingestão e exposição a medicação dopaminérgica. O subtipo 2 é caracterizado pela predominância de complicações motoras graves, com inclusão de pacientes com aparecimento precoce da doença, freqüentes problemas de sono e sintomas depressivos, maior ingestão e exposição a medicação que os pacientes dos outros subtipos. O subtipo 3 inclui pacientes relativamente idosos e com aparecimento tardio da doença, com complicações motoras leves e menos frequentes. Por fim, o subtipo 4 caracterizado pela inclusão de pacientes com aparecimento tardio da doença e gravemente afetados na maioria dos domínios, com predomínio de complicações motoras graves, embora o tremor seja relativamente suave (VAN ROODEN *et al.*, 2010).

Uma padronização na avaliação clínica dos indivíduos com DP em subtipos clínicos foi realizada por Schiess *et al.*, (2000). Os autores se basearam em uma modificação do sistema de classificação proposto por Jankovic *et al.* (1990) e utilizaram partes da *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* (UPDRS) para classificar os indivíduos com DP em três subtipos clínicos principais: tremor dominante; rígido-acinético e misto, (SCHIESS *et al.*, 2000), reforçando o conceito de que as características predominantes da doença podem distinguir os subgrupos clínicos. O subtipo misto representa uma

sobreposição entre os sintomas apresentados pelos dois subtipos primários (tremor e rígido-acinético).

O conhecimento sobre a existência de subtipos da DP é importante para guiar o cuidado dos pacientes, nos quais o subtipo pode ditar diferentes abordagens de tratamento, assim como melhorar o aconselhamento dos pacientes com relação ao prognóstico da doença. Além disso, o reconhecimento dos subtipos podem permitir um recrutamento ou estratificação dos pacientes em ensaios clínicos, reduzindo a variabilidade e melhorando a eficiência dos estudos realizados na área (VU *et al.*, 2012).

### **1.7. DP e Fadiga**

Entre os sintomas não motores, a fadiga tem recebido atenção crescente na pesquisa clínica. A falta de uma definição consistente para a fadiga como a presença de vários subtipos da mesma (fadiga muscular, fadiga central, fadiga mental e fadiga física) representam um grande desafio para sua avaliação (FRIEDMAN *et al.*, 2010). No entanto, a percepção de sentir-se cansado é uma queixa habitual em indivíduos com DP, sendo essa fadiga subjetiva freqüentemente avaliada através de questionários específicos. O processo de tornar-se cansado é chamado de fadigabilidade (LOU, 2009).

A fadiga é caracterizada por falta de energia, sensações de exaustão que não melhoram com o sono e a percepção de não ser capaz de se engajar em atividades mentais e físicas. Apesar de ter sido estudada extensivamente, sua causa não está muito bem estabelecida. No entanto, existe a hipótese de que a fadiga seja resultado de um desequilíbrio dopaminérgico. Achados de

neuroimagem sugerem que a fadiga seja resultado da interrupção da comunicação entre o estriado e o córtex pré frontal, áreas dependentes da dopamina como neurotransmissor (DOBRYAKOVA et al., 2015). O tratamento medicamentoso com a associação de levodopa (DOBRYAKOVA et al., 2015; LOU, 2015) a outras substâncias como a rasagilina e a abordagem terapêutica através de programas de exercícios tem sido apontados como potenciais intervenções para tratar a fadiga e a fadigabilidade (LOU, 2015).

Freqüentemente, a fadiga aparece no curso inicial da doença e sua prevalência aumenta com a progressão da mesma, afetando até 58% dos pacientes (ALVES *et al.*, 2004). Por outro lado, alguns estudos não encontraram correlação entre a fadiga e a gravidade da DP (VAN HILTEN *et al.*, 1993; GARBER; FRIEDMAN, 2003). No entanto, a gravidade da fadiga piora à medida que a doença progride e está associada a outros sintomas não motores como apatia, depressão, distúrbios do sono e disfunção cognitiva (LOU, 2015). Além disso, é considerada um dos sintomas não motores de importante impacto negativo no nível de atividade física diária dos indivíduos com DP (ELBERS *et al.*, 2009; GARBER; FRIEDMAN, 2003).

Estudos sugeriram que indivíduos que apresentam níveis mais altos de fadiga são menos ativos fisicamente (GARBER; FRIEDMAN 2003; ELBERS *et al.*, 2009) e a gravidade da fadiga está associada à frequência de realização de atividade física e ao tempo gasto realizando movimentos (GARBER; FRIEDMAN 2003). Um elevado nível de atividade física está relacionado a redução de sintomas não motores como fadiga, apatia e depressão, dos quais a fadiga emerge como aquele que mais influencia o nível de atividade física.

Porém, a intensidade deste efeito diminui quando outros sintomas, tais como a depressão, são considerados (ABRANTES *et al.*, 2012).

A associação entre fadiga e atividade física pode ser distorcida pela presença de depressão (ELBERS *et al.*, 2009), mas a prevalência da fadiga nos indivíduos com DP parece se manter similar em pacientes com ou sem sintomas depressivos, disfunções cognitivas ou distúrbios do sono (KARLSEN *et al.*, 1999). Outros estudos demonstraram que níveis de fadiga foram associados com a redução dos níveis de atividades física, de lazer, de execução de tarefas diárias e exercícios vigorosos, além de função física mais pobre (GARBER; FRIEDMAM, 2003). Tais achados revelaram uma reduzida participação do indivíduo em atividades esportivas com o início da DP e uma redução marcante na atividade física com a progressão da doença (FERTL *et al.*, 1993).

### **1.8. DP e atividade física**

Os distúrbios motores podem comprometer gravemente a habilidade do indivíduo na realização de tarefas motoras funcionais como andar (MORRIS 2000; INKSTER *et al.*, 2003; HERMAN *et al.*, 2007), girar e mover-se na cama (MORRIS, 2000; INKSTER *et al.*, 2003). Tais déficits explicam a susceptibilidade dos pacientes em apresentar disfunções em AVD, principalmente quando adicionados à fadiga e à apatia (VAN NIMWEGEN *et al.*, 2011). Além disso, as evidências sugerem ainda que a progressão da DP pode estar associada a déficits progressivos de força muscular, (LIMA *et al.*

2014; ALLEN *et al.*, 2009) o que contribui para a redução da aptidão física e a um comportamento sedentário nesses indivíduos (CANNING *et al.*, 1997).

Pesquisas recentes observaram que indivíduos com DP são 29% menos ativos que indivíduos saudáveis (VAN NIMWEGEN *et al.*, 2011). Além disso, devido à bradicinesia, indivíduos com DP tendem a reduzir a quantidade e a variedade de atividade física regular que realizam (CANNING *et al.*, 1997). No entanto, a capacidade ao exercício de indivíduos em fase inicial da DP pode ser comparável à de indivíduos sem a doença quando os sujeitos envolvidos mantêm certo nível de atividade física regular. Embora o padrão diário de atividade física na fase inicial da doença pareça ser similar à dos controles, (CANNING *et al.*, 1997) isso tende a mudar com a progressão da doença (VAN HILTEN *et al.*, 1993).

Estudos recentes têm investigado quais fatores influenciam e podem ser capazes de predizer o nível de atividade física de indivíduos com a DP (VAN NIMWEGEN *et al.*, 2011; DONTJE, *et al.* 2012). Tais estudos encontraram que a gravidade da doença, dificuldades na marcha e incapacidade nas AVD explicam apenas 24% do nível de atividade física de indivíduos com a doença enquanto a idade, dose diária de levodopa, tempo gasto no teste de caminhada de 6 minutos e o comprometimento motor explicam 28% (VAN NIMWEGEN *et al.*, 2011; DONTJE, *et al.* 2012).

Em revisão sistemática, Hallal *et al.* (2007) verificaram que 93% dos estudos sobre medidas de atividade física na DP utilizaram questionários de auto relato como instrumento de avaliação e, a maioria deles foram criados pelos próprios autores (HALLAL *et al.*, 2007). Embora tais questionários sejam recursos de baixo custo e de rápida aplicação, costumam também ser

vulneráveis ao viés de memória e da superestimação (ELBERS *et al.*, 2009; VAN NIMWEGEN *et al.*, 2011; BENEDETTI, 2007)

O Perfil de Atividade Humana (PAH), um instrumento confiável, traduzido e adaptado transculturalmente para o português, é um dos questionários mais utilizados para avaliação do nível de atividade física (SOUZA *et al.*, 2006). É baseado no desempenho auto-relatado e pode ser aplicado em indivíduos com diferentes níveis funcionais, sem risco de “efeito teto” (SOUZA *et al.*, 2006). Além disso, demonstra estabilidade nas respostas, indicando que as medidas podem ser reproduzidas em aplicações subseqüentes do teste (BENNELL *et al.*, 2004; SOUZA *et al.*, 2006). O PAH também é capaz de discriminar os indivíduos em inativos, moderadamente ativos e ativos sem requerer cálculos complexos, (FIX; DAUGHTON, 1998) o que é importante quando se deseja uma classificação rápida do nível de aptidão física do entrevistado.

O questionário PAH foi empregado no estudo de Goulart *et al.* (2004) como instrumento de medida do desempenho funcional e nível de atividade física de indivíduos com DP nos estágios 1 a 3 da Hoehn e Yahr (HY), associado a outros testes como a velocidade da marcha e a velocidade para subir/descer escadas. Os resultados indicaram que pessoas em estágio inicial a moderado da DP tendem a diminuir seu nível de atividade física mais rapidamente do que pessoas assintomáticas da mesma idade e revelou que a baixa aptidão física está presente nas fases inicial e moderada da doença e não apenas na fase avançada (GOULART *et al.*, 2004).

### 1.9. Alterações cardiorrespiratórias na DP

Como consequência direta da DP, da medicação utilizada e da inatividade, ocorrem alterações nas funções dos sistemas musculoesquelético, cardiovascular e respiratório (KWAKEEL *et al.*, 2007), gerando distúrbios secundários, que incluem a diminuição da função muscular, da mobilidade articular e da qualidade óssea, além da alteração da capacidade aeróbica e da função pulmonar (SATHYAPRABHA *et al.*, 2005).

Algumas alterações da função respiratória em indivíduos com DP se devem a diminuição da amplitude do tórax e dos volumes pulmonares. A complacência pulmonar diminui pela limitação da extensão de tronco, da amplitude articular do tórax e da coluna vertebral. A amplitude torácica diminuída, em decorrência da postura em flexão de tronco e da degeneração osteoarticular, altera o eixo da coluna vertebral, o que repercute na inspiração e na expiração (SABATÉ *et al.*, 1996).

Estudos que avaliaram a função respiratória de indivíduos com DP observaram redução da força muscular respiratória (HASS *et al.*, 2004; HOVESTADT *et al.*, 1989), da capacidade vital basal e forçada, (TAMAKI *et al.*, 2000; SATHYAPRABHA *et al.*, 2005) e da amplitude torácica (CARDOSO; PEREIRA 2002). No entanto, os sintomas respiratórios podem não ser observados precocemente devido ao reduzido nível de atividade física dos indivíduos (HASS *et al.*, 2004; SATHYAPRABHA *et al.*, 2005; HOVESTADT *et al.*, 1989).

Além dos distúrbios motores, a disfunção do sistema cardiorrespiratório tem sido identificada como um problema comum nas fases avançadas da DP



(HASS *et al.*, 2004). A hiperatividade do sistema colinérgico e as alterações no sistema nervoso autônomo, como alteração na pressão arterial, observadas na doença podem estar associadas a um risco aumentado de doenças cardiovasculares (OLIVEIRA *et al.* 2013). Estudos recentes indicam que comorbidades como doenças cardiovasculares e metabólicas relacionadas ao envelhecimento podem ser considerados fatores de risco para reduzir a mobilidade e o equilíbrio (KOTAGAL *et al.* 2014), comprometer a qualidade de vida e aumentar o risco de morte na DP (OLIVEIRA *et al.* 2013; ANTONINI *et al.* 2012).

A presença de alterações cardíacas como uma característica não-motora precoce da DP ainda é incerta. O estudo de Palma *et al.* (2013) confirmou o comprometimento da função cardíaca sob estresse na DP em fase pré-motora, ou seja, 4 anos antes do aparecimento de sintomas motores. Os indivíduos apresentaram aumento da atividade parassimpática: redução da pressão arterial (PA) e da frequência cardíaca (FC) durante exercício na esteira. Por outro lado, Yahalom *et al.* (2014) não observaram tais alterações em um estudo coorte envolvendo pacientes com DP também na fase pré-motora.

A presença de disfunção autonômica, por sua vez, já é bem estabelecida entre as características não motoras da DP e apresentam um significativo impacto na qualidade de vida dos pacientes (LOW *et al.*, 2014; KIM *et al.*, 2014). A disfunção autonômica cardiovascular pode resultar em reduções abruptas da pressão arterial e ocorre em aproximadamente 40% dos pacientes com DP, tanto em estágios mais tardios da doença (LOW *et al.*, 2014) quanto em suas fases iniciais (KIM *et al.*, 2014). Sugere-se que uma denervação

noradrenérgica cardíaca e uma falha no baroreflexo, provavelmente, causam a hipotensão ortostática na DP (JAIN *et al.*, 2012). Tais manifestações são causadas por mudanças patológicas tanto no sistema periférico quanto no central, independente das alterações de dopamina nas vias nigroestriatais (KIM *et al.*, 2014; JAIN *et al.*, 2012). Vários aspectos da função autonômica podem estar alterados na DP incluindo funções sudomotoras, cardiovagas e adrenérgicas. Além de serem alterações comuns na doença, elas pioram com a progressão da mesma (KIM *et al.*, 2014).

#### 1.9.1. Capacidade aeróbia e eficiência energética na DP

A incapacidade motora e a imobilidade causadas pela DP podem contribuir para uma redução da capacidade de realizar esforço e conseqüentemente, uma diminuição do condicionamento cardiovascular (HASS *et al.*, 2004; PROTAS *et al.*, 1996). Estas alterações cardiovasculares, em conjunto com as alterações motoras e não motoras da DP, impedem que os indivíduos mantenham-se fisicamente ativos ao longo da doença, contribuindo para a redução da capacidade aeróbia (CANNING *et al.*, 1997; FERTL *et al.*, 1993).

A capacidade aeróbia, um dos componentes da capacidade de exercício, é a habilidade de responder ao estresse fisiológico induzido por esforços físicos prolongados (PROTAS *et al.*, 1996; KATZEL *et al.*, 2011; FLETCHER *et al.*, 2001). O pico de consumo de oxigênio ( $VO_2$  pico) e a FC pico alcançados durante o exercício têm sido usados para descrever a capacidade física, definir o nível de condicionamento cardiovascular e para a

prescrição de exercícios (FLETCHER *et al.*, 2001). Os valores de pico podem variar de acordo com o tipo de exercício realizado e a quantidade de massa muscular envolvida na atividade (PROTAS *et al.*, 1996).

Indivíduos com DP leve a moderada que se exercitam regularmente podem manter a capacidade de exercício. Observa-se, no entanto, que tais indivíduos apresentam uma resposta cardiorrespiratória ao exercício alterada, apesar de o pico de  $VO_2$  ser semelhante ao de indivíduos saudáveis da mesma idade e sexo (CANNING *et al.*, 1997; PROTAS *et al.*, 1996). O alcance deste pico aeróbico ocorre em um nível de exercício significativamente menor (menor velocidade, menor intensidade ou menor tempo) indicando uma pior eficiência metabólica ou maior custo energético (SCHENKMAN *et al.*, 2008; PROTAS *et al.*, 1996).

Dados sugerem que indivíduos com DP gastam aproximadamente 20% mais energia do que indivíduos saudáveis durante o exercício no cicloergômetro com carga semelhante, sugerindo uma pobre eficiência energética durante exercícios submáximos (PROTAS *et al.*, 1996). Estudos prévios tem utilizado a esteira para examinar diferença no consumo de oxigênio durante atividades submáximas na DP. Christiansen *et al.* (2009) observaram que o  $VO_2$  pico obtido durante a marcha na esteira foi de 6 a 10% menor em diferentes velocidades em indivíduos com DP. Em contraste com tais achados, Maggioni *et al.* (2012) observou que o custo energético da marcha na esteira em velocidades auto-selecionada e rápida foi igual entre indivíduos com DP e controles. No entanto, as velocidades da marcha foram maiores no grupo controle e o consumo de oxigênio da velocidade mais rápida foi maior nos indivíduos com DP (MAGGIONI *et al.*, 2012).

O custo energético se refere à energia necessária para se percorrer um metro (MAGGIONI *et al.*, 2012). Já o termo "eficiência" se refere ao custo energético de determinado trabalho realizado. Como o trabalho não pode ser medido em algumas atividades, o termo "economia" do movimento também tem sido utilizado ao se avaliar o custo energético do exercício e é obtido através do  $VO_2$  pico da atividade (SCHENKMAN *et al.*, 2008). A economia do movimento se refere à taxa de energia consumida durante qualquer tarefa motora, ou seja, a economia da marcha se refere ao consumo energético durante a marcha (SCHENKMAN *et al.*, 2008; CHRISTIANSEN *et al.*, 2009; PELOSIN *et al.*, 2009). Um estudo analisou a relação entre a economia de movimento (neste caso, a razão entre o  $VO_2$  pico obtido durante a marcha dividido pelo  $VO_2$  pico previsto para a idade) e a função geral de indivíduos com DP. Quanto pior a economia da marcha, menor a distância percorrida durante o teste de caminhada de 6 minutos (KATZEL *et al.*, 2012).

Alguns estudos demonstraram que o treinamento aeróbico em esteira pode melhorar o  $VO_2$  pico observado durante a marcha em indivíduos com DP (PELOSIN *et al.* 2009; CHRISTIANSEN *et al.*, 2009). Além disso, REUTER *et al.*, 1999 não observaram diferença na capacidade de adaptação cardiovascular ao exercício físico entre indivíduos com DP e indivíduos controles. A partir desses resultados, acredita-se que é possível melhorar a capacidade aeróbia em indivíduos com DP (REUTER *et al.*, 1999).

### 1.10. Avaliação da capacidade aeróbica

Os principais componentes da capacidade funcional são a capacidade aeróbica ou capacidade de exercício e as propriedades musculares relativas à função física (HAMM et al., 2013). A aplicação de testes para avaliar a capacidade aeróbica na área da reabilitação possibilita a identificação dos fatores limitantes da performance do exercício como dispnéia, fadiga, limitações músculo esqueléticas e eventuais respostas às intervenções. A mensuração do gasto energético ou  $VO_2$  durante a realização de atividades é o método padrão-ouro para a determinação da capacidade aeróbica e as necessidades de energia do indivíduo (ATS/ACCP, 2003).

O teste padrão ouro para avaliar a capacidade aeróbica de indivíduos em geral é o Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP) (ATS/ACCP 2003). O TECP é um método de avaliação das respostas submáximas e máximas ao exercício, dos sistemas cardiovascular, respiratório, neuropsicológico e musculoesquelético. Esta medida não invasiva avalia as medidas de trocas gasosas respiratórias, como o  $VO_2$  e a ventilação-minuto (VE), geralmente durante um teste de exercício físico de intensidade progressiva até o máximo. Comumente, vem associado à monitorização eletrocardiográfica, de pressão arterial (PA) e de oximetria de pulso (MENEGHELO *et al.*, 2010). Como o TECP leva o paciente até esforço máximo, demanda supervisão médica (ATS/ACCP 2003).

Até meados dos anos 2000, os TECP de indivíduos com DP eram realizados no cicloergômetro (PROTAS ET AL., 1996; CANNING et al., 1997; STANLEY et al., 1999), considerado a modalidade mais recomendada para o

teste devido à dificuldades na marcha e déficits de equilíbrio característicos da doença (ATS/ACCP, 2003). No entanto, segundo o *Colégio Americano de Medicina do Esporte*, a esteira é a modalidade de exercício mais recomendada para a realização do teste em indivíduos saudáveis, apresentando valores de  $VO_2$  e FC 20% maiores que o cicloergômetro (KAMINSKY, 2006). Considerando que a utilização do cicloergômetro poderia impedir o alcance do esforço máximo, mesmo em indivíduos com DP devido à fadiga muscular, Werner *et al.* (2006), mostraram que o TECP na esteira é seguro e pode também ser utilizado para a avaliação da capacidade aeróbica de indivíduos com DP.

Existem várias modalidades disponíveis para a avaliação objetiva da capacidade funcional e capacidade ao exercício. Algumas fornecem uma avaliação completa de todos os sistemas envolvidos na performance do exercício, outras oferecem informações mais básicas e são mais simples de serem realizadas. A modalidade utilizada deve se basear na pergunta clínica existente e nos recursos disponíveis (ATS, 2002). Alguns testes submáximos podem ser mais aplicáveis para a área de reabilitação. O Teste de subir e descer escadas (TE) e o Teste de Caminhada de 6 Minutos (TC6) são testes submáximos disponíveis e acessíveis aos fisioterapeutas para avaliação da capacidade aeróbica de pacientes.

O TE tem sido utilizado na avaliação da capacidade de exercício de indivíduos com doenças cardiovasculares (CATANEO *et al.*, 2007; PLOUTZ-SNYDER *et al.*, 2002) e é um teste que utiliza vários grupos musculares diferentes daqueles normalmente usados na vida diária. Isso pode garantir uma demanda metabólica e respiratória mais intensa (CATANEO *et al.*, 2007),

permitindo sua utilização como um teste de esforço. Assim como o TE, o TC6 é um teste clínico e prático que não depende de equipamentos sofisticados ou treinamento avançado dos avaliadores (ATS, 2002). O TC6 é amplamente utilizado na prática clínica para avaliar a capacidade funcional, inclusive com indivíduos com DP (FALVO; EARHART, 2009a; FALVO; EARHART, 2009b). Ele avalia as respostas globais e integradas de todos os sistemas envolvidos no exercício (sistemas cardiovascular e pulmonar, circulação sistêmica e periférica, sangue, unidades neuromusculares e metabolismo muscular), mas não fornece informações específicas sobre cada um desses sistemas (ATS, 2002).

### **1.11. Justificativa**

Embora o padrão diário de atividade física na fase inicial da DP pareça ser similar à dos controles, isso tende a mudar com a progressão da doença. Pesquisas recentes observaram que indivíduos com DP são 29% menos ativos que indivíduos saudáveis. Além disso, devido à bradicinesia, indivíduos com DP tendem a reduzir a quantidade e a variedade de atividade física que realizam. Sabe-se que a inatividade é considerada um fator de risco para várias doenças e pode piorar vários sintomas motores e não motores da DP (VAN NIMWEGEN et al., 2011). Entender os fatores relacionados à redução do nível de atividade física é importante no manejo das complicações decorrentes da doença.

Sabe-se que indivíduos em fase iniciais da DP, que mantêm certo nível de atividade física regular, podem apresentar capacidade aeróbia comparável à

de indivíduos sem a doença pareados pela idade e sexo. No entanto, a resposta cardiovascular ao exercício é anormal (PROTAS *et al.*, 1996; SCHENKMAN *et al.*, 2008; WERNER *et al.*, 2006). Estes pacientes alcançam o pico aeróbico ( $VO_2$  pico) em um nível de exercício significativamente menor, indicando uma pior eficiência energética. Além disso, alguns estudos indicam que indivíduos com DP gastam aproximadamente 20% mais energia do que indivíduos saudáveis durante exercícios com carga semelhante, no cicloergometro ou na esteira, sugerindo uma pior eficiência energética (PROTAS *et al.*, 1996; SCHENKMAN *et al.*, 2008). Portanto, em exercícios submáximos, o custo energético e a demanda cardiovascular são significativamente maiores em indivíduos com DP, em comparação com indivíduos sem a doença.

Sabe-se que o TECP é o padrão ouro para a avaliação da capacidade de exercício de indivíduos com DP. No entanto, o TECP é um teste complexo e de difícil aplicação pelo fisioterapeuta, pois leva o paciente ao esforço máximo e, portanto, demanda supervisão médica. Estes requisitos quanto a equipe de profissionais e equipamentos elevam o custo do teste. Além disso, sua utilização pode ser limitada em condições onde o esforço máximo é contraindicado ou situações de intolerância ao exercício. Assim, testes submáximos como o TE e o TC6 são mais acessíveis, podem ser mais aplicáveis na área da reabilitação e podem contribuir na prática clínica do fisioterapeuta para avaliar a capacidade ao exercício de pacientes com DP.

Foram encontrados na literatura apenas estudos que avaliaram parâmetros metabólicos e cardiorrespiratórios durante protocolos em esteira e bicicleta (HASS *et al.*, 2005; CANNING *et al.*, 1997; PROTAS *et al.*, 1996;



SCHENKMAN *et al.*, 2008; WERNER *et al.*, 2006; KATZEL *et al.*, 2012; PELOSIN *et al.*, 2012, CHRISTIANSEN *et al.*, 2009; REUTER *et al.*, 1999). A vantagem de se utilizar a esteira nessas análises é que a velocidade da marcha pode ser mais facilmente controlada. No entanto, a automaticidade fornecida pela esteira não é comparável à atividades diárias como caminhada em solo e subir e descer escadas, que podem impor diferentes demandas aos indivíduos com DP. É possível que durante a marcha no solo, fatores relacionados à gravidade da doença como déficit de equilíbrio, dificuldade no giro e descondicionamento aeróbico imponham uma maior dificuldade a esses indivíduos (KATZEL *et al.*, 2012). Além disso, supõe-se que a escada possa gerar uma maior demanda metabólica e cardiorrespiratória que uma simples caminhada.

Recentemente, o uso de um analisador de gases portátil tem permitido a avaliação dos parâmetros metabólicos, ventilatórios e cardiovasculares fora do ambiente laboratorial o que poderia indicar, mais apropriadamente, a capacidade do indivíduo em gerar trabalho aeróbico durante a realização de atividades funcionais (DUFFIELD *et al.*, 2004; ARNETT *et al.*, 2008). No entanto, tais parâmetros não foram avaliados na DP. O conhecimento dos déficits existentes na eficiência energética e as alterações nos parâmetros metabólicos, ventilatórios e cardiovasculares durante atividades funcionais comumente praticadas por indivíduos com DP, como a caminhada e o uso de escadas, é relevante para o planejamento de intervenções nessa população. Finalmente, a utilização de testes submáximos padronizados é necessária para a avaliação da capacidade aeróbia de tais indivíduos na prática clínica do fisioterapeuta e tais testes poderão contribuir para a prevenção das

consequências adversas da DP e para a prescrição de exercícios como tratamento da doença.

## **1.12. Objetivos**

### **1.12.1. Objetivo geral**

Avaliar os parâmetros metabólicos, ventilatórios e cardiovasculares de indivíduos com DP durante a realização de atividades funcionais.

### **1.12.2. Objetivos específicos**

a) analisar quais fatores associados à doença (tempo de progressão, gravidade, subtipos clínicos e bradicinesia) e ao indivíduo (idade, habilidade de realizar atividades de vida diária e fadiga) podem explicar a variação do nível de atividade física de indivíduos com DP (Estudo 1).

b) investigar quais parâmetros do TE e do TC6 podem prever a performance de indivíduos com DP no TECP; analisar quais parâmetros do TE e do TC6 podem diferenciar indivíduos de acordo com seus níveis funcionais ou o nível de atividade física e caracterizar a intensidade dos testes (Estudo 2)

c) comparar o gasto energético e eficiência energética (através de parâmetros metabólicos, ventilatórios, cardiovasculares e clínicos) obtidos durante a realização de testes funcionais e durante o TECP, entre indivíduos com DP e controles (Estudo 3)

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Esta tese foi dividida em duas etapas. A primeira foi referente aos objetivos do Estudo 1 e, a partir dos participantes e dados coletados, foi realizada a segunda etapa de testes, referente aos Estudos 2 e 3.

### **2.1. Tipo e local do estudo**

Foi realizado um estudo transversal do tipo observacional. No estudo 1, os pacientes foram avaliados no Ambulatório de Distúrbios do Movimento do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Nos estudos 2 e 3 foram analisados os parâmetros metabólicos e cardiorrespiratórios de indivíduos com DP durante a realização de atividades funcionais e durante o TECP. Tais estudos foram realizado no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da UFMG – Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

### **2.2. Participantes**

Os participantes do grupo com DP foram indivíduos recrutados no Ambulatório de Distúrbios do Movimento do Hospital das Clínicas da UFMG e o grupo controle foi recrutado da comunidade em geral. Este estudo foi aprovado

pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG (CAAE – 09817612.1.0000.5149) (ANEXO A).

Inicialmente, uma amostra de 46 indivíduos com DP foi recrutada para realização da primeira etapa de testes (estudo 1). Posteriormente, dentre os indivíduos inicialmente avaliados, aqueles em condições de realizar o TECP foram convidados a participarem dos testes referentes aos estudos 2 e 3. Vinte indivíduos se adequaram aos critérios e aceitaram participar desta segunda fase de avaliação.

Diante da escassez de estudos abordando a avaliação de parâmetros metabólicos e cardiorrespiratórios em indivíduos com DP, foi realizado um estudo piloto para o cálculo amostral, considerando um tamanho de efeito moderado (superior a 0,3), um poder estatístico de 0,80 e tipo de distribuição não-direcional (PORTNEY; WATKINS 2000). O cálculo amostral foi baseado em uma análise preliminar da diferença no consumo de oxigênio durante o TC6 entre 10 indivíduos com DP e 10 indivíduos controles, indicando a necessidade de se atingir um  $n=11$  indivíduos.

### 2.2.1 Critérios de Inclusão / Exclusão

Os critérios de inclusão dos indivíduos com DP foram: ter DP idiopática, diagnosticada pelo neurologista de acordo com *UK Brain Bank Criteria* (HUGHES *et al.*, 2002); capacidade de deambular de forma independente sem uso de dispositivos auxiliares; idade superior a 50 anos; estar em uso de medicação anti-parkinsoniana à base de Levodopa; ser classificado entre estágios 1 e 4 dos nos Estágios de incapacidade de *Hoehn e Yahr* modificados

(HY) (ANEXO B), não apresentar alterações cognitivas avaliadas segundo o Mini Exame do Estado Mental (MEEM) (ANEXO C) e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A). O ponto de corte do MEEM para indivíduos analfabetos foi 18/19 e para aqueles com instrução escolar foi 24/25 (LOURENÇO; VERAS, 2006).

Os indivíduos pertencentes ao grupo controle foram pareados com relação à idade, sexo e nível de atividade física aos indivíduos com DP. Deviam ser capazes de deambular de forma independente sem o uso de dispositivos auxiliares, além de assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE B).

Foram excluídos aqueles indivíduos que apresentassem outros distúrbios neurológicos, alterações musculoesqueléticas, cardiovasculares e respiratórias que afetassem a habilidade de execução dos testes propostos. Também foram excluídos indivíduos que fossem fumantes, com problemas labirínticos, em uso de medicamentos que interferissem no equilíbrio e na performance dos testes e aqueles que apresentassem história de quedas.

### **2.3. Instrumentação**

#### **2.3.1. Ficha de identificação e avaliação:**

Todos os participantes foram submetidos a uma avaliação inicial para coleta de dados demográficos, antropométricos e clínicos para fins de identificação e caracterização (APÊNDICE C). Para os participantes do grupo com DP foram incluídas questões referentes à HY (ANEXO B) e o desempenho

nos domínios de exploração motora e atividade de vida diária da *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* (UPDRS) (ANEXO D).

### 2.3.2. Estágios de Incapacidade de *Hoehn e Yahr*

A HY permite graduar a gravidade da doença e acompanhar sua progressão. São oito estágios, sendo o último classificado como o de maior incapacidade. Pacientes classificados no estágio zero não apresentam sinais da doença. Os pacientes classificados nos estágios 1, 1,5, 2, 2,5 e 3 apresentam incapacidade leve a moderada, enquanto os que estão nos estágios 4 e 5 apresentam incapacidade mais grave (SCHENKMAN, 2001).

### 2.3.3. *Unified Parkinson's Disease Rating Scale*

A UPDRS é uma escala clínica de avaliação dos pacientes com DP e possui quatro domínios (atividade mental, comportamento e humor; AVD, exploração motora e complicações do tratamento medicamentoso). A pontuação em cada item varia de 0 a 4, sendo que o valor máximo indica maior comprometimento pela doença e o mínimo, normalidade. Essa escala avalia os sinais, sintomas e determinadas atividades dos pacientes por meio do autorelato e da observação clínica (NIEWBOER, 2000; GOULART; FERREIRA, 2005). Os domínios de Atividade Mental, Comportamento e Humor e Complicações Medicamentosas não foram utilizados no presente estudo.

Para o estudo 1, o escore de bradicinesia e a definição de subtipos clínicos foram obtidos através da pontuação na UPDRS Motora. O escore de

bradicinesia de membros inferiores foi calculado utilizando a soma dos escores dos itens 26, 27, 29 e 31 da UPDRS. Valores mais altos nesses itens indicam bradicinesia de maior gravidade. (ALLEN *et al.*, 2009) Os subtipos clínicos da DP foram classificados como tremor-dominante (T), rígido-acinético (RA) e misto (M) de acordo com a classificação proposta por Schiess *et al.* (2000).

#### 2.3.4. Perfil de Atividade Humana

A avaliação do nível funcional e de atividade física foi realizada por meio da aplicação do questionário PAH, um instrumento baseado no desempenho auto-relatado, válido e confiável, traduzido e adaptado culturalmente para a população brasileira (ANEXO E) (SOUZA; MAGALHÃES; TEIXEIRA-SALMELA, 2006). Os 94 itens deste instrumento contêm atividades rotineiras com diferentes níveis funcionais que abordam os domínios de atividade e participação segundo a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde e permitem a avaliação de indivíduos saudáveis ou com algum grau de disfunção, em qualquer faixa etária. A disposição dos itens é baseada em ordem crescente de custo energético e para cada item existem três respostas possíveis: “ainda faço” (se o indivíduo completou a atividade sem ajuda, na última vez que precisou ou teve oportunidade de realizar), “parei de fazer” (se ele realizava a atividade no passado, mas provavelmente não conseguiria realizá-la hoje, mesmo se tivesse a oportunidade) ou “nunca fiz” (se o indivíduo nunca realizou a atividade). A classificação de nível de atividade física é estabelecida de acordo com pontos de corte pré-definidos, sendo os indivíduos classificados como debilitados ou inativos (inferior a 53),

moderadamente ativos (entre 53 e 74) e ativos (superior a 74) (SOUZA *et al.*, 2006; DAVIDSON; MORTON, 2007).

### 2.3.5. *Fatigue Severity Scale*

Para a avaliação da fadiga foi utilizada a escala de gravidade da fadiga *Fatigue Severity Scale* (FSS), uma das mais usadas avaliações de fadiga na DP (FRIEDMAN, 2007; LOU, 2015). A FSS é recomendada pela *Movement Disorders Society* para identificar e avaliar a fadiga em pacientes com a doença (FRIEDMAN *et al.*, 2010) e sua versão em português se mostrou válida e reprodutível para o uso nestes pacientes (VALDERRAMAS *et al.*, 2012). (ANEXO F)

### 2.3.6. Sistema computadorizado portátil de análise de gases

Os parâmetros metabólicos e cardiorrespiratórios foram registrados respiração a respiração por meio de um sistema computadorizado portátil de análise de gases de circuito aberto (*Cortex Metamax 3B*, Alemanha). O *Cortex Metamax 3B* foi utilizado apenas na segunda etapa de testes desta tese, durante a realização do TECP e durante os testes submáximos propostos.

O *Cortex Metamax 3B* permite a transmissão de dados via telemetria para uma distância de até 600 metros sem a antena e 1,6 Km com a antena, além de possuir um baixo peso (aproximadamente 1,40 Kg), permitindo assim, explorar as respostas fisiológicas humanas em atividades funcionais, fora do ambiente laboratorial (MACFARLANE; WONG, 2012). O *Cortex Metamax 3B*



mede o volume de ar respirado utilizando uma turbina digital bidirecional. Uma linha de amostragem é acoplada à turbina para permitir a análise da concentração de oxigênio ( $O_2$ ) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ) por meio de uma célula eletroquímica e um analisador em infravermelho. O consumo de oxigênio e a produção de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ) são calculados utilizando-se algoritmos metabólicos padrões. Os dados de volume e concentração de gás obtidos respiração a respiração são enviados imediatamente ao computador via telemetria. O *Cortex Metamax 3B* apresenta adequada estabilidade e validade de resultados (MACFARLANE; WONG, 2012).

## **2.4. Procedimentos**

### **2.4.1. Procedimentos referentes ao estudo 1**

Os indivíduos foram esclarecidos sobre os objetivos do estudo e convidados a assinar o TCLE previamente aprovado pelo COEP da UFMG, após verificação dos critérios de inclusão e de exclusão. Em seguida, foram submetidos à avaliação inicial para a identificação e caracterização. Finalmente, foram avaliados por meio da aplicação das escalas e testes clínicos: parte AVD e motora da UPDRS, escala de HY, PAH e FSS. Posteriormente, a partir da pontuação obtida pelo participante na UPDRS motora, o escore de bradicinesia foi calculado e o subtipo clínico foi definido.

#### 2.4.2. Procedimentos referentes aos estudos 2 e 3

Inicialmente os indivíduos foram esclarecidos sobre os objetivos do estudo e convidados a assinar o TCLE previamente aprovado pelo COEP da UFMG. Em seguida, foram submetidos à avaliação inicial para a identificação, caracterização por meio da aplicação das escalas, coleta de dados clínicos e verificação dos critérios de inclusão e de exclusão. No primeiro contato, após a avaliação inicial foi realizada a avaliação do nível de atividade física pelo PAH e em seguida os indivíduos foram submetidos à avaliação dos parâmetros metabólicos e cardiorrespiratórios por meio do TECP com protocolo em rampa.

No segundo dia, foi realizada a coleta dos parâmetros metabólicos e cardiorrespiratórios durante a realização de duas atividades funcionais, caminhada e subir e descer escadas, que foram selecionadas por estarem relacionadas a autonomia dos indivíduos em sua vida diária. As atividades funcionais foram avaliadas durante a realização do TE e do TC6. Os dois grupos realizam todos os testes propostos e a ordem da realização das atividades se deu de forma aleatória. Entre os testes funcionais foram realizados os demais testes clínicos: UPDRS AVD/Motor, HY e o FSS. O fluxograma abaixo ilustra a ordem dos procedimentos realizados no estudo (Figura 1). Entre o primeiro e o segundo dia de testes, um tempo mínimo de 24 horas e máximo de uma semana foi estabelecido.

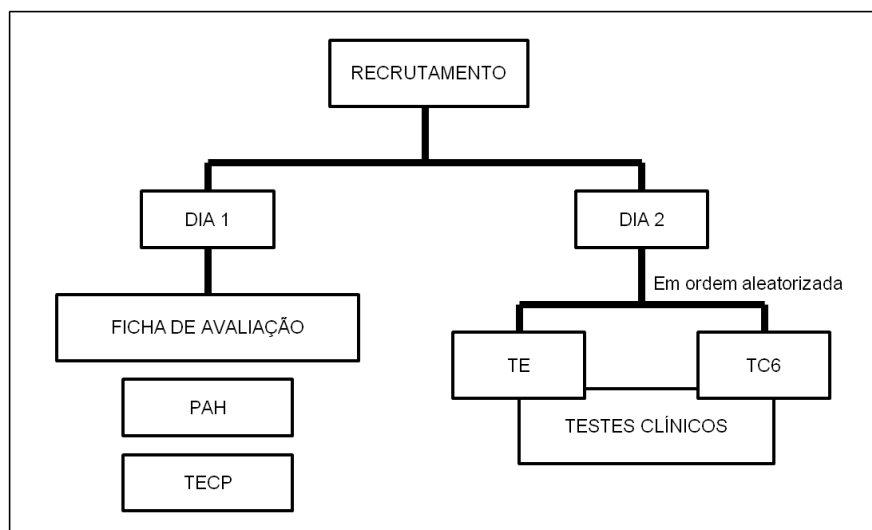


Figura 1. Organograma da coleta de dados.

Legenda: TCLE = Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; PAH = Perfil de Atividade Humana; TECP = Teste de Esforço Cardiopulmonar; TE = Teste de Escada; TC6: Teste de Caminhada de 6 minutos.

Previamente ao início dos testes, o sistema de análise de gases permaneceu ligado por pelo menos 30 minutos e, em seguida, foi executada a calibração conforme a determinação do fabricante. A calibração envolveu as seguintes etapas: (1) pressão barométrica, conforme leitura recente do barômetro no local do teste; (2) análise dos gases do ar ambiente e de uma concentração conhecida de gás padrão (12% de O<sub>2</sub>, 5% de CO<sub>2</sub> e balanço de nitrogênio - N<sub>2</sub>); (3) volume, por meio de uma seringa de três litros (*Hans Rudolph®*, Inc. Missouri, Kansas-MO, USA) acoplada à turbina digital.

Os indivíduos tiveram a saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) mensurada por meio de um oxímetro de pulso com sensor de orelha (*Datex-Ohmeda*, Louisville, CO, USA) e a frequência cardíaca por meio de um cardiofrequencímetro (*Polar®*, HR Transmitter Belt H7, Kempele-OL, FIN) com registro a cada cinco segundos (captado pelo software do *Cortex Metamax 3B* durante todas as atividades).

A cinta do cardiofrequencímetro foi colocada ao nível da linha intermamária e a máscara de silicone (*Cortex® Face Mask, dark blue, small, medium ou large, Leipzig-SN, Germany*) adequada ao tamanho da face do participante, ajustada por meio de um ajustador cefálico. Na extremidade distal da máscara foram acopladas a turbina digital bidirecional de volume e a linha de amostragem dos gases expirados, conectadas ao módulo do analisador de gases portátil, inserido em um colete com ajustes com velcros, a fim de provocar o mínimo desconforto possível ao indivíduo. Foi permitido um período de familiarização do participante com a máscara de silicone (Figura 2).

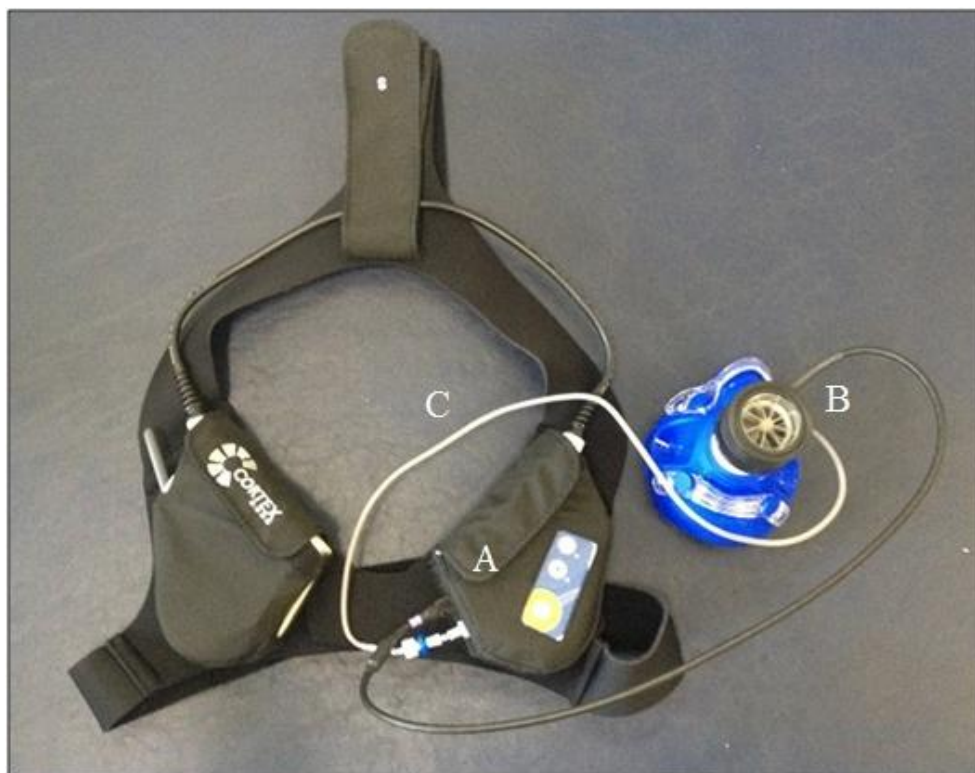


Figura 2. Cortex Metamax 3B inserido no colete, juntamente com a máscara de silicone. A) CórteX Metamax 3B; B) Turbina digital bidirecional; C) Linha de amostragem.  
Fonte: arquivos da autora.

A percepção subjetiva da intensidade do esforço durante as atividades foi monitorada por meio da Escala Categórica de Borg Modificada (ANEXO G).

Essa escala vertical é graduada de 0 a 10, com expressões verbais correspondentes a um aumento progressivo do nível de percepção do esforço, dispnéia ou fadiga geral e dos membros inferiores (BORG, 1982). Todos os indivíduos realizaram um período de descanso entre as atividades até que a FC e a SpO<sub>2</sub> retornassem ao valor de repouso.

Foram considerados para análise das atividades submáximas, a média do consumo de oxigênio relativo (mL/min/kg) após os três primeiros minutos de coleta de cada atividade que, de acordo com Wasserman et al. (2005), trata-se do tempo necessário para alcançar o estado de equilíbrio (*steady state*) do oxigênio. Para o TECP, foi utilizado o valor da maior média de 10 segundos dos últimos 30 segundos do teste (ARENA *et al.*, 2005).

#### 2.4.2.1. Teste de Esforço Cardiopulmonar

Para avaliar a capacidade ao exercício dos sujeitos da pesquisa, foi realizado um TECP (Figura 3a e 3b), sob supervisão médica, utilizando o analisador de gás portátil Cortex Metamax 3B. A obtenção dos gases expirados foi obtida pelo método respiração a respiração que consiste em captar amostras fracionadas dos gases, a uma taxa de 50 a 100 vezes por segundo, para calcular o VO<sub>2</sub> e o VCO<sub>2</sub> para cada intervalo. Em seguida, essas medidas são somadas ao longo de toda a expiração, para computar o VO<sub>2</sub> e o VCO<sub>2</sub> produzidos por respiração e extrapolados por minuto.

Para a realização do TECP, os indivíduos foram orientados a manter medicação usual, fazer jejum de duas horas e evitar cafeína e exercício físico no dia do teste, seguindo as recomendações da III Diretriz da Sociedade

Brasileira de Cardiologia sobre o Teste Ergométrico (MENEGHELO *et al.*, 2010). Foram mensuradas massa corporal e altura antes do teste de esforço progressivo com protocolo de rampa que foi realizado em esteira ergométrica. Foi explicada a Escala de Borg (BORG, 1982), colocados os eletrodos para registro do eletrocardiograma e a máscara do analisador de gases. Após três minutos de repouso já em pé na esteira foram mensuradas PA e FC e iniciado o teste. FC foi registrada continuamente e a SpO<sub>2</sub>, PA e percepção subjetiva de esforço (PSE) através da Escala de Borg foram registradas a cada dois minutos e ao fim do teste.

A PA foi medida pelo método auscultatório, com um esfigmomanômetro (Tycos®, Welch Allyn Inc. Corporate Headquarters, NEw York-NY, USA) e um estetoscópio (Litmann Classic II S.E 3M®, USA). A SpO<sub>2</sub> foi monitorada por um oxímetro de pulso com sensor de orelha (Ohmeda TuffSat®, GE Healthcare, London), assim como registro eletrocardiográfico contínuo (Cardioperfect, Welch Allyn®, USA).

O protocolo de teste utilizado foi em rampa, adaptado de Barbosa e Silva & Sobral Filho (2003), a partir de uma extrapolação polinomial de quarta ordem, para que tivesse uma duração de aproximadamente 10 minutos. Esse protocolo, realizado em esteira eletrônica (Millenium Classic CI Inbramed/Inbrasport®, Brasil), foi desenvolvido no Laboratório de Desempenho Cardiorrespiratório e utilizado por Pereira (2009).

O teste foi finalizado quando o voluntário alcançou uma razão de troca respiratória (RR) maior que 1.1 ou ainda se apresentou algum dos critérios definidos pela III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. Todos os testes foram realizados com temperatura ambiente a 20

$\pm 2$  °C e umidade relativa do ar entre 50 e 70%. Um médico com capacitação para atendimento de urgência e uma equipe treinada em emergência esteve presente para suporte clínico durante a realização de todos os testes (MENEQUELO *et al.*, 2010).



Figura 3a. Teste de Esforço Cardiopulmonar  
Fonte: arquivos da autora.



Figura 3b. Teste de Esforço Cardiopulmonar  
Fonte: arquivos da autora.

#### 2.4.2.2. Teste de subir e descer escadas

Para a realização do Teste de subir e descer escadas (TE) os indivíduos subiram e desceram uma escada com 11 degraus com altura de 18 cm cada durante 5 minutos contínuos (Figura 4). Foram instruídos a realizarem o teste na maior velocidade possível, podendo utilizar o apoio do corrimão, se necessário. O tempo gasto para a realização de uma subida e um descida foi medido três vezes durante o teste e a média destas medidas foi utilizada na análise. O número de degraus percorridos durante o período de 5 minutos também foi registrado.

O tempo de subida é utilizado para avaliar mobilidade, apresenta alta acurácia (CATANEO E CATANEO, 2007) e possui adequadas propriedades psicométricas quando testado em indivíduos com DP (SONG et al., 2009). O tempo de subida e descida da escada foi considerado uma medida válida em estudos anteriores com indivíduos com DP. (DIBBLE et al., 2006; PLOUTZ-



SNYDER et al., 2002). A FC foi registrada continuamente e a SpO<sub>2</sub>, PA e PSE foram registradas antes e depois do teste.



Figura 4. Teste de Escada  
Fonte: arquivos da autora.

#### 2.4.2.3. Teste de caminhada de 6 minutos

O Teste de caminhada de 6 minutos (TC6) é um teste simples realizado em uma pista plana de pelo menos 30 metros, sem a utilização de equipamentos sofisticados e não exige treinamento por parte do avaliador. Em indivíduos com DP, este teste tem sido utilizado para avaliar a capacidade da marcha (CANNING et al., 2006). Durante o teste, o paciente foi orientado a

andar o mais rápido possível sem correr por seis minutos ao longo da pista (Figura 5). Foram realizadas observações estandardizadas quanto ao teste a cada minuto, permitindo que o participante saiba quantos minutos de teste ainda faltavam. Foi medida a distância total percorrida durante o teste e a média da velocidade da marcha ,durante os seis minutos, foi obtida dividindo-se a distância total percorrida por 360 segundos (CANNING et al., 2006; ATS/ACCP, 2002; FALVO E EARHART, 2002). A FC foi registrada continuamente e a SpO<sub>2</sub>, PA e PSE foram registradas antes e depois do teste.

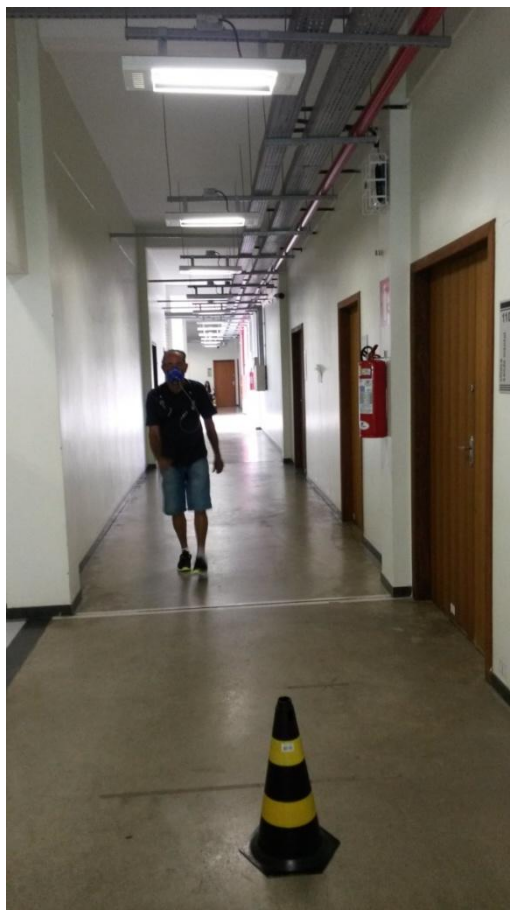


Figura 5. Teste de Caminhada de 6 Minutos  
Fonte: arquivos da autora.

## **2.5. Variáveis estudadas e Procedimentos estatísticos**

### 2.5.1. Estudo 1

#### Variáveis estudadas

Variável dependente:

- nível de atividade física (PAH)

Variáveis independentes ou preditoras:

- idade
- tempo de evolução da DP
- UPDRS-motor
- UPRDS-AVD
- HY
- subtipos clínicos
- bradicinesia
- fadiga (FSS)

#### Análise Estatística

Todas as análises foram feitas utilizando-se o programa R (versão 2.13.0). Estatísticas descritivas foram calculadas para as variáveis em questão. Primeiramente, uma análise de regressão linear simples foi realizada para verificar a relação entre o PAH como variável dependente e as variáveis independentes ou preditoras. Em seguida, foi realizada uma análise de

regressão linear múltipla, levando em consideração a significância (valor  $p < 0,05$ ) das variáveis preditoras (PORTNEY; WATKINS, 2000).

### 2.5.2. Estudo 2

#### Variáveis estudadas

Teste de Escada:

- Número de degraus percorridos em 5 minutos: DEGRAUS
- Média de três registros do tempo de uma subida e descida no lance de escada (s): TEMPO
- Consumo de oxigênio pico (ml/min/Kg):  $VO_{2\text{ pico TE}}$
- FC atingida no pico da atividade (bpm):  $FC_{\text{pico TE}}$

Teste de Caminhada de Seis Minutos:

- Distância percorrida (metros): DIST TC6
- Velocidade média do teste (metros/segundo): VELOC TC6
- Consumo de oxigênio pico (ml/min/Kg):  $VO_{2\text{ pico TC6}}$
- FC atingida no pico da atividade (bpm):  $FC_{\text{pico TC6}}$

Teste de esforço cardiopulmonar:

- Consumo de oxigênio no pico do esforço (ml/min/Kg):  $VO_{2\text{ pico TECP}}$
- FC atingida no pico do esforço (bpm):  $FC_{\text{pico TECP}}$

## Análise Estatística

Análise descritiva e teste de normalidade foram realizadas com todas as variáveis. A correlação entre as variáveis clínicas dos testes e o  $VO_2$  pico e a  $FC_{pico}$  do TECP foi realizada para definição das variáveis explicativas do modelo de regressão linear. Coeficientes de regressão (IC 95%) foram determinados para cada variável explicativa utilizando-se análise univariada ( $p < 0.05$ ). Para a análise comparativa, os participantes foram divididos em grupos de acordo com seu nível de atividade (ativo e moderadamente ativo) com o escore de do PAH. Eles também foram divididos de acordo com a gravidade da doença, utilizando a mediana do escore da UPDRS motora (parte III). Todas as variáveis apresentaram distribuição normal e o teste t de Student para amostras independentes foi empregado para investigar as diferenças entre indivíduos com diferentes níveis funcionais (PORTNEY 2000).

### 2.5.3. Estudo 3

#### Variáveis estudadas

Medidas de desfecho primárias (para o TECP, TE e TC6)

- Pico do consumo de oxigênio (ml/min/Kg):  $VO_2$  pico

Medidas de desfecho secundárias

Para os testes TECP, TE e TC6:

- Razão da troca respiratória: RER

- Equivalente respiratório:  $VE/VCO_2$

- FC atingida no pico da atividade (bpm):  $FC_{pico}$

- Pulso de oxigênio:  $VO_2/FC$
- Duplo Produto ( $FC_{pico} \times PAS_{pico}$ )
- Economia dos testes funcionais ( $VO_{2\ pico\ teste\ funcional}/VO_{2\ pico\ TECP}$ ): ECON

#### TECP:

- Tempo de realização do teste (segundos): TEMPO TECP
- Velocidade pico (m/s): VELOC TECP
- Inclinação pico (%): INCL TECP

#### TE:

- Média de três registros do tempo de uma subida e descida no lance de escada (s): TEMPO TE
- Número de degraus percorridos em 5 minutos: DEGRAUS
- Distância percorrida (metros) - número de degraus x hipotenusa do degrau (0,35 m): DIST TE
- Custo energético do TE ( $VO_{2\ pico\ TE}/distância\ percorrida$ ): CUSTO TE

#### TC6:

- Velocidade média (m/s): VELOC TC6
- Distância percorrida (m): DIST TC6
- Custo energético do TC6 ( $VO_{2\ pico\ TC6}/distância\ percorrida$ ): CUSTO TC6

### Análise Estatística

Análise descritiva e teste de normalidade foram realizados com todas as variáveis. De acordo com a distribuição dos dados, foi realizado teste

paramétrico (Teste t) ou não paramétrico (Wilcoxon) para investigar a existência de diferenças nos valores das variáveis primárias e secundárias entre o grupo com DP e o grupo controle (PORTNEY 2000).

## ESTUDO 1

Main determinants of physical activity levels in individuals with Parkinson's  
disease

*Fatores determinantes do nível de atividade física de indivíduos com doença de  
Parkinson*

---

**Autores:** Raquel de Carvalho Lana, Lysandra Nogueira de Araujo, Francisco Cardoso, Fátima Rodrigues-de-Paula.

**Periódico:** Artigo aceito no periódico Arquivos de Neuropsiquiatria.  
([http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_serial&pid=0004-282X&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=0004-282X&lng=en&nrm=iso))



**Assunto:**Arquivos de Neuro-Psiquiatria - Decision on Manuscript ID ANP-2014-0420.R3

**Data:**19/10/2015 11:22

**De:**luisrmachado@globo.com

**Para:**fatimarp@globo.com

19-Oct-2015

Dear Prof. Rodrigues-de-Paula:

It is a pleasure to accept your manuscript entitled "Main determinants of physical activity levels in individuals with Parkinson's disease." in its current form for publication in the Arquivos de Neuro-Psiquiatria. The comments of the reviewer(s) who reviewed your manuscript are included at the foot of this letter.

Thank you for your fine contribution. On behalf of the Editors of the Arquivos de Neuro-Psiquiatria, we look forward to your continued contributions to the Journal.

On July 1, 2015, SciELO will start to use a CC-BY license for all the publications in its collection. What does this mean?

All open-access systems need a license within the Creative Commons (CC) system so that they can operate without legal problems. The license most used within our setting (an also by Arquivos de Neuro-Psiquiatria) is the CC-BY-NC license, which presents some restrictions on how the information contained in the articles thus published is used. These restrictions are of a commercial nature: they do not apply to our journal, but they end up impairing its visibility in the open-access system.

The new CC-BY license ensures broader access to the articles published. SciELO has provided the following explanation:

" ... Among all the licenses, CC-BY is the one that is most effective for maximizing the dissemination of information, given that it is the least restrictive, provides a greater degree of freedom to reuse content and, like the other licenses, ensures that authorship is properly credited to the author or authors, and to the periodical or other means through which the article was originally published. This has the effect that the CC-BY license is the one that presents greatest compatibility when combined with other types of license, i.e. the content is released to fully interoperate with a wide variety of different systems and services, including commercial systems and services."

Sincerely,  
Dr. Luis Machado  
Editor-in-Chief, Arquivos de Neuro-Psiquiatria  
[luisrmachado@globo.com](mailto:luisrmachado@globo.com)

Associate Editor  
Comments to the Author:  
(There are no comments.)

**Seção: Article****Main determinants of physical activity levels in individuals with Parkinson's disease**

*Fatores determinantes do nível de atividade física de indivíduos com doença de Parkinson*

Título curto: Physical activity level in Parkinson's disease

Raquel de Carvalho Lana<sup>1</sup>, Lysandra Nogueira de Araujo<sup>2</sup>, Francisco Cardoso<sup>3</sup>, Fátima Rodrigues-de-Paula<sup>2</sup>

1. Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, Belo Horizonte MG, Brazil;
2. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Fisioterapia, Belo Horizonte MG, Brazil;
3. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Medicina Interna, Belo Horizonte MG, Brazil;

**Support:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Pró-reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**Correspondence:** Fátima Rodrigues-de-Paula; Departamento de Fisioterapia, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais; Avenida Antônio Carlos, 6627; 31270-901 Belo Horizonte MG, Brasil; E-mail: [fatimarp@globocom.com](mailto:fatimarp@globocom.com)

**Conflict of interest:** There is no conflict of interest to declare.

Received 31 October 2014; Received in final form 20 September 2015; Accepted 13 October 2015

## ABSTRACT

This study analyzed the relationship between patient characteristics, factors associated with Parkinson's disease (PD), and physical activity level of individuals affected by the disease. Forty-six volunteers with mild-to-moderate idiopathic PD were assessed using sections II/III of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale and their motor functions were classified according to the modified Hoehn and Yahr (HY) scale. Data such as age, disease duration, the Human Activity Profile (HAP), the Fatigue Severity Scale were collected. Lower limb bradykinesia and clinical subtypes of PD were defined. Two models that explained 76% of the variance of the HAP were used. The first comprised age, ability to perform activities of daily living (ADL), and the HY scale; the second comprised age, ability to perform ADL, and lower limb bradykinesia. Possible modifiable factors such as the ability to perform ADL and lower limb bradykinesia were identified as predictors of physical activity level of individuals with PD.

**Key Words:** Parkinson's disease, physical activity, bradykinesia, fatigue.

## RESUMO

Este estudo analisou a relação entre características dos pacientes, fatores associados com a doença de Parkinson (DP) e nível de atividade física de indivíduos afetados pela doença. Quarenta e seis voluntários com DP leve a moderada foram avaliados usando a Escala de Avaliação Unificada da Doença de Parkinson (UPDRS), e classificados de acordo com a Escala de Hoehn e Yahr modificada (HY). Dados como idade, duração da doença, Perfil de Atividade Humana (PAH), Escala da Severidade da Fadiga (FSS) foram coletados. Bradicinesia de membros inferiores e subtipos clínicos foram definidos. Dois modelos que explicaram 76% da variância do PAH foram observados. O primeiro compreende idade, habilidade de realizar Atividades de Vida Diária (AVD) e a escala de HY modificada; e o segundo compreende idade, habilidade de realizar AVD, e bradicinesia. Fatores modificáveis como a habilidade de realizar AVD e bradicinesia foram identificados como preditores do nível de atividade física de indivíduos com DP.

**Palavras chave:** doença de Parkinson, atividade física, bradicinesia, fadiga.

Parkinson's disease (PD) is a chronic and degenerative disease of the central nervous system characterized by a combination of motor and non-motor disorders.<sup>1</sup> PD may severely compromise the ability to perform tasks such as walking, writing, turning, and moving in bed<sup>1</sup>, mainly because of a combination of motor limitations, fatigue, and apathy<sup>2</sup>. The progression of PD is associated with progressive deficits, which might contribute to sedentarism, and result in reduced physical ability in these patients<sup>3</sup>.

A recent study indicated that individuals with PD are 29% less active than healthy individuals<sup>2</sup>. However, the ability of patients in the initial phase of PD to perform physical exercise may be comparable to that of healthy individuals when they maintain a certain level of regular physical activity. Although the daily pattern of physical activity in the initial phase of the disease appears similar to that of controls<sup>4</sup>, this tends to change when PD progresses<sup>4</sup>.

Recent studies have assessed factors that might play a role in the level of physical activity of PD patients<sup>2,5</sup>. Factors related to the disease such as severity of disease, levodopa daily dose and motor impairment level; factors related to the individual such as age and walking performance were pointed out as determinants of the physical activity level<sup>2,5</sup>. Factors such as lower limb bradykinesia, clinical subtype and fatigue, that may decrease the level of physical activity in individuals with PD, have not yet been studied.

It is known that inactivity is considered a risk factor for several diseases and may worsen various motor and non-motor symptoms that are affected in PD<sup>2</sup>. Additionally, previous studies have explained only up to 28% of the variance of the level of physical activity of these individuals<sup>2,5</sup>. Knowledge of the factors that affect the level of physical activity of individuals with PD may guide clinicians that work with PD rehabilitation, and thereby prevent inactivity and its consequences. Therefore, the aim of the present study was to analyze factors associated with the disease (progression time, severity, clinical subtype, and lower limb bradykinesia) and the individual (age, ability to perform daily living activities, and fatigue) that may predict or explain the variance in the level of physical activity of individuals with PD.

## **METHODS**

### **Participants**

This was a cross-sectional study in which the participants were recruited by convenience from the University's Outpatient Clinic for Movement Disorders. Participants were recruited by students and evaluated by a trained researcher. Individuals with idiopathic PD, diagnosed by a neurologist specialized in movement disorders, according to the UK Brain Bank criteria<sup>6</sup>, classified as a score of 1–4 on the modified Hoehn and Yahr (HY) disability scale<sup>7</sup>, using antiparkinsonian medication, and who did not show other neurological, musculoskeletal, or cardiovascular disorders were included in the analysis. All participants were briefed on the objectives of the research, and then they signed a free and informed consent form. This study was approved by the Ethics in Research Committee of the university.

### **Measures**

#### *Identification and characterization*

The study participants were subjected to an initial evaluation for data collection, which included questions regarding identification, age, medication use, progression of the disease, and associated pathologies.

#### *Clinical evaluation and questionnaires*

To evaluate the severity of the disease, activities of daily living (ADL) and motor sections of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) and the modified HY scale were used<sup>7,8</sup>. The bradykinesia score from the lower limbs was calculated using the sum of the scores of items 26, 27, 29, and 31 of the UPDRS. The higher scores of those items indicated increased severity of bradykinesia<sup>9</sup>. The clinical subtypes of PD were classified as tremor-dominant (T), rigid-akinetic (RA), and mixed (M) according to the classification proposed by Schiess et al.<sup>10</sup>. The perception of fatigue was assessed using the Fatigue Severity Scale (FSS), and the level of physical activity was determined using the Human Activity Profile (HAP). The HAP was adapted and validated to portuguese (Brazil)<sup>11</sup> and comprises 94 items of routine activities with different functional levels, and can classify individuals as inactive, moderately active, or active<sup>11,12</sup>.

## **Procedures**

The initial evaluation for the collection of data was performed through an interview and an identification form. The participants were informed about the aims of the study, and the eligible individuals were subjected to a clinical functional evaluation using the partial UPDRS and the modified HY scale. Next, the level of physical activity of the participants was evaluated by a trained examiner using the HAP questionnaire. Subsequently, subjects were classified into PD subtypes, and the lower limb bradykinesia score was calculated. Lastly, the FSS was applied to classify the subjects' fatigue levels.

## **Statistical analysis**

All analyses were performed using R version 2.13.0 software, and descriptive statistics was carried out for all the investigated variables. First, simple linear regression analysis was conducted to verify the relationships between the HAP as a dependent variable and the various independent variables (age, PD progression time, UPDRS-motor score, UPDRS-ADL score, modified HY stage, clinical subtypes, lower limb bradykinesia, and fatigue). Next, multiple linear regression analyses were performed, using forward selection for the variables. In the first step, it was included in the model the variable which explained most the variance in the univariate regression, provided it was significant for a significance level of 0.05. In the following step, an additional variable was added, provided it resulted in a better fit (in terms of explained variance) compared to the other still not included variables and that all variables in the model remain significant. Similar steps followed until the point in which the inclusion of any other variable would not result in a model with all independent variables statistically significant.

## **RESULTS**

A total of 46 individuals with PD participated in this study, including 29 men and 17 women, with a mean age of  $65.9 \pm 12.1$  years (range, 42–88 years). The mean time of disease progression was  $11.1 \pm 7.4$  years (range, 2–38 years). One (2%), 4 (9%), 21 (46%), 6 (13%), 9 (19%), and 5 (11%) individuals were classified as stage 1, 1.5, 2, 2.5, 3, and 4 according to the modified HY scale, respectively. Regarding the clinical subtypes of PD, twenty-four (52%) patients were classified as RA, 12 (26%) as T, and

10 (22%) as M. Furthermore, 56.5% of the participants showed significant fatigue. According to the HAP score, 50% of the individuals were classified as active, 19.6% as moderately active, and 30.4% as inactive.

The FSS, UPDRS-ADL, UPDRS-motor, and HAP scores are shown in Table 1. The results from the univariate linear regression analysis are shown in Table 2. Age, PD progression time, modified HY stage, UPDRS-ADL, UPDRS-motor, lower limb bradykinesia, and fatigue all showed significant associations with the HAP score.

Two models were proposed by the multiple linear regression analysis. The results of these proposed models are shown in Tables 3 and 4. In the first model, age, UPDRS-ADL score, and modified HY stage were found to explain 76% of the variance of the HAP score. In the second model, age, UPDRS-ADL score, and lower limb bradykinesia were found to also explain 76% of the HAP score variance.

## **DISCUSSION**

We proposed two models to explain the variance in the level of physical activity in individuals with PD, because it would be impossible to statistically define which variable, namely disease severity or lower limb bradykinesia would best predict the level of physical activity in such individuals. The two models were able to predict 76% of the variance in the level of physical activity, as evaluated by the HAP.

Although few studies have assessed factors affecting physical activity level of individuals with PD, some authors have indicated factors associated with the disease and/or the individual. Nimwegen et al.<sup>2</sup> observed that a higher severity of the disease, walking deficits, and an inability to perform ADL predicted 24% of the variance of the patients' daily physical activity level. Our results also indicated the inability to perform ADL and disease severity as predictors of the level of physical activity in individuals with PD. However, after adding these factors to age, a higher percentage of this variance was explained (76%).

Furthermore, in a recent study, age, levodopa daily dose, distance covered in the 6-min walk test, and the total UPDRS score were found to predict only 28% of the daily physical activity level in sedentary PD patients<sup>5</sup>. As in this previous study, we found that age was a determinant of the level of physical activity. Increased age was associated with increased progression of motor impairment; decreased responsiveness to levodopa treatment; and more severe postural, walking, and cognitive deficits in

patients with PD<sup>13,14,15</sup>. The strong influence of age on the physical activity level and the non-influence of disease duration, as observed in this study, have been pointed out by many authors<sup>15,16</sup>. Thus, the decrease in the physical activity level seems to be highly associated with the immobility and sedentarism of older individuals<sup>16</sup>, since the aging process by itself is characterized by a decline in the physical ability and functional performance<sup>17</sup>.

The ability to perform ADL was found to be a predictive factor for the level of physical activity in patients with PD, as previously reported<sup>2</sup>. A higher loss of functional independence was associated with a higher UPDRS score and a more severe disease as per the modified HY scale, indicating a positive association between disease severity and the need for help in ADL and instrumental activities<sup>18</sup>.

Disease severity was found to be a predictive factor of the physical activity level in such individuals in other previous studies<sup>2,5</sup>. Unlike the results of our study, previous studies<sup>2,5</sup> noted that the total UPDRS score alone or along with the HY stage were predictive factors of the level of physical activity in PD patients. The HY scale has been widely used for the clinical evaluation of PD patients, and describes categories of motor dysfunction. High correlations have been reported between HY progression and motor decline and deterioration of quality of life in individuals with PD, confirming its wide use in the classification of PD severity<sup>8</sup>.

To our knowledge, ours is the first study to identify that lower limb bradykinesia is a predictive factor of the level of physical activity in patients with PD. Bradykinesia is considered the most debilitating symptom of the disease and is associated with reduced ability of the patient to perform various functional tasks<sup>1</sup>. In addition, an interaction effect between the duration of the disease and age on bradykinesia has been previously reported<sup>15</sup>. This indicates that the simultaneous effects of age and disease duration on bradykinesia are not additive, as they are highly dependent on each other. Various clinical scores, including the UPDRS-motor score, have been reported to show stronger associations with velocity than with amplitude of movement<sup>19</sup>. Despite the complex relation between these factors, these previous findings, as well as the findings from this study, indicate that lower limb bradykinesia is associated with motor deficits, age, and disease progression.

For the definition of bradykinesia, we used the subscore proposed by Allen et al.<sup>9</sup>. In fact, it is a lower limb bradykinesia subscore derived by summing items of the UPDRS motor examination. As many studies used the same subscore, it allowed us to make



comparisons between them<sup>9,19</sup>. Besides that, most of the activities of the HAP (more than 75%) involve mainly the lower limbs.

To our knowledge, this was the first study assessing subtype classification as a possible predictive factor of the level of physical activity of patients with PD. Although the clinical heterogeneity among patients with PD has been extensively debated,<sup>7</sup> indicating the existence of clinical subtypes of the disease, this classification remains controversial and requires a better definition. Accordingly, several authors have proposed different subtype classifications<sup>10,20,21</sup>, although a clear and accepted classification has not yet been established. This indefiniteness may have influenced with the findings of the present study, and this requires further investigation.

Finally, fatigue was not a predictive factor of the physical activity level in individuals with PD. It is known that the physiologic stress of daily physical activities is increased in patients with PD, and this may contribute to the elevated level of fatigue that is characteristic of the disease<sup>22</sup>. Thus, we expected that fatigue would influence the physical activity level of such individuals. However, the relationship between fatigue and the measures of physical activity is intriguing. Garber and Friedman<sup>23</sup> observed that a higher degree of fatigue was associated with a low level of physical activity. It is evident that patients with increased fatigue move less, but it is uncertain whether fatigue is the cause of physical inactivity or if it is the result of a sedentary lifestyle.<sup>23</sup> According to Elbers et al.<sup>24</sup> the variance in the physical activity level explained by fatigue is small (only 2%). These findings, as well as those from our study, suggest that fatigue may be an independent symptom of PD that cannot predict the level of physical activity and that may only represent a minor factor within the numerous factors that affect the level of physical activity in individuals with PD.

The findings of our study indicate that the level of physical activity is in part explained by factors that cannot be modified, such as age, but also by factors modifiable by therapeutic intervention, such as ability to perform ADL and lower limb bradykinesia.

Based on our results, bradykinesia and the identification of difficulties in performing ADL must be target during physical therapy evaluation, particularly when these factors are present in older individuals with PD. Therefore, rehabilitation programs should include functional training of activities and gain of speed, which could make such individuals more physically active and reduce the adverse consequences of inactivity.

Our study has some limitations. Although most activities related to the physical activity level involve the lower limbs, upper limb bradykinesia was not evaluated. Moreover, although no significant difficulty has been observed during the tests, cognition was not formally evaluated in all participants. Most importantly, we were unable to identify which variable (modified HY stage or lower limb bradykinesia) better predicted the level of physical activity in patients with PD. This was likely due to a strong association between them, with both reflecting disease severity, making it difficult to define which variable is the best predictor in this study, considering the relatively small sample size. This interaction may also have occurred due to the methodological bias between the scales itself. The bradykinesia measure is derived from four questions of the motor UPDRS, which reflects disease severity, such as the HY scale.

In conclusion, up to 76% of the variance in the physical activity level of individuals with PD can be explained by age, the ability to perform ADL, and the severity of the disease (as determined by the modified HY scale), or by lower limb bradykinesia. In contrast to the expected result, the UPDRS-motor score, disease progression time, clinical subtypes of the disease, and fatigue did not explain this variance. According to our results, factors that can be modified by therapeutic intervention were identified and they must be evaluated and considered when proposing rehabilitation programs for PD.

## REFERENCES

1. Morris ME. Movement disorders in people with Parkinson disease: a model for physical therapy. *Phys Ther.* 2000;80(6):578-97.
2. Nimwegen M, Speelman AD, Hofman-van Rossum EJM, Overeem S, Deeg DJH, Borm GF et al. Physical inactivity in Parkinson's disease. *J Neurol.* 2011;258(12):2214-21. doi:10.1007/s00415-011-6097-7
3. Canning CG, Alison JA, Allen NE, Groeller H. Parkinson's disease: an investigation of exercise capacity, respiration function, and gait. *Arch Phys Med.Rehabil.* 1997;78(2):199-207. doi:10.1016/S0003-9993(97)90264-1
4. Hilten JJ, Hoogland G, Velde EA, Middelkoop HA, Kerkhof GA, Roos RA. Diurnal effects of motor activity and fatigue in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1993;56(8):874-7. doi:10.1136/jnnp.56.8.874
5. Dontje ML, Greef M, Speelman A, Ninwegen M, Krijnen WP, Stolk R. Determinants of daily physical activity in inactive Parkinson's disease patients. *J Sci Med Sport.* 2013;15:S34-126. doi:10.1016/j.jsams.2012.11.190

6. Hughes AJ, Daniel SE, Kilford L, Lees AJ. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinico-pathological study of 100 cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1992;55(3):181-4. doi:10.1136/jnnp.55.3.181
7. Schenkman ML, Clark K, Xie T, Kuchibhatla M, Shinberg M, Ray L. Spinal movement and performance of a standing reach task in participants with and without Parkinson disease. *Phys Ther*. 2001;81(8):1400-11.
8. Goetz CG, Poewe W, Rascol O, Sampaio C, Stebbins GT, Giladi N et al. Movement Disorder Society Task Force report on the Hoehn and Yahr staging scale: status and recommendations. *Mov Disord*. 2004;19(8):1020-8. doi:10.1002/mds.20213
9. Allen NE, Canning CG, Sherrington C, Fung VSC. Bradykinesia, muscle weakness and reduced muscle power in Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2009;24(9):1344-51. doi:10.1002/mds.22609
10. Schiess MC, Zheng H, Soukup VM, Bonnen JG, Nauta HJW. Parkinson's disease subtypes: clinical classification and ventricular cerebrospinal fluid analysis. *Parkinsonism Relat Disord*. 2000;6(2):69-76. doi:10.1016/S1353-8020(99)00051-6
11. Souza AC, Magalhães LC, Teixeira-Salmela LF. Adaptação transcultural e análise das propriedades psicométricas da versão brasileira do Perfil de Atividade Humana. *Cad Saúde Pública*. 2006;22(12):2623-36. doi:10.1590/S0102-311X2006001200012
12. Davidson M, Morton N. A systematic review of the Human Activity Profile. *Clin Rehabil*. 2007;21(2):151-62. doi:10.1177/0269215506069475
13. Lee CS, Schulzer M, Mak EK, Snow BJ, Tsui JK, Clane S et al. Clinical observations on the rate of progression of idiopathic parkinsonism. *Brain*. 1994;117(3):501-7. doi:10.1093/brain/117.3.501
14. Levy G, Louis ED, Cote L, Perez M, Mejia-Santana H, Andrews H et al. Contribution of aging to the severity of different motor signs in Parkinson Disease. *Arch Neurol*. 2005;62(3):467-72. doi:10.1001/archneur.62.3.467
15. Levy G. The relationship of Parkinson disease with aging. *Arch Neurol*. 2007;64(9):1242-6. doi:10.1001/archneur.64.9.1242
16. Potter JM, Evans SAL, Duncan G. Gait speed and activities of daily living function in geriatric patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76(11):997-9. doi:10.1016/S0003-9993(95)81036-6
17. Matsudo SM, Matsudo VKR. Prescrição e benefícios da atividade física na terceira idade. *Rev Bras Ciênc Mov*. 1992;6(4):19-30.

18. Shulman LM, Gruber-Baldini AL, Anderson KE, Vaughan CG, Reich SG, Fishman PS et al. The evolution of disability in Parkinson disease. *Mov Disord.* 2008;23(6):790-6. doi:10.1002/mds.21879
19. Kim JW, Kwon Y, Kim YM, Chung HY, Ecom GM, Jun JH et al. Analysis of lower limb bradykinesia in Parkinson's disease patients. *Geriatr Gerontol Int.* 2012;12(2):257-64. doi:10.1111/j.1447-0594.2011.00761.x
20. Stebbins GT, Goetz CG, Bum DJ, Jankovic J, Khoo TK, Tiley BC. How to identify tremor dominant and postural instability/gait difficulty groups with the movement disorder society unified Parkinson's disease rating scale: comparison with the Unified Parkinson's Disease Rating Scale. *Mov Disord.* 2013;28(5):668-70. doi:10.1002/mds.25383
21. Van Rooden SM, Colas F, Martinez-Martin P, Visser M, Verbaan D, Marinus J et al. Clinical subtypes of Parkinson's disease. *Mov Disord.* 2011;26(1):51-8. doi:10.1002/mds.23346
22. Christiansen CL, Schenkman ML, Mc Fann K, Wolfe P, Kohrt WM. Walking economy in people with Parkinson's disease. *Mov Disord.* 2009;24(10):1481-7. doi:10.1002/mds.22621
23. Garber CE, Friedman JH. Effects of fatigue on physical activity and function in patients with Parkinson's disease. *Neurology.* 2003;60(7):1119-24. doi:10.1212/01.WNL.0000055868.06222.AB
24. Elbers R, Wegen EEH, Rochester L, Hetherington V, Nieuwboer A, Willems AM et al. Is impact of fatigue an independent factor associated with physical activity in patients with idiopathic Parkinson's disease? *Mov Disord.* 2009;24(10):1512-8. doi:10.1002/mds.22664

**Table 1:** Scores obtained in the evaluations performed in the study (n = 46).

| Test        | Mean (standard deviation) | Range |
|-------------|---------------------------|-------|
| FSS         | 4 (2.1)                   | 1–7   |
| UPDRS-ADL   | 31.3 (17.4)               | 0–52  |
| UPDRS-MOTOR | 14.2 (8.8)                | 0–108 |
| HAP         | 63.8 (24.2)               | 0–94  |

FSS: Fatigue Severity Scale; UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale; ADL: activities of daily living; HAP: Human Activity Profile.

**Table 2:** Coefficients of univariate regression.

| Variable     | Regression coefficient | 95% confidence interval |
|--------------|------------------------|-------------------------|
| Age          | -1.08                  | (-1.58, -0.59)*         |
| PD time      | -1,37                  | (-2.25, -0.48)*         |
| HY           | -23.24                 | (-30.04, -16.44)*       |
| UPDRS-ADL    | -2.01                  | (-2.57, -1.45)*         |
| UPDRS-MOTOR  | -0.89                  | (-1.21, -0.57)*         |
| RA           | -9.91                  | (-23.77, 3.94)          |
| Tremor       | 4.35                   | (-11.70, 20.41)         |
| Bradykinesia | -3.77                  | (-4.80, -2.74)*         |
| Fatigue      | -4.80                  | (-7.86,-1.73)*          |

PD time: Parkinson's disease progression time; HY: Hoehn and Yahr disability stages; UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale; ADL: activities of daily living; RA: rigid-akinetic. \* Significant relationship ( $p < 0.05$ ) between the variables and the physical activity level (HAP).

**Table 3:** Coefficients of regression and 95% confidence intervals of the multivariate regression analysis, with inclusion of HY stage.

| Variable       | Regression coefficient | 95% confidence interval |
|----------------|------------------------|-------------------------|
| Age            | -0.81                  | (-1.11, -0.51)*         |
| UPDRS-ADL      | -1.20                  | (-1.78, -0.62)*         |
| HY             | -10,30                 | (-17.24, -3.36)*        |
| Intercept      | 159.28                 |                         |
| R <sup>2</sup> | 0.76                   |                         |

Regression equation:  $Y = 159.28 - 0.81 X_i - 1.20 X_u - 10.30 X_h$

With  $X_i$  = age;  $X_u$  = UPDRS-ADL; and  $X_h$  = HY

UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale; ADL: activities of daily living; HY: Hoehn and Yahr disability stages; R<sup>2</sup>: Explained variance. \*  $p < 0.05$ .

**Table 4:** Regression coefficients and 95% confidence intervals of the multivariate regression analysis, with inclusion of lower limb bradykinesia.

| Variable                | Regression coefficient | 95% confidence interval |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| Age                     | -0.81                  | (-1.11, -0.50)*         |
| UPDRS-ADL               | -1.10                  | (-1.75, -0.45)*         |
| Lower limb bradykinesia | -1.72                  | (-2.94, -0.50)*         |
| Intercept               | 144.03                 |                         |
| R <sup>2</sup>          | 0.76                   |                         |

Regression equation:  $Y = 144.03 - 0.81 X_i - 1.10 X_u - 1.72 X_b$

With  $X_i$  = age;  $X_u$  = UPDRS-ADL; and  $X_b$  = bradykinesia

UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale; ADL: activities of daily living; R<sup>2</sup>: Explained variance. \*  $p < 0.05$ .

## ESTUDO 2

Stair Ascent/Descent and Six-Minute Walk Test for the evaluation of aerobic capacity in individuals with Parkinson's disease

---

**Autores:** Raquel C. Lana, Danielle A. G. Pereira, Francisco E. Cardoso, Giane Amorim Ribeiro Samora, João Antonio da Silva Júnior, Fátima Rodrigues-de-Paula.  
**Periódico:** Artigo submetido ao periódico *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* (<http://www.archives-pmr.org/content/authorinfo>)

**Assunto:** A manuscript number has been assigned: ARCHIVES-PMR-D-15-01516

**Data:** 21/11/2015 12:48

**De:** "Archives PMR" <archivesmail@archives.acrm.org>

**Para:** fatimarp@globo.com

Ms. Ref. No.: ARCHIVES-PMR-D-15-01516  
Title: Stair Ascent/Descent and Six-Minute Walk Test to evaluate exercise capacity in individuals with Parkinson's disease  
Archives of Physical Medicine and Rehabilitation

Dear Prof. Fatima Rodrigues-de-Paula,

Your submission "Stair Ascent/Descent and Six-Minute Walk Test to evaluate exercise capacity in individuals with Parkinson's disease" has been assigned manuscript number ARCHIVES-PMR-D-15-01516.

To track the status of your paper, please do the following:

1. Go to this URL: <http://ees.elsevier.com/archives-pmr/>
2. Enter your login details
3. Click [Author Login]  
This takes you to the Author Main Menu.
4. Click [Submissions Being Processed]

Thank you for submitting your work to Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.

Kind regards,

Archives Editorial Office  
Editorial Office  
Archives of Physical Medicine and Rehabilitation

\*\*\*\*\*

Please note that the editorial process varies considerably from journal to journal. To view a sample editorial process, please click here:  
[http://ees.elsevier.com/eeshelp/sample\\_editorial\\_process.pdf](http://ees.elsevier.com/eeshelp/sample_editorial_process.pdf)

For further assistance, please visit our customer support site at <http://help.elsevier.com/app/answers/list/p/7923>. Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions and learn more about EES via interactive tutorials. You will also find our 24/7 support contact details should you need any further assistance from one of our customer support representatives.

***Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*****Title Page****Running head:** Aerobic capacity in PD**Title:** Stair Ascent/Descent and Six-Minute Walk Test for the evaluation of aerobic capacity in individuals with Parkinson's disease**Authors:** Raquel C. Lana<sup>1</sup>, Danielle A. G. Pereira<sup>2</sup>, Francisco E. Cardoso<sup>3</sup>, Giane Amorim Ribeiro Samora<sup>2</sup>, João Antonio da Silva Júnior<sup>4</sup>, Fátima Rodrigues-de-Paula<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Msc, Ph.D student, department of Physical Therapy, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

<sup>2</sup> Ph.D, department of Physical Therapy, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

<sup>3</sup> PhD, department of Internal Medicine, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

<sup>4</sup> Physician, Specialist in Sports Medicine, Msc student, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

**Funding:**

This research was supported by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de pesquisa (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG),



CNPq and Pró-reitoria de Pesquisa of Universidade Federal de Minas Gerais  
(UFMG)

**Financial Disclosure:**

We certify that no party having a direct interest in the results of the research supporting this article has or will confer a benefit on us or on any organization with which we are associated AND, if applicable, we certify that all financial and material support for this research (eg, NIH or NHS grants) and work are clearly identified in the title page of the manuscript.

**Conflict of interest:**

The authors declare no conflict of interest.

**Device Status Statement:**

The manuscript submitted does not contain information about medical device(s).

**Corresponding author:**

Prof. Fátima Rodrigues-de-Paula, PhD.

Department of Physiotherapy, Escola de Educação Física, Fisioterapia e  
Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais,

Avenida Antônio Carlos, 6627- CEP: 31270-901

Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

Telephone/Fax: 55 (31) 3409-4783

Email: [fatimarp@globocom.com](mailto:fatimarp@globocom.com) / [fatimarp@ufmg.br](mailto:fatimarp@ufmg.br)

Stair ascent/descent and Six-minute walk test for the evaluation of aerobic capacity in individuals with Parkinson's disease

## ABSTRACT

The gold standard to evaluate aerobic capacity is the cardiopulmonary exercise testing (CPET). Its use may be limited when maximal exertion is contraindicated or in situations of exercise intolerance.

**Objective:** To investigate if Stair ascent/descent test (ST) and Six-minute walk test (6MWT) could predict the CPET performance, to analyze whether these tests would be able to differentiate between functional levels, and to characterize the intensity of the tests, in individuals with Parkinson's disease (PD).

**Design:** Cross-sectional study.

**Setting:** University Laboratory of Assessment and Research in Cardiorespiratory Performance of the institution.

**Participants:** Twenty individuals with PD ( $62\pm 8$  years) at the stages I – III of the Hoehn & Yahr Scale.

**Intervention:** Not applicable.

**Main Outcome Measure(s):** Peak oxygen consumption ( $VO_{2peak}$ ) and peak heart rate ( $HR_{peak}$ ) during the CPET, ST and 6MWT. ST number of steps (steps), time to climb one set of steps (time) and 6MWT distance and mean speed (speed).

**Results:** The number of steps and distance during the 6MWT predicted 36% and 41% of the  $VO_{2peak}$  during the CPET, respectively. Steps, time, distance, and speed were able to discriminate individuals active or moderately active. Steps, distance and speed were able to discriminate individuals above or below motor UPDRS median

score. Mean  $VO_{2peak}$  and  $HR_{peak}$  were 83% and 91% of the CPET's values during the ST and 62% and 84% during the 6MWT.

**Conclusion:** Clinical variables of the ST (vigorous intensity) and the 6MWT (moderate intensity) predicted partially the maximal aerobic capacity and discriminated individuals with PD with different functional levels. Evaluation of aerobic capacity and functional performance could be included in PD rehabilitation with the utilization of submaximal tests, such as the ST and the 6MWT.

**Key words:** Parkinson disease; physical exertion; exercise test

## LIST OF ABBREVIATIONS

6MWT: Six-Minute Walk Test

ADL: Activity of Daily Living

AHA: American Heart Association

BP: blood pressure

CPET: cardiopulmonary exercise test

HAP: Human Activity Profile

HR: heart rate

HY: modified Hoehn & Yahr Scale

PD: Parkinson's disease

SpO<sub>2</sub>: oxygen saturation

ST: Stair ascent/descent test

UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale

VO<sub>2</sub>: oxygen consumption

Parkinson's disease (PD) is an idiopathic, degenerative illness with an incidence that increases with age<sup>1</sup>. Worldwide, there are more than 10 million elders with PD with an expected increase of 8 million people in the coming decades<sup>2</sup>. Besides the primary deficits of PD, evidence suggests that the progression of the disease is associated with muscle weakness<sup>3</sup> and a loss in motivation and initiative that contributes to their inactivity<sup>4</sup>. It is known that inactivity is considered a risk factor for several diseases and may worsen various motor and non-motor symptoms that are affected in PD<sup>5</sup>. Moreover, this sedentary behavior induces the reduction in aerobic capacity and physical fitness in individuals with PD<sup>6,7</sup>.

The gold standard to assess aerobic capacity of individuals, in general, is the cardiopulmonary exercise test (CPET) and it is known that the treadmill exercise testing has several advantages over cycle ergometry<sup>8</sup>. The CPET in the treadmill is a reliable and repeatable test for aerobic capacity evaluation of people with mild to moderate PD<sup>7,9</sup>. The objective of the CPET is to impose physical stress to the patient with a programmed and personalized routine, in order to evaluate clinical, hemodynamic, electrocardiographic, and metabolic responses to the effort<sup>10</sup>.

However, the CPET is a complex and difficult test for clinical physiotherapists to administer, because it requires trained personnel to monitor such a sophisticated equipment and, as it takes the patient to a maximal effort, demands medical supervision. In addition, these requirements for staffing and equipment means that the cost is high. Moreover, its use may be limited in conditions where maximal exertion is contraindicated or in situations of major exercise intolerance.

Submaximal tests can be more applicable in the rehabilitation area. Two alternatives in the daily practice of the physiotherapist to evaluate aerobic capacity of patients with PD are the Stair ascent/descent test (ST) and the Six-minute walk test (6MWT), which are submaximal tests available and accessible to this population. The ST has been used for the evaluation of individuals with cardiac disease<sup>11,12</sup>. It is a submaximal exercise test, which uses various muscle groups, than those used frequently in daily life. This makes its metabolic and ventilatory demands more intense<sup>11</sup>, allowing it to be used as an effort test. The 6MWT is widely used within clinical settings to assess functional capacity, including with PD subjects. Walking capacity can be quantified by this test as the distance covered in 6 minutes<sup>13,14</sup>.

The ST and the 6MWT are not usually used as tests of cardiorespiratory evaluation in people with PD, although they are commonly used for this purpose in the evaluation of

cardiopulmonary disorders. Due to the lack of data on the cardiorespiratory response of individuals with PD, and the difficulties in the application of the CPET, it is expected that these submaximal tests can be used within clinical contexts for the cardiorespiratory evaluation of individuals with PD. Moreover, to analyze the clinical applicability of these tests for the evaluation of individuals with PD, it is important to detect if they are capable of discriminating different functional levels in this population. Another important point is to understand the real cardiovascular demand that these submaximal tests pose on individuals with the disease. Therefore, the purposes of this study were: (1) to analyze if clinical parameters of the ST and the 6MWT could predict the performance of individuals with PD during the CPET; (2) to analyze if the ST and the 6MWT would be able to differentiate between functional levels in these individuals and (3) to characterize the intensity of the ST and 6MWT in individuals with PD.

## **METHODS**

### ***Participants***

Volunteers were included if they had idiopathic PD, diagnosed by a neurologist specialized in movement disorders, according to the UK Brain Bank criteria<sup>15</sup>; were able to walk independently without the use of assistive devices; were over 50 years old; taking anti-Parkinson's medication; classified between Stages 1-4 of the modified Hoehn & Yahr Scale (HY)<sup>16</sup>, and did not have cognitive impairments (< 24 in the Mini Mental Status Exam)<sup>17</sup>. They were excluded if they had other neurological, musculoskeletal or cardiovascular disorders, that could affect their abilities to undertake the tests. This study was approved by the local institutional review board.

## ***Procedures***

A cross-sectional observational study of cardiopulmonary and clinical measures was conducted. Participants were recruited from the Movement Disorders Clinic in Minas Gerais, Brazil. The study was carried out in the Laboratory of Assessment and Research in Cardiorespiratory Performance of the institution. Data were collected over two days, at least 48 hours apart.

On the first day, the inclusion criteria were checked and participants were invited to sign the consent form, prior to data collection. Clinical and demographic data were collected, and the CPET was performed, using a ramp protocol<sup>18</sup>. Participants were instructed to avoid strenuous physical activity over the previous 24 hours before the tests; were asked to keep taking their medications and avoid stimulants, such as coffee, black tea, or chocolate on the day of data collection. Body mass and height were measured and the Borg scale was explained<sup>19</sup> to assess effort perception during exercise. Electrodes were placed for an electrocardiogram assessment, and the ergospirometer mask and the portable heart rate monitor (Vantage XL, Polar) were positioned.

After 3 minutes of resting standing on the treadmill, effort perception, blood pressure (BP), heart rate (HR) and oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>) were measured and the test started. HR and SpO<sub>2</sub> were registered continuously, BP and perception of effort were registered every two minutes, and at the end of the test. The test was ended when the volunteer reached a respiratory quotient higher than 1.1 or filled any one of the criteria for ending the test, defined by the American Heart Association Guidelines<sup>20</sup>. The tests

were carried out in the presence of a physician and a team trained in basic life support<sup>21</sup>.

On the second day, the ST and the 6MWT were performed along with the following clinical tests, in a random order. The clinical tests were the Human Activity Profile (HAP) and the Activity of Daily Living (ADL) and Motor sections of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS). For the ST, individuals ascended and descended a stair of 11 steps for 5 minutes. They were instructed to perform the test at the fastest possible speed. They were allowed to use the railing, if necessary. For the 6MWT, participants were instructed to walk along a 30m walkway as fast as possible, without running<sup>22</sup>.

These instructions were carried out to ensure the aerobic nature of the tests and possibly achieve the "steady-state", according to the guideline of the American Heart Association (AHA)<sup>19</sup>. The AHA considers that an exercise has achieved the "steady-state" after 3 to 6 minutes of accomplishment in constant demand, when the oxygen consumption, HR, blood pressure and ventilation remains relatively stable<sup>20,23</sup>. HR was measured continuously during the tests, and BP, SpO<sub>2</sub>, and perceived effort were evaluated before and after the tests. Standardized phrases for encouragement were used every minute during the tests. All data was collected by an experienced physiotherapist.

### ***Outcome Measures***

During the tests, cardiopulmonary parameters were collected<sup>8</sup> through a portable gas analysis system (Metamax Cortex 3B). Peak heart rate (HR<sub>peak</sub>) was registered by the



portable heart rate monitor. Peak oxygen consumption ( $VO_{2peak}$ ) during the CPET was defined as the highest value of three averages of 10 seconds, collected during the final 30 seconds of the test. The  $HR_{peak}$  during the CPET was defined in the same way. To ensure the evaluation during the "steady state" the first three minutes of the submaximal tests were not considered for analysis. Thus, the  $VO_{2peak}$  was defined as the average of the final 2 minutes of the ST and 3 minutes of the 6MWT. The same was done for the  $HR_{peak}$ <sup>23</sup>.

The following clinical variables of the ST were analyzed: number of steps climbed during 5 minutes (steps); time spent to ascend and descend a stair of 11 steps in seconds (time). The time spent for the accomplishment of one ascent and descend was measured three times and the average time was considered for analysis. For the 6MWT, the following clinical variables were analyzed: total distance covered in meters (distance) and the mean speed in meters per second (speed).

The participants were classified according to their levels of physical activity by the adjusted activity score (AAS) of the HAP. The HAP comprises 94 items of routine activities with different functional levels, organized in increasing order according to their energy cost. According to pre-defined cut-off points, the test can classify the individuals as inactive (AAS < 53), moderately active (between 53 and 74), or active (AAS > 74)<sup>24</sup>.<sup>25</sup> To evaluate the severity of the disease and divide the individuals according to their functional level, the motor section (part III) of the UPDRS was used<sup>26</sup>.

### ***Statistical Analysis***

Descriptive statistics and tests of normality were carried out for all variables.

Correlation between the variables of the submaximal tests and the  $VO_{2peak}$  of the CPET were conducted to identify potential predictors. Linear regression analysis were conducted to analyze which variables of the ST and the 6MWT could predict the  $VO_{2peak}$  during the CPET. For comparative analysis, the participants were divided in groups according to their activity levels (active and moderate active) using the HAP score. They were also divided according to the severity of the disease, using the median UPDRS motor (part III) scores. Since variables showed normal distribution, independent Student *t*-tests were employed to investigate the differences between individuals with different functional levels. For the intensity analysis,  $VO_{2peak}$  and  $HR_{peak}$  during the submaximal tests were expressed as percentages of the values observed during the CPET, according to the following formula: (submaximal value / CPET value \* 100). All analyses were carried out with the SPSS version 17.0 for Windows with a significance level of 5%.

## RESULTS

A total of 20 individuals with PD participated in this study. The characteristics of the participants are summarized in Table I. Table II provides the means and standard deviations (SD) of the clinical and cardiorespiratory variables.

Two regression analyses were tested in this study to analyze which variables of the ST and the 6MWT were able to predict the  $VO_{2peak}$  during the CPET. As given in Table III, number of steps predicted 36% of the  $VO_{2peak}$  and the distance covered during the 6MWT explained 41 % of CPET  $VO_{2peak}$ .

Significant between-group differences were found for the variables of the submaximal tests, when dividing the individuals according to their functional level using the HAP AAS scores (Table IV) and motor UPDRS (part III) score (Table V). For the motor UPDRS, the median value of the group was 21,5.

The mean  $VO_{2peak}$  during the ST was 83% of that during the CPET. Mean  $HR_{peak}$  during the ST was 91% of that during the CPET. Mean  $VO_{2peak}$  during the 6MWT was 62% of the  $VO_{2peak}$  achieved during the CPET. Mean  $HR_{peak}$  during the 6MWT was 84% of the  $HR_{peak}$  achieved during the CPET.

## DISCUSSION

The relationships between functional tests and aerobic capacity are not yet well established and has received little attention in PD. The results of this study demonstrated that clinical variables of functional tests may partially predict the aerobic capacity of individuals with PD. The number of steps climbed during the ST and the distance covered during the 6MWT predicted 36% and 41% of the  $VO_{2peak}$  during CPET, respectively.

However, this study found prediction values lower than those observed with other populations. In healthy individuals (age  $52 \pm 12$  years), the time spent to climb a 6-flight stairway showed an accuracy of 86% and the distance walked during the 6MWT of 80% to predict the performance during the CPET<sup>27</sup>. Oliveira et al. (2013), found a predictive value of 56% of the  $VO_{2peak}$  observed in submaximal exercise on the treadmill, compared to values of maximum CPET in individuals with PD and individuals with mood disorder<sup>28</sup>. It is important to point out that the present study found

substantial predictive values using clinical variables of submaximal tests, without the use of sophisticated equipments. Only one study used clinical variables to identify possible predictive factors of aerobic capacity of individuals with PD<sup>29</sup>. However, they found that the UPDRS could not predict any percentage of the  $VO_{2peak}$  during the CPET.

Commonly, in a population with PD, the ST has been used to evaluate the strength of the lower limb muscles, since stair ascent and descent require concentric and eccentric contractions, respectively<sup>30</sup>. In this study, another possibility of interpretation of ST to the assessment of aerobic capacity was provided, as individuals were asked to ascend and descend a stair of 11 steps, rather than just climbing several flights of stairs.

Our results identified that the ST and the 6MWT, which are easily applicable clinical tests, explained a substantial portion of the variability of the CPET  $VO_{2peak}$  in individuals with PD. However, considering the found prediction coefficients, such tests are not able to replace the CPET for the evaluation of maximum aerobic capacity. On the other hand, the ST and the 6MWT were able to discriminate between groups with different functional levels. The number of steps and the time to ascend/descend stairs and the speed and distance covered during the 6MWT were able to discriminate individuals with different levels of physical activity, as well as the CPET  $VO_{2peak}$ . Active individuals with PD showed better performances in the ST and the 6MWT, than the moderately active ones.

In a similar analysis, after dividing individuals with PD according to their median motor UPDRS scores, it was observed that the results of the ST and the 6MWT

differentiated individuals with higher and lower scores. In other words, individuals with lower severity of the disease ascended and descended higher number of steps and walked faster and covered greater distance during the 6MWT. On the other hand, the main performance variable of the CPET ( $VO_{2peak}$ ) was not able to differentiate the severity groups. This result strengthens the use of submaximal exercise tests for the functional assessment of individuals with PD.

The group examined in this study was composed by individuals at mild to moderate PD, mainly due to the difficulty in performing maximum tests on the treadmill for individuals with higher motor disabilities. Katzel et al. (2011) showed that the majority of volunteers with PD, who are able to perform maximum effort tests are those with HY 1 to 3, with 60% of their sample showing  $HY = 2^9$ . The ST and the 6MWT can be viable alternatives for the evaluation of aerobic capacity in individuals with more severe PD.

Regarding the test intensity analysis, the ST presented 83% of the  $VO_{2peak}$  and 91% of the  $HR_{peak}$  during the CPET. These values indicated that the ST was a vigorous intensity test for individuals with PD. The 6MWT presented 62% of the  $VO_{2peak}$  and 84% of the  $HR_{peak}$  during the CPET, being less intense for the evaluated sample<sup>31</sup>. According to these values, ST and 6MWT can be considered submaximal exercise tests, of moderate to vigorous intensity, for individuals with mild to moderate PD.

Despite being submaximal tests, the ST presented required higher metabolic

demand, than that of the 6MWT. It is known that the stair is able to generate a higher metabolic and cardiorespiratory demands, than a simple walk<sup>32</sup>. Besides that, the increase in speeds caused by the standardized instructions, probably caused a higher frequency of the steps, forcing the individual to climb the steps using more power, especially at the time of displacement from one step to the other. This can lead to the recruitment of faster, but less economical, muscle fibers, generating higher metabolic costs<sup>33</sup>. For the 6MWT, it is possible that factors related to the severity of the disease such as reduced balance, difficulty in turning and reduced aerobic conditioning, led the individuals to perform a lower demand exercise<sup>34</sup>.

The data of the present study confirm the usefulness of the ST and the 6MWT for the evaluation of aerobic capacity of individuals with PD, allowing its implementation and interpretation outside the laboratory environment. Whereas some barriers already identified by the literature on rehabilitation of PD are the definition of goals and treatment strategies<sup>35</sup>, the facilitation of evaluation can be a positive factor in prescribing and monitoring the benefits of rehabilitation in this condition. Given the ease of administration of the tests and its effectiveness in terms of time and cost, the applicability of the ST and the 6MWT is expanded as an alternative to maximum aerobic capacity test and gas analysis, which are not easily available and cannot be easily performed within clinical settings.

### ***Study Limitations***

Some limitations of this study may be pointed out. Individuals with severe motor impairment (HY = 4 or 5) were not included, mainly due to the fact that they would be unable to perform the maximum effort test. Likewise, inactive individuals were also not included. Therefore, the results should be considered for individuals with mild to moderate PD and active or moderately active. Studies that evaluate individuals with PD with an increased clinical variability, expanding the sample number, must be conducted.

## **CONCLUSIONS**

The ST and the 6MWT are submaximal exercise tests, with moderate to vigorous intensity and can be used to assess the functional performance and aerobic capacity of individuals with mild to moderate PD. The number of steps during the ST and the distance covered during the 6MWT explained partially the  $VO_{2peak}$  response during the CPET. Besides that, clinical variables were able to discriminate different functional levels of individuals with PD, taking into account the level of physical activity and the severity of the disease. This information is important for clinical practice, since it provides alternatives for the evaluation of functional capacity in the context of rehabilitation of patients with PD.

## REFERENCES

1. Van den Eeden EK, Tanner CM, Bernstein AL, Fross RD. Incidence of Parkinson's Disease: Variation by age, gender and Race / Ethnicity. *Am J Epidemiology*, 2003; 157 (11): 1015-1022.
2. Dorsey ER, Constantinescu R, Thompson JP, Biglan KM, Holloway RG, Kieburtz K, et al. Projected number of people with Parkinson disease in the most populous nations, 2005 through 2030. *Neurology*, 2007; 68: 384–386.
3. Allen NE, Canning CG, Sherrington C, Fung VSC. Bradykinesia, Muscle Weakness and Reduced Muscle Power in Parkinson's Disease. *Mov Disord*, 2009; 24: 1344-1351.
4. Ceravolo MG. Rehabilitation in Parkinson's Disease: Palliative Care or Evidence-based Practice? *Eur J Phys Rehabil Med*, 2009; 45: 205-208.
5. Van Nimwegen M, Speelman AD, Hofman-van Rossum EJM et al. Physical inactivity in Parkinson's disease. *J Neurol*, 2011; 258: 2214-2221.
6. Canning CG, Alison JA, Allen NE, Groeller H. Parkinson's Disease: An Investigation of Exercise Capacity, Respiratory Function and Gait. *Arch Phys Med Rehabil*, 1997; 78: 199-207.
7. Werner WG, DiFrancisco-Donoghue J, Lamberg EM. Cardiovascular Response to Treadmill Testing in Parkinson Disease. *J Neurol Phys Ther*, 2006; 30: 68-73.
8. American Thoracic Society/American College Of Chest Physicians  
ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 2003; 167: 211–277



9. Katzel LI, Sorkin JD, Macko RF, Smith B, Ivey FM, Shulman LM. Repeatability of aerobic capacity measurements in Parkinson Disease. *Med Sci Sports Exerc*, 2011; 43: 2381-2387.
10. Brito FS, Vilas-Boas F, Castro I, De Oliveira JÁ, Guimarães JI, Stein R. II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 2002; 78: suppl. 2.
11. Cataneo DC, Cataneo AJM. Accuracy of the stair-climbing test using maximal oxygen uptake as the gold standard. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 2007; 33: 128-133.
12. Ploutz-Snyder LL, Ploutz-Snyder RJ, Wolf DA. Functionally relevant thresholds of quadriceps femoris strength. *J Gerontol*, 2002; 57: B144-B152.
13. Falvo MJ, Earhart GM. Six-Minute Walk Distance in Persons With Parkinson Disease: A Hierarchical Regression Model. *Arch Phys Med Rehabil*, 2009; 90: 1004-1008.
14. Falvo MJ, Earhart GM. Reference Equation for the Six-Minute Walk in Individuals with Parkinson Disease. *J Rehabil Res Dev*, 2009; 46: 1121-1126.
15. Hughes AJ, Daniel SE, Kilford L, Lees AJ. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinico-pathological study of 100 cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1992; 55(3):181-184.
16. Schenkman ML, Clark K, Xie T, Kuchibhatla M, Shinberg M, Ray L. Spinal Movement and Performance of a Standing Reach Task in Participants With and Without Parkinson Disease. *Phys Ther*, 2001; 81: 1400-11.
17. Bertolucci PH, Brucki SMD, Campacci SR, Juliano Y. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. *Arq. Neuropsiquiatr*, 1994;52:1-7.

18. Pereira DAG et al. Cardiopulmonary Exercise Test With Ramp Protocol in Adults With HEart Failure. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 2012; 18:369-372.
19. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, 1982; 14: 377-81.
20. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, et al. AHA Scientific Statement. Exercise Standarts for Testing and Training. A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association. *Circulation*, 2001; 104: 1694-1740.
21. Meneghelo RS, Araújo CGS, Stein R, Mastrocolla LE, Albuquerque PF, Serra SM, et al. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arq. Bras. Cardiol*, 95 (5): 1-26, 2010.
22. Beekman E, Mestrers I, Hendriks EJM, Klaassen MPM, Gosselink R, van Schayack OCP, et al. *J Physiother*, 2013; 59: 169-176.
23. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Casabury R, Whipp B. *Principles of the Exercise Testing and Interpretation*. 3rd Ed. Baltimore; Lippincott,Williams & Wilkins; 1999.
24. Souza AC, Magalhães LC, Salmela LFT. Adaptação transcultural e análise das propriedades psicométricas da versão brasileira do Perfil de Atividade Humana. *Cad Saúde Pública*, 2006; 22: 2623-2636.
25. Davidson M, Morton N. A systematic review of the Human Activity Profile. *Clin Rehabil*, 2007; 21: 151-162.
26. Movement Disorder Society Task Force on Rating Scales for Parkinson's Disease. The Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS): Status and Recommendations. *Mov Disord*, 2003; 18: 738-750.

27. Cataneo DC, Kobayasi S, Carvalho LR, Paccanaro RC, Cataneo AJ. Accuracy of six minute walk test, stair test and spirometry using maximal oxygen uptake as gold standard. *Acta Cir Bras*, 2010; 25: 194-200.
28. Oliveira NA, Silveira HS, Carvalho A, Hellmuth CG, Santos TM, Martins JV et al. Assessment of cardiorespiratory fitness using submaximal protocol in older adults with mood disorder and Parkinson's disease. *Revista de Psiquiatria Clínica*, 2013; 40: 88-92.
29. Ivey FM, Katzel LI, Sorkin JD, Macko RF, Shulman LM. The Unified Parkinson's Disease Rating Scale as a predictor of peak aerobic capacity and ambulatory function. *J Rehabil Res Dev*, 2012; 49: 1269-1276.
30. Dibble LE, Hale TF, Marcus RL, Droge J, Gerber JP, Lastayo PC. High-Intensity Resistance Training Amplifies Muscle Hypertrophy and Functional Gains in Persons With Parkinson's Disease. *Mov Disord*, 2006; 21: 1444-1452.
31. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I, et al. American College of Sports Medicine Position Stand. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 2011; 43: 1334-1359.
32. Gremeaux V, Iskandar M, Kervio G, Deley G, Pérénou D, Casillas JM. Comparative analysis of oxygen uptake in elderly subjects performing two walk tests: the six-minute walk test and the 200-m fast walk test. *Clin Rehabil*, 2008; 22: 162-168.
33. Teh KC, Aziz AR. Heart rate, oxygen uptake, and energy cost of ascending and descending the stairs. *Med Sci Sports Exerc*, 2002; 34: 695-9.

34. Katzel LI, Ivey FM, Sorkin JD, Macko RF, Smith B, Shulman LM. Impaired Economy of Gait and Decreased Six-Minute Walk Distance in Parkinson's Disease. *Parkinsons Dis*, 2012; 24:1754.
35. Ceravolo MG. Rehabilitation in Parkinson's Disease: Palliative Care or Evidence-based Practice? *Eur J Phys Rehabil Med*, 2009; 45: 205-208.

**Table 1. Characteristics of participants**

| <b>Characteristic</b>                         | <b>(n = 20)</b> |
|---|-----------------|
| Age ( <i>yr</i> ), mean (SD)                  | 62 (8)          |
| Sex, number male (%)                          | 12 (60)         |
| Body mass ( <i>kg</i> ), mean (SD)            | 67 (10)         |
| Height ( <i>cm</i> ), mean (SD)               | 164 (9)         |
| HAP (AAS), mean (SD)                          | 80(10)          |
| HY = 1.5, number (%)                          | 3 (15)          |
| HY = 2.0, number (%)                          | 12 (60)         |
| HY = 2,5; number (%)                          | 2 (10)          |
| HY = 3.0, number (%)                          | 3 (15)          |
| UPDRS AVD (0-52), mean (SD)                   | 11 (4)          |
| UPDRS MOTOR (0-108), mean (SD)                | 24 (12)         |
| LDopa (mg/day), mean (SD)                     | 646 (565)       |
| Time since diagnosis ( <i>yr</i> ), mean (SD) | 8 (5)           |

HAP: Human Activity Profile; AAS: Adjusted Activity Score; HY: Hoehn Yarh Stage; UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale; AVD: Activities of Daily Living; LDopa: levodopa.

**Table 2. Clinical and cardiopulmonary variables evaluated during the ST and the 6MWT and the CPET, mean (SD):**

| <b>Variables</b>                     | <b>(n = 20)</b> |
|--------------------------------------|-----------------|
| Steps ST (number)                    | 347 (72)        |
| Time ST (seconds)                    | 17.6 (3.9)      |
| Distance 6MWT (meters)               | 474 (85)        |
| Speed 6MWT (meters/seconds)          | 1.31 (0.2)      |
| VO <sub>2peak</sub> CPET (ml/min/kg) | 27.1 (7)        |
| VO <sub>2peak</sub> ST (ml/min/kg)   | 21.8 (4)        |
| VO <sub>2peak</sub> 6MWT (ml/min/kg) | 16.4 (3.9)      |
| HR <sub>peak</sub> CPET (bpm)        | 137 (25)        |
| HR <sub>peak</sub> ST (bpm)          | 123 (19)        |
| HR <sub>peak</sub> 6MWT (bpm)        | 113 (14)        |

ST: Stair ascent and descent Test; Distance: distance covered in 6 minutes; 6MWT: Six-Minute Walk Test; VO<sub>2</sub>: oxygen consumption; CPET: Cardiopulmonary Exercise Testing; HR: heart rate.

**Table 3. Linear Regression Analysis for the dependent variable VO<sub>2 peak</sub> during the CPET (n=20)**

| <b>Explanatory Variables</b> | <b>R<sup>2</sup></b> | <b>p</b> | <b>Constant (CI)</b>   | <b>Coefficient (CI)</b> |
|------------------------------|----------------------|----------|------------------------|-------------------------|
| Steps ST                     | 0.36                 | .005     | 6.820 (-6.897 - 20.54) | .059 (.020 - .097)      |
| Distance 6MWT                | 0.41                 | .003     | 2.163 (-13.03 - 17.35) | .053 (.021 - .084)      |

VO<sub>2</sub>: oxygen consumption; CPET: Cardiopulmonary Exercise; ST: Stair ascent and descent Test; CI: Confidence Interval Distance: distance covered in 6 minutes; 6MWT: Six-Minute Walk Test.

**Table 4. Comparison of the variables between individuals with different functional levels, active (n=14) and moderately active (n=6), according to the HAP.**

| <b>Variables</b>                     | <b>HAP (AAS)</b> | <b>Mean (sd)</b> | <b>p</b> |
|--------------------------------------|------------------|------------------|----------|
| VO <sub>2peak</sub> CPET (ml/min/kg) | A                | 29.4 (6.4)       | 0.02*    |
|                                      | M                | 21.9 (5.9)       |          |
| Steps ST (number)                    | A                | 371 (67)         | 0.01**   |
|                                      | M                | 289 (51)         |          |
| Time ST (seconds)                    | A                | 16.4 (3.1)       | 0.03*    |
|                                      | M                | 20.4 (4.3)       |          |
| Distance 6MWT (meters)               | A                | 508 (70)         | 0.002**  |
|                                      | M                | 392 (59)         |          |
| Speed 6MWT (m/s)                     | A                | 1.4 (0.2)        | 0.02*    |
|                                      | M                | 1.1 (0.2)        |          |

HAP: Human Activity Profile; AAS: Adjusted Activity Score ; VO<sub>2</sub>: oxygen consumption; CPET:

Cardiopulmonary Exercise Test; A: Active; M: Moderately Active ST: Stair ascent and descent Test;

Distance: distance covered in 6 minutes; 6MWT: Six-Minute Walk Test.

\* significant difference with  $p < 0,05$

\*\* significant difference with  $p < 0.01$ .

**Table 5. Comparison of the variables between individuals with different functional levels, above (n=9) and below median (n=11), according to the motor UPDRS (part III).**

| <b>Variables</b>                     | <b>UPDRS</b> | <b>Mean (sd)</b> | <b>p</b> |
|--------------------------------------|--------------|------------------|----------|
| VO <sub>2peak</sub> CPET (ml/min/kg) | <21.5        | 27.4 (7.6)       | 0.9      |
|                                      | ≥21.5        | 26.8 (6.7)       |          |
| Steps ST (number)                    | <21.5        | 377 (69)         | 0.03*    |
|                                      | ≥21.5        | 310 (61)         |          |
| Time ST (seconds)                    | <21.5        | 16.3 (3.2)       | 0.07     |
|                                      | ≥21.5        | 19.5 (4.3)       |          |
| Distance 6MWT (meters)               | <21.5        | 515 (57)         | 0.01**   |
|                                      | ≥21.5        | 423 (89)         |          |
| Speed 6MWT (m/s)                     | <21.5        | 1.4 (0.2)        | 0.01**   |
|                                      | ≥21.5        | 1.2 (0.3)        |          |

UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale; VO<sub>2</sub>: oxygen consumption; CPET: Cardiopulmonary Exercise; ST: Stair ascent and descent Test; Distance: distance covered in 6 minutes; 6MWT: Six-Minute Walk Test.

\* significant difference with  $p < 0,05$

\*\* significant difference with  $p < 0.01$ .



### ESTUDO 3

Energetic efficiency of walking and stair ascent/descent in individuals with  
Parkinson's disease and healthy controls

---

**Autores:** Raquel C. Lana, Danielle A. G. Pereira, Francisco E. Cardoso, Giane Amorim Ribeiro Samora, João Antonio da Silva Júnior, Fátima Rodrigues-de-Paula.

**Periódico:** Após parecer da banca examinadora, este artigo será submetido ao periódico *Journal of Neurological Physical Therapy* (<http://journals.lww.com/jnpt/pages/default.aspx>)

**ENERGETIC EFFICIENCY OF WALKING AND STAIR ASCENT/DESCENT IN INDIVIDUALS WITH PARKINSON'S DISEASE AND HEALTHY CONTROLS**

**Raquel de Carvalho Lana<sup>1</sup>, Danielle A. G. Pereira <sup>1</sup>, Giane Amorim Ribeiro-Samora<sup>1</sup>, João Antônio da Silva Júnior<sup>1</sup>, Francisco Cardoso<sup>2</sup>, Fátima Rodrigues de Paula<sup>1</sup>.**

**Affiliations:**

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil; <sup>2</sup>Department of Internal Medicine, Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil.

**Key words:**

parkinson's disease, walking, energy metabolism, oxygen consumption.

**Word Count**

250 abstract

2358 (main body of text)

**Tables:** 4

**Figures:** 0

**Corresponding author**

Raquel de Carvalho Lana

Departamento de Fisioterapia

Universidade Federal de Minas Gerais

Avenida Antônio Carlos, 6627, Campus Pampulha

31270-901 Belo Horizonte – Minas Gerais – Brasil

Fone: 55-31-3409-4783/ 55-31-99167-7486

E-mail: Raquel\_clana@yahoo.com.br

## ABSTRACT

**Background and Purpose:** Peak aerobic capacity of individuals in the early-stages of Parkinson's disease (PD) is comparable to healthy controls, if they maintain regular physical activity levels. However, aerobic peak occurs at lower levels of exercise, indicating worse energetic efficiency. During exercises with similar loads, PD patients spend 20% more energy than healthy individuals. Thus, the objective of this study was to compare energetic efficiency during cardiopulmonary exercise test (CPET), six-minute walk test (6MWT) and stair ascent/descent test (ST) between individuals with PD and healthy controls.

**Outcomes:** Peak oxygen consumption ( $VO_{2peak}$ ) and other cardiorespiratory parameters, such as heart rate, respiratory exchange ratio, ventilatory equivalent, oxygen pulse, and double product were assessed during all tests. Clinical parameters of the CPET (time, speed, and inclination), ST (time, steps, and distance) and 6MWT (distance and speed) were evaluated. Energy cost was calculated by dividing the tests'  $VO_2$  peak by the distance.

**Results:** The  $VO_{2peak}$  values during CPET, ST and 6MWT were similar between the groups. CPET' speed and inclination were higher in the control group (CT). In the ST, time was lower in the CT group and steps and distance were greater. In the 6MWT, distance and speed were higher in the CT group. The tests' energy cost was higher in the PD group, as they spend more energy per meter covered than controls, showing worse energetic efficiency.

**Discussion:** Individuals with PD presented worse energetic efficiency during functional submaximal activities such as stair ascent and descent and overground walking.

**Conclusion:** PD patients have worse energetic efficiency during exercise than control subjects.

## INTROCUCTION

Daily physical activity patterns in the early stages of Parkinson's disease (PD) appear to be similar to those of healthy individuals<sup>1</sup>. However, this may usually change with the progression of the disease<sup>2</sup>. A recent study observed that individuals with PD are 29% less active than healthy controls<sup>3</sup>. In addition, muscular weakness, fatigue, and apathy may contribute even more to inactivity<sup>3-5</sup>. These factors, coupled with motor disability and immobility caused by the disease can contribute to decreased ability to exercise and consequently, reduced cardiovascular conditioning<sup>6,7</sup>.

It is known that aerobic capacity of individuals at early-stages of PD can be comparable with healthy individuals, when they maintain a certain level of regular physical activity<sup>1</sup>. However, individuals at the early stages of PD demonstrate altered cardiorespiratory responses to exercise, although their peak oxygen consumption ( $VO_{2\text{ peak}}$ ) is similar to sex- and age- matched healthy individuals<sup>1,7</sup>. Their aerobic peak occurs at a significantly lower level of exercise (lower speed, lower intensity, or faster) indicating a worse metabolic efficiency or greater energy cost<sup>8</sup>. During submaximal exercises similar loads on the cycloergometer, individuals at the early stages of PD spend approximately 20% more energy than healthy controls, suggesting poor energetic efficiency<sup>7,8</sup>.

Previous studies have used the treadmill to examine the differences in oxygen consumption during submaximal exercises in PD<sup>9,10</sup>. Christiansen et al. 2009 found that PD patients showed  $VO_2$  six to 10% higher during different walking

speeds on the treadmill, suggesting that the physiologic stresses of daily physical activities are increased<sup>9</sup>. In contrast to these findings, the energy cost of treadmill walking in self-selected and as fast as possible speeds was not different between PD patients and health controls. However, walking speeds were lower and energy expenditure of the fastest speed was higher in the PD group<sup>10</sup>. The advantage of using a treadmill is that walking speed can be more easily controlled. On the other hand, the automaticity provided by the treadmill is not comparable with daily activities, which can impose different demands to the individual with PD.

It is known that the values of peak energy consumption may vary according to the type of exercise performed and the amount of muscle mass involved in the activity<sup>7</sup>. During overground walking, it is likely that factors related to the severity of the disease, such as reduced balance, difficulty in turning and poor aerobic fitness impose difficulties for individuals with PD<sup>11</sup>. In addition, it is assumed that stairs are able to generate higher metabolic and cardiorespiratory demands, than a simple walk<sup>12</sup>.

To our knowledge, no studies have determined whether the energetic efficiency of walking overground and managing stairs is altered in patients with PD. The knowledge of the deficits in energy expenditure during commonly practiced activities, such as walking and ascending and descending stairs, is important for planning interventions for individuals with PD. Therefore, the aim of this study was to compare measures of energetic efficiency during the cardiopulmonary

exercise test (CPET), the six-minute walk test (6MWT) and the stair ascent/descent test (ST) between individuals with and without PD.

## **METHODS**

### **Design**

For this cross sectional study, the participants were recruited from the local community and the University's Outpatient Clinic for Movement Disorders. The outcome measures were collected over two days in a laboratory setting.

Participants were instructed to avoid strenuous activity over the previous 24 hours and were asked to keep taking their medications and avoid stimulants, such as coffee, black tea, or chocolate on the day of the tests. This study was approved by the University Research ethical Review Board and all participants provided written consent, prior to data collection.

### **Participants**

Volunteers were included if they had idiopathic PD, diagnosed by a neurologist who was specialized in movement disorders, according to the UK Brain Bank criteria<sup>13</sup>; were able to walk independently without the use of assistive devices; were over 50 years old; were taking anti parkinsonian medication; were classified between Stages 1-3 of the modified Hoehn & Yahr Scale, and did not have cognitive impairment (<24 in the Mini Mental Status Exam)<sup>14</sup>. The control



volunteers were matched by age and sex. Volunteers were excluded if they had any other neurological, musculoskeletal or cardiovascular disorders that could affect their ability to perform the tests.

### **Outcome Measures**

The outcomes of interest were collected with a portable monitoring system (Metamax 3B - Cortex, Leipzig, Germany) by two experienced physiotherapists. On the first day clinical and demographic information were collected, and the CPET was performed using a ramp protocol<sup>15</sup>. After 3 minutes of rest standing on the treadmill, measures of effort perception, blood pressure (BP), heart rate (HR) and oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>) were obtained before starting the test. HR, SpO<sub>2</sub>, and a electrocardiogram were continuously registered; BP and perception of effort were registered every two minutes and at the end of the test. The test was finished when the volunteer reached a respiratory quotient higher than 1.1 or showed any of the criteria for ending the test, defined by the American Heart Association Guidelines<sup>16</sup>. The tests were carried-out in the presence of a physician and a team trained in basic life support<sup>17</sup>.

On the second day, the ST and the 6MWT were performed along with some other clinical tests, in a random order. For the ST, the individuals ascended and descended a stair of 11 steps (18 cm high and 30 cm deep) during 5 minutes. They were instructed to carry out the tests at their fastest possible speeds and were allowed to use the railing support, if necessary. For the 6MWT, the participants were instructed to walk along a 30m walkway as fast as possible,

without running<sup>18</sup>. These instructions were carried out to ensure the aerobic nature of the tests and possibly achieve the "steady-state" condition, according to the guideline of the American Heart Association<sup>16</sup>. To ensure the evaluation of the movements during the "steady state" the first three minutes of the tests were not considered for analysis.

Height, body mass, physical activity levels (HAP - Human Activity Profile) and perception of fatigue (FSS - Fatigue Severity Scale) were measured. The  $VO_2$ , in  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ , was measured during the CPET, ST and 6MWT. The  $VO_2$  peak during the CPET was determined as the highest value of three 10 seconds trials, collected during the final 30 seconds of the test. The  $VO_2$  peak during the submaximal tests was determined as the average value of the final 2 minutes of the ST and 3 minutes of the 6MWT. Other cardiopulmonary variables were concomitantly measured (HR - heart rate; RER - respiratory exchange ratio;  $VE/VCO_2$  - ventilatory equivalent;  $VO_2/FC$  - oxygen pulse and double product - systolic blood pressure x HR) and defined, according to the  $VO_2$  peak procedures.

Both speed and inclination reached at the peak exercise during the CPET were considered for analyses. The following clinical variables of the ST were analyzed: the number of steps climbed during 5 minutes (steps); the time spent to ascend and descend 11 steps in seconds (time), and distance covered in meters (distance). The distance covered was calculated as the hypotenuse of the steps (35 cm) multiplied by the number of steps. The time spent to ascent and descend stairs was measured three times and the average time was

considered for analyses. For the 6MWT, the following clinical variables were analyzed: the total distance covered in meters (distance) and the mean speed in meters per second (speed). The variable economy was calculated by dividing the  $VO_2$  values of the submaximal exercises by the  $VO_2$  peak of the CPET. Energy cost was calculated by dividing the oxygen expenditure values by the distance covered, in meters.

### **Data analysis**

The characteristics of the participants are given as means and standard deviations (SD) or percentages (%). According to the data distribution, parametric (t tests) or non-parametric tests (Whitney-U tests) were employed to investigate differences between the groups regarding the outcome measures during the CPET, ST, and 6MWT. All analyses were carried out with SPSS software (Version 17.0) with a significance level of 5%.

## **RESULTS**

Twenty individuals with PD and 20 controls (CT) matched by age, sex, and physical activity levels participated in this study. The average time of the disease was  $7.8 \pm 5.2$  years. All PD participants were taking anti-parkinsonian medication. They were classified between the stages 1.5 and 3.0 of the HY scale and had a mean UPDRS score (ADL+motor) of  $34,3 \pm 14,4$ . The clinical and anthropometric characteristics of the participants are reported in Table 1.

Tables 2, 3 and 4 provides the means, standard deviations and the differences between the groups regarding variables assessed during the CPET, ST, and the 6MWT, respectively.

## **DISCUSSION**

The major finding of this study was that energetic efficiency is impaired both during maximal and submaximal exercises in PD patients. Oxygen expenditure during maximal exercise, overground walking and stair ascent and descent was not different between PD patients and healthy control subjects. However, clinical variables, that indicate performance, such as speed and distance covered were significantly different between the groups. These results indicate that PD patients show altered responses to exercise, demonstrating energetic inefficiency, although they have aerobic capacity similar to controls.

Oxygen expenditure during the CPET was not different between PD patients and controls, as well as RER,  $VE/VCO_2$ ,  $VO_2/FC$ , double product, and time to perform the test, showing that individuals with PD can reach peak exercise with similar cardiopulmonary parameters. However, speed and inclination reached during the peak exercise, which are parameters of exercise intensity, were higher in healthy controls. These results are similar to previous findings reported<sup>7,19</sup>, that peak aerobic capacity measured by the peak  $VO_2$  was similar to controls, whereas peak work and time spent to perform the exercise in the

cycloergometer peak was lower in people with PD. This indicates lower efficiency to perform high intensity to maximal exercise in PD. Importantly, Canning et al. (1997) found that active PD patients who practiced exercise regularly had similar  $VO_2$  peak and peak aerobic work during maximal exercise, showing that it is possible for these patients to maintain normal aerobic capacity<sup>1</sup>.

In the present study, standardized instructions were used to ensure that the participants accomplished the tests with their best performance<sup>20</sup>. Therefore, it was expected that oxygen expenditure during the tests reached the peak until the end of the test and to make sure that the variables distance, speed, and time would be related to the test performances.

Canning et al. (1997) suggested that efficiency during submaximal workloads may be unimpaired in active individuals<sup>1</sup>. The results of the present study showed that PD patients had similar oxygen consumption to controls, but the variables related to workload were significantly different. They spent more time to ascend and descend stairs while the number of steps and the distance covered during the ST were lower in the PD group. The average speed and distance covered during the 6MWT were also lower in the PD group. In addition, energy cost, which was calculated by dividing the oxygen consumption by distance covered during the tests, was significantly different between the groups.

For stair ascent and descent, energy cost was higher in the PD group, showing that these individuals spent more energy per meter covered during the test than healthy controls. Protas et al. (1996) and Christiansen et al. (2009) also pointed-out differences in responses to submaximal exercise<sup>7,9</sup>. Individuals with PD spent approximately 20% more energy during exercise with similar load in the cycleergometer<sup>7</sup>. Similarly, across four different speeds of treadmill walking, PD patients showed the  $VO_2$  six to 10% higher<sup>9</sup>. These results, as well as the findings of our study support the idea that PD patients have poorer efficiency during exercise and support the need for exercise conditioning.

Regarding the other cardiopulmonary parameters evaluated during the ST and the 6MWT, only the ventilatory equivalent ( $VE/VCO_2$ ) of the ST was higher in the CT group. Higher values of  $VE/VCO_2$  indicate increased ventilatory responses. Individuals with PD have decreased of both, thoracic amplitude and lung volume, due to flexed posture of the trunk and osteoarticular degeneration<sup>21,22</sup>. Studies which evaluated the respiratory function of individuals with PD also observed reduced strength of the respiratory muscles<sup>6,23</sup>. Such changes can have an impact on inspiration and expiration, and consequently, in ventilation. However, respiratory symptoms are not markedly changed at the early stages of the disease<sup>6,24</sup>, specially with physically active groups, which may explain the absence of other altered cardiopulmonary parameters during the tests.

The 6MWT and the ST can be considered good alternatives for physiotherapists to evaluate aerobic capacity of patients with PD. The 6MWT is widely used

within clinical settings to assess functional capacity, including PD subjects. Using this test, walking capacity can be quantified as the distance traversed during the 6 minutes<sup>25</sup>. It is known that stairs are able to generate a higher metabolic and cardiorespiratory demands than a simple walk<sup>12</sup>. Firstly, stair demands are higher than walking overground, as the vertical component is present in the activity<sup>26</sup>. Besides that, the increase in speed caused by the standardized instructions probably increased the number of steps, and forced the individuals to manage the steps using more power, especially at the time of displacement from one step to the other. This may lead to the recruitment of faster, but less economical, muscle fibers, generating greater metabolic costs<sup>27</sup>.

The group examined in this study was composed of individuals with mild to moderate PD, mainly due to the difficulty in applying a maximum tests on the treadmill for individuals with higher levels of motor disability. Katzel et al. (2012) showed that the most of the volunteers with PD, who were able to perform maximum effort tests were at stages of HY 1 to 3, with 60% of their sample showing HY = 2<sup>11</sup>. The present findings should be considered for individuals with mild to moderate PD. We expect that patients with severe PD would also show energetic inefficiency. Therefore, future studies should include larger samples and individuals with more severe PD, especially to assess submaximal exercise performance.

## **CONCLUSION**

Aerobic capacity was similar to controls, however, PD patients showed altered responses to exercise. Thus, the findings of this study support the idea that PD patients have worse energetic efficiency during exercise and suggest the need for exercise conditioning in this population.

## REFERENCES

1. Canning CG, Alison JA, Allen NE, Groeller H. Parkinson's Disease: An Investigation of Exercise Capacity, Respiratory Function and Gait. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997; 78: 199-207.
2. Van Hilten JJ et al. Diurnal effects of motor activity and fatigue in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1993; 56: 874–877.
3. Van Nimwegen M et al. Physical inactivity in Parkinson's disease. *J Neurol.* vol. 2011; 258: 2214–2221.
4. Bergen JL, Toole T, Elliot IRG, Wallace B, Robinson K, Maitland CG. Aerobic exercise interventions improves aerobic capacity and movement initiation in Parkinson's disease patients. *Neurorehabil.* 2002; 17: 161-168.
5. Garber CE, Friedman JH. Effects of fatigue on physical activity and function in patients with Parkinson's disease. *Neurology.* 2003; 60(7): 1119-1124.
6. Hass BM, Trew M, Castle PC. Effects of Respiratory Muscle Weakness on Daily Living Function, Quality of Life, Activity Levels, and Exercise Capacity in Mild to Moderate Parkinson's Disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004; 83(8): 601-607.



7. 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(1): 34-40.
8. Schenkman M.; Hall D, Kumar R, Kohrt WM. Endurance Exercise Training to Improve Economy of Movement of People with Parkinson's Disease: Three Case Reports. *Phys Ther.* 2008; 88(1):63-76.
9. Christiansen CL, Schenkman ML, Macfann K, Wolfe P.; Kohrt WM. Walking Economy in People with Parkinson's Disease. *Mov Disord.* 2009; 24(10): 1481-1487.
10. Maggioni MA et al. Energy cost of spontaneous walking in Parkinson's disease patients. *Neurol Sci.* 2012; 33: 779-784.
11. Katzel, L. I.; Ivey, F. M.; Sorkin, J. D.; Macko, R. E.; Smith, B.; Shulman, L. M. Impaired Economy of Gait and Decreased Six-Minute Walk Distance in Parkinson's Disease. *Parkinsons Dis.*, 2012.
12. Gremeaux, V.; Iskandar, M.; Kervio, G.; Deley, G.; Pérénou, D.; Casillas, J.M. Comparative analysis of oxygen uptake in elderly subjects performing two walk tests: the six-minute walk test and the 200-m fast walk test. *Clin Rehabil*, v. 22, p. 162-168, 2008.
13. Hughes, A.J.; Daniel, S.E.; Ben-Shlomo, Y.; Lees, A.J. The accuracy of diagnosis of parkinsonian syndromes in a specialist movement disorder service. *Brain.*, vol. 125, p. 861-870, 2002.
14. Bertolucci Ph, Brucki Smd, Campacci Sr, Juliano Y. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. *Arq. Neuropsiquiatr.* 1994;52:1-7.

15. Pereira Dag Et Al. Cardiopulmonary Exercise Test With Ramp Protocol in Adults With Heart Failure. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2012; 18:369-372.
16. Fletcher Gf, Balady Gj, Amsterdam Ea, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, Et Al. AHA Scientific Statement. Exercise Standarts for Testing and Training. A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association. *Circulation* 2001; 104: 1694-1740.
17. American Thoracic Society/ American College of Chest Physicians ATS/ACCP. Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003; 167: 211–277.
18. Beekman E et al. Course length of 30 metres versus 10 metres has a significant influence on six-minute walk distance in patients with COPD: an experimental crossover study *J Physiother.* 2013; 59: 169-176.
19. Stanley RK et al. Exercise in those having Parkinson's disease and healthy normal. *Med Sci Sport Exer.* 1999; 31 (6): 761-766.
20. American Thoracic Society/ American College of Chest Physicians ATS/ACCP. Statement: Guidelines for the 6-minutes walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 111-117.
21. Sabaté M Rodríguez M Méndez E Enríquez E González I. Obstrutive and Restrictive Pulmonary Dysfunction Increases Disability in Parkinson's Disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996; 77: 29-34.
22. Cardoso SRX Pereira JS. Análise da Função Respiratória na Doença de Parkinson. *Arq Neuropsiquiatr.* 2002; 60 (1): 91-95.

23. Hovestadt A, Bogaard JM, Meerwaldt JD, Van Der Meché FGA. Pulmonary Function in Parkinson's Disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1989; 52: 329-333.
24. Sathyaprabha TN, Kapavarapu PK, Thennarasu PK, Raju TR. Pulmonary Functions in Parkinson's Disease. *Indian J Chest Dis Allied Sci*. 2005; 47: 251-257.
25. Falvo MJ, Earhart GM. Six-minute walk distance in persons with Parkinson disease: a hierarchical regression model. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009; 90 (6): 1004-1008.
26. Pinheiro MB; Polese JC, Machado GC, Faria CDCM, Hirochi TL, Teixeira-Salmela LF. The ability to manage stairs increases with physical activity levels in chronic stroke survivors. *Journal of Novel Physiotherapies*. 2013; 3: 159.
27. Teh KC, Aziz AR. Heart rate, oxygen uptake, and energy cost of ascending and descending the stairs. *Med Sci Sports Exerc*. 2002; 34(4): 695-9.

## TABLES

Table 1: Characterization of the participants (n=20)

|                           | PD          | CT          | p Value | CI 95%        |
|---------------------------|-------------|-------------|---------|---------------|
| Age (years); mean (SD)    | 61,8 (8,0)  | 61,8 (7,9)  | 1,00    | -5,31 a 5,31  |
| Sex; number men (%)       | 12 (60)     | 12 (60)     | ---     | ---           |
| BMI; mean (SD)            | 24,8 (3,2)  | 25,2 (3,2)  | 0,83    | -2,34 a 1,91  |
| Height (m); mean (SD)     | 1,64 (8,5)  | 1,67 (7,8)  | 0,26    | -8,45 a 2,44  |
| Body mass (Kg); mean (SD) | 66,9 (10,0) | 70,2 (11,9) | 0,36    | -10,60 a 4,09 |
| HAP (AAS); mean (SD)      | 79,8 (10,4) | 84,5 (5,9)  | 0,10    | -10,27 a 0,97 |
| Active; number (%)        | 14 (70)     | 19 (95)     | ---     | ---           |
| Moderately Active; n(%)   | 6 (30)      | 1 (5)       | ---     | ---           |
| FSS; mean (SD)            | 3,5 (1,4)   | 3,3 (1,1)   | 0,51    | -0,56 a 1,09  |
| HY 1,5; number (%)        | 3 (15)      |             |         |               |
| HY 2,0; number (%)        | 12 (60)     |             |         |               |
| HY 2,5; number (%)        | 2 (10)      |             |         |               |
| HY 3,0; number (%)        | 3 (15)      |             |         |               |
| LDopa (mg/day), mean (SD) | 646 (565)   |             |         |               |
| UPDRS AVD; mean (SD)      | 10,7 (3,8)  |             |         |               |
| UPDRS MOTOR; mean (SD)    | 23,5 (12,3) |             |         |               |

PD: Parkinson's disease; CT: controls; BMI: Body Mass Index; HAP: Human Activity Profile;

AAS: Adjusted Activity Score; FSS: Fatigue Severity Scale; HY: Hoehn Yarh Stage; UPDRS:

Unified Parkinson's Disease Rating Scale; AVD: Activities of Daily Living.

Table 2. Mean (SD) of the analyzed variables and the differences between the groups during the CPET.

|                     |    | Mean (SD)        | p Value | CI 95%          |
|---------------------|----|------------------|---------|-----------------|
| VO <sub>2</sub> /kg | PD | 27,1 (7,0)       | 0,69    | -5,624 a 3,783  |
|                     | CT | 28,1 (7,6)       |         |                 |
| RER                 | PD | 1,1 (0,1)        | 0,92    | -,0704 a ,0774  |
|                     | CT | 1,1 (0,1)        |         |                 |
| VE/VCO <sub>2</sub> | PD | 32,7 (3,1)       | 0,12    | -4,212 a ,5009  |
|                     | CT | 34,6 (4,2)       |         |                 |
| HR                  | PD | 137,4 (25,3)     | 0,16    | -28,89 a 4,807  |
|                     | CT | 149,5 (27,3)     |         |                 |
| VO <sub>2</sub> /HR | PD | 0,2 (0,1)        | 0,42    | -,0178 a ,0418  |
|                     | CT | 0,2 (0,03)       |         |                 |
| Duplo Produto       | PD | 22136,7 (4740,5) | 0,19    | -5323 a 1099    |
|                     | CT | 24249,0 (5278,3) |         |                 |
| Time (min)          | PD | 12,7 (2,1)       | 0,83    | -1,077 a 1,337  |
|                     | CT | 12,6 (1,6)       |         |                 |
| Speed (m/s)         | PD | 5,6 (1,0)        | 0,001** | -1,848 a -,5621 |
|                     | CT | 6,8 (1,0)        |         |                 |
| Inclination (%)     | PD | 11,4 (3,8)       | 0,023*  | -4,979 a -,3405 |
|                     | CT | 14,0 (3,5)       |         |                 |

PD: Parkinson's disease; CT: controls; SD: standard deviation; CI: confidence interval; CPET: Cardiopulmonary Exercise Testing; VO<sub>2</sub>/Kg: oxygen consumption; RER: respiratory exchange ratio; VE/VCO<sub>2</sub>= respiratory equivalent; HR: heart rate; VO<sub>2</sub>/HR: oxygen pulse; Speed= peak velocity; Inclination: peak inclination.

\* significant difference with p<0,05

\*\* significant difference with p<0.01.

Table 3. Mean (SD) of the analyzed variables and the differences between the groups during the ST.

|                     | GROUP | Mean (SD)        | P Value | CI 95%          |
|---------------------|-------|------------------|---------|-----------------|
| VO <sub>2</sub> /kg | PD    | 21,8 (4,0)       | 0,26    | -4,513 a 1,268  |
|                     | CT    | 23,4 (5,0)       |         |                 |
| RER                 | PD    | 1,0 (0,1)        | 0,13    | -,1044 a ,0134  |
|                     | CT    | 1,1 (0,1)        |         |                 |
| VE/VCO <sub>2</sub> | PD    | 31,0 (2,2)       | 0,03*   | -4,329 a -,2498 |
|                     | CT    | 33,2 (4,0)       |         |                 |
| HR                  | PD    | 123,3 (18,9)     | 0,08    | -27,18 a 1,798  |
|                     | CT    | 136,0 (25,8)     |         |                 |
| VO <sub>2</sub> /HR | PD    | 0,2 (0,03)       | 0,70    | -,0165 a ,0245  |
|                     | CT    | 0,2 (0,03)       |         |                 |
| Double Product      | PD    | 18328,1 (4249,9) | 0,06    | -6078 a 123,5   |
|                     | CT    | 21305,6 (5372,6) |         |                 |
| Economy             | PD    | 0,8 (0,1)        | 0,54    | -,1206 a ,0646  |
|                     | CT    | 0,9 (0,1)        |         |                 |
| Time (seconds)      | PD    | 17,6 (3,9)       | 0,03*   | ,3369 a 4,732   |
|                     | CT    | 15,1 (2,8)       |         |                 |
| Steps               | PD    | 346,6 (72,0)     | 0,02*   | -122,1 a -18,04 |
|                     | CT    | 416,6 (89,5)     |         |                 |
| Distance (meters)   | PD    | 121,3 (25,2)     | 0,02*   | -42,72 a -6,315 |
|                     | CT    | 145,8 (31,3)     |         |                 |
| Energy Cost         | PD    | 0,2 (0,02)       | 0,001** | ,0083 a ,0341   |
|                     | CT    | 0,2 (0,01)       |         |                 |

PD: Parkinson's disease; CT: controls; SD: standard deviation; CI: confidence interval; ST: Stair Test; VO<sub>2</sub>/Kg: oxygen consumption; RER: respiratory exchange ratio; VE/VCO<sub>2</sub>= respiratory equivalent; HR: heart rate; VO<sub>2</sub>/HR: oxygen pulse.

\* significant difference with  $p < 0,05$

\*\* significant difference with  $p < 0.01$ .

Tabela 4. Mean (SD) of the analyzed variables and the differences between the groups during the 6MWT.

|                     | GROUP | Mean (SD)        | P Value | CI 95%          |
|---------------------|-------|------------------|---------|-----------------|
| VO <sub>2</sub> /kg | PD    | 16,4 (3,9)       | 0,28    | -4,831 a 1,431  |
|                     | CT    | 18,1 (5,7)       |         |                 |
| RER                 | PD    | 0,9 (0,08)       | 0,72    | -,0624 a ,0434  |
|                     | CT    | 0,9 (0,08)       |         |                 |
| VE/VCO <sub>2</sub> | PD    | 33,9 (2,7)       | 0,48    | -2,609 a 1,250  |
|                     | CT    | 34,5 (3,3)       |         |                 |
| HR                  | PD    | 112,7 (14,2)     | 0,35    | -17,99 a 6,498  |
|                     | CT    | 118,5 (23,0)     |         |                 |
| VO <sub>2</sub> /HR | PD    | 0,1 (0,03)       | 0,68    | -,0264 a ,0174  |
|                     | CT    | 0,1 (0,03)       |         |                 |
| Double Product      | PD    | 14987,1 (2614,2) | 0,09    | -3653 a 290,2   |
|                     | CT    | 16668,9 (3484,7) |         |                 |
| Economy             | PD    | 0,6 (0,12)       | 0,44    | -,1279 a ,0569  |
|                     | CT    | 0,7 (0,16)       |         |                 |
| Speed (m/s)         | PD    | 1,3 (0,24)       | 0,002** | -,4306 a -,1174 |
|                     | CT    | 1,6 (0,25)       |         |                 |
| Distance (meters)   | PD    | 473,5 (85,1)     | 0,002** | -155,6 a -42,88 |
|                     | CT    | 572,7 (90,9)     |         |                 |
| Energy Cost         | PD    | 0,035 (0,01)     | 0,07    | -,0003 a ,0079  |
|                     | CT    | 0,031 (0,01)     |         |                 |

PD: Parkinson's disease; CT: controls; SD: standard deviation; CI: confidence interval; 6MWT: Six-Minute Walk Test; VO<sub>2</sub>/Kg: oxygen consumption; RER: respiratory exchange ratio; VE/VCO<sub>2</sub>= respiratory equivalent; HR: heart rate; VO<sub>2</sub>/HR: oxygen pulse.

\*\* significant difference with  $p < 0.01$ .

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese de doutorado foi desenvolvida em concordância com os pressupostos teóricos do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, área de concentração Desempenho Motor e Funcional Humano.

A avaliação do nível de atividade física e de parâmetros metabólicos, ventilatórios e cardiovasculares de indivíduos com DP foram investigados nesse trabalho tendo como pano de fundo a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), proposta pela Organização Mundial da Saúde (CIF, 2001) e adotada como marco teórico pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação. Sobre a perspectiva da CIF, os estudos apresentados nesta tese encontram-se nos domínios de estrutura e função do corpo e atividade. É importante salientar que o foco principal desta tese foi a análise de vários parâmetros dentro do domínio de atividade, ao avaliar o nível de atividade física e analisar o subir e descer escadas e o caminhar dos participantes.

A partir dos estudos desenvolvidos, pôde-se observar achados relevantes que podem influenciar a prática clínica do fisioterapeuta e direcionar futuras pesquisas na área. O primeiro estudo buscou os fatores determinantes do nível de atividade física de indivíduos com DP. Fatores modificáveis como a bradicinesia e a capacidade de realizar AVDs foram identificados e devem ser considerados na avaliação e tratamento dos pacientes com DP. Tais achados são importantes uma vez que a inatividade é considerada um fator de risco



para várias doenças e pode piorar vários sintomas motores e não motores da DP (VAN NIMWEGEN et al., 2011).

O segundo estudo propôs a utilização do TE e do TC6 para a avaliação da capacidade ao exercício de indivíduos com DP. Sabe-se que o TECP é o padrão ouro para a avaliação da capacidade ao exercício de tais indivíduos, no entanto, é um teste complexo e de difícil aplicação pelo fisioterapeuta, pois leva o paciente ao esforço máximo e demanda supervisão médica. Existem outras modalidades disponíveis para a avaliação objetiva da capacidade ao exercício, como o TE e o TC6 (ATS, 2002). Os dois testes foram capazes de prever parcialmente a performance no TECP e discriminar indivíduos de diferentes níveis funcionais. O resultado desse estudo fortalece a utilização de tais testes na avaliação da capacidade ao exercício de indivíduos com DP.

O último estudo demonstrou que indivíduos com DP apresentam déficits de eficiência energética durante atividades funcionais como subir e descer escadas e caminhada no solo. Tais indivíduos apresentaram um consumo de oxigênio semelhante aos controles durante as atividades, mas durante exercícios com menor intensidade, ou seja, menor tempo, menor distância percorrida. Estes resultados podem direcionar futuras pesquisas da área, fornecendo subsídios para a investigação de treinamentos para melhorar a capacidade aeróbia e a eficiência metabólica em pacientes com DP e prevenir o estabelecimento e piora de tais déficits. Um grande avanço deste estudo está a observação de que déficits na eficiência energética não ocorrem apenas em exercícios de intensidade máxima, mas também em exercícios submáximos, de intensidade vigorosa e moderada.

É importante ressaltar que os achados dos segundo e terceiro estudos incluídos na presente tese, não podem ser generalizados. Tais achados são especificamente direcionados a indivíduos com DP leve a moderada, ativos e moderadamente ativos. Os indivíduos selecionados para estes estudos deveriam ser capazes de completar um TECP e, como esperado, os indivíduos com DP grave que tentaram realizar o teste, não conseguiram alcançar os parâmetros necessários para a execução do mesmo. Por fim, espera-se que um próximo passo seja dado no sentido de se investigar melhor os efeitos do treinamento aeróbio na eficiência energética de indivíduos com DP.

## REFERÊNCIAS

- AARSLAND, D.; LARSEN, J.P.; TANDBERG, E.; LAAKE, K. Predictors of nursing home placement in Parkinson's disease: a population-based, prospective study. **J Am Geriatr Soc**, v. 48, p. 938–42, 2000.
- AARSLAND, D.; MARSH, L.; SCHRAG, A. Neuropsychiatric symptoms in Parkinson's disease. **Mov. Disord**, v.24, n.15, p.2175-2186, 2009.
- ABRANTES, A.M. *et al.* Physical Activity and Neuropsychiatric Symptoms of Parkinson Disease. **J Geriatr Psychiatry Neurol**, v.25, n.3, p.1 38-145, 2012
- AHLISKOG, J.R. Does vigorous exercise have a neuroprotective effect in Parkinson disease? **Neurology**, v. 77, n. 3, p. 288-294, 2011.
- ALLEN, N.E. *et al.* Bradykinesia, Muscle Weakness and Reduced Muscle Power in Parkinson's Disease. **Mov Disord**, v. 24, n. 9, p.1344–1351, 2009.
- ALLEN, N.E; SHERRINGTON, C.; PAUL, S.S.; CANNING, C.G. Balance and falls in Parkinson's disease: A meta-analysis of the effect of exercise and motor training. **Mov disord**, v. 26, n. 9, p. 1605-1615, 2011.
- ALVES, G.; WENTZEL-LARSEN, T.; LARSEN, J.P. Is fatigue an independent and persistent symptom in patients with Parkinson disease? **Neurology**, v.63, p.1908–1911, 2004.
- ALVES,G. *et al.* Epidemiology of Parkinson's Disease. **J Neurol**, v.255, Suppl 5, p. 18-32, 2008.
- American Thoracic Society/ American College of Chest Physicians ATS/ACCP. Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing. **Am J Respir Crit Care Med**, v.167, p. 211–277, 2003.
- American Thoracic Society/ American College of Chest Physicians ATS/ACCP. Statement: Guidelines for the 6-minutes walk test. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 166, p. 111-117, 2002
- ANTONINI, A. *et al.* The progression of non-motor symptoms in Parkinson's disease and their contribution to motor disability and quality of life. **J Neurol**, v. 259, p.2621-2631, 2012.
- ARENA, R.; GUAZZI, M.; MYERS, J.; *et al.* Prognostic characteristics of cardiopulmonary exercise testing in heart failure: comparing American and European models. **Eur J Cardiovasc Prev Rehabil**, v.12, p.562–567, 2005.
- ARNETT, S. W.; LAITY, J. H.; AGRAWAL, S. K.; CRES, M. E. Aerobic reserve and physical functional performance in older adults. **Age Ageing**. v. 37, p. 384-389, 2008.

ASTRAND, P. O.; SALTIN, B. Maximal Oxygen Uptake and Heart Rate in Various types of muscular activity. **J Appl Physiol**, v. 16, p.977-981, 1961.

BARBOSA, M.T. *et al.* Parkinsonism and Parkinson's Disease in the Elderly: A Community-Based Survey in Brazil (the Bambuí Study). **Mov Disord**, v. 21,n. 6, p. 800–808, 2006.

BELLO, O. *et al.* The effects of treadmill or overground walking training program on gait in Parkinson's disease. **Gait Posture**, v. 38, n. 4, p.509-, 2013.

BENEDETTI, T. R.B. *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

BENNELL, K.L. *et al.* Is the Human Activity Profile a useful measure in people with knee osteoarthritis? **J Rehabil Res Dev**, vol.41, p.621 – 630, 2004.

BENNINGER, D.H. *et al.* Morphological differences in Parkinson's disease with and without rest tremor. **J Neurol**, v. 256, n.2, p. 256–263, 2009.

BERARDELLI, A.; ROTHWELL, J.C.; THOMSON, P.D.; HALLETT, M. Pathophysiology of bradykinesia in Parkinson's disease. **Brain**, v. 124, p.2131-2146, 2001.

BERGEN, J. L.; TOOLE, T.; ELLIOT III, R. G.; WALLACE, B.; ROBINSON, K.; MAITLAND, C. G. Aerobic exercise interventions improves aerobic capacity and movement initiation in Parkinson's disease patients. **Neurorehabil**, v. 17, p.161-168, 2002.

BOHLHALTERA, S.; KÄGI, G. Parkinsonism: heterogeneity of a common neurological syndrome. **Swiss Med Wkly**, v. 141, 2011.

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Med Sci Sports Exerc**, v.14, n.5, p.377-81, 1982.

BRAAK, H. *et al.* Staging of brain pathology related to sporadic Parkinson's disease. **Neurobiol Aging**, v. 24, n. 2, p. 197–210, 2003.

BRAAK, H. *et al.* Staging of the intracerebral inclusion body pathology associated with idiopathic Parkinson's disease (preclinical and clinical stages). **J Neurol**, v. 249, supplement 3, p. 1–5, 2002.

BROWN, P. Oscillatory nature of human basal ganglia activity: relationship to the pathophysiology of Parkinson's disease. **Mov Disord**, v.18, n. 4, p 357–363, 2003.

BRYANT, M.S.; POURMOGHADDAM, A.; THRASHER, A. Gait changes with walking devices in persons with Parkinson's disease. **Desabil Rehabil Assit Technol**, v. 7, n. 2, p. 149-152, 2012.

CANNING, C. G.; ADA, L.; JOHNSON, J. J.; MCWHIRTER, S. Walking Capacity in Mild to Moderate Parkinson's Disease. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 87, n. 3, p. 371-375, 2006.

CANNING, C. G.; ALISON, J. A.; ALLEN, N. E.; GROELLER, H. Parkinson's Disease: An Investigation of Exercise Capacity, Respiratory Function and Gait. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 78, p. 199-207, Jan. 1997.

CARDOSO, S. R. X.; PEREIRA, J. S. Análise da Função Respiratória na Doença de Parkinson. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 60, n.1, p-91-95, 2002.

CARR, J.; SHEPHERD, R. Parkinson's Disease. In:\_\_\_\_\_. **Neurological rehabilitation: optimizing motor performance**. Oxford; Boston: Butterworth-Heinemann; 1998. cap13, p. 305-331.

CASPERSEN, C. J. Physical activity epidemiology: concepts, methods, and applications to exercise science. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 17, p. 423-473, 1989.

CASPERSEN, C.; POWELL, K.; CHRISTENSON, G. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Rep**, v.100, p.126-31, 1985.

CATANEO, D. C.; CATANEO, A. J. M. Accuracy of the stair-climbing test using maximal oxygen uptake as the gold standard. **J Bras Pneumol**, v. 33, n. 2, p. 128-133, 2007.

CHASTIN, S.F.M. *et al*. The Pattern of Habitual Sedentary Behavior Is Different in Advanced Parkinson's Disease. **Mov Disord**, v. 25, n. 13, p. 2114-2120, 2010.

CHAUDHURI, K.R.; HEALY, D.G., SCHAPIRA, A.H.V. Non-motor symptoms of Parkinson's disease: diagnosis and management. **Lancet Neurol**, v. 5, p. 235-245, 2006.

CHEN, H. *et al*. Physical activity and the risk of Parkinson disease. **Neurology**, v. 64, p. 664-669, 2005.

CHRISTIANSEN, C. L.; SCHENKMAN, M. L.; MACFANN, K.; WOLFE, P.; KOHRT, W. M. Walking Economy in People with Parkinson's Disease. **Mov Disord**, v.24, n.10, p.1481-1487, 2009.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2 ed. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.

COTMAN, C.W.; BERCHTOLD, N.C.; CHRISTIE, L.A. Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. **Trends Neurosci**, v. 30, p. 464-472, 2007.

- CROISERS, D.; THEUNS, J.; CRAS, P.; VAN BROECKHOVEN, C. Parkinson disease: Insights in clinical, genetic and pathological features of monogenic disease subtypes. **J Chem Neuroanat**, v. 42, n. 2, p.131-141, 2011.
- DAVIDSON, M.; MORTON, N. A systematic review of the Human Activity Profile. **Clin Rehabil**, v. 21, n. 2, p.151-162, 2007.
- DAVIE, C.A. A review of Parkinson's disease. **Br Med Bull**, v. 86, p.109-127, 2008.
- DE LAU, L.M.L., BRETELER, M.M. Epidemiology of Parkinson's disease. **Lancet Neurol**, v. 5, p. 525-535, 2006.
- DIBBLE, L. E. et al. High-Intensity Resistance Training Amplifies Muscle Hypertrophy and Functional Gains in Persons With Parkinson's Disease. **Mov Dis**, v. 21, n.9, p. 1444-1452, 2006.
- DOBRYAKOVA, E.; GENOVA, H. M.; DELUCA, J.; WYLIE, G. R. The dopamine Imbalance Hypothesis of Fatigue in Multiple Sclerosis and Other Neurological Disorders. **Front Neurol**, v. 6, n. 52, p.1-8, 2015.
- DONTJE, M. et al. Determinants of daily physical activity in inactive Parkinson's disease patients. **J Sci Med Sport**, v.15, S34–S126, 2013.
- DORSEY, E.R. et al. Projected number of people with Parkinson disease in the most populous nations, 2005 through 2030. **Neurology**, v. 68, p. 384-386, 2007.
- DRIVER, J.A.; LOGROSCINO, G.; GAZIANO, J.M.; KURTH, T. Incidence and remaining lifetime risk of Parkinson disease in advanced age. **Neurology**, v. 72, p. 432-438, 2009.
- DUFFIELD, R.; DAWSON, B.; PINNINGTON, H.C.; WONG, P. Accuracy and reliability of a Cosmed K4b 2 portable gas analysis system. **J Sci Med Sport**, v.7, n.1, p.11-2, 2004.
- ELBERS, R.; VAN WEGEN, E. H.; ROCHESTER, L.; HETHERINGTON, V.; NIEUWBOER, A.; WILLENS, A.; JONES, D.; KWAKKEL, G. Is Impact of Fatigue an Independent Factor Associated with Physical Activity in Patients with Idiopathic Parkinson's Disease? **Mov Disord**, v. 24, n.10, p.1512-1518, 2009.
- ELBERS, R.G.; VAN WEGEN, E.E.H.; VERHOEF, J.; KWAKKEL, G. Is gait speed a valid measure to predict community ambulation in patients with Parkinson's disease? **J Rehabil Med**, v. 45, p.370-375, 2013.
- ERIKSEN, W.; BRUUSGAARD, D. Do physical leisure time activities prevent fatigue? A 15 month prospective study of nurses' aides. **Br J Sports Med**, v.38, p.331–336, 2004.

ESPAY, A.J. et al. Impairments of Speed and Amplitude of Movement in Parkinson's Disease: A Pilot Study. **Mov Disord**, v. 24,n.7,p. 1001–1008, 2009.

FALVO, M. J.; EARHART, G. M. Six-minute walk distance in persons with Parkinson disease: a hierarchical regression model. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 90, n. 6, p. 1004-1008, Jun 2009a.

FALVO, M. J.; EARHART, G. M. Reference Equation for the Six-Minute Walk in Individuals with Parkinson Disease. **J Rehabil Res Des**, vol. 46, n. 9, p. 1121-1126, 2009b.

FERTL, E.; DOPPELBAUER, A.; AUFF, E. Physical activity and sports in patients suffering from Parkinson's disease in comparison with healthy seniors. **J Neural Transm Park Dis Dement Sect**, v.5, p.157–161, 1993.

FIX, A.J.; DAUGHTON, D. **Human Activity Profile professional manual**. Odessa (FL): Psychological Assessment Resources; 1998.

FLETCHER, G.F.; BALADY, G.J.; AMSTERDAM, E.A.; CHAITMAN, B.; ECKEL, R.; FLEG, J.; *et al.* AHA Scientific Statement. Exercise Standarts for Testing and Training. A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association. **Circulation**, v. 104, p. 1694-1740, 2001.

FOLTYNIE, T.; BRAYNE, C.; BARKER, R.A. The heterogeneity of idiopathic Parkinson's disease. **J Neurol**, v.249, p.138–145, 2002.

FRIEDMAN, J.H. *et al.* Fatigue Rating Scales Critique and Recommendations by the Movement Disorders Society Task Force on Rating Scales for Parkinson's Disease. **Mov Disord**, v. 25, n. 7, p. 805–822, 2010.

FRIEDMAN, J.H., *et al.* Fatigue in Parkinson's disease: a review. **Mov Disord**, v.22, p.297–308, 2007.

GAIG, C.; TOLOSA, E. When Does Parkinson's Disease Begin? **Mov Disord**, v. 20, n. 5, p. S656–S664, 2009.

GARBER, C. E.; FRIEDMAN, J. H. Effects of fatigue on physical activity and function in patients with Parkinson's disease. **Neurology**, v.60, n.7, p.1119-1124, 2003.

GOULART, F. *et al.* Análise do desempenho funcional em pacientes portadores de doença de Parkinson. **Acta Fisiátr**, v.11, n.1, p. 12-16, 2004.

GRACE, J. *et al.* A comparison of fatigue measures in Parkinson's disease. **Parkinsonism Relat Disord**, v.13, n.7, p.443-445, 2007.

HALLAL, P.C. et al. Evolução da pesquisa epidemiológica em atividade física no Brasil: revisão sistemática. **Rev Saúde Pública**, v. 41, p. 453-60, 2007.

HAMM, L.F. et al. Cardiac Rehabilitation and Cardiovascular Disability: Role in Assessment and Improving Capacity: a position statement from the American Association of cardiovascular and pulmonary rehabilitation. **J Cardiopulm Rehabil Prev**, v. 33, n.1, p. 1-11, 2013.

HASS, B. M.; TREW, M.; CASTLE, P. C. Effects of Respiratory Muscle Weakness on Daily Living Function, Quality of Life, Activity Levels, and Exercise Capacity in Mild to Moderate Parkinson's Disease. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 83, n. 8, p.601-607, Ago. 2004.

HASS, C. J.; WADDELL, D. E.; FLEMING, R. P.; JUNCOS, J. L.; GREGOR, R. J. Gait initiation and Dynamic Balance Control in Parkinson's Disease. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 86, p. 2172-2176, Nov. 2005.

HELDMAN, D.A.; *et al.* The Modified Bradykinesia Rating Scale for Parkinson's Disease: Reliability and Comparison with Kinematic Measures. **Mov Disord**, v. 26, n. 10, 2011.

HERMAN, T.; GILADI, N.; GRUENDLINGER, L.; HAUSDORFF, J.M. Six weeks of intensive treadmill training improves gait and quality of life in patients with parkinson's disease: a pilot study. **Arch phys Med Rehabil**, v. 88, p.1154-1158, 2007.

HIRSCH, M.A.; FARLEY, B.G. Exercise and neuroplasticity in persons living with Parkinson's disease. **Eur J Phys Rehabil Med**, v. 45, p. 215–229, 2009.

HOEHN, M.M; YAHR, M.D. Parkinsonism: onset, progression, and mortality. **Neurology**, v. 17, n.5, p.427-442, 1967.

HORAK, F.B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? **Age Ageing**, v.35, supplement 2, p.:ii7–ii11, 2006.

HOVESTADT, A.; BOGAARD, J. M.; MEERWALDT, J. D.; van der MECHÉ, F. G. A. Pulmonary Function in Parkinson's Disease. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, v. 52, p.329-333, 1989.

HUGHES, A.J.; DANIEL, S.E.; BEN-SHLOMO, Y.; LEES, A.J. The accuracy of diagnosis of parkinsonian syndromes in a specialist movement disorder service. *Brain.*, vol. 125, p. 861-870, 2002.

INKSTER, L.M.; ENG, J.J.; MACINTYRE, D.L.; STOESSI, A. J. Leg muscle strength is reduced in Parkinson's disease and relates to the ability to rise from a chair. **Mov Disord**, vol. 18, n. 2, p. 157-162, Feb. 2003.

JAIN, A.; GOLDSTEIN, D.S. Cardiovascular dysautonomia in Parkinson's disease: From pathophysiology to pathogenesis. **Neurobiol Dis**, v. 46, n. 3, p. 572-580, 2012.



JANKOVIC, J. et al. Variable expression of Parkinson's disease: a base-line analysis of the DATATOP cohort. The Parkinson study group. **Neurology**, v.40, p.1529–34, 1990.

KAMINSKY, D.A.; KNYAZHITSKIY, A.; SADEGHI, A.; IRVIN, C.G. Assessing Maximal Exercise Capacity: Peak Work or Peak Oxygen Consumption? **Respir Care**, v. 59, n. 1, p. 90-96, 2014.

KARLSEN, K. et al. Fatigue in patients with Parkinson's disease. **Mov Disord**, vol.14, p. 237–241, 1999.

KATZEL, L. I.; IVEY, F. M.; SORKIN, J. D.; MACKO, R. E.; SMITH, B.; SHULMAN, L. M. Impaired Economy of Gait and Decreased Six-Minute Walk Distance in Parkinson's Disease. **Parkinsons Dis**, 2012.

KATZEL, L.L.; SORKIN, J.D. MACKO, R.F.; SMITH, B.; IVEY, F.M.; SHULMAN, L.M. Repeatability of aerobic capacity measurements in Parkinson's disease. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n.12, p. 2381-2387, 2011.

KEUS, S. *et al.* European Physiotherapy Guideline for Parkinson's disease. 2013

KIM, S.D. *et al.* Postural Instability in Patients with Parkinson's Disease: Epidemiology, Pathophysiology and Management. **CNS Drugs**, v. 27, n. 2, p. 97-112, 2012.

KIM, J.B.; KIM, B.; KOH, S.; PARK, K. Autonomic dysfunction according to disease progression in Parkinson's disease. **Parkinsonism Relat Disord**, v. 20, n. 3, p.303-307, 2014.

KING, L.; HORAK, FB. Delaying Mobility Disability in People With Parkinson Disease Using a sensorimotor Agility Exercise Program. **Phys Ther**, v. 89, n.4, p. 384–393, 2009.

KOTAGAL, V. *et al.* Advanced Age, Cardiovascular Risk Burden, and Timed Up and GO Test Performance in Parkinson's Disease. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 69, p. 1569-1575, 2014.

KWAKEEL, G.; DE GOEDE, C.J.; VAN WEGEN, E.E. Impact of physical therapy for Parkinson's disease: a critical review of the literature. **Parkinsonism Relat Disord**, vol. 13, n. 3, p. 478-87, 2007.

LAI, B.C.; MARION, S.A.; TESCHKE, K.; TSUI, J.K. Occupational and environmental risk factors for Parkinson's disease. **Parkinsonism Relat Disord**, vol. 8, p. 297-309, 2002.

LE, W.; CHEN, S.; JANKOVIC, J. Etiopathogenesis of Parkinson Disease: A New Beginning? **Neuroscientist**, v. 15, p.28-35, 2009.

LIMA, L.O.; SCIENNI, 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. **J Physiother**, v. 59, n. 1, p. 7-13, 2014.

LOGROSCINO, G.; SESSO, H. D.; PAFFENBARGER, R. S.; LEE, I-M. Physical activity and risk of Parkinson's disease: a prospective cohort study. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, v. 77, n. 12, p.1318–1322, 2006.

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.

LOU, J.S. Fatigue in Parkinson's disease and potential interventions. **Neurorehabil**, v. 37, n. 1, p. 25-34, 2015.

LOURENÇO, R.A.; VERAS, R.P. Mini-Exame do Estado Mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. **Rev Saude Pública**, v.40, p. 712-719, 2006.

LOW, D.A.; VICHAYANRAT, E.; IODICE, V.; MATHIAS, C.J. Exercise hemodynamic in Parkinson's disease and autonomic dysfunction. **Parkinsonism Relat Disord**, v. 20, n. 5, p.549-553, 2014.

MACFARLANE, D.J.; WONG, P. Validity, reliability and stability of the portable Cortex Metamax 3B gas analysis system. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, p. 2539 - 2547, 2012.

MAGGIONI, M.A. *et al.* Energy cost of spontaneous walking in Parkinson's disease patients. **Neurol Sci**, v. 33, p. 779-784, 2012.

MAK, M.K.; LEVIN, O.; MIZRAHI, J. ; HUI-CHAN, C. W. Joint torques during sit-to-stand in healthy subjects and people with Parkinson's disease. **Clin Biomech** (Bristol , Avon ), v. 18, n. 3, p. 197-206, Mar. 2003.

MARSDEN, C.D. Parkinson's disease. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, v.57 p. 672-81, 1994.

MARTINEZ-MARTÍN, P. *et al.* Unified Parkinson's Disease Rating Scale characteristics and structure. **Mov Disord**, v.9, n.1, p. 76-83, 1994.

MENEGHELO, R. S. *et al.* III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. **Arq Bras Cardiol**, v. 95, n. 5, suppl.1, p. 1-26, 2010.

MORRIS, M.E. Movement Disorders in people with Parkinson disease: A model for physical therapy. **Phys Ther**, v. 80, n.6, p. 578-97, 2000.

MORRIS, S.; MORRIS, M.E.; IANSEK, R. Reability of Measurements Obtained With the Timed "Up & Go" Test in People with Parkinson's Disease. **Phys Ther**, v. 81, n. 2, p. 810-818, 2001.

NUTT, J.G.; HORAK, F.B.; BLOEM, B.R. Milestones in Gait, Balance, and Falling. **Mov Disord**, v. 26, n. 6, p. 1166-1175, 2011.

NIEWBOER, A. Development of an Activity Scale for Individuals with Advanced Parkinson Disease: Reliability and "On-Off" Variability. **Phy Ther**, v.80, n.11, p. 1087-1096, 2000.

OLIVEIRA, N.A. et al. Assessment of cardiorespiratory fitness using submaximal protocol in older adults with mood disorders and Parkinson's disease. **Rev Psiq Clin**, v. 40, p. 88-92, 2013.

OLSON, E. J.; BOEVE, B. F.; SILBER, M. H. Rapid eye movement sleep behaviour disorder: demographic, clinical and laboratory findings in 93 cases. **Brain**, v. 123, p. 331–39. 2000

PALLONE, J.A. Introduction to Parkinson's disease. **Dis Mon**, v. 53, p. 195-199, 2007.

PALMA, J.A.; CARMONA-ABELLAN, M.M.; BARRIOBERO, N.; TREVINO - PEINADO, C.; GARCIA-LOPEZ, M.; FERNANDEZ-JARNE, E.; LUQUIN, M.R. Is Cardiac Function Impaired in Premotor Parkinson's Disease? A Retrospective Cohort Study. **Mov Disord**, v. 28, n. 5, p. 591-6, 2013.

PELOSIN, E.; FAELLI, E.; LOFRANO, F.; AVANZINO, L.; MARINELLI, L.; BOVE, M.; RUGGERI, P.; ABBRUZZESE, G. Effects of treadmill training on walking economy in Parkinson's disease: a pilot study. **Neurol Sci**, v.30, n.6, p. 499-504, Dec 2009.

PETZINGER, G. M. *et al.* The Effects of Exercise on Dopamine Neurotransmission in Parkinson's Disease: Targeting Neuroplasticity to Modulate Basal Ganglia Circuitry. **Brain Plast**, v. 1, n. 1, p. 29-39, 2015.

PLOUTZ-SNYDER, L. L.; PLOUTZ-SNYDER, R. J.; WOLF, D. A. Functionally relevant thresholds of quadriceps femoris strength. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v.57, p.B144-B152, 2002.

PORTNEY, L. G.; WATKINS, M. P. Foundations of clinical research: applications to practice. 2ed. Upper Saddle River: Prentice Hall Health, 2000. 768p.

POTTER, J.M.; EVANS, S.A.L; DUNCAN, G. Gait speed and activities of daily living function in geriatric patients. **Arch Phys Med Rehabil**, v.76 , p. 997-999, 1995.

PREDIGER, R.D. Effects of caffeine in Parkinson's disease: from neuroprotection to the management of motor and non-motor symptoms. **J Alzheimers Dis**, v.20, Suppl 1, p.S205–S220, 2010.

PROTAS, E. J.; STANLEY, R.K.; JANKOVIC, J.; MACNEILL, B. Cardiovascular and Metabolic Responses to Upper- and Lower-Extremity Exercise in Men With Idiopathic Parkinson's disease. **Phys Ther**, v. 76, n.1, p. 34-40, 1996.

PROTAS, E.J.; MITCHELL, K.; WILLIAMS, H.; QURESSHY, H.; CAROLIN, K.; LAI, E.C. **Neurorehabil**, v. 20, p. 183-190, 2005.

QUIK, M.; PEREZ, X.A.; BORDIA, T. Nicotine as a Potential Neuroprotective Agent for Parkinson's Disease. **Mov Dis**, v. 27, n. 8, 2012.

RAHMAN, S.; GRIFFIN, H.J.; QUINN, N.P.; JAHANSHAHI, M. Quality of Life in Parkinson's Disease: The relative Importance of the Symptoms. **Mov Disord**, v.23, n.10, p.1428-1434, 2008.

REMY P, DODER M, LEES A, TURJANSKI N, BROOKS D. Depression in Parkinson's disease: loss of dopamine and noradrenaline innervations in the limbic system. **Brain**, v. 128, p. 1314–22, 2005.

REUTER, I.; ENGELHARDT, M; FREIWALDT, J.; BAAS, H. Exercise test in Parkinson's Disease. **Clin Auton Res**, v. 9, p. 129-134, 1999.

SABATÉ, M.; RODRIGUÉZ, M.; MÉNDEZ, E.; ENRIQUÉZ, E.; GONZÁLEZ, I. Obstrutive and Restrictive Pulmonary Dysfunction Increases Disability in Parkinson's Disease. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 77, p. 29-34, 1996.

SATHYAPRABHA, T. N.; KAPAVARAPU, P. K.; THENNARASU, P. K.; RAJU, T. R. Pulmonary Functions in Parkinson's Disease. **Indian J Chest Dis Allied Sci**, v. 47, p.251-257, 2005.

SCHENKMAN, M. L. Spinal Movement and Performance of a Standing Reach Task in Participants With and Without Parkinson Disease. **Phys Ther**, v.81, n.8, p.1400-1411, 2001.

SCHENKMAN, M.; HALL, D.; KUMAR, R.; KOHRT, W. M. Endurance Exercise Training to Improve Economy of Movement of People with Parkinson's Disease: Three Case Reports. **Phys Ther**, v.88, n. 1, p.63-76, 2008.

SCHIESS, M.C. et al. Parkinson's disease subtypes: clinical classification and ventricular cerebrospinal fluid analysis. **Parkinsonism Relat Disord**, v.6, n.2, p. 69-76, 2000.

SCHRAG, A.; SAUERBIER, A.; CHAUDHURI, K.R. New clinical trials for nonmotor manifestations of Parkinson's disease. **Mov Disord**, v. 30, n.11, p. 1490-1504, 2015.

SCHENCK CH, BUNDLIE SR, MAHOWALD MW. Delayed emergence of a parkinsonian disorder in 38% of 29 older men initially diagnosed with idiopathic rapid eye movement sleep behavior disorder. **Neurology**, v. 46, p. 388–93, 1996.

SCHULZ, J.B. Update on the pathogenesis of Parkinson's disease. **J Neurol**, v. 255, Suppl 5, p. 3-7, 2008.

SHULMAN, JM et al. Parkinson's Disease: Genetics and Pathogenesis. **Annu Rev Pathol Mech Dis**, v. 6, p. 193-222, 2011.

SONG, J.; FISHER, B. E.; PETZINGER, G. WU, A.; GORDON, J.; SALEM, G. J. The Relationships Between the Unified Parkinson's Disease Rating Scale and Lower Extremity Functional Performance in Persons with Early-Stage Parkinson's Disease. **Neurorehabil Neural Repair**, v. 23, n. 7, p. 657-661, 2009.

SOUZA, A. C.; MAGALHAES, L. C.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F. Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties in the Brazilian version of the Human Activity Profile. **Cad Saude Publica**, v. 22, n. 12, p.2623-36, 2006.

STANLEY, R.K. et al. Exercise in those having Parkinson's disease and healthy normal. **Med Sci Sport Exer**, v. 31, n. 6, p. 761-766, 1999.

TAMAKI, A.; MATSUO, Y.; YANAGIHARA, T.; ABE, K. Influence of Thoracoabdominal Movement on Pulmonary Function in Patients with Parkinson's Disease: Comparison with Helthy Subjects. **Neurorehabil Neural Repair**, v. 14, n. 1, p. 43-47, 2000.

TEIVE, H. A. G. Neuroproteção: fatos, mitos e quimeras. In: FRANCO DE ANDRADE, L.A.; BARBOSA, E. R.; CARDOSO, F.; TEIVE, H. A. G. **Doença de Parkinson: Estratégias atuais de tratamento**. 2 ed São Paulo: Segmento Farma; 2006. cap. 2, p. 17-35.

VALDERRAMAS, S.; FERES, A. C.; MELO, A. Reliability and validity of a Brazilian-Portuguese version of the fatigue severity scale in Parkinson's disease patients. **Arq Neuro-Psiquiatr**, v. 79, n. 7, p.497-500, 2012.

VAN DEN EEDEN, E. K.; TANNER, C. M.; BERNSTEIN, A. L.; FROSS, R. D. Incidence of Parkinson's Disease: Variation by age, gender and Race / Ethnicity. **Am J Epidemiology**, v. 157, n. 11, p. 1015-1022, 2003.

VAN HILTEN, J.J. *et al.* Diurnal effects of motor activity and fatigue in Parkinson's disease. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, v. 56, p. 874-877,1993.

VAN NIMWEGEN, M. *et al.* Physical inactivity in Parkinson's disease. **J Neurol**, v. 258, p. 2214-2221, 2011.

VAN ROODEN, S.M. *et al.* Clinical subtypes of Parkinson's disease. **Mov Disord**, v.26, p.51-58, 2011.

VAN ROODEN, S.M. *et al.* The Identification of Parkinson's Disease Subtypes Using Cluster Analysis: A Systematic Review. **Mov Disord**, v. 25, n. 8, p. 969-978, 2010.

VU, T.C.; NUTT, J.G.; HOLFORD, N.H.G. Progression of motor and nonmotor features of Parkinson's disease and their response to treatment. **Br J Clin Pharmacol**, v. 73, n. 2, p. 267-283, 2012.

WEINTRAUB, D.; COMELLA, C.L.; HORN, S. Parkinson's disease - part 2: Treatment of Motor Symptoms. **Am J Manag Care**, v. 14, p. s49-s58, 2008.

WERNER, W. G.; DILFRANCISCO-DONOGHUE, J.; LAMBERG, E. M. cardiovascular Response to Treadmill Testing in Parkinson's Disease. **J Neurol Phys Ther**, v. 30, n. 2, p. 68- 73, 2006.

WIRDEFELDT, K.; ADAMI, H.O.; COTE, P.; TRICHOPOULOS, D.; MANDEL, J. Epidemiology of Parkinson's disease: a review of the evidence. **Eur J Epidemiol**, v. 26, p. S1-S58, 2011.

XIA, R.; MAO, Z.H. Progression of motor symptoms in Parkinson's disease. **Neurosci Bull**, v. 28, n. 1, p. 39-48, 2012.

YAHALOM, G.; MAOR, E.; HASSIN-BAER, S.; SEGEC, S.; SIDI, Y.; KIVITY, S. Cardiac Stress Test is Normal in Pre Motor Parkinson's disease. **Mov Disord**, v. 29, p. 1158-1162, 2014

**ANEXO A – COEP**

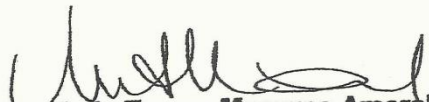
**Projeto: CAAE –09817612.1.0000.5149**

**Interessado(a): Profa. Fátima Rodrigues de Paula  
Departamento de Fisioterapia  
EEFFTO- UFMG**

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 07 de fevereiro de 2013, o projeto de pesquisa intitulado **"Parâmetros metabólicos e cardiorrespiratórios durante a realização de atividades funcionais em indivíduos com doença de Parkinson"** bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.



**Prof. Maria Teresa Marques Amaral  
Coordenadora do COEP-UFMG**

## ANEXO B

---

### **Escala de estágios de incapacidade de Hoehn e Yahr (modificada):**

---

0: Ausência de sinais da doença

1,0: Alteração unilateral

1,5: Alteração unilateral com comprometimento axial

2,0: Alteração bilateral, sem déficit de equilíbrio

2,5: Alteração bilateral leve com recuperação na prova do empurrão

3,0: Alteração bilateral leve a moderada, certa instabilidade postural, fisicamente independente.

4,0: Incapacidade grave, ainda capaz de caminhar ou permanecer de pé sem ajuda.

5,0: Confinado à cama ou cadeira de rodas a não ser que receba ajuda.

---

Fonte: SCHENKMAN et al., 2001 <sup>1</sup>



## ANEXO C

## MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL

(Folstein, Folstein &amp; McHugh, 1.975)

Paciente: \_\_\_\_\_

Data da Avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Avaliador: \_\_\_\_\_

**ORIENTAÇÃO**

- Dia da semana (1 ponto) .....( )
- Dia do mês (1 ponto) .....( )
- Mês (1 ponto) .....( )
- Ano (1 ponto) .....( )
- Hora aproximada (1 ponto) .....( )
- Local específico (apartamento ou setor) (1 ponto) .....( )
- Instituição (residência, hospital, clínica) (1 ponto) .....( )
- Bairro ou rua próxima (1 ponto) .....( )
- Cidade (1 ponto) .....( )
- Estado (1 ponto) .....( )

**MEMÓRIA IMEDIATA**

- Fale 3 palavras não relacionadas. Posteriormente pergunte ao paciente pelas 3 palavras. Dê 1 ponto para cada resposta correta .....( )  
Depois repita as palavras e certifique-se de que o paciente as aprendeu, pois mais adiante você irá perguntá-las novamente.

**ATENÇÃO E CÁLCULO**

- (100 - 7) sucessivos, 5 vezes sucessivamente (1 ponto para cada cálculo correto) .....( )  
(alternativamente, soletrar MUNDO de trás para frente)

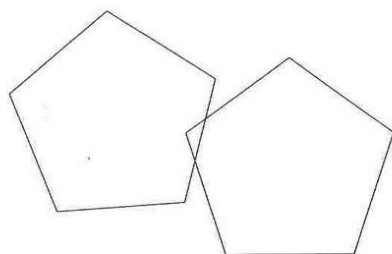
**EVOCAÇÃO**

- Pergunte pelas 3 palavras ditas anteriormente (1 ponto por palavra) .....( )

**LINGUAGEM**

- Nomear um relógio e uma caneta (2 pontos) .....( )
- Repetir "nem aqui, nem ali, nem lá" (1 ponto) .....( )
- Comando: "pegue este papel com a mão direita dobre ao meio e coloque no chão (3 pts) .....( )
- Ler e obedecer: "feche os olhos" (1 ponto) .....( )
- Escrever uma frase (1 ponto) .....( )
- Copiar um desenho (1 ponto) .....( )

ESCORE: (\_\_\_\_/30)



## ANEXO D

### UPDRS - “Unified Parkinson’s Disease Rate Scale” (parcial)

#### II - ATIVIDADES DE VIDA DIÁRIA (Especificar para ON/OFF)

- Linguagem falada.

0= Normal

1= Levemente afetada. Sem dificuldades para ser compreendido.

2= Alteração moderada. Em algumas ocasiões é necessário pedir para repetir o que disse.

3= Alteração grave. Frequentemente é necessário pedir para repetir o que está falando.

4= Ininteligível na maioria das vezes.

- Sialorréia

0= Normal

1= Aumento leve da saliva, mas evidente na boca; pode ocorrer noturna

2= Aumento moderado da saliva, pode ter uma baba mínima.

3= Aumento marcante da saliva com alguma baba.

4= Baba marcante que requer uso de lenços.

- Deglutição

0= Normal

1= Engasga raramente.

2= Engasga de forma esporádica.

3= Requer alimentos macios.

4= Requer alimentação por sonda nasogástrica ou gastrostomia.

- Escrita

0= Normal

1= Ligeiramente lenta ou pequena.

2= Moderadamente lenta ou pequena. Todas as palavras são legíveis.

3= Alteração grave, nem todas as palavras são legíveis.

4= A maioria das palavras são ilegíveis.

- Corte de alimentos e manejo de talheres

0= Normal

1= Um pouco lento e torpe, mas não necessita de ajuda.

2= Pode cortar a maioria dos alimentos, ainda que de um modo torpe e lento; precisa de certa ajuda.

3= Os alimentos devem ser cortados por outra pessoa, porém, pode alimentar-se lentamente.

4= Necessita que o alimentem.

- Vestir-se

0= Normal

1= um pouco lento, apesar de não necessitar de ajuda.

2= Em algumas ocasiões necessita ajuda para abotoar e colocar os braços nas mangas.

3= Requer uma ajuda considerável, porém consegue fazer algumas coisas sozinho.

4= Precisa de ajuda completa.

- Higiene

0= Normal

1= Um pouco lento, mas não precisa de ajuda.

2= Precisa de ajuda para se barbear ou tomar banho, ou é muito lento nos cuidados de higiene.

3= Requer ajuda para lavar-se, escovar os dentes, pentear-se e ir ao banheiro.

4= Precisa de cateter de Foley e outras medidas mecânicas.

- Dar a volta na cama ou arrumar os lençóis

0= Normal

1= Um pouco lento e torpe, mas não precisa de ajuda.

2= Pode dar a volta sozinho ou arrumar os lençóis, ainda que com grande dificuldade.

3= Pode tentar, mas não dá a volta nem arruma os lençóis sozinho.

4= Ajuda total.

- Quedas (sem relação com bloqueio/ congelamento ou "freezing")

0= Nenhuma

1= Quedas infrequentes.

2= Quedas Ocasionais, menos de uma vez por dia.

3= Quedas uma vez por dia em média.

4= Quedas mais de uma vez por dia.

- Bloqueio / congelamento durante a marcha:

0= Nenhum.

1= Bloqueio /congelamento pouco freqüente durante a marcha; pode experimentar uma vacilação ao começar a andar ("start-hesitation")

2= Bloqueio /congelamento esporádico durante a marcha.

3= Bloqueio /congelamento freqüente, que ocasionalmente levam a quedas.

4= Quedas freqüentes causadas por bloqueio /congelamento

- Marcha

0= Normal.

1= Dificuldade leve. Pode não ocorrer balanceio dos braços ou tender a arrastar uma perna.

2= Dificuldade moderada, porém necessita de pouca ou nenhuma ajuda.

3= Alterações graves da marcha, com necessidade de ajuda.

4= A marcha é impossível, ainda que com ajuda.

- Tremor

0= Ausente.

1= Leve e pouco freqüente.

2= Moderado, incomodo para o paciente.

3= Grave, dificulta muitas atividades.

4= Marcante, dificulta a maioria das atividades.

- Moléstias sensitivas relacionadas com o parkinsonismo.

0= Nenhuma.

1= Em algumas ocasiões, tem edema, formigamento ou dor leve.

2= Freqüentemente tem edema, formigamento ou dor, não preocupantes.

3= Freqüentes sensações dolorosas.

4= Dor muito intensa.

### III - EXPLORAÇÃO MOTORA

- Linguagem falada

0= Normal.

1= Leve perda de expressão dicção e/ou volume da voz.

2= Monótona, arrastada, mas compreensível; alteração moderada.

3= Alteração marcada, difícil de entender.

4= Ininteligível

- Expressão facial

0= Normal

1= Hiponímia mínima; poderia ser normal ("cara de jogador de pôquer").

2= Diminuição leve mas claramente anormal da expressão facial.

3= Hiponímia moderada; lábios separados em algumas ocasiões.

4= Face fixa ou em máscara com perda grave ou total da expressão facial, lábios separados 0,6 em ou mais.

- Tremor em repouso;

0= Ausente.

1= Leve e pouco freqüente

2= De pequena amplitude e continuo ou de amplitude moderada e aparição intermitente.

3= De amplitude moderada e presente quase continuamente.

4= De amplitude marcada e presente quase continuamente.

- Tremor de ação ou postural das mãos:

0= Ausente

1=Leve; presente durante a atividade

2=De amplitude moderada, presente durante a atividade.

3=De amplitude moderada, presente ao manter uma postura assim como durante a atividade.

4=De amplitude marcada, dificulta a alimentação.

- Rigidez: (Avaliada através da mobilização passiva das articulações maiores, com o paciente sentado e relaxado. Não avaliar o fenômeno da roda denteadada).

0= Ausente

1=Leve só percebida quando ativada por movimentos contralaterais ou outros movimentos.

2= Leve a moderada.

3= Marcada, mas permite alcançar facilmente a máxima amplitude de movimento.

4= Grave, a máxima amplitude do movimento é alcançada com dificuldade.

- Destreza digital. (O paciente bate o polegar contra o indicador rápida e sucessivamente com a maior amplitude possível; cada mão separadamente).

0= Normal

1= Ligeiramente lento e/ou redução da amplitude.

2= Alteração moderada. Fadiga clara e precoce. O movimento pode se deter ocasionalmente.

3= Alteração grave. Freqüente indecisão ao iniciar o movimento ou paradas enquanto realiza o movimento.

4= Apenas pode realizar o exercício.

- Movimentos das mãos. (O paciente abre e fecha a mão rápida e sucessivamente com a maior amplitude possível; cada mão separadamente).

0= Normal

1= Lentidão leve e/ou redução da amplitude.

2= Alteração moderada. Fadiga clara e precoce. O movimento pode se deter ocasionalmente.

3= Alteração grave. Freqüente indecisão em iniciar o movimento ou paradas enquanto realiza o movimento.

4= Apenas pode realizar o exercício.

- Movimentos das mãos rápidos e alternantes: (Movimentos de pronação-supinação, vertical ou horizontalmente com a maior amplitude possível e ambas as mãos simultaneamente).

0= Normal

1= Lentidão leve e/ou redução da amplitude

2= Alteração moderada. Fadiga clara e precoce. O movimento pode se deter ocasionalmente.

3= Alteração grave. Freqüente indecisão ao iniciar o movimento ou paradas enquanto realiza o movimento.

4= Apenas pode realizar o exercício.

- Agilidade das pernas: (O paciente bate o calcanhar contra o solo em sucessão rápida,

levantando a perna por completo. A amplitude deveria situar-se em 7 a 8 cm.)

0= Normal

1= Lentidão leve e/ou redução da amplitude.

2= Alteração moderada. Fadiga clara e precoce. O movimento pode se deter ocasionalmente.

3= Alteração grave. Freqüente indecisão ao iniciar o movimento ou paradas enquanto realiza o movimento.

4= Apenas pode realizar o exercício.

- Levantar de uma cadeira. (O paciente tenta levantar-se de uma cadeira de madeira ou metal de encosto vertical mantendo os braços cruzados sobre o tórax)

0= Normal

1= Lento ou necessita de mais de uma tentativa.

2= Levanta-se com apoio nos braços da cadeira.

3= Tende a cair para trás e pode tentar várias vezes ainda que se levante sem ajuda.

4= Não pode se levantar da cadeira sem ajuda.

- Postura

0= Erguido normalmente.

1= Não totalmente erguido, levemente encurvado, pode ser normal em pessoas idosas.

2= Postura moderadamente encurvada, claramente anormal, pode estar inclinado ligeiramente para um lado.

3= Postura intensamente encurvada com cifose; pode estar inclinado moderadamente para um lado.

4= Flexão marcada com extrema alteração postural

- Marcha

0= Normal

1= A marcha é lenta, pode arrastar os pés e os passos podem ser curtos, mas não existe propulsão nem festinação.

2= Caminha com dificuldade, mas necessita pouca ou nenhuma ajuda; pode existir certa festinação, passos curtos ou propulsão.

3= Grave transtorno da marcha que exige ajuda.

4= A marcha é impossível, ainda que com ajuda.

- Estabilidade postural (Observa-se a resposta a um deslocamento súbito para trás, provocado por um empurrão nos ombros, estando o paciente em pé. cornos olhos abertos e os pés ligeiramente separados. Avisar o paciente previamente)

0= Normal

1= Retropulsão, ainda que se recupera sem ajuda.

2= Ausência de reflexo postural; poderia ter caído se o avaliador não impedisse.

3= Muito instável; tendência a perder o equilíbrio espontaneamente.

4= Incapaz de manter-se de pé sem ajuda.

- Bradicinesia e hipocinesia. (Combinação de lentidão, indecisão, diminuição da oscilação dos braços, redução da amplitude dos movimentos e escassez de movimentos em geral).

0= Ausente

1= Lentidão mínima, dando ao movimento um caráter decidido; poderia ser normal em algumas pessoas. Amplitude possivelmente reduzida.

2= Grau leve de lentidão e escassez de movimentos; evidentemente anormal. Pode haver diminuição da amplitude.

3= Lentidão moderada, pobreza de movimentos ou amplitude reduzida dos mesmos.

4= Lentidão marcada e pobreza de movimentos com amplitude reduzida dos mesmos.

## ANEXO E

## PAH - PERFIL DE ATIVIDADE HUMANA

Este folheto contém itens que descrevem atividades comuns que as pessoas realizam em suas vidas diárias. Para cada questão, responda “**ainda faço a atividade**” se você consegue realizar tal atividade sozinho quando precisa ou quando tem oportunidade. Indique “**parei de fazer**” a atividade se você conseguia realizá-la no passado, mas, provavelmente, não consegue realizá-la hoje, mesmo se tivesse oportunidade. Finalmente, responda “**nunca fiz**” se você, por qualquer motivo, nunca realizou tal atividade.

| ATIVIDADES  | AINDA FAÇO | PAREI DE FAZER | NUNCA FIZ |
|---|------------|----------------|-----------|
| 1. Levantar e sentar em cadeiras ou cama (sem ajuda)                                    |            |                |           |
| 2. Ouvir rádio  |            |                |           |
| 3. Ler livros, revistas ou jornais  |            |                |           |
| 4. Escrever cartas ou bilhetes  |            |                |           |
| 5. Trabalhar numa mesa ou escrivaninha  |            |                |           |
| 6. Ficar de pé por mais que um minuto   |            |                |           |
| 7. Ficar de pé por mais que cinco minutos   |            |                |           |
| 8. Vestir e tirar roupa sem ajuda   |            |                |           |
| 9. Tirar roupas de gavetas ou armários  |            |                |           |
| 10. Entrar e sair do carro sem ajuda  |            |                |           |
| 11. Jantar num restaurante  |            |                |           |
| 12. Jogar baralho ou qualquer jogo de mesa  |            |                |           |
| 13. Tomar banho de banheira sem ajuda   |            |                |           |
| 14. Calçar sapatos e meias sem parar para descansar                                     |            |                |           |
| 15. Ir ao cinema, teatro ou a eventos religiosos ou esportivos                          |            |                |           |
| 16. Caminhar 27 metros (um minuto)  |            |                |           |
| 17. Caminhar 27 metros sem parar (um minuto)  |            |                |           |
| 18. Vestir e tirar a roupa sem parar para descansar                                     |            |                |           |
| 19. Utilizar transporte público ou dirigir por 1 hora e meia (158 quilômetros ou menos) |            |                |           |
| 20. Utilizar transporte público ou dirigir por ± 2 horas (160 quilômetros ou mais)      |            |                |           |
| 21. Cozinhar suas próprias refeições  |            |                |           |
| 22. Lavar ou secar vasilhas   |            |                |           |
| 23. Guardar mantimentos em armários   |            |                |           |
| 24. Passar ou dobrar roupas   |            |                |           |
| 25. Tirar poeira, lustrar móveis ou polir o carro                                       |            |                |           |
| 26. Tomar banho de chuveiro   |            |                |           |
| 27. Subir seis degraus  |            |                |           |
| 28. Subir seis degraus sem parar  |            |                |           |
| 29. Subir nove degraus  |            |                |           |
| 30. Subir 12 degraus  |            |                |           |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| 31. Caminhar metade de um quarteirão no plano                |  |  |  |
| 32. Caminhar metade de um quarteirão no plano sem parar      |  |  |  |
| 33. Arrumar a cama (sem trocar os lençóis)                   |  |  |  |
| 34. Limpar janelas   |  |  |  |
| 35. Ajoelhar ou agachar para fazer trabalhos leves           |  |  |  |
| 36. Carregar uma sacola leve de mantimentos                  |  |  |  |
| 37. Subir nove degraus sem parar                             |  |  |  |
| 38. Subir 12 degraus sem parar                               |  |  |  |
| 39. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira            |  |  |  |
| 40. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira, sem parar |  |  |  |
| 41. Fazer compras sozinho                                    |  |  |  |
| 42. Lavar roupas sem ajuda (pode ser com máquina)            |  |  |  |
| 43. Caminhar um quarteirão no plano                          |  |  |  |
| 44. Caminhar 2 quarteirões no plano                          |  |  |  |
| 45. Caminhar um quarteirão no plano, sem parar               |  |  |  |
| 46. Caminhar dois quarteirões no plano, sem parar            |  |  |  |
| 47. Esfregar o chão, paredes ou lavar carros                 |  |  |  |
| 48. Arrumar a cama trocando lençóis                          |  |  |  |
| 49. Varrer o chão  |  |  |  |
| 50. Varrer o chão por cinco minutos, sem parar               |  |  |  |
| 51. Carregar uma mala pesada ou jogar uma partida de boliche |  |  |  |
| 52. Aspirar o pó de carpetes                                 |  |  |  |
| 53. Aspirar o pó de carpetes por cinco minutos, sem parar    |  |  |  |
| 54. Pintar o interior ou o exterior da casa                  |  |  |  |
| 55. Caminhar seis quarteirões no plano                       |  |  |  |
| 56. Caminhar seis quarteirões no plano, sem parar            |  |  |  |
| 57. Colocar o lixo para fora                                 |  |  |  |
| 58. Carregar uma sacola pesada de mantimentos                |  |  |  |
| 59. Subir 24 degraus   |  |  |  |
| 60. Subir 36 degraus   |  |  |  |
| 61. Subir 24 degraus, sem parar                              |  |  |  |
| 62. Subir 36 degraus, sem parar                              |  |  |  |
| 63. Caminhar 1,6 quilômetro ( $\pm 20$ minutos)              |  |  |  |
| 64. Caminhar 1,6 quilômetro ( $\pm 20$ minutos), sem parar   |  |  |  |
| 65. Correr 100 metros ou jogar peteca, "voley", "baseball"   |  |  |  |
| 66. Dançar socialmente                                       |  |  |  |
| 67. Fazer exercícios calistênicos ou dança                   |  |  |  |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| aeróbia por cinco minutos, sem parar                                |  |  |  |
| 68. Cortar grama com cortadeira elétrica                            |  |  |  |
| 69. Caminhar 3,2 quilômetros (±40 minutos)                          |  |  |  |
| 70. Caminhar 3,2 quilômetros sem parar (±40 minutos)                |  |  |  |
| 71. Subir 50 degraus (2 andares e meio)                             |  |  |  |
| 72. Usar ou cavar com a pá  |  |  |  |
| 73. Usar ou cavar com a pá por 5 minutos, sem parar                 |  |  |  |
| 74. Subir 50 degraus (2 andares e meio), sem parar                  |  |  |  |
| 75. Caminhar 4,8 quilômetros (±1 hora) ou jogar 18 buracos de golfe |  |  |  |
| 76. Caminhar 4,8 quilômetros (± 1 hora), sem parar                  |  |  |  |
| 77. Nadar 25 metros   |  |  |  |
| 78. Nadar 25 metros, sem parar                                      |  |  |  |
| 79. Pedalar 1,6 quilômetro de bicicleta (2 quarteirões)             |  |  |  |
| 80. Pedalar 3,2 quilômetros de bicicleta (4 quarteirões)            |  |  |  |
| 81. Pedalar 1,6 quilômetro, sem parar                               |  |  |  |
| 82. Pedalar 3,2 quilômetros, sem parar                              |  |  |  |
| 83. Correr 400 metros (meio quarteirão)                             |  |  |  |
| 84. Correr 800 metros (um quarteirão)                               |  |  |  |
| 85. Jogar tênis/frescobol ou peteca                                 |  |  |  |
| 86. Jogar uma partida de basquete ou de futebol                     |  |  |  |
| 87. Correr 400 metros, sem parar                                    |  |  |  |
| 88. Correr 800 metros, sem parar                                    |  |  |  |
| 89. Correr 1,6 quilômetro (2 quarteirões)                           |  |  |  |
| 90. Correr 3,2 quilômetros (4 quarteirões)                          |  |  |  |
| 91. Correr 4,8 quilômetros (6 quarteirões)                          |  |  |  |
| 92. Correr 1,6 quilômetro em 12 minutos ou menos                    |  |  |  |
| 93. Correr 3,2 quilômetros em 20 minutos ou menos                   |  |  |  |
| 94. Correr 4,8 quilômetros em 30 minutos ou menos                   |  |  |  |

- EMA (Escore Máximo de Atividade): Numeração da atividade com a mais alta demanda de O<sub>2</sub> que o indivíduo ainda faz, não sendo necessário cálculo matemático.
- EEA (Escore Ajustado de Atividade): EMA – nº de itens que o indivíduo parou de fazer anteriores ao último que ele ainda faz.

| <b>Classificação</b> | <b>EAA</b> |
|----------------------|------------|
| Debitado (inativo)   | <53        |
| Moderadamente ativo  | 53-74      |
| Ativo                | >74        |



## ANEXO F

### ESCALA DE SEVERIDADE DA FADIGA

São feitas 9 afirmações e o paciente deverá dar uma nota de 1 a 7, onde 1 significa que ele discorda completamente e 7 que ele concorda plenamente com a afirmação, lembrando ao paciente que estas afirmações são referentes às duas últimas semanas. Escore igual ou maior que 28, sugestivo para fadiga muscular.

| AFIRMAÇÃO  | NOTA 1 -7 |
|--|-----------|
| 1. Minha motivação é menor quando eu estou fadigado.                             |           |
| 2. Exercícios me deixam fadigado.  |           |
| 3. Eu estou facilmente fadigado.   |           |
| 4. A fadiga interfere no meu desempenho.   |           |
| 5. A fadiga causa problemas freqüentes em mim.                                   |           |
| 6. Minha fadiga impede um desempenho físico constante.                           |           |
| 7. A fadiga interfere com a execução de certas obrigações e responsabilidades    |           |
| 8. A fadiga é um dos três sintomas mais incapacitantes que tenho.                |           |
| 9. A fadiga interfere no meu trabalho, na minha família ou na minha vida social. |           |
| TOTAL  |           |

**ANEXO G – BORG**

|     |                      |
|-----|----------------------|
| 0   | Nenhuma              |
| 0,5 | Muito, muito leve    |
| 1   | Muito leve           |
| 2   | Leve                 |
| 3   | Moderada             |
| 4   | Pouco intensa        |
| 5   | Intensa              |
| 6   |                      |
| 7   | Muito intensa        |
| 8   |                      |
| 9   | Muito, muito intensa |
| 10  | Máxima               |

## APÊNDICE A

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO Nº \_\_\_\_\_

**Investigadoras:** Prof<sup>a</sup> Fátima Rodrigues de Paula, Ph.D.  
Raquel de Carvalho Lana, Doutoranda do Programa de Ciências da Reabilitação

#### TÍTULO DO PROJETO

#### PARÂMETROS METABÓLICOS E CARDIORRESPIRATÓRIOS DURANTE A REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES FUNCIONAIS EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON

#### INFORMAÇÕES

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa a ser desenvolvida no Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

Este projeto de pesquisa tem como objetivo avaliar os gases da respiração durante algumas atividades cotidianas de indivíduos com doença de Parkinson.

Para realizá-lo você será convidado a responder alguns questionários e realizar uma avaliação dos gases da sua respiração por meio do uso de uma máscara muito confortável.

#### DESCRIÇÃO DOS TESTES A SEREM REALIZADOS

##### Avaliação

Este estudo será dividido em duas fases.

Na primeira, serão coletadas informações específicas para a sua identificação, além de alguns parâmetros clínicos e físicos. A sua capacidade funcional será avaliada a partir do seu desempenho em testes muito utilizados na prática clínica e em estudos científicos. Em seguida, você realizará um teste de exercício em esteira com aumento crescente da carga, com análise de gases da respiração por meio do uso de uma máscara, e com observação contínua da pressão arterial, da frequência cardíaca, do cansaço e da saturação de oxigênio. O tempo utilizado para a realização destes testes será de aproximadamente duas horas.

Na segunda fase, você realizará uma análise de gases da sua respiração por meio do uso de uma máscara muito confortável e com monitorização contínua da pressão arterial, da frequência cardíaca, do seu grau de cansaço e da saturação de oxigênio durante a realização de atividades que você realiza no dia a dia, tais como: caminhar em um corredor plano e subir e descer escadas. Você terá um período de descanso entre todas as atividades até que se sinta descansado, e será monitorado também durante o descanso. O tempo utilizado para a realização destes testes será de aproximadamente duas horas.

##### Riscos

Durante o teste, você pode vir a sentir-se fadigado. Poderá também ocorrer durante os testes uma respiração mais rápida, sensação de falta de ar ou cansaço nas pernas e o coração bater mais rápido. Estas alterações são normais durante o exercício. O teste será imediatamente interrompido ao seu pedido ou diante de qualquer sinal e sintoma diferente do normal, sendo tomada às providências necessárias. Sua frequência cardíaca e sua pressão arterial serão monitoradas durante todos os testes. Haverá um médico presente durante a primeira fase de testes, para sua maior segurança. Os testes e procedimentos adotados na segunda fase não apresentam riscos específicos além daqueles presentes no seu dia-a-dia. Caso você sinta algum desconforto nesta fase, a SAMU será chamada para prestar atendimento. Qualquer tipo de desconforto vivenciado durante os testes deve ser revelado para que os pesquisadores tomem as devidas providências com o objetivo de minimizá-lo. Você poderá se desequilibrar enquanto caminha. Portanto, todos os testes serão acompanhados por duas pessoas posicionadas ao seu lado.

##### Benefícios

Você não obterá benefícios imediatos por participar desta pesquisa. Na realidade, você estará contribuindo para a nossa melhor compreensão dos prováveis benefícios da intervenção com atividades aeróbicas. A partir daí, poderemos indicá-las com maior segurança.

### **Confidencialidade**

Você receberá um código que será utilizado em todos os seus testes e não será reconhecido individualmente.

### **Natureza voluntária do estudo**

A sua participação é voluntária e você tem o direito de se retirar por qualquer razão e qualquer momento.

### **Pagamento**

Você não receberá nenhuma forma de pagamento pela participação no estudo. Custos de transporte para o local dos testes e seu retorno poderão se necessários, ser arcados pelas pesquisadoras.

### **Consentimento para utilização de imagens**

Assinando este termo de consentimento, autorizo a utilização da minha imagem por meio de fotos ou vídeos, sem identificação facial, em apresentações e publicações de natureza técnico-científicas relacionadas ao projeto de pesquisa acima citado.

*Depois de ter lido as informações acima, se for de sua vontade participar, por favor, preencha o consentimento abaixo.*

## **DECLARAÇÃO E ASSINATURA**

Eu, \_\_\_\_\_

li e entendi toda a informação repassada sobre o estudo, sendo que os objetivos, procedimentos e linguagem técnica satisfatoriamente explicados. Tive tempo suficiente, para considerar as informações acima e tive a oportunidade de tirar todas as minhas dúvidas. Estou assinando este termo voluntariamente e tenho direito de agora, ou mais tarde, discutir qualquer dúvida que venha a ter com relação à pesquisa com:

|  |                |
|--|----------------|
| Raquel de Carvalho Lana  | (31) 9167-7486 |
| Prof. Fátima Rodrigues de Paula  | (31) 3409-7403 |
| Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG  | (31) 3409-4592 |
| <i>Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627,<br/>Pampulha, BH/MG Campus – UFMG –<br/>Unidade Administrativa II – 2º andar.</i> |                |

Assinando esse termo de consentimento, estou indicando que concordo em participar deste estudo.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura da Testemunha

Data: \_\_\_\_\_  
RG: \_\_\_\_\_  
CPF: \_\_\_\_\_  
End: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_  
RG: \_\_\_\_\_  
CPF: \_\_\_\_\_  
End: \_\_\_\_\_

### **Responsáveis**

\_\_\_\_\_  
Raquel de Carvalho Lana  
**Pesquisador**

\_\_\_\_\_  
Fátima Rodrigues de Paula  
**Orientadora**

**APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO Nº \_\_\_\_\_****GRUPO CONTROLE**

**Investigadoras:** Profª Fátima Rodrigues de Paula, Ph.D.  
Raquel de Carvalho Lana, Doutoranda do Programa de Ciências da Reabilitação

**TÍTULO DO PROJETO****PARÂMETROS METABÓLICOS E CARDIORRESPIRATÓRIOS DURANTE A REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES FUNCIONAIS EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON****INFORMAÇÕES**

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa a ser desenvolvida no Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

Este projeto de pesquisa tem como objetivo avaliar os gases da respiração durante algumas atividades cotidianas de indivíduos com doença de Parkinson.

Para realizá-lo você será convidado a responder alguns questionários e realizar uma avaliação dos gases da sua respiração por meio do uso de uma máscara muito confortável.

**DESCRIÇÃO DOS TESTES A SEREM REALIZADOS****Avaliação**

Este estudo será dividido em duas fases.

Na primeira, serão coletadas informações específicas para a sua identificação, além de alguns parâmetros clínicos e físicos. A sua capacidade funcional será avaliada a partir do seu desempenho em testes muito utilizados na prática clínica e em estudos científicos. Em seguida, você realizará um teste de exercício em esteira com aumento crescente da carga, com análise de gases da respiração por meio do uso de uma máscara, e com observação contínua da pressão arterial, da frequência cardíaca, do cansaço e da saturação de oxigênio. O tempo utilizado para a realização destes testes será de aproximadamente duas horas.

Na segunda fase, você realizará uma análise de gases da sua respiração por meio do uso de uma máscara muito confortável e com monitorização contínua da pressão arterial, da frequência cardíaca, do seu grau de cansaço e da saturação de oxigênio durante a realização de atividades que você realiza no dia a dia, tais como: caminhar em um corredor plano e subir e descer escadas. Você terá um período de descanso entre todas as atividades até que se sinta descansado, e será monitorado também durante o descanso. O tempo utilizado para a realização destes testes será de aproximadamente duas horas.

**Riscos**

Durante o teste, você pode vir a sentir-se fadigado. Poderá também ocorrer durante os testes uma respiração mais rápida, sensação de falta de ar ou cansaço nas pernas e o coração bater mais rápido. Estas alterações são normais durante o exercício. O teste será imediatamente interrompido ao seu pedido ou diante de qualquer sinal e sintoma diferente do normal, sendo tomada às providências necessárias. Sua frequência cardíaca e sua pressão arterial serão monitoradas durante todos os testes. Haverá um médico presente durante a primeira fase de testes, para sua maior segurança. Os testes e procedimentos adotados na segunda fase não apresentam riscos específicos além daqueles presentes no seu dia-a-dia. Caso você sinta algum desconforto nesta fase, a SAMU será chamada para prestar atendimento. Qualquer tipo de desconforto vivenciado durante os testes deve ser revelado para que os pesquisadores tomem as devidas providências com o objetivo de minimizá-lo. Você poderá se desequilibrar enquanto caminha. Portanto, todos os testes serão acompanhados por duas pessoas posicionadas ao seu lado.

**Benefícios**

Você não obterá benefícios imediatos por participar desta pesquisa. Na realidade, você estará contribuindo para a nossa melhor compreensão dos prováveis benefícios da intervenção com atividades aeróbicas. A partir daí, poderemos indicá-las com maior segurança.

**Confidencialidade**

Você receberá um código que será utilizado em todos os seus testes e não será reconhecido individualmente.

**Natureza voluntária do estudo**

A sua participação é voluntária e você tem o direito de se retirar por qualquer razão e qualquer momento.

**Pagamento**

Você não receberá nenhuma forma de pagamento pela participação no estudo. Custos de transporte para o local dos testes e seu retorno poderão se necessários, ser arcados pelas pesquisadoras.

**Consentimento para utilização de imagens**

Assinando este termo de consentimento, autorizo a utilização da minha imagem por meio de fotos ou vídeos, sem identificação facial, em apresentações e publicações de natureza técnico-científicas relacionadas ao projeto de pesquisa acima citado.

*Depois de ter lido as informações acima, se for de sua vontade participar, por favor, preencha o consentimento abaixo.*

**DECLARAÇÃO E ASSINATURA**

Eu, \_\_\_\_\_

li e entendi toda a informação repassada sobre o estudo, sendo que os objetivos, procedimentos e linguagem técnica satisfatoriamente explicados. Tive tempo suficiente, para considerar as informações acima e tive a oportunidade de tirar todas as minhas dúvidas. Estou assinando este termo voluntariamente e tenho direito de agora, ou mais tarde, discutir qualquer dúvida que venha a ter com relação à pesquisa com:

Raquel de Carvalho Lana (31) 9167-7486  
 Prof. Fátima Rodrigues de Paula (31) 3409-7403  
 Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (31) 3409-4592  
 Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627,  
 Pampulha, BH/MG Campus – UFMG –  
 Unidade Administrativa II – 2º andar.

Assinando esse termo de consentimento, estou indicando que concordo em participar deste estudo.

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do Participante

\_\_\_\_\_  
 Assinatura da Testemunha

Data: \_\_\_\_\_  
 RG: \_\_\_\_\_  
 CPF: \_\_\_\_\_  
 End: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_  
 RG: \_\_\_\_\_  
 CPF: \_\_\_\_\_  
 End: \_\_\_\_\_

**Responsáveis**

\_\_\_\_\_  
 Raquel de Carvalho Lana  
**Pesquisador**

\_\_\_\_\_  
 Fátima Rodrigues de Paula  
**Orientadora**

## APÊNDICE C – FICHA DE AVALIAÇÃO INICIAL

**Projeto de Pesquisa:** Parâmetros metabólicos e cardiorrespiratórios durante a realização de atividades funcionais em indivíduos com doença de Parkinson.

**Pesquisadora:** Raquel de Carvalho Lana

**Orientadora:** Fátima Rodrigues de Paula, Ph D.

### FICHA DE AVALIAÇÃO INICIAL

Data: \_\_\_\_\_

1. Dados de identificação:

Nome: \_\_\_\_\_

Prontuário: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Código: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Data de nascimento: \_\_\_\_\_

Estado civil: \_\_\_\_\_ Escolaridade: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_\_

Tel: \_\_\_\_\_

Altura: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_

2. Vive com: ( ) Cônjuge ( ) Filhos ( ) Sozinho(a) ( ) Outros \_\_\_\_\_

3. Ocupação: \_\_\_\_\_

4. Intervenções cirúrgicas: \_\_\_\_\_

5. Patologias associadas:

( ) diabetes mellitus ( ) incontinência urinária ( ) osteoartrite

( ) alterações auditivas ( ) alterações visuais

( ) osteoporose ( ) artrite reumatóide

( ) vestibulopatias ( ) distúrbios neurológicos ( ) outras:

---

---

6. PA: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_

7. Medicações em uso (nome, dosagem, horário e duração): \_\_\_\_\_

---

---

8. Tempo de evolução da doença (anos) \_\_\_\_\_

10. Pratica atividade física regularmente? ( ) não ( ) sim

Se sim, que tipo e qual a frequência? \_\_\_\_\_

---

9. Estágio na Escala de incapacidade de *Hoehn e Yahr* modificada: \_\_\_\_\_

11. UPDRS: Motor: \_\_\_\_\_ AVD: \_\_\_\_\_

12. PAH: EMA: \_\_\_\_\_ EEA: \_\_\_\_\_

13. FSS: \_\_\_\_\_