
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

EFEITO DA FADIGA NO ANDAR DE PACIENTES COM DOENÇA DE
PARKINSON: RELAÇÃO COM O NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA

Aluno: **Paulo Cezar Rocha dos Santos**

Orientadora: **Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi**

Coorientador: **Prof. Dr. Fabio Augusto Barbieri**

Janeiro de 2014

Paulo Cezar Rocha dos Santos

**EFEITO DA FADIGA NO ANDAR DE PACIENTES COM DOENÇA DE
PARKINSON: RELAÇÃO COM O NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA**

Orientadora: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi

Coorientador: Prof. Dr. Fabio Augusto Barbieri

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade, área de concentração Biodinâmica da Motricidade Humana.

Janeiro

2014

796.022 Santos, Paulo Cezar Rocha
R672e Efeito da fadiga no andar de pacientes com doença de
Parkinson: relação com o nível de atividade física / Paulo
Cezar Rocha. Santos - Rio Claro, 2014
81 f. : il., gráfs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Lilian Teresa Bucken Gobbi
Coorientador: Fabio Augusto Barbieri

1. Cinesiologia. 2. Doença de Parkinson. 3. Sintoma da
fadiga. 4. Fadiga muscular. I. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais e minha irmã, por todo incentivo, amor e carinho oferecido e por estarem ao meu lado em todas as etapas da minha vida.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais, por todo o amor e carinho oferecido e pelo incentivo e preocupação com minha formação, mesmo em um contexto adverso. Obrigado pai e mãe por tudo o que sou e tudo que vocês tem oferecido para que eu consiga atingir meus sonhos e objetivos.

A minha irmã, na qual me espelhei em muitos momentos de minha vida, agradeço pela ajuda e por todas as “brincas” dadas por querer o meu melhor sempre, pelas dicas e conselhos, além das diversas ajudas com estatística. Paulinha, você é meu exemplo, admiro sua organização e, principalmente, sua determinação em conseguir o que deseja.

A professora, orientadora, amiga, em alguns momentos mãe, Lilian por ter me dado oportunidades, conhecimentos, dicas de vida, conselhos de amiga e de mãe, momentos de lazer e principalmente por se mostrar essa pessoa maravilhosa que vai além de uma professora pesquisadora. Parabéns Lilian, saiba que sou muito grato pelo que fez por mim e pelo que faz para sociedade. Sou seu fã número 1.

Ao meu grande amigo e coorientador Fabinho, muito obrigado por ter estado comigo durante todo o meu processo de formação. Agradeço imensamente à você por tudo que sei e que alcancei. Em todos os momentos acadêmicos importantes vividos por mim, você esteve presente. Agradeço por todos os finais de semana e feriado que esteve comigo ajudando nos relatórios e projetos, por todos os energéticos, cocas e pães em épocas de compromissos científicos, por todas as horas de coletas que compartilhamos, por estar presente desde o TCC, iniciação científica, até nesse processo, pelos vários momentos de diversão, viagens, congressos, pelas “brincas” dadas. Enfim, agradeço por tudo que você fez por mim, inclusive pela conversa em 2008, enquanto corríamos em volta da UNESP, onde você me incentivou a fazer o mestrado. MUIIIIIITOOOO OBRIGADO!

Agradeço aos meus amigos (Jet, Peixe, Paiasso, Stephannie, Testo, André, Fabinho e Rodrigo) que compuseram minha de equipe de coleta. Ao Jet agradeço por todas as manhãs perdidas, por todos os momentos de descontração, por ter me ajudado a conseguir participante para o estudo e por ter me ajudado com os transportes deles, por ter se mostrado sempre disposto a ajudar. Enfim, por ser essa pessoa maravilhosa. Ao Peixe, pelas ajudas nas coletas e por ter aturado o meu mal humor em casa nessa fase final do trabalho. Ao Paiasso por estar sempre disposto a ajudar e pela ajuda dada durante a coleta. A Stephannie pelos acompanhamentos durante as avaliações. Ao Lucas “Testo” por ajudar, não apenas na coleta, como durante todo o processo do mestrado, auxiliando em apresentações, com momentos de reflexões, de descontrações, por se mostrar uma pessoa bondosa. Ao André pelo seu enorme coração, que,

além de me ajudar, de ter um excelente humor, se faz uma importante pessoa para o laboratório. Ao Rodrigo, por me auxiliar durante a aquisição de dados e na interpretação dos resultados. Obrigado a todos, saibam que podem contar comigo sempre que precisarem.

Aos meus amigos de laboratório – LEPLO, (Claudinha, Ellen, Paulinho, Rosangela, B1, Luana, Juliana, Marcelo e Mariana) obrigado por dividirem desse momento comigo. Especialmente, agradeço a Claudinha pelas dicas de mãe, a Ellen minha amiga irmanzinha “homem” mais feminina, que esteve sempre ao meu lado, inclusive nos momentos de desabafo. Paulinho “Gola” por ser esse amigo sensacional, por ser essa pessoa com determinação admirável, pelos momentos de perrengue juntos, “Gola você vai longe”. Agradeço a Rosangela, pelos auxílios, principalmente nos momentos em que me preparava para entrar no mestrado e nos pedidos de bolsa. A Luana pelos auxílios durante a iniciação científica, e aos momentos em que ela aturava minha hiperatividade. Ao Marcelo por todas as dúvidas sanadas com eletromiografia e pelos momentos de descontração. Aos demais membros do LEPLO, obrigado por todas as dicas e apoio dado.

Agradeço a minha segunda família (Guilha, Gut, Yamaha, Entroni, Peixe e Pilla) na qual eu convivo e divido os momentos de alegria e tristeza. Obrigado por todo aprendizado, pelos alimentos concedidos, pelos carinhos, amizades, telemensagens, vídeos, brincadeiras, jantas e churrasco. Vocês são pessoas que levarei para o resto de minha vida. Especialmente, gostaria de agradecer ao Pilla por ser esse irmão fantástico, por ter dividido a experiência do mestrado comigo, pelas noites perdidas, pelas risadas, pelos desesperos com prazos, pelos finais de semana dando risada, pelo seu humor contagiante, pelo seu coração imenso e por ser essa pessoa fenomenal. OBRIGADO!

Agradeço a todos que passaram pela equipe futsal, que desde 2006, compartilho momentos de vitórias, derrotas e aprendizado. Vocês todos tiveram uma importância imensa em minha vida.

Aos meus amigos de Carapicuíba e de Rio Claro. Agradeço ao Fernando, Alexandre, Adriano, Diego, Gabi, July e Poli pelos momentos de diversões, conversas e “baladas”. Ao Kavaco, Thaysa, Amália, Rafa, Xandão, Aninha, Ricardo e Carol por todos os excelentes momentos vividos durante o processo de formação. Sou imensamente grato por todo o apoio dado por vocês e saibam que podem contar comigo onde quer que estejam.

Agradeço a Luana da Paz Bonfim, por toda o apoio, paciência, amor, carinho, atenção, conselhos, enfim, por tudo (sem excessão). Você é uma pessoa especial que me faz muito bem. MUITO OBRIGADO!!!

Agradeço a Capes e Fapesp pelo apoio financeiro.

Resumo

O sintoma da fadiga e a fadiga muscular são considerados problemas que acometem pacientes com doença de Parkinson (DP), podendo influenciar no andar. A atividade física se contrapõe aos comprometimentos da DP e aos efeitos da fadiga. Entretanto, o relacionamento entre o nível de atividade física e fadiga em pacientes com DP comparados com indivíduos sem DP não se faz claro, bem como, a influência da indução à fadiga nos parâmetros do andar em ambiente regular e no andar com ultrapassagem de obstáculo de pacientes com DP. Para preencher essas lacunas, 3 estudos são propostos. O estudo 1 objetivou relacionar o sintoma da fadiga com o nível de atividade física em pacientes com DP e em indivíduos não acometidos pela DP e comparar a percepção de fadiga entre os grupos. Participaram deste estudo 80 indivíduos, sendo 40 pacientes com DP e 40 indivíduos sem DP (controle). Os participantes, dentro de seus grupos, foram distribuídos em ativos (20) e inativos (20) de acordo com o Questionário de Baecke modificado para idosos. O Multidimensional Fatigue Inventory foi utilizado para verificar a percepção subjetiva da fadiga em ambos os grupos. ANOVA two-way foi utilizada para comparar os grupos de acordo com os níveis de atividade física e o teste de correlação de Pearson foi realizado para verificar a relação entre o nível de atividade física e percepção subjetiva de fadiga para cada grupo. Houve diferença apenas entre a percepção de fadiga dos participantes com DP quando comparados ao controle, sem efeito para nível de atividade física. Ainda, não houve relação entre nível de atividade física e a percepção de fadiga. Pacientes com DP apresentam maior percepção do sintoma da fadiga nas dimensões geral, física, baixa motivação, nível de atividade reduzida e mental, quando comparados com indivíduos controle. Os Estudos 2 e 3 objetivaram analisar o efeito da fadiga muscular nas variáveis cinemáticas, cinéticas e eletromiográficas (EMG) do andar em ambiente regular (Estudo 2) e no andar com ultrapassagem de obstáculo (Estudo 3) de pacientes com DP e indivíduos controle, considerando o nível de atividade física. Foram selecionados, em ambos os estudos, 40 indivíduos, sendo 20 pacientes com DP (10 ativos e 10 inativos) e 20 indivíduos sem DP (10 ativos e 10 inativos). Três tentativas foram realizadas para as condições do andar em ambiente regular e do andar com ultrapassagem de obstáculo antes e após indução à fadiga, realizada pela tarefa de sentar e levantar em uma cadeira sem braços. Variáveis cinemáticas, cinéticas e eletromiográficas foram coletadas durante as tentativas. ANOVA three-way foram utilizadas com os fatores: grupo (pacientes com DP e controle), nível de atividade física (ativo e inativo) e fadiga (pré e pós indução a fadiga). A fadiga alterou parâmetros cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos do andar em ambiente regular e com ultrapassagem de obstáculo de pacientes com DP e de indivíduos controle. No estudo 2 vale destacar a interação existente entre fadiga muscular e grupo, sendo que indivíduos controle aumentaram a largura do passo e diminuíram a porcentagem de tempo de duplo suporte, enquanto que pacientes com DP não modularam esses parâmetros após indução à fadiga. Em ambiente regular, enquanto indivíduos controle buscam aumentar o equilíbrio dinâmico para lidar com os efeitos que a fadiga muscular acarreta na estabilidade, pacientes com DP apresentam dificuldade em modular o sistema para aumentar a estabilidade. No estudo 3, os principais resultados foram as interações, envolvendo as variáveis EMG, entre fadiga muscular e grupo (Indivíduos controle aumentaram o RMS músculo gastrocnêmio medial, enquanto que pacientes com DP aumentaram o RMS do músculo bíceps femural após indução à fadiga) e fadiga muscular e nível de atividade física (Apenas indivíduos ativos aumentaram o RMS do bíceps femural após indução à fadiga). No andar com ultrapassagem de obstáculo, o padrão de ativação muscular foram diferentes entre pacientes com DP, que aumentam a ativação de músculo fadigado, e controle, que preferem recorrer à musculatura não fadigada para lidar com a condição de fadiga muscular. O nível de atividade física somente se mostra importante para a ativação muscular após a condição de fadiga.

Palavras chaves: Doença de Parkinson; sintoma da fadiga; fadiga muscular; andar; nível de atividade física.

Abstract

The symptom of fatigue and the muscle fatigue are both considered as problems that can attack patients with Parkinson disease (PD), which can have influence on gait. Physical activity counteracts the commitments of the PD and the effects of fatigue. However, the relationship between the level of physical activity and the fatigue in patients compared to individuals without PD is not very clear as well as the influence of induced fatigue on gait parameters in regular room and on the floor with overdrive obstacle PD patients.

To fill these gaps 3 studies were proposed: Study 1 that aims to relate the symptom of fatigue with physical activity level in patients with PD and in individuals not affected by PD as to compare the perception of fatigue between these two groups. This study was composed by the participation of 80 individuals, in which 40 were patients with PD and 40 were patients without the disease (group control). Participants, within their groups, were divided into active (20) and inactive (20) according to the Baecke Questionnaire that was modified for the elderly. The Multidimensional Fatigue Inventory was used to verify the subjective perception of fatigue in both groups. Two-way ANOVA was used to compare groups according to the levels of physical activity and the Pearson correlation test that was performed to verify the relationship between physical activity level and subjective perception of fatigue for each group. There was only one difference which was between the fatigue of the participants with PD compared with controls without effect on physical activity level. Still, there was no relationship between level of physical activity and perception of fatigue. Patients with PD have a higher perception about the symptom of fatigue on overall dimensions, physical, low motivation, mental and reduced level of physical activity, when compared with the control individuals; Study 2 and 3 aim to analyze the effect of muscle fatigue on kinematic variables, kinetic variables and electromyographic variables in normal gait (Study 2) and obstacle crossing (Study 3) of PD patients and control individuals, considering the level of physical activity. In both studies, 40 individuals were selected, 20 PD patients (10 active and 10 inactive) and 20 individuals without PD (10 active and 10 inactive). Three attempts were made to normal gait and obstacle crossing conditions before and after fatigue protocol, consisting of repeated sit-to-stand transfers until the person could no longer be maintained. During the attempts, three different variables were collect: Kinematic, kinetic and electromyographic variables. Three-way ANOVA was used with the factors: group (PD patients and control), physical activity level (active and inactive) and fatigue (pre and post induction fatigue). The fatigue changes kinematic, kinetic and electromyographic parameters of the normal gait and in environments with obstacles crossing of PD patients and control individuals. It is worth to highlight at the study 2 the interaction between muscle fatigue and group, whereas control individuals increased step width and decreased the percentage of double support time, whereas patients with PD did not modulate these parameters after the inducing of fatigue. While control individuals, in regular environment, seek to increase the dynamic balance to deal with the effects of muscle fatigue leads to stability, PD patients have difficulty in modulating the system to increase stability. In study 3, the main results were the interactions involving the EMG variables between muscle fatigue and group (control individuals increased the RMS gastrocnemius medialis muscle, whereas PD patients increased the RMS of the biceps femoris muscle fatigue after induction) and muscle fatigue and physical activity level (Only active individuals increased the RMS of the biceps femoris after the inducing of fatigue). Considering the gait with overdrive obstacles, it was observed that the pattern of muscle activation was different between patients with PD end the group control. The fatigued muscle activation in patients with PD increases while control individuals to handle the condition of muscle fatigue prefer not to resort to fatigued muscles. The level of physical activity only becomes important for muscle activation after the fatigue condition.

Key words: Parkinson's disease; symptom of fatigue; muscle fatigue; gait; level of physical activity.

Sumário

Termos e definições.....	1
1. Introdução.....	4
1.1. Doença de Parkinson.....	4
1.2. Fadiga Geral e Doença de Parkinson	6
1.3. Fadiga muscular e Doença de Parkinson.....	6
1.4. Andar na Doença de Parkinson	7
1.5. Nível de atividade física e fadiga muscular: efeitos na locomoção de pacientes com doença de Parkinson.....	8
1.6. Objetivos	10
2. Estudo 1: Efeito do nível de atividade física no sintoma de fadiga em pacientes com a doença de Parkinson e indivíduos neurologicamente saudáveis.....	11
2.1. Introdução	11
2.2. Materiais e métodos	12
2.2.1. Participantes	12
2.2.2. Delineamento Experimental	13
2.2.2.1. Determinação do nível da atividade física e da percepção do sintoma da fadiga	13
2.2.3. Análise dos dados.....	14
2.3. Resultados.....	14
2.4. Discussão	17
2.5. Conclusão.....	19
3. Estudo 2: Efeito da fadiga muscular do quadríceps nos parâmetros do andar de pacientes com doença de Parkinson: influência do nível de atividade física.....	21
3.1. Introdução	21
3.2. Materiais e métodos	22
3.2.1. Participantes	22
3.2.2. Procedimentos Experimentais.....	23
3.2.2.1. CVM	23
3.2.2.2. Tarefa do andar.....	23
3.2.2.3. Tarefa de Indução à Fadiga.....	24
3.2.2.4. Cinemática	24
3.2.2.5. Cinética	24
3.2.2.6. Eletromiografia	25
3.2.3. Análise estatística.....	25
3.3. Resultados.....	26
3.4. Discussão	30
4. Estudo 3: Ultrapassagem do obstáculo durante o andar: efeito da fadiga muscular, da doença de Parkinson e do nível de atividade física no andar	34

4.1. Introdução	34
4.2. Materiais e Métodos.....	35
4.2.1. <i>Participantes</i>	35
4.2.2. <i>Procedimentos Experimentais</i>	35
4.2.2.1. <i>CVM</i>	36
4.2.2.2. <i>Tarefa do andar</i>	36
4.2.2.3. <i>Tarefa de Indução à Fadiga</i>	36
4.2.2.4. <i>Cinemática</i>	37
4.2.2.5. <i>Cinética</i>	37
4.2.2.6. <i>Eletromiografia</i>	37
4.2.3. <i>Análise estatística</i>	38
4.3. Resultados.....	38
4.4. Discussão	44
5. Considerações finais	47
6. Referências	49
Anexo 1. Comitê de Ética.....	63
Anexo 2 – Questionário de Baecke modificados para idoso	64
Anexo 3 - Multidimensional Fatigue Inventory – MFI (Smets, 1995).....	67
Apêndice 1. Termo de consentimento livre e esclarecido - Estudo 1.....	68
Apêndice 2. Termo de consentimento livre e esclarecido - Estudo 2.....	71

Termos e definições

Com a finalidade de facilitar o entendimento e a leitura dessa dissertação, este tópico tem como objetivo definir os principais termos utilizados nesse trabalho.

- *Andar com ultrapassagem de obstáculo*: também conhecido como andar adaptativo, consiste no andar com transposição de obstáculo, exigindo modulações do padrão de locomoção;
- *Andar em ambiente regular*: também conhecida como andar livre, consiste na locomoção em superfícies planas e lisas, onde modificações no padrão do andar não são requeridas;
- *Atividade Física*: qualquer movimento corporal, produzido pelos músculos esqueléticos, que resulte em gasto energético maior que os níveis de repouso (Caspersen, 1985);
- *Ativo*: neste estudo foi considerado ativo, os participantes que atingiram pontuação igual ou superior a 5 no Questionário de Baecke modificados para Idosos.
- *Cinemática*: Nesse estudo, cinemática consistiu na aquisição e processamento dos parâmetros espaço-temporais do andar.
- *Cinética*: Estudo das forças internas e externas aplicadas ao movimento (AMADIO; SERRÃO, 2007). No presente estudo, se refere aos impulsos de frenagem e propulsão que envolvem o movimento.
- *Comprimento da passada*: distância no sentido longitudinal, em cm, entre o contato do IRED do calcâneo no contato até o contato subsequente do mesmo membro no solo;
- *Comprimento do passo*: distância no sentido longitudinal, em cm, entre o contato do IRED do calcâneo no contato até o contato do calcâneo do outro membro com o solo;
- *Contração voluntária máxima (CVM)*: Nesse estudo, se refere a tarefa de realizar força isométrica máxima no equipamento do leg press;
- *Distância vertical pé obstáculo*: distância vertical, em cm, entre o IRED do 5° e 1° do membro de ultrapassagem e de suporte, respectivamente, e o IRED do obstáculo, no momento em que o metatarso encontra-se sobre o obstáculo.
- *Doença de Parkinson*: caracterizada pela morte progressiva dos neurônios dopaminérgicos contidos na parte compacta da substância negra (OLANOW; STERN; SETHI, 2009), que são responsáveis pela produção do neurotransmissor da dopamina, que tem como função a regulação da atividade neuronal do córtex motor (OBESO et al., 2000);
- *Duração da passada*: tempo, em s, gasto para a realização de uma passada.
- *Eletromiografia*: registro da atividade elétrica produzida por um músculo em contração;
- *Exercício Físico*: define-se como um conjunto de movimentos físicos, planejados e estruturado para melhorar o desempenho físico (Caspersen, 1985);

- *Fadiga*: A fadiga é usado para descrever uma série de fenomenos com uma variedade de causas (EGENTON et al., 2009), mas mais estritamente definida como qualquer redução na capacidade de um músculo para gerar força ou potência ou ainda na sensação demasiada de cansaço, que tem causas centrais e periféricas (GANDEVIA, 2001; ENOKA et al, 1992)
- *Fadiga muscular*: definida como uma falha em manter uma força desejada ou requerida (EDWARDS, 1981);
- *Impulso anteroposterior de frenagem*: fase de desaceleração (contato do pé com o solo), calculada através área da curva de força pelo tempo de apoio, em porcentagem corporal por milissegundos (PC.ms);
- *Impulso anteroposterior de propulsão*: fase de aceleração, calculada através área da curva de força pelo tempo de apoio, em porcentagem corporal por milissegundos (PC.ms);
- *Impulso vertical de frenagem*: caracteriza parte do apoio quando a perna está recebendo o peso corporal, logo após o contato do pé com o solo, calculada através área da curva de força pelo tempo de apoio, em porcentagem corporal por milissegundos (PC.ms);
- *Impulso vertical de propulsão*: representa o impulso contra o solo para iniciar o próximo passo, calculada através área da curva de força pelo tempo de apoio, em porcentagem corporal por milissegundos (PC.ms);
- *Inativo*: para esse estudo é considerado como uma pessoa que não realizou atividade física regular nos últimos 3 meses e que atingiu pontuação inferior ou igual a 4 no questionário de Baecke modificados para idosos;
- *Largura do passo*: distância no sentido médio-lateral, em cm, entre o IRED do calcâneo no contato de um membro com o solo e o IRED do calcâneo no contato do membro contralateral com o solo;
- *Membro de suporte*: perna de sustentação do corpo durante a ação da perna de abordagem e que, posteriormente, realiza a transposição do obstáculo;
- *Membro de ultrapassagem*: perna que realiza a primeira ação de transposição do obstáculo;
- *Nível de atividade física*: define-se pela quantidade de atividade física realizada nos diversos domínios que discrimina indivíduos ativos de inativos.
- *Pico de ativação eletromiográfica*: máxima magnitude alcançada durante a ativação do músculo, normalizado pelo maior valor individual de ativação eletromiográfica.
- *Plataforma de força*: Consiste em duas superfícies rígidas, uma superior e uma inferior, que são interligadas por sensores de força, sendo capaz de mensurar a força de reação do solo nas direções mediolateral, anteroposterior e vertical (BARELA; DUARTE, 2011).

- *Porcentagem de duplo suporte*: porcentagem (%), referente à passada, em que o indivíduo realiza o suporte com os dois membros;
- *Sintoma da Fadiga*: é a sensação geral de cansaço ou dificuldade em iniciar a atividade no âmbito físico ou mental vivida por um indivíduo durante vários dias ou semanas (LOU, 2009);
- *Sistema optoeletrônico de análise de movimento*: equipamento capaz de realizar análise tridimensional do movimento, utilizado para aquisição dos parâmetros cinemáticos durante a tarefa do andar;
- *Velocidade da passada*: resultado do comprimento da passada dividido pela duração da passada, em cm/s;

1. Introdução

A fadiga muscular altera o sistema locomotor aumentando o risco de quedas (PARIJAT; LOCKHART, 2008). Este quadro pode ser acentuado em pacientes com Doença de Parkinson (DP), uma vez que são mais fadigáveis que indivíduos não acometidos pela DP (MARUSIAK et al., 2004; OVED et al., 2006; WIERZBICKA et al., 1991). Além de mais fadigáveis, pacientes com DP apresentam maior sensação de cansaço, caracterizado como sintoma da fadiga (LOU et al., 2001), sendo este fator também relacionado ao aumento no risco de quedas (BRYANT et al., 2012). Apesar disso, o envolvimento em atividade física parece contrapor os efeitos da DP (GOBBI et al., 2010; GOBBI et al., 2009; CRIZZLE; NEWHOUSE, 2006), acarretando em melhoras no sintoma da fadiga e no sistema locomotor (GARBER; FRIEDMAN, 2003). Entretanto, estes contextos têm sido estudados separadamente, o que dificulta o entendimento dos mecanismos que envolvem a fadiga muscular, o sintoma da fadiga e qual seu impacto na locomoção de pacientes com DP. O entendimento acerca desses fatores constitui o interesse dessa dissertação, que tem como objetivo principal verificar o efeito da fadiga e da atividade física no comportamento locomotor de pacientes com DP.

Nessa introdução geral, primeiramente são apresentados dados epidemiológicos e o contexto teórico da DP com a finalidade de caracterizar a população principal desta pesquisa. Em seguida, o termo fadiga é definido, sendo apresentado seu impacto na funcionalidade dos pacientes com DP. Complementando o assunto anterior, os dados apontados na literatura sobre a influência da fadiga muscular na DP são discutidos, demonstrando a importância do assunto para a população de pacientes com DP. Posteriormente, são apresentados os efeitos da DP nos parâmetros do andar sem a presença de obstáculo e com ultrapassagem de obstáculo. Neste tópico são apresentados os ajustes que os pacientes com DP realizam durante o andar, especialmente na presença de obstáculos. Na sequência, são apontados os possíveis efeitos que o nível de atividade física e a fadiga muscular podem ocasionar nos parâmetros locomotores. Por fim, são detalhados os objetivos desta dissertação.

1.1. Doença de Parkinson

Dados epidemiológicos têm revelado a grande relevância social de estudos envolvendo a DP (VON CAMPENHAUSEN et al., 2005) uma vez que se estima que a DP afeta 0,3% da população e 1% a 2% dos idosos acima de 60 anos (DE LAU; BRETELER, 2006). Para o Brasil, a DP acomete 3,3% dos idosos acima de 64 anos (BARBOSA et al., 2006). Além disso, o número de idosos em todo o mundo tem aumentado significativamente (LUTZ;

SANDERSON; SCHERBOV, 2001), o que aumenta o número de pessoas com DP (VON CAMPENHAUSEN et al., 2005).

A DP é caracterizada pela morte progressiva dos neurônios dopaminérgicos contidos na parte compacta da substância nigra (OLANOW; STERN; SETHI, 2009), que são responsáveis pela produção do neurotransmissor dopamina, que tem como função a regulação da atividade neuronal do córtex motor (OBESO et al., 2000). Por consequência da diminuição da dopamina, ocorre desequilíbrio da atividade inibitória/excitatória das vias diretas e indiretas da circuitaria entre os núcleos da base e o córtex motor (SAITO et al., 2000; GUYTON, 1993), ocasionando excessiva inibição dos sistemas motores tálamo-cortical e tronco-encefálico (OBESO et al., 2008; OBESO et al., 2000). Com isso, sinais e sintomas característicos da DP, como rigidez muscular, tremor de repouso, instabilidade postural, discinesia, bradicinesia, hipometria, acinesia, fadiga e os comprometimentos no andar (VITÓRIO et al., 2012; VITÓRIO et al., 2010; PIERUCCINI-FARIA et al., 2006; MORRIS et al., 1996) são desencadeados. Além disso, os comprometimentos neurofisiológicos podem exacerbar o sintoma de fadiga em idosos com DP (PAVESE et al., 2010).

Pacientes com DP apresentam comprometimentos na produção de noraepinefrina e serotonina. Déficits serotoninérgicos em regiões dos núcleos da base estão diretamente relacionados ao sintoma da fadiga. A disfunção de noraepinefrina e serotonina ocorre devido à degeneração dos neurônios dos núcleos coeruleus e de Raphe causado pela DP (TAKAKUSAKI; TOMITA; YANO, 2008; TAKAKUSAKI et al., 2004) que têm importante função nos sintomas cognitivos e no humor e também no controle do tônus muscular. Como consequência desse comprometimento, pacientes com DP apresentam déficits de atenção e aumento de estresse e sinais/sintomas relativos ao humor e à depressão (BRAAK et al., 2004), além de comprometimentos no controle da ativação muscular. Pavese e colaboradores (2010) verificaram, através de neuroimagem, que pacientes que apresentam o sintoma da fadiga tem diminuição da dopamina no córtex frontal e disfunção serotoninérgica no núcleo caudado, putâmen, tálamo, região cortical adicional e estriado. Essas regiões formam os núcleos da base e o comprometimento dessas vias acomete o recebimento de estímulos sensoriais e motoras de todas as áreas corticais (BOLAM et al., 2000). Com isso, lesões estruturais e/ou mudanças no equilíbrio dos neurotransmissores nos núcleos da base podem prejudicar o processo de entrada e de saída da informação para o córtex motor. Essa dissociação entre a motivação e o sistema executivo poderia diminuir a vontade de agir e um aumento na sensação de desgaste físico constante, caracterizando o sintoma da fadiga (CHAUDHURI et al., 2000), e ainda, déficits de atenção e aumento de estresse e sinais/sintomas relativos ao humor e à depressão (BRAAK et

al., 2004). Devido a esta série de mudanças neurofisiológicas a incidência de fadiga em pacientes com DP é alta quando comparada a idosos saudáveis (FRIEDMAN et al., 2007).

1.2. Fadiga Geral e Doença de Parkinson

A fadiga geral se refere à sensação geral de cansaço ou dificuldade em iniciar a atividade física ou mental vivida por um sujeito durante vários dias ou semanas (FRIEDMAN et al., 2010; LOU, 2009). O sintoma da fadiga é manifestada em diversas doenças degenerativas e considerada como um dos acometimentos não motores mais comuns na DP (FRIEDMAN et al., 2007; HERLOFSON; LARSEN, 2003; LOU et al., 2001; ABE; TAKANASHI; YANAGIHARA; 2000; KARLSEN et al., 1999). Quase dois terços dos pacientes com DP (58,1%) apresentam sintoma de fadiga (BARONE et al., 2009), demonstrando a grande incidência da fadiga nesta população e a relevância deste assunto.

Diante dos acometimentos da DP, os pacientes relatam maior sensação de fadiga quando comparados com indivíduos não acometidos pela DP. Lou e colaboradores (2001) avaliaram e correlacionaram as dimensões da fadiga (geral, física, mental, baixa motivação e nível de atividade reduzida) de pacientes com DP comparados com idosos não acometidos pela DP e encontraram sinais de fadiga em ambos os grupos. O grupo de pacientes com DP apresentou maior fadiga em todas as dimensões mensuradas. Ainda, os autores não encontraram relação entre as dimensões físicas e mentais, sugerindo avaliações separadas para essas dimensões. Isso reforça a necessidade de utilizar uma ferramenta que consiga avaliar todos os âmbitos que o sintoma da fadiga pode afetar. Apesar de achados importantes, estudos envolvendo o sintoma da fadiga carecem de fatores que possam contribuir no tratamento de tal sintoma, como por exemplo, o efeito da prática de regular de exercício físico.

O sintoma da fadiga acarreta em comprometimentos na qualidade de vida (OKUMA et al., 2009; HAVLIKOVA et al., 2008a). Distúrbios do sono e distúrbios psíquicos (FRIEDMAN; FRIEDMAN, 2001), impactos na funcionalidade, como lentidão na mobilidade funcional (GARBER; FRIEDMAN, 2003) e aumento no risco de quedas (BRYANT et al., 2012) são exemplos do efeito da fadiga na qualidade das atividades diárias dos pacientes com DP. Apesar disso, os estudos têm focado principalmente a percepção da fadiga, carecendo de pesquisas práticas que envolvam a fadiga, especialmente a fadiga muscular.

1.3. Fadiga muscular e Doença de Parkinson

Fadiga muscular é reconhecida por gerar implicações nas atividades da vida diária, sendo considerada como um grave problema social (HANCOCK; DESMOND, 2000; COHEN;

KESSLER; GORDON, 1995). A fadiga muscular gera dificuldade de sustentar determinada contração durante uma tarefa, influenciando no controle e na eficiência durante as realizações de movimentos (HELBOSTAD et al., 2007; RIBEIRO; MOTA; OLIVEIRA, 2007) e aumentando o risco de quedas durante o andar (PARIJAT; LOCKHART, 2008).

A condição de fadiga é ainda mais comum em idosos quando comparados com adultos jovens (BARBIERI, et al., 2013), isso devido à deterioração musculoesquelética que ocorre com o envelhecimento (KANG; DINGWELL, 2008; NORRIS et al., 2007). Como consequência, idosos apresentam diminuição nos níveis de força devido à perda na contratilidade do músculo (ALLMAN; RICE, 2002; HUNTER; WHITE; THOMPSON, 1998), afetando o desempenho nas tarefas diárias (AVLUND et al., 1994).

Em pacientes com DP, a perda da capacidade de gerar força e da capacidade de ativação muscular é ainda maior (CANO-DE-LA-CUERDA et al., 2010). Ziv e colaboradores (1998) compararam pacientes e indivíduos neurologicamente saudáveis em uma tarefa de fadiga muscular que envolvia flexão do antebraço e encontraram que pacientes apresentam maior fadiga muscular durante o teste, que pode ocorrer devido aos déficits centrais dos pacientes com DP. Ainda, a maior coativação muscular evidenciada em pacientes com DP aumenta o gasto energético afetando a capacidade de gerar força quando requerida (ALBANI et al., 2003). Desta forma, pacientes com DP podem apresentar falha durante a realização de movimentos em estado de fadiga muscular, especialmente durante o andar, comprometendo a eficiência e colocando a segurança do indivíduo em risco. No entanto, na literatura não é evidente como a fadiga muscular pode comprometer o comportamento locomotor desta população.

1.4. Andar na Doença de Parkinson

O processo de envelhecimento acarreta em declínios nos componentes da capacidade funcional e na estabilidade (LOWREY; WATSON; ANN, 2007; LAUFER, 2005; DRAGANICH; KUO, 2004). Além disso, diminui a capacidade cognitiva e provoca declínios nos sistemas que acarretam em prejuízos na percepção, no planejamento e nas ações motoras (KUEIDER et al., 2012; BROOKMEYER et al., 2007). A combinação destes fatores ocasionam mudanças no andar de idosos, tanto em ambientes regulares (sem a presença de obstáculos, degraus ou buracos) como na ultrapassagem de obstáculo, gerando ajustes cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos durante o andar. Em relação aos parâmetros cinemáticos, com o envelhecimento ocorre diminuição na velocidade do andar, no comprimento e na duração do passo (HAHN; CHOU, 2004; McKENZIE; BROWN, 2004; OWINGS; GRABINER, 2004; McFADYEN; PRINCE, 2002) e aumento na cadência e duração da passada (SHKURATOVA;

MORRIS; HUXHAM, 2004). Durante a negociação com o obstáculo, idosos demonstram menor distância horizontal obstáculo-pé do membro de abordagem (YEN et al., 2009; LOWREY; WATSON; ANN, 2007; LU; CHEN; CHEN, 2006; McKENZIE; BROWN, 2004; McFADYEN; PRINCE, 2002) e maior distância vertical pé-obstáculo (YEN et al., 2009; LU; CHEN; CHEN, 2006). Para os parâmetros cinéticos, idosos apresentam diminuição no impulso de frenagem, força mínima e impulso de propulsão (BARELA; DUARTE, 2008; DRAGANICH; KUO, 2004; McFADYEN; PRINCE, 2002). Em relação aos parâmetros eletromiográficos durante o andar, idosos apresentam maior ativação dos músculos gastrocnêmio, solear, vasto lateral e tibial anterior (SCHMITZ et al., 2009; HAHN; LEE; CHOU, 2005). Durante a ultrapassagem de obstáculo, foi observada maior ativação do glúteo médio e do vasto lateral (HAHN; LEE; CHOU, 2005).

O envelhecimento aliado a DP aumenta as modificações no sistema locomotor. A doença afeta movimentos rítmicos e sequenciais (TAKAKUSAKI; TOMITA; YANO, 2008), ocasionando aumento no risco de quedas (STOLZE et al., 2004). Pacientes com DP apresentam maior duração de duplo suporte (VITÓRIO et al., 2010; PIERUCCINI-FARIA et al., 2006; FERRARIN et al., 2002; VIEREGGE et al., 1997; MORRIS et al., 1996) e menor largura do passo (YANG et al., 2008), comprimento da passada e velocidade (VITÓRIO et al., 2010; FERRARIN et al., 2007; PIERUCCINI-FARIA et al., 2006; SOFUWA et al., 2005) quando comparados a idosos neurologicamente saudáveis. Além disso, idosos com DP apresentam menores valores de força de reação de solo na fase de frenagem e propulsão (VITÓRIO, 2010; NIEUWBOER et al., 1999). Provavelmente as mudanças são consequência de comprometimento musculares apresentado pelos pacientes (DIETZ et al., 1995), que apresentam menor ativação muscular do gastrocnêmio medial durante a fase de suporte e maior ativação do tibial anterior durante a fase de balanço (ALBANI et al., 2003). Entretanto, a influência de fatores intervenientes, como o nível de atividade física e a fadiga muscular, ligados à locomoção dos pacientes são ainda pouco conhecidos e necessitam de maior atenção.

1.5. Nível de atividade física e fadiga muscular: efeitos na locomoção de pacientes com doença de Parkinson

O nível de atividade física altera a locomoção. Alterações no andar ocorrem entre indivíduos de diferentes níveis de atividade física, reflexo da pobre condição neuromuscular de indivíduos inativos que pode vir a afetar o controle e a propulsão (GOTSHALK et al., 2008; KATSIARAS et al., 2005). A atividade física pode promover diversos benefícios à saúde e melhora os componentes da capacidade funcional, como força (GONZAGA et al., 2011),

flexibilidade, resistência cardiovascular, agilidade, coordenação (LORD et al., 2003) e equilíbrio (BARNETT et al., 2003). Indivíduos inativos apresentam alterações nas variáveis do andar com ultrapassagem do obstáculo, apresentando menor velocidade do andar e aumento da distância horizontal do posicionamento do pé antes do obstáculo, quando comparados com indivíduos ativos (NIANG; MCFADYEN, 2005). Ainda, a inatividade física promove mudanças na força de reação do solo durante a ultrapassagem de obstáculo, onde indivíduos inativos apresentam maior impulso de frenagem e propulsão para a perna de abordagem quando comparados com ativos (BARBIERI et al., 2013c).

A atividade física promove melhora no controle locomotor de pacientes com DP. Após prática regular de atividade física, pacientes com DP diminuem a duração da passada e aumentam o comprimento e a velocidade da passada (VITÓRIO et al., 2011). Desta forma, os pacientes com DP conseguem lidar com a lentidão de movimento que é característico do andar desta população (VITÓRIO et al., 2010). Assim, a prática regular de atividade física tem sido considerada como uma importante forma de terapia no controle da DP (CRIZZLE; NEWHOUSE, 2006), auxiliando no controle de produção de dopamina (YOON et al., 2007), melhorando os componentes da capacidade funcional (BARBIERI et al., 2012b) e se contrapondo aos efeitos de fraqueza muscular que são fatores importantes para o andar (SCANDALIS et al., 2001).

A prática regular de atividade física é fator importante para os efeitos da fadiga. Indivíduos ativos são mais resistente a condição da fadiga muscular, devido à melhor condição neuromuscular, quando comparados com inativos (BARBIERI et al., 2013c; KATSIARAS et al., 2005). A fadiga muscular altera o controle do equilíbrio, aumentando a predisposição a quedas (BARBIERI et al., 2013a,b,c; BARBIERI, 2012; SANTOS; GOBBI, 2011). Desta forma, indivíduos idosos e adultos jovens buscam melhorar a estabilidade, aumentando o comprimento e largura do passo e diminuindo o tempo em suporte simples (BARBIERI et al., 2013a,b,c; SANTOS, GOBBI, 2011, 2010; HELBOSTAT et al., 2007). Entretanto, há uma lacuna na literatura a respeito do comportamento do andar de pacientes com DP sob condição de fadiga muscular, mesmo com esses indivíduos sendo mais susceptíveis a essa condição (STEVENS-LAPSLEY; KLUGER; SCHENKMAN, 2012), e também relacionado ao contexto do nível de atividade física no andar desta população, especialmente a combinação destes fatores. O aumento nível de atividade física parece ser uma importante estratégia para a melhora neuromuscular de pacientes com DP, e conseqüentemente para o aumento da resistência a fadiga muscular (STEVENS-LAPSLEY; KLUGER; SCHENKMAN, 2012), podendo evitar os

efeitos negativos que a fadiga muscular pode propiciar no controle locomotor dos pacientes com DP.

Diante do contexto, estudos envolvendo a fadiga geral e a fadiga muscular em pacientes com DP são importantes para ajudar no entendimento do contexto da fadiga nesta população. Os achados desta dissertação podem auxiliar no direcionamento de programas de intervenção no combate aos sintomas de fadiga e a fadiga muscular, especialmente direcionados a locomoção em ambiente regular e envolvendo ultrapassagem de obstáculo de pacientes com DP. Ainda, o estudo da fadiga muscular de pacientes com DP poderá auxiliar no entendimento da patogênese da doença, clarificando os mecanismos de controle motor do andar sob efeito da fadiga muscular e dos aspectos relacionados a sensação de fadiga desta população. Com isso, estudos que avancem neste contexto são importantes para auxiliar no diagnóstico e tratamento da DP.

1.6. Objetivos

Neste contexto, a presente dissertação tem como objetivos: i) comparar e relacionar o sintoma da fadiga com o nível de atividade física, em pacientes com DP e em indivíduos não acometidos pela DP; ii) analisar e comparar o efeito da fadiga muscular do quadríceps no andar de pacientes com DP e indivíduos neurologicamente saudáveis, considerando o nível de atividade física; iii) analisar o efeito da fadiga muscular do quadríceps e do nível de atividade física no controle da locomoção durante a ultrapassagem de obstáculo de pacientes com DP. Para atingir esses objetivos, a presente dissertação propõe a realização de 3 estudos, detalhados na sequência. O primeiro estudo buscou verificar a influência do nível de atividade física no sintoma da fadiga (considerando diferentes dimensões do sintoma da fadiga) de pacientes com DP comparados com indivíduos neurologicamente saudáveis. O nível de atividade física foi considerado para verificar seu efeito na percepção do sintoma da fadiga. O segundo e o terceiro estudos buscaram verificar os efeitos da fadiga nos parâmetros locomotores (cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos) do andar em ambiente regular (estudo 2) e com ultrapassagem de obstáculo (estudo 3) de pacientes com DP. Para isso, os efeitos da fadiga muscular nesta população foi comparada com um grupo de indivíduos não acometidos pela doença. Ainda, o nível de atividade física foi considerado durante as análises.

2. Estudo 1: Efeito do nível de atividade física no sintoma de fadiga em pacientes com a doença de Parkinson e indivíduos neurologicamente sadios

2.1. Introdução

O sintoma da fadiga é uma das manifestações não motoras mais comuns em pacientes com doença de Parkinson (DP) (TAKAKUSAKI; TOMITA; YANO, 2008; FRIEDMAN et al., 2007; HERLOFSON; LARSEN, 2003; FRIEDMAN; FRIEDMAN, 2001; LOU et al., 2001; ABE; TAKANASHI; YANAGIHARA, 2000). O sintoma da fadiga é multifatorial e tem sido definido como a sensação geral de cansaço ou dificuldade em iniciar a atividade no âmbito físico ou mental vivida por um indivíduo durante vários dias ou semanas (LOU, 2009). Aproximadamente 58% dos pacientes com DP apresentam sintoma da fadiga (BARONE et al., 2009; HERLOFSON; LARSEN, 2003), podendo ser maior a incidência em estágios avançados da DP (HAVLIKOVA et al., 2008b). O sintoma da fadiga ocorre devido principalmente à disfunção serotoninérgica nos núcleos da base e nas estruturas límbicas (CHAUDHURI et al., 2003; CHAUDHURI, BEHAN, 2000), e no tálamo, na região cortical adicional e no estriado (PAVESE et al., 2010). A sensação demasiada da fadiga pode levar a comprometimentos em iniciar e/ou completar atividades relacionadas a carregar pesos, trabalhos manuais, correr, andar (LOU, 2009; LOU et al., 2001), maior risco de quedas (BRYANT et al., 2012) e déficits na atenção e no planejamento de ações (LOU, 2009; LOU et al., 2001), piorando a qualidade de vida dos indivíduos com DP (MIWA, MIWA, 2011).

Pacientes com DP apresentam maiores sintomas de fadiga que indivíduos neurologicamente sadios (FRIEDMAN; FRIEDMAN, 1993). Lou e colaboradores (2001) caracterizaram o sintoma da fadiga em pacientes com DP, encontrando maior sintoma da fadiga nos pacientes com DP em todas as dimensões (geral, física, nível de atividade reduzido, baixa motivação e mental). Entretanto, até o momento, poucos estudos consideraram os efeitos do nível de atividade física nos sintomas da fadiga em indivíduos com DP, sendo que os resultados encontrados nesses estudos se contrapõem. Hoff e colaboradores (1997) não encontraram relação entre nível de atividade física e sintoma da fadiga. Enquanto que Elber e colaboradores (2009) verificaram ter relação inversa entre sintoma da fadiga e nível de atividade física em pacientes com DP. A atividade física é uma importante forma de terapia para a DP, promovendo aumento nos níveis dopaminérgicos (LAU et al., 2011; TAJIRI et al., 2010) e serotoninérgicos (SALMON, 2001; WILSON, MARSDEN, 1996) que, conseqüentemente, podem melhorar a sensação demasiada de cansaço. Os trabalhos que consideraram o nível de atividade física não apresentaram um grupo de indivíduos neurologicamente sadios para comparação (ELBERS et

al., 2009; GARBER, FRIEDMAN, 2003; HOFF et al., 1997), tornando incompleto o entendimento dos efeitos do nível de atividade física nos sintomas da fadiga em indivíduos com DP.

Para esclarecer esta lacuna encontrada na literatura, o objetivo do estudo foi: a) comparar o sintoma da fadiga entre indivíduos com DP e indivíduos neurologicamente sadios (grupo controle), considerando o nível de atividade física; b) verificar a relação entre nível de atividade física e as dimensões da fadiga para os indivíduos com DP e grupo controle. A hipótese do estudo foi que a percepção de fadiga é mais acentuada em indivíduos com DP. Ainda, o nível de atividade física é fator interveniente, sendo a percepção de fadiga menor em indivíduos ativos comparados com indivíduos inativos, ocorrendo interação entre nível de atividade física e grupo, sendo que pacientes com DP e indivíduos controle ativos julguem menor sintoma da fadiga comparado com pacientes com DP e controle inativos. Finalmente, espera-se que o nível de atividade física tem relação inversa com as dimensões da fadiga para ambos os grupos.

2.2. Materiais e métodos

2.2.1. Participantes

Participaram deste estudo 80 indivíduos, sendo 40 pacientes com DP idiopática (grupo DP), que foram recrutados no banco de dados de um Programa de Atividade Física para pacientes com doença de Parkinson (PROPARKI – UNESP Rio Claro) e 40 indivíduos neurologicamente sadios (grupo controle) recrutados na comunidade. Os pacientes foram clinicamente avaliados por um neuropsiquiatra para confirmação do diagnóstico baseado nos critérios determinados pelo Banco de Cérebro de Londres (HUGHES et al., 1992). Para cada grupo, os participantes foram distribuídos, de acordo com o nível de atividade física, em ativos (n=20) e inativos (n=20).

Os critérios de exclusão para participação do estudo foram: a) para ambos os grupos: déficits cognitivos que impossibilitassem o entendimento das questões dos questionários; b) para os pacientes com DP: estágio acima de 3 na escala de Hoehn & Yahr (H&Y – HOEHN; YAHN, 1967; Versão adaptada por SCHENKMAN et al., 2001), diagnóstico da DP não conclusivo e/ou Síndrome Parkinsoniana Secundária e/ou ausência de terapia medicamentosa.

2.2.2. Delineamento Experimental

Cada participante foi informado sobre os procedimentos e os objetivos do estudo e permitiram sua participação por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 1), submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro (Protocolo nº 3083; Anexo 1).

Os participantes do estudo foram avaliados por um médico especialista para verificar os critérios de exclusão. Posteriormente, para caracterização da amostra, o médico verificou, nos pacientes com DP, o estágio de evolução da DP através da escala de H&Y, o grau de comprometimento da DP através da Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS – FAHN; ELTON, 1987), e a condição cognitiva através do Mini-Exame do Estado Mental (BRUCKI et al., 2003).

2.2.2.1. Determinação do nível da atividade física e da percepção do sintoma da fadiga

O nível de atividade física de cada participante foi determinado pelo Questionário de Baecke modificado para idosos (VOORRIPS et al., 1991). O questionário avalia o nível de atividade considerando as seções de atividades domésticas, esportivas e de tempo livre. As atividades esportivas e de tempo livre são calculadas através da multiplicação da intensidade, da quantidade de horas por semana e a quantidade de meses no último ano de acordo com a tabela proposta por Bink, Bonjer e Van der Sluys (1966). A soma dos escores de cada seção revela o escore total do questionário, sendo que quanto maior a pontuação maior o nível de atividade física do participante. Para compor o grupo de ativos, independente da presença ou não da DP, o participante deveria apresentar pontuação no questionário maior que cinco e, para o grupo de inativos, deveria apresentar pontuação no questionário menor que quatro (NASCIMENTO et al., 2008) e não ter praticado atividade física regular e sistematizada nos últimos 3 meses. Em relação aos pacientes com DP inativos, foram selecionados os pacientes que recentemente foram inseridos no PROPARKI, ou que não realizavam o programa de atividade física.

Para verificar a percepção do sintoma de fadiga foi utilizado o Multidimensional Fatigue Inventory (MFI - SMETS et al., 1995). Este questionário permite mensurar a percepção do sintoma da fadiga em diferentes populações e vem sendo utilizado com frequência em indivíduos com DP (FRIEDMAN et al., 2010). O MFI mede a percepção subjetiva de fadiga, independentemente, nas dimensões geral, física, baixa motivação, mental, e nível de atividade reduzida. Há quatro afirmações em cada dimensão e cada uma delas apresenta pontuação em

escala Lickert correspondente a 1 (sem fadiga) até 5 (altamente fadigado). Assim, quanto maior a pontuação obtida no questionário maior a percepção subjetiva do indivíduo (20 - menor percepção à fadiga e 100 - maior percepção à fadiga).

2.2.3. Análise dos dados

As variáveis dependentes de interesse foram analisadas estatisticamente no software *SPSS 15.0 for Windows*[®] e o nível de significância ($p < 0,05$) foi mantido para todas as análises. Primeiramente, foi realizada uma estatística descritiva para análise da normalidade e homogeneidade dos dados, por meio dos testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente. Para comparar os indivíduos ativos e inativos com DP para as variáveis específicas da DP (UPDRS, escala de H&Y e MEEM) foi realizada uma ANOVA one-way com fator para nível de atividade física. Para comparar as dimensões da fadiga entre os indivíduos com DP e grupo controle foi utilizado a MANOVA two-way, com fatores grupo e nível de atividade física. Para verificar a relação entre nível de atividade física e as dimensões da fadiga para cada grupo foi realizado o teste de correlação linear de Pearson.

2.3. Resultados

Para idade, não foi revelada diferença entre pacientes com DP e indivíduos controle ativos e inativos. A ANOVA revelou diferença significativa em relação à pontuação do questionário de Baecke entre os participantes dos grupos ativos Parkinson e Controle e grupos de inativos, Parkinson e Controle (Tabela 2.1). Para as variáveis clínicas, pacientes do grupo ativo foram similares aos pacientes do grupo inativo (Tabela 2.1).

Tabela 2.1. Médias e desvios padrão da idade, do nível de atividade física (NAF) e das características clínicas dos grupos Parkinson e Controle Ativo e Inativo.

Idade e Nível de Atividade Física				
	Parkinson		Controle	
	Ativo	Inativo	Ativo	Inativo
Idade (anos)	70,35 ± 13,58	68,35 ± 8,04	66,97 ± 9,87	65,70 ± 11,00
NAF (pontos)	7,34 ± 2,53*	2,76 ± 1,18*	9,23 ± 5,04*	2,02 ± 0,92*
Características Clínicas				
H&Y (pontos)	1,45 ± 0,37*	1,70 ± 0,41*	-	-
UPDRS Funcional (pontos)	3,15 ± 1,98	3,55 ± 1,79	-	-
UPDRS Motora (pontos)	18,75 ± 7,15	20,85 ± 6,19	-	-
MEEM (pontos)	28,80 ± 1,57	28,40 ± 1,42	-	-

* Diferença ($p < 0,05$) entre ativo e inativo

Em relação às dimensões avaliadas pelo MFI, a MANOVA revelou efeito de grupo (Wilks Lambda=0,602; $F_{3,79}=4,998$; $p<0,001$), não sendo revelado efeito para nível de atividade física e interação entre os fatores.

Para grupo (Figura 2.1), a análise univariada indicou maior percepção do sintoma da fadiga para o grupo DP em todas as dimensões: geral ($F_{1,79} = 22,971$, $p<0,001$), física ($F_{1,79} = 24,569$, $p<0,001$), nível de atividade reduzida ($F_{1,79} = 26,207$, $p<0,001$), mental ($F_{1,79} = 8.849$, $p= 0,005$), baixa motivação ($F_{1,79} = 9,528$, $p=0,003$), além do score total ($F_{1,79} = 9,302$, $p<0,001$) quando comparado com o grupo controle.

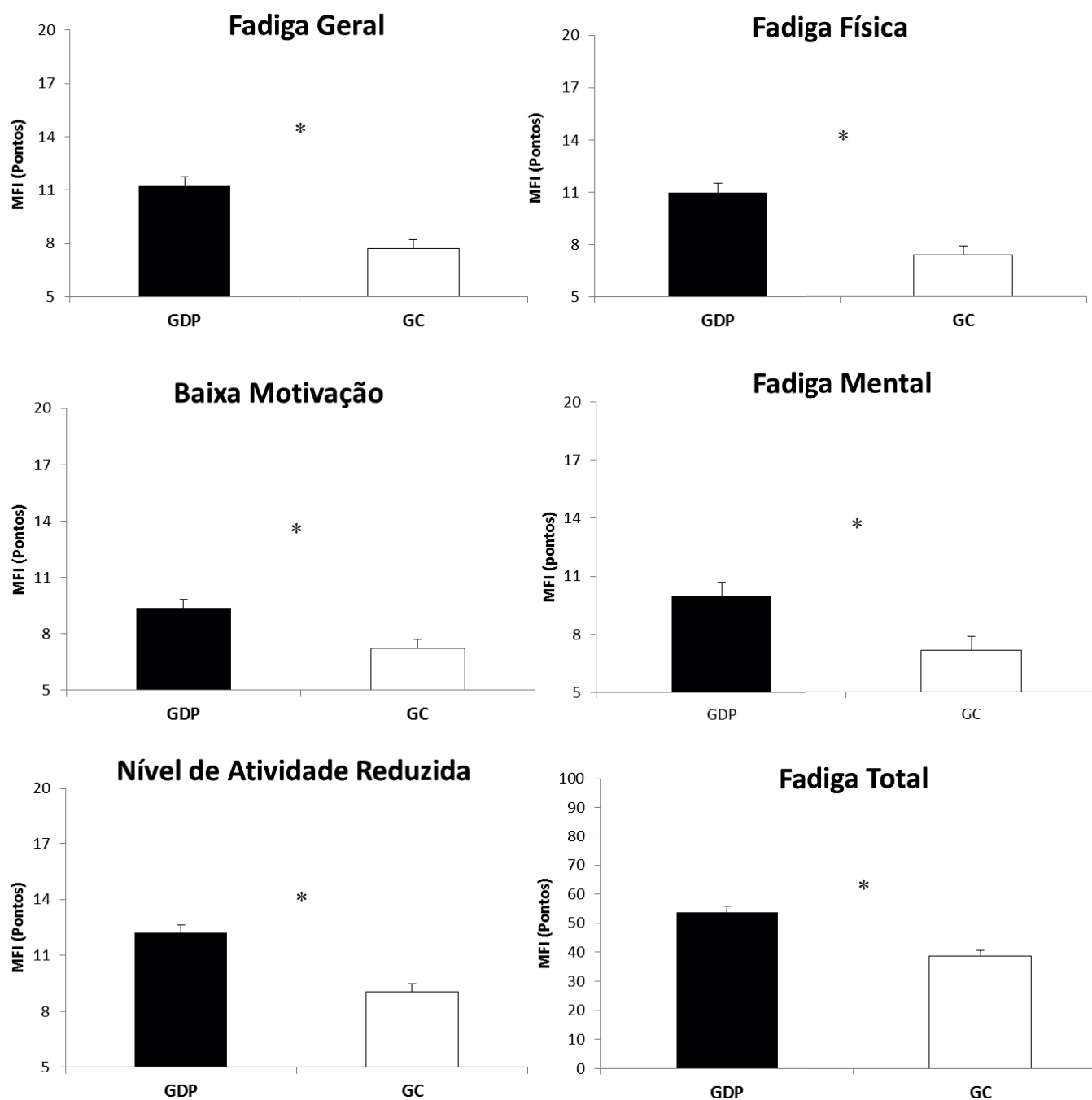


Figura 2.1. Gráficos de médias e desvios padrão referentes às pontuações das dimensões Fadiga Geral, Fadiga Física, Baixa Motivação, Fadiga Mental, Nível de Atividade Reduzida e pontuação Total do Multidimensional Fatigue Inventory (MFI). * Diferença significativa $p < 0,001$

Tanto para o grupo controle como para os pacientes com DP, a análise de correlação de Pearson não revelou relação entre a pontuação obtida no questionário de Baecke e sintoma da fadiga, tanto isoladamente nas dimensões como no valor total do MFI (Tabela 2.2).

Tabela 2.2. Correlação de Person entre nível de atividade física (NAF) e as dimensões geral, física, nível de atividade reduzida, baixa motivação, mental e total para o grupo controle e para os pacientes com DP.

Grupo Controle							
		Geral	Física	Nível de atividade reduzido	Baixa motivação	Mental	Total
Baecke	Correlação	-0,05	-0,06	-0,06	0,28	0,13	0,09
(pontos)	Valor de p	0,38	0,35	0,36	0,09	0,21	0,29
Grupo DP							
Baecke	Correlação	-0,05	0,06	-0,17	-0,17	-0,02	-0,08
(pontos)	Valor de p	0,39	0,35	0,15	0,15	0,46	0,32

2.4. Discussão

Os resultados confirmaram parcialmente as hipóteses do estudo. Os pacientes com DP apresentaram maior percepção subjetiva do sintoma da fadiga para todas as dimensões quando comparados com os idosos neurologicamente saudáveis. Entretanto, não houve efeito do nível de atividade física na percepção do sintoma da fadiga. Nos resultados não foram evidenciados efeito para nível de atividade física, interação entre nível de atividade física e grupo e correlação entre nível de atividade física e as dimensões da fadiga, o que descarta a hipótese de que indivíduos ativos apresentariam menor percepção de fadiga que indivíduos inativos.

A DP acarreta em maior percepção de cansaço. Pacientes com DP relataram maior percepção da fadiga e isso vai de acordo com a literatura (LOU et al., 2001; FRIEDMAN; FRIEDMAN, 1993). Isso pode ser explicado pelo fato do sintoma da fadiga estar relacionado com acometimento nos núcleos da base e estrutura límbica (CHAUDHURI et al., 2003; CHAUDHURI; BEHAN, 2000), tálamo, região cortical adicional e estriado (PAVESE et al., 2010), justamente regiões que são comprometidas em pacientes. Assim, a DP parece ser um fator interveniente em todas as dimensões da fadiga. Pacientes apresentaram exacerbado sintoma da fadiga na dimensão geral, física, atividade reduzida, baixa motivação e mental. No caso da dimensão física, a fadiga tem sido relacionada com a funcionalidade (ROCHESTER et al., 2004), influenciando na velocidade do movimento (GARBER; FRIEDMAN, 2003) e com aumento no risco de quedas (BRYANT et al., 2012). Em contrapartida, os maiores valores para os pacientes na dimensão de fadiga mental podem estar relacionados a problemas como depressão, baixa motivação, distúrbios do sono (LOU et al., 2001) e declínio nas funções cognitivas, trazendo prejuízos no planejamento de ações (LOU, 2009; LOU et al., 2001). Nesse

contexto, independentemente se de característica física ou mental, esse quadro de fadiga ocasiona grande impacto na qualidade de vida (MIWA; MIWA, 2011; LOU, 2009).

O nível de atividade física não foi um fator interveniente no sintoma da fadiga. Esta afirmação corrobora com os achados por Hoff e colaboradores (1997) e se contrapõem aos achados por Elbers e colaboradores (2009), que apesar de encontrar relação inversa entre atividade física e fadiga, a relação encontrada foi fraca ($R^2 = 20\%$). Essa contraposição entre os resultados pode ser explicada por dois fatores: i) a diferença no método utilizado para mensurar o nível de atividade física, uma vez que Elber e colaboradores (2009) e Hoff e colaboradores (1997) utilizaram monitores de atividade física, com uma diferença quanto à forma de monitoramento, 8 horas e 6 dias, respectivamente. Já neste estudo foi utilizado o questionário de Baecke, que apesar de ser uma ferramenta que frequentemente tem sido utilizada, é uma análise subjetiva, e neste caso com uma dificuldade em monitorar de forma exata a quantidade de atividade física; ii) as diferenças nas características amostrais, ausência de paciente no estágio 4 neste estudo, enquanto que dentre os pacientes avaliados por Elbers e colaboradores (2009), 12% estavam no estágio 4 da escala de H&Y. Essa característica pode ter sido um fator diferencial entre os estudos, e que portanto pode ter influenciado diretamente nas diferenças entre dos resultados obtidos por Elber e colaboradores (2009) e os resultados evidenciados no presente estudo e no estudo de Hof e colaboradores (1997). Ainda, a utilização do monitor de atividade física por um período (6 dias) parece apresentar uma maior similaridade com o questionário de Baecke, que mesmo de forma subjetiva, quantifica a prática de atividade física no último ano, representando uma rotina maior de prática regular de atividade física por parte dos participantes avaliados.

Não foi encontrado efeito e relação entre nível de atividade física na percepção de fadiga de ambos os grupos. Sendo assim, o nível de atividade física não modifica a percepção de fadiga, tanto em pacientes com DP nos estágios leves e moderados, como em idosos neurologicamente sadios. Isso indica que o envelhecimento pode acarretar em maior efeito na percepção de fadiga do que o nível de atividade física nessas populações. Com isso, fatores ligados à senescência e que não foram foco de análise para esse estudo, como traços de ansiedade e depressão, podem levar ao forte efeito do envelhecimento mascarando o efeito do nível de atividade física. Em relação à DP, os fatores de ansiedade e depressão (FRIEDMAN et al., 2007), assim como disfunção serotoninérgica (PAVESE et al., 2010) e distúrbios do sono (VALKO et al., 2010) têm sido relacionados com percepção de fadiga. Apesar de corroborar com os achados de Hoff e colaboradores (1997), a presença de um grupo controle no presente estudo contrariam as constatações apresentadas pelos autores na tentativa de explicar a não

relação entre nível de atividade física e percepção da fadiga. Os autores justificam que o não efeito do nível de atividade física no sintoma da fadiga pode ter ocorrido devido a fatores como severidade da DP e o uso de medicação. Porém, eles não verificaram o comportamento em indivíduos neurologicamente saudáveis, diferentemente desse estudo. A ausência do efeito do nível de atividade física também para grupo controle anula fatores ligados apenas às características da DP. Independentemente disso, a não relação entre nível de atividade física e percepção de fadiga elimina um fator que poderia interagir no tratamento do sintoma da fadiga em pacientes nos estágios leves e moderado.

Apesar de resultados importantes, limitações referentes ao questionário de Baecke e ao MFI são evidenciadas neste estudo. Embora consiga discriminar grupos ativos de inativos e ser de fácil acesso e utilização, o questionário de Baecke modificado para idosos tem algumas limitações. Apesar de avaliar o trabalho doméstico, prática de atividade física e atividade no âmbito de lazer, o questionário não quantifica atividades envolvendo o trabalho em ambiente não doméstico. A população idosa tem mostrado uma tendência atual de se manter ativo em ambientes de trabalho, o que pode contrapor aos efeitos do envelhecimento e da doença, apresentando manutenção funcional e cognitiva, que pode representar ganhos na neuroplasticidade (HIRSCH; FARLEY, 2009). Em relação ao MFI, existe similaridades entre as questões que compõe as dimensões do questionário, além de algumas questões não serem claras, podendo acarretar em dificuldades no entendimento do questionário, principalmente em indivíduos idosos.

2.5. Conclusão

A partir dos resultados pode-se concluir que pacientes com DP apresentam percepção mais acentuada do sintoma da fadiga nas dimensões geral, física, baixa motivação, nível de atividade reduzida e mental, quando comparados com indivíduos neurologicamente saudáveis. Ainda, tanto em pacientes com DP como em indivíduos neurologicamente saudáveis, o nível de atividade física não mostrou efeito sobre a percepção da fadiga.

Apesar dos resultados importantes encontrados no presente estudo alguns questionamentos em relação à presente dissertação de mestrado são evidenciados e não foram respondidos, principalmente envolvendo fadiga muscular e andar em pacientes com DP, que são: i) Pacientes com DP são mais susceptíveis à condição de fadiga muscular comparados com indivíduos controle? ii) Como é o comportamento locomotor em ambiente regular dos pacientes sob condição de fadiga muscular? iii) As modificações neuromusculares promovidas pelo

exercício físico afetam os efeitos da fadiga muscular no andar em ambiente regular? Esses questionamentos direcionaram o próximo estudo.

3. Estudo 2: Efeito da fadiga muscular do quadríceps nos parâmetros do andar de pacientes com doença de Parkinson: influência do nível de atividade física

3.1. Introdução

A fadiga muscular compromete a estabilidade do andar em indivíduos neurologicamente saudáveis (BARBIERI et al., 2013a,b,c). Em estado de fadiga muscular, os indivíduos buscam melhorar a estabilidade por meio de ajustes no controle motor. Para isso, há aumento no comprimento e largura do passo, na velocidade do andar, no impulso de frenagem e propulsão e na atividade muscular, e diminuição na duração do passo (BARBIERI et al., 2013b; BARBIERI, 2012; HELBOSTAD et al., 2007). Os ajustes em detrimento da fadiga muscular são ainda mais evidentes em indivíduos acima de 50 anos de idade (BARBIERI et al., Submetido) devido aos efeitos do envelhecimento.

As deteriorações musculoesqueléticas e neurofisiológicas aumentam a sensação de fadiga de pacientes com DP (Estudo 1; STEVENS-LAPSLEY; KLUGER; SCHENKMAN, 2012; GARBER; FRIEDMAN, 2003;). Pacientes com DP apresentam comprometimentos na produção de norepinefrina e serotonina devido à degeneração dos neurônios dos núcleos coerulus e de Raphe causado pela DP (TAKAKUSAKI; TOMITA; YANO, 2008; TAKAKUSAKI et al., 2004). Com isso, o tônus muscular e a transmissão de estímulos motores são prejudicados, podendo potencializar a condição de fadiga muscular em pacientes com DP, alterando os parâmetros do andar. Entretanto, as evidências encontradas na literatura do efeito da fadiga muscular no andar são referentes a adultos e idosos saudáveis.

Uma forma de contrapor os efeitos da fadiga muscular é a realização regular de atividade física. Os efeitos da atividade física na condição neuromuscular são evidenciados na literatura. O nível de atividade física pode se contrapor aos efeitos da fadiga muscular, uma vez que a prática regular de atividade física melhora a condição neuromuscular (GONZAGA et al., 2011) e a condição cardiovascular (MYERS, 2003), que podem influenciar no processo de indução à fadiga (KATSIARAS et al., 2005). Além disso, pacientes com DP ativos apresentam melhoras nos componentes da capacidade funcional (ORCIOLI-SILVA et al., Aceito) e na locomoção (VITÓRIO et al., 2011). Desta forma, indivíduos ativos podem apresentar menores efeitos da fadiga muscular durante o andar.

Diante do exposto, o objetivo do estudo foi analisar e comparar o efeito da fadiga muscular do quadríceps no andar de pacientes com DP e indivíduos neurologicamente saudáveis,

considerando o nível de atividade física. As hipóteses do estudo são que: i) a fadiga muscular altera as variáveis do andar independente do efeito da DP, uma vez que a fadiga compromete o recrutamento muscular de diferentes populações (HELBOSTAD et al., 2010); ii) a fadiga muscular compromete ainda mais a estabilidade de pacientes com DP, devido à pior condição neuromuscular (ALBANI et al., 2003), necessitando que este grupo potencialize os ajustes durante o andar; iii) a atividade física é fator interveniente, onde indivíduos ativos, independente de com ou sem DP, apresentarão menor influência da fadiga nas variáveis do andar quando comparados com indivíduos inativos, uma vez que o maior nível de atividade física resulta em melhor condição neuromuscular e cardiorrespiratória (GONZAGA et al., 2011).

3.2. Materiais e métodos

3.2.1. Participantes

Participaram deste estudo 40 indivíduos, sendo 20 pacientes com DP, com diagnóstico clínico baseado nos critérios determinados pelo Banco de cérebro de Londres (HUGHES et al., 1992), e 20 indivíduos não acometidos pela doença. Dentro de cada grupo, os participantes foram distribuídos em dois subgrupos de 10 participantes cada de acordo com o nível de atividade física. Para o grupo de ativos, os participantes atingiram pontuação maior que cinco no questionário de Baecke modificado para os idosos (VOORRIPS et al., 1991). Para o grupo de inativos, os participantes deveriam atingir pontuação inferior ou igual a 4 e não ter praticado atividade física regular e sistematizada nos últimos 3 meses. Cada participante foi informado sobre os procedimentos e os objetivos do estudo e permitiu sua participação por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 2), submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro (Protocolo nº 3083; Anexo 1).

Os grupos foram pareados para idade, massa corporal, estatura e gênero. Como critérios de exclusão, para ambos os grupos, foram adotados os seguintes fatores: déficits cognitivos graves que impossibilitem o entendimento e a realização da tarefa, hipertensão e diabetes não controlada, presença de doenças osteomioarticulares e/ou neuromusculares, cardiorrespiratórias, distúrbios de equilíbrio e de visão que afetem os procedimentos do estudo e locomoção dependente. Para os pacientes com DP, os seguintes critérios de exclusão foram adotados: estágio acima de 3 na escala de H&Y (HOEHN; YAHR, 1967); diagnóstico não conclusivo ou Síndrome Parkinsoniana Secundária; e ausência de terapia medicamentosa.

3.2.2. Procedimentos Experimentais

Após a permissão da participação nos estudos, os participantes responderam uma anamnese completa para verificar a ausência dos critérios de exclusão. Após isso, questionário de nível de atividade física (Questionário de Baecke modificado para os idosos; VOORRIPS et al., 1991) foi aplicado nos participantes. A partir de então, os indivíduos tiveram mensuradas as medidas antropométricas, foram preparados para as tarefas experimentais e realizaram a tarefa de andar em ambiente regular. Posteriormente, foi realizado o protocolo de contração voluntária máxima e os participantes foram induzidos à fadiga por meio da tarefa de sentar e levantar. Imediatamente após indução à fadiga (IF), os participantes realizaram novamente as tarefas de contração voluntária máxima e do andar em ambiente regular.

3.2.2.1. CVM

A CVM foi determinada através do exercício de *Leg Press* (BARBIERI et al., 2013c), acoplado a uma célula de carga (*EMG System do Brasil Ltda.*) com precisão de 0,1Kgf. A aquisição do sinal do transdutor de força foi realizada através de um amplificador de sinais analógicos (*EMG System do Brasil Ltda.*). O participante foi posicionado sobre o assento do *Leg Press*, com joelhos fletidos a 110° (180° = extensão total), quadril flexionado a 90° e os pés em posição neutra (GOTSHALK et al., 2008). A angulação das articulações envolvidas nas atividades foi medida através de um goniômetro mecânico. O participante recebeu a instrução de realizar a CVM de extensão do quadril e do joelho aplicando a maior força possível por 5s. O participante foi encorajado verbalmente a realizar os esforços máximos. A CVM foi determinada como o maior valor registrado, em kg/f, nos movimentos realizados com os dois membros conjuntamente (BARBIERI et al., 2013c).

3.2.2.2. Tarefa do andar

Cada participante realizou três tentativas, antes e após IF, do andar em ambiente regular, onde o participante percorreu, em velocidade preferida, uma passarela com distância retilínea de 8m sobre um carpete de borracha com 1,4m de largura. O ponto de saída foi ajustado de modo a garantir que o participante pisasse na plataforma de força, posicionada no centro da passarela. As variáveis de interesse foram analisadas a partir da passada central, definida pela distância entre os contatos do calcâneo do membro direito até o próximo toque do calcâneo deste membro.

3.2.2.3. Tarefa de Indução à Fadiga

Para IF, os participantes realizaram a tarefa de sentar e levantar de uma cadeira sem braços (BARBIERI et al., 2013c; BARBIERI et al., 2014 *in press*). Uma cadeira padrão (altura do assento – 43 cm; largura do assento – 41 cm; profundidade do assento – 42 cm) foi utilizada para todos os participantes. Inicialmente, foi realizado um período de adaptação ao movimento e à frequência da tarefa. Em seguida, o participante foi instruído a cruzar os braços sobre a região peitoral e repetidamente sentar e levantar em posição ereta, sendo a frequência (0,5Hz) controlada por meio de um metrônomo. Uma frequência moderada foi escolhida porque as atividades diárias têm esta exigência e a habilidade de levantar e sentar sem ajuda é um dos movimentos fundamentais do dia a dia (ETNYRE; THOMAS, 2007). A fadiga foi determinada quando o participante não conseguiu mais realizar nenhuma repetição, não manteve a frequência de movimentos estipulado ou realizou a tarefa por 30 min. O tempo para a indução à fadiga foi mensurado.

3.2.2.4. Cinemática

Os dados cinemáticos foram coletados por meio de um sistema tridimensional (3D) optoeletrônico de análise do movimento (*OPTOTRAK Certus – 3D Motion Measurement System, NDI*), com precisão de 0,1mm e frequência de 100Hz, posicionado no plano sagital direito do participante. O sistema de análise do movimento foi previamente calibrado. Para aquisição dos dados, 4 emissores infravermelhos (IREDs) foram afixados nos seguintes pontos anatômicos do participante: face lateral do calcâneo e cabeça do 5º metatarso do membro inferior direito e face medial do calcâneo e cabeça do 1º metatarso do membro inferior esquerdo. Os dados 3D dos IREDs foram filtrados com um filtro do tipo passa-baixa, *Butterworth* de 5ª ordem, a 6Hz (ANDRADE; ARAUJO; BARROS, 2004). As seguintes variáveis cinemáticas foram analisadas em relação a passada: comprimento, duração, porcentagem do tempo em duplo suporte e velocidade da passada e largura do passo

3.2.2.5. Cinética

Os parâmetros cinéticos do andar foram captados por meio de uma plataforma de força (*AccuGait, Advanced Mechanical Technologies, Boston, MA*) - 50cm x 50cm - a uma frequência de 200Hz. Os sinais analógicos de força foram digitalizados por um conversor analógico-digital. Os sistemas de aquisição de dados foram sincronizados eletronicamente. Os sinais foram filtrados com o filtro *Butterworth* de 4º ordem e com filtro de passa baixa de 16Hz. A magnitude da força de reação do solo foi normalizada pela massa corporal a partir da

aquisição em posição ortostática de cada participante. Foram analisadas, em ambas as plataformas de força, os impulsos verticais de frenagem e propulsão.

3.2.2.6. Eletromiografia

Para aquisição dos parâmetros eletromiográficos foi utilizado um eletromiógrafo de oito canais (*EMG System do Brasil Ltda.*). Para isso foram utilizados eletrodos de superfície de Ag/AgCl, circulares passivos, com 2cm de centro-centro com 1cm de área de captação efetiva, colocados nos músculos vasto lateral (VL), vasto medial (VM), bíceps femural (BF), gastrocnêmio lateral (GL), gastrocnêmio medial (GM) e tibial anterior (TA) do membro inferior direito, de acordo com as recomendações da SENIAM (HERMENS et al., 1999). Para diminuir possíveis interferências na aquisição do sinal EMG foram realizadas tricotomia e limpeza da pele com lixa fina e álcool etílico hidratado. Um eletrodo de referência foi fixado no processo estilóide da ulna em todos os protocolos. Os sinais foram enviados para um amplificador analógico de sinais (ganho de 1000 vezes), com filtro de passa alta *Butttherworth* de 4ª ordem e com filtro passa-banda 20-500Hz (BARELA; DUARTE, 2008). A conversão dos sinais analógicos para digitais foi realizada por uma placa analógico-digital (A/D) de 12 bits e amplitude de entrada de $\pm 5V$, configurada com frequência de amostragem de 1000Hz e modo de rejeição comum superior a 120dB. Foram analisadas o root mean square (RMS) e pico de atividade eletromiográfica dos músculos VL, VM, BF, GL, GM e TA referente ao ciclo. Para cada participante e para cada músculo, os dados foram normalizados pela máxima magnitude por aquele músculo entre as condições anterior à IF.

3.2.3. Análise estatística

As análise estatística foi realizada através do software *SPSS 15.0 for Windows®*. Foi adotado o critério estatístico para significância de $p < 0,05$ para todas as análises. Os critérios de homogeneidade e normalidade dos dados foram atendidos através dos testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente. As variáveis de caracterização da amostra e o nível de atividade física e as variáveis específicas da DP foram comparados através da ANOVA *one-way*, com fator para grupo. O tempo de IF foi comparado através da ANOVA *two-way* com fatores para grupo e nível de atividade física. Para análise dos dados de CVM, dos dados cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos foram utilizados MANOVAs *three-way*, com fatores para grupo (GDP e GC), nível de atividade física (ativo e inativo) e fadiga (antes e depois IF), com medidas repetidas para o último fator. Quando revelados efeitos para MANOVAs, post hoc com ajustes de Bonferoni foram empregados para localizar as diferenças.

3.3. Resultados

Não houve diferença significativa entre as variáveis de caracterização da amostra de pacientes com DP e controle e entre ativo e inativo com DP e controle (Tabela 3.1.). Para a pontuação obtida no questionário de Baecke modificados para idosos, não houve diferença entre pacientes com DP e controle ativos ($p>0,9$) e entre pacientes com DP e controle inativos ($p>0,61$). Especificamente para variáveis clínicas da DP, também não foram revelados diferença significativa entre pacientes com DP ativos e inativos em relação ao score obtido na H&Y, UPDRS e no MEEM (Tabela 3.1.). Em relação ao tempo de IF foi encontrado interação grupo*nível de atividade física ($F_{1,36}=9,94$, $p<0,003$). Foi evidenciado que o grupo controle ativo realizou a tarefa de IF (Tabela 3.1.) por mais tempo comparado com os grupos: controle inativo ($p<0,001$), pacientes com DP ativos ($p<0,001$) e inativos ($p<0,001$).

Tabela 3.1. Médias e desvios padrão da idade, características antropométricas, tempo de indução à fadiga (IF) e nível de atividade física (NAF) dos grupos de pacientes com DP (GDP) e controle (GC) ativo e inativo e dos dados clínicos dos pacientes com DP ativo e inativo.

Característica dos Participantes e Tempo de IF				
Variáveis	Pacientes com DP		Controle	
	Ativo	Inativo	Ativo	Inativo
Estatura (cm)	165,53 ± 8,84	166,46 ± 5,76	165,22 ± 7,35	170,62 ± 6,92
Massa corporal (kg)	72,65 ± 7,59	73,11 ± 10,12	68,57 ± 9,41	78,72 ± 12,78
Idade (anos)	67,00 ± 5,24	71,70 ± 5,03	67,54 ± 6,46	71,39 ± 6,38
NAF (pontos)	7,95 ± 2,05	2,91 ± 1,29	9,15 ± 2,02	1,34 ± 0,53
Tempo de IF (segundos)	107,60 ± 39,50	80,80 ± 21,33	408,6 ± 234,47*	122,3 ± 133,17
Características Clínicas dos Pacientes com DP				
H&Y (ptos)	2,00 ± 0,23	1,85 ± 0,24		
UPDRS_1 (ptos)	3,60 ± 1,95	4,10 ± 2,76		
UPDRS_2 (ptos)	14,50 ± 5,62	10,70 ± 4,00		
UPDRS_3 (ptos)	31,81 ± 6,95	29,10 ± 6,66		
UPDRS_Total (ptos)	49,92 ± 11,97	43,90 ± 9,55		
MEEM (ptos)	28,68 ± 1,63	29,10 ± 1,52		

*diferença significativa dos outros subgrupos

Para os níveis de força, as análises multivariadas indicaram efeito do grupo ($F_{1,36}=12,10$, $p<0,001$) e fadiga ($F_{1,36}=10,13$, $p<0,003$), sem efeito para nível de atividade física ($p=0,81$). Para grupo, as análises univariadas indicaram menor produção de força para pacientes com DP ($174,41\pm50,28$ Kg/f) comparados aos indivíduos controle ($247,92\pm79,31$ Kg/f). Enquanto que para fadiga, foi evidenciado menor valor de CVM após tarefa de IF ($204,83\pm61,67$ Kg/f) em comparação a antes da fadiga muscular ($217,51\pm68,13$ Kg/f).

Em relação às variáveis cinemáticas do andar (Tabela 3.2), as análises multivariadas indicaram interação fadiga*grupo (Wilks' Lambda=0,62, $F_{5,32}=3,97$, $p<0,006$). Ainda, foi evidenciado efeito principal para grupo (Wilks' Lambda=0,63, $F_{5,32}=3,70$, $p<0,009$), fadiga (Wilks' Lambda=0,44, $F_{5,32}=8,02$, $p<0,001$) e para nível de atividade física (Wilks' Lambda=0,65, $F_{5,32}=3,51$, $p<0,006$). Para a interação fadiga*grupo, as análises univariadas indicaram diferença para largura do passo ($F_{1,36}=4,51$, $p<0,04$) e porcentagem de tempo em duplo suporte ($F_{1,36}=7,28$, $p<0,01$). Para largura do passo (Figura 3.1), os pacientes com DP apresentaram maior valor médio que indivíduos controle ($p=0,018$) antes da IF. Após IF, os indivíduos controle aumentaram a largura do passo, tornando diferente do momento antes da IF ($p=0,041$), enquanto que pacientes com DP mantiveram os valores para largura ($p=0,32$), não havendo diferença entre grupos no momento após IF ($p=0,27$). Para porcentagem de tempo em duplo suporte, na condição antes da IF, não foram revelados diferenças entre pacientes com DP e indivíduos controle ($p=0,27$). Posterior à IF, indivíduos controle diminuíram a porcentagem de duplo suporte ($p=0,005$), tornando-os diferentes dos pacientes com DP ($p=0,02$). Para grupo (Tabela 3.2), foram evidenciados que pacientes apresentaram menores valores de comprimento da passada ($F_{1,36}=8,77$, $p<0,006$), porcentagem de duplo suporte ($F_{1,36}=4,16$, $p<0,04$) e duração da passada ($F_{1,36}=4,42$, $p<0,04$) e maior largura do passo ($F_{1,36}=4,48$, $p<0,02$) comparados com indivíduos controle. Para fadiga (Tabela 3.2), a análise univariada indicou que, posterior à IF, os participantes aumentaram o comprimento da passada ($F_{1,36}=20,91$, $p<0,001$) e a velocidade do andar ($F_{1,36}=19,71$, $p<0,001$) e diminuíram a duração da passada ($F_{1,36}=10,92$, $p<0,002$). Para nível de atividade física (Tabela 3.2), foram revelados que indivíduos ativos apresentaram maior comprimento da passada ($F_{1,36}=7,7$, $p<0,009$) e maior velocidade do andar ($F_{1,36}=5,52$, $p<0,02$) e menor largura do passo ($F_{1,36}=5,82$, $p<0,02$) em relação aos inativos.

Tabela 3.2. Médias e desvios padrão referentes às variáveis cinemáticas e cinéticas dos pacientes com DP (DP) e indivíduos saudáveis (controle) ativos e inativos antes (pré) e após (pós) IF. As médias e desvios padrão agrupados de acordo com os fatores de nível de atividade física (NAF), fadiga e grupo também estão apresentados. Em negrito as variáveis que apresentaram diferenças significativas descritas no texto.

Variáveis Cinemáticas e Cinéticas											
		Pré IF		Pós IF		NAF	Fadiga		Grupo		
		DP	Controle	DP	Controle		Pré	Pós	DP	Controle	
Comprimento da passada (cm)	Ativo	124,69±10,69	132,28±10,69	127,96±12,19	135,96±12,61	130,22±18,47	121,95	126,27±	117,66±	130,78±	
	Inativo	107,57±15,21	123,27±14,93	110,43±14,67	130,74±20,41	118,00±11,92	±15,50	17,64	15,71	15,10	
Largura do Passo (cm)	Ativo	11,61±2,44	10,18±2,77	11,33±2,21	11,52±2,90	11,16±2,58	11,96±	12,31±	12,99±	11,28±	
	Inativo	14,88±5,32	11,13±1,34	14,14±1,99	12,29±2,20	13,11±3,25	3,65	2,52	3,44	2,35	
Duplo Suporte (%)	Ativo	29,85±2,23	32,45±3,88	28,94±1,69	26,02±1,45	28,86±3,10	31,99±	30,34±	33,48±	28,86±	
	Inativo	35,81±8,20	29,85±2,26	39,31±12,81	27,11±3,77	33,48±6,93	5,24	3,59	6,93	3,10	
Duração da passada (s)	Ativo	0,99±0,11	1,11±0,08	0,98±0,10	1,06±0,12	1,07±0,11	1,08±	1,02±	1,02±	1,08±	
	Inativo	1,09±0,09	1,10±0,12	1,02±0,13	1,06±0,06	1,03±0,10	0,11	0,11	0,11	0,10	
Velocidade da passada (cm/s)	Ativo	122,17±17,55	119,75±14,15	132,26±22,85	130,65±19,05	127,05±17,51	114,91	124,89±	117,46±	122,32±	
	Inativo	99,57±18,53	113,37±20,87	110,89±20,32	119,13±26,45	112,74±23,44	±20,06	23,49	23,15	20,53	
Impulso vertical de frenagem (%PC)	Ativo	0,27±0,02	0,29±0,03	0,27±0,05	0,28±0,03	0,29±0,04	0,29±	0,28±	0,29±	0,28±	
	Inativo	0,32±0,05	0,28±0,03	0,29±0,05	0,28±0,04	0,29±0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	
Impulso vertical de propulsão (%PC/ms)	Ativo	0,24±0,04	0,28±0,03	0,24±0,04	0,26±0,03	0,25±0,04	0,26±	0,25±	0,26±	0,26±	
	Inativo	0,27±0,05	0,26±0,05	0,28±0,05	0,25±0,05	0,26±0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	
Impulso anteroposterior de frenagem (%PC/ms)	Ativo	-0,03±0,005	-0,03±0,005	-0,02±0,006	-0,03±0,003	-0,03±0,005	-0,03±	-0,03±	-0,02±	-0,03±	
	Inativo	-0,02±0,008	-0,03±0,008	-0,03±0,005	-0,02±0,007	-0,02±0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	
Impulso anteroposterior de propulsão (%PC/ms)	Ativo	0,03±0,005	0,03±0,003	0,03±0,005	0,03±0,004	0,03±0,005	0,03±	0,03±	0,03±	0,03±	
	Inativo	0,03 ± 0,008	0,03 ± 0,004	0,03 ± 0,005	0,03 ± 0,005	0,02 ± 0,006	0,006	0,005	0,006	0,005	

Em relação às variáveis cinéticas (Tabela 3.2.), as análises multivariadas indicaram efeito principal para fadiga (Wilks' Lambda=0,68, $F_{6,31}=2,47$, $p<0,05$) e nível de atividade física (Wilks' Lambda=0,67, $F_{1,36}=2,56$, $p<0,03$). Para fadiga, as análises univariadas indicaram que os participantes diminuíram o impulso vertical de frenagem ($F_{1,36}=5,24$, $p<0,03$) após IF. Em relação ao nível de atividade física, as análises revelaram que indivíduos ativos apresentaram maior magnitude do impulso anteroposterior de frenagem ($F_{1,36}=4,51$, $p<0,04$) e maior impulso anteroposterior de propulsão ($F_{1,36}=7,72$, $p<0,009$) comparados com indivíduos inativos (Figura 3.2).

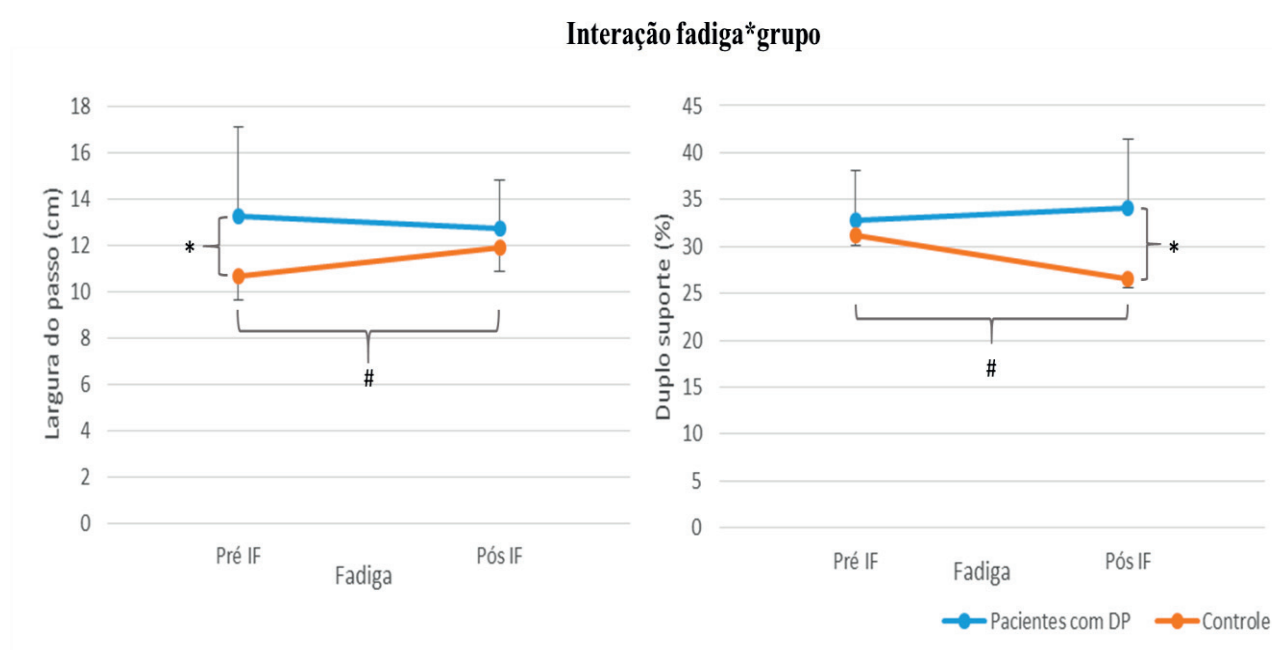


Figura 3.1. Médias e desvios padrão das variáveis largura do passo e porcentagem de duplo suporte referente à interação entre fadiga e grupo. # Diferença significativa para o fator fadiga (pré IF e pós IF); * Diferença significativa para o fator grupo (pacientes com DP e controle).

Para os parâmetros eletromiográficos, foi revelado efeito principal apenas para fadiga (Wilks' Lambda=0,44, $F_{12,25}=2,62$, $p<0,02$). As análises univariadas revelaram aumento no RMS dos músculos VL ($F_{1,36}=28,10$, $p<0,001$), BF ($F_{1,36}=4,09$, $p<0,05$), VM ($F_{1,36}=27,89$, $p<0,001$) e no pico dos músculos VL ($F_{1,36}=13,97$, $p<0,001$) e VM ($F_{1,36}=14,89$, $p<0,001$) posterior à tarefa de IF (Figura 3.2).

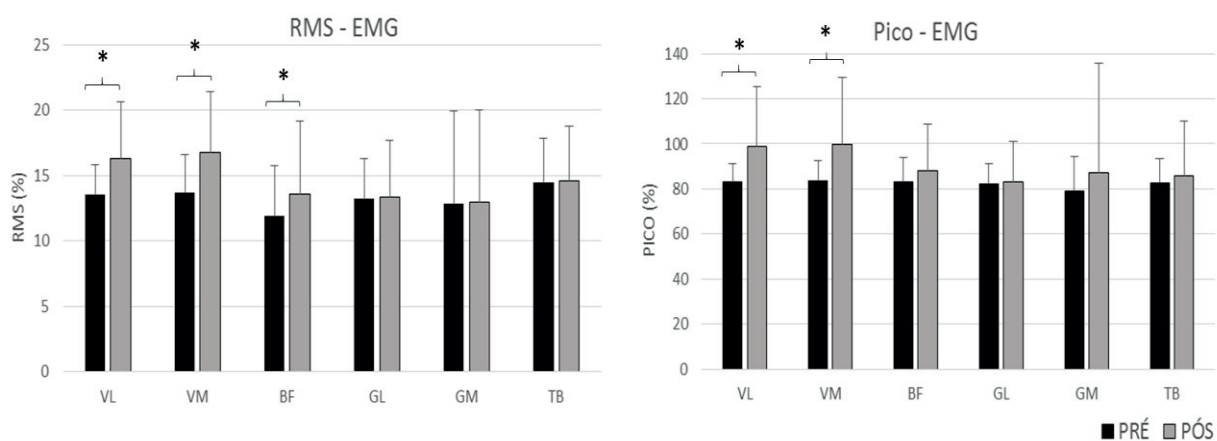


Figura 3.2. Médias e desvios padrão dos parâmetros eletromiográficos referente ao efeito apresentado para fadiga. *diferença significativa entre antes e após IF.

3.4. Discussão

O objetivo do estudo foi analisar e comparar o efeito da fadiga muscular do quadríceps no andar de pacientes com DP e indivíduos neurologicamente saudáveis, considerando o nível de atividade física. A fadiga muscular foi responsável por alterações no andar de indivíduos com DP e do grupo controle, mantendo as diferenças entre os grupos observadas antes da IF. O principal resultado do estudo foi a interação entre grupo e fadiga muscular encontrada nas variáveis cinemáticas, o qual indicou maior estabilidade (aumento da largura do passo) para o grupo controle após a fadiga muscular comparado ao grupo de pacientes com DP. Estes resultados corroboram com a segunda hipótese do estudo, entretanto, para as variáveis cinéticas e eletromiográficas não foram encontradas interações entre os fatores. Desta forma, a principal questão a ser respondida nos próximos parágrafos é porque indivíduos neurologicamente saudáveis buscam mais estabilidade após a fadiga muscular, enquanto os pacientes com DP que são mais debilitados não o fazem. Ainda, os resultados foram contrários à última hipótese do estudo, não encontrando diferenças no andar entre ativos e inativos, independente da DP, após a fadiga muscular. Apesar de indivíduos ativos do grupo controle demorarem mais tempo para entrar em fadiga, o nível de atividade física não teve interferência no efeito da fadiga muscular no andar de idosos saudáveis e com DP.

A fadiga muscular foi responsável por mudanças no controle locomotor de pacientes com DP e indivíduos controle que, de modo geral, caminharam no mesmo sentido. Com exceção da largura do passo e porcentagem de duplo suporte, as demais variáveis não apresentaram interação entre grupo e fadiga muscular. Desta forma, a fadiga muscular parece não ter efeito suficiente para aumentar a diferença entre os grupos, o que contraria a segunda hipótese do estudo. Entretanto, a fadiga muscular pode ter sido suficiente para que mesmo os

indivíduos saudáveis que apresentam um sistema neuromuscular menos debilitado necessitassem dos mesmos ajustes que os pacientes com DP. Com isso, o mesmo quadro de bradicinesia e hipometria apresentado no andar de pacientes de DP (VITÓRIO et al., 2012; TAKAKUSAKI et al., 2004; MORRIS et al., 1996) antes da fadiga muscular é mantido após a fadiga muscular, mas não é exacerbado. Desta forma, ambos os grupos adotaram a estratégia de diminuir a duração, aumentar o comprimento e, conseqüentemente, a velocidade da passada, que indica que pacientes com DP e indivíduos controle buscaram aumentar o equilíbrio dinâmico, refletindo na maior estabilidade, após IF. Modificações nos parâmetros espaço-temporais são a principal estratégia para aumentar a estabilidade após perturbações no andar (HAK et al., 2012; BARBIERI et al., 2013c; BARBIERI, 2012), melhorando o controle do centro de massa nas direções anteroposterior e médio lateral (HOF et al., 2007; HOF; GAZENDAM; SINKE, 2005). Em contrapartida, o aumento de velocidade diminui o tempo para aquisição e integração sensorial, podendo representar em riscos durante a locomoção, principalmente para os pacientes com DP, que apresentam comprometimento na capacidade de integração sensorial (VITÓRIO et al., 2013).

Após tarefa fatigante é necessário um aumento no padrão de ativação muscular para manter a tensão muscular e realizar a tarefa do andar com sucesso. Pacientes com DP e indivíduos controle necessitam aumentar o recrutamento muscular para conseguir realizar a tarefa (PEREIRA; GONÇALVES, 2011). Ainda, o aumento na ativação muscular corrobora com as mudanças espaço-temporais após IF (aumento no comprimento e na velocidade da passada) na busca por maior estabilidade e maior segurança durante a tarefa (PEREIRA; GONÇALVES, 2011). Em contrapartida, o aumento na ativação muscular pode aumentar o gasto energético e, conseqüentemente, aumentar o risco de falhas durante a contração, principalmente após IF (GANDEVIA, 1998).

De forma inesperada, o grupo de idosos saudáveis buscou aumentar a base de suporte após IF, diferentemente de pacientes com DP que não alteraram esse parâmetro. Anterior à IF, indivíduos controle apresentaram menor largura do passo, indicando que indivíduos neurologicamente saudáveis apresentam um controle do movimento mais apurado, que permite com que esses indivíduos realizem a tarefa com sucesso e de forma mais econômica. Ainda, o melhor controle de movimento e maior flexibilidade do sistema (LEWIS; BYBLOW, 2002) permite que indivíduos controle realizem ajustes nesse parâmetro após IF, enquanto que pacientes parecem estar no efeito teto na largura do passo, indicando que provavelmente problemas relacionados à DP já influenciavam esse parâmetro, acarretando nas dificuldades dos pacientes com DP em realizar adaptações motoras durante determinadas tarefas (LEWIS;

BYBLOW, 2002). A maior flexibilidade do sistema, permitem que indivíduos neurologicamente saudáveis modulem a largura, refletindo na porcentagem de tempo de duplo suporte, o que parece ser parte da estratégia de diminuição na duração da passada e, conseqüentemente, maior velocidade da tarefa. Essa estratégia parece ser empregada na tentativa de terminar a tarefa o quanto antes (GRANACHER et al., 2010) para evitar situações instáveis durante o andar e amenizar os efeitos da fadiga muscular.

O nível de atividade física não interferiu nos efeitos da fadiga muscular no andar de pacientes com DP e indivíduos saudáveis. Desta forma, o nível de atividade física parece não ser importante para a fadiga muscular relacionada ao andar. Provavelmente, a tarefa de andar é simples para ambos os grupos, não exigindo demasiado do sistema muscular e motor de ambos os grupos de participantes. Entretanto, independente da fadiga muscular, os achados indicaram melhor ajustes dos indivíduos ativos quando comparados aos indivíduos inativos, o que demonstra que o nível de atividade física é fator interveniente no controle do andar. A melhor condição neuromuscular promovida pela atividade física (GONZAGA et al., 2011), e indicado pelo maior valor de força muscular nas contrações voluntárias máximas, justificam os ajustes mais adequados dos indivíduos ativos. Desta forma, estes indivíduos apresentaram: i) maior comprimento da passada, o que indica aumento na estabilidade durante o andar (MORIE et al., 2010; VITÓRIO et al., 2010) e maior velocidade da passada, que também está relacionada à estabilidade e demonstra a melhor condição neuromuscular deste grupo. Esses resultados parecem combater a bradicinesia e a hipometria de pacientes com DP ativos (VITÓRIO et al., Submetido); ii) maior impulso anteroposterior de propulsão que representam um aumento no equilíbrio dinâmico e na estabilidade durante o andar, reforçando os resultados encontrados em relação ao maior comprimento da passada para indivíduos ativos.

Apesar de importantes resultados encontrados no presente estudo, algumas limitações são evidenciadas. A tarefa de IF por meio do teste de sentar e levantar exige força muscular localizada dos músculos do quadríceps e a fraqueza muscular, sintoma da DP, talvez tenha influenciado no pouco tempo de duração da tarefa realizada pelos pacientes com DP. Entretanto, mesmo com pouco tempo de performance, houve diminuição nos níveis de força para ambos os grupos e esse tem sido retratado como um bom indicativo de fadiga muscular (ELBOIM-GABYZON, ROZEN, LAUFER, 2013). Entretanto, a percepção de fadiga pode ser exacerbada neste grupo, prejudicando a continuação da realização da tarefa. Pensando em termos da especificidade do protocolo de IF, tarefas específicas, como um protocolo de indução através do caminhar, teria maior validade em termos de uma atividade comum no dia-a-dia. Entretanto, a utilização de um protocolo de IF envolvendo esse tipo de tarefa, poderia aumentar

muito o protocolo do estudo, tornando inviável a avaliação principalmente aos pacientes com DP que apresentam oscilação quanto à terapia medicamentosa e, com isso, um alto tempo de avaliação pode diminuir o efeito do medicamento. O uso do questionário de Baecke modificado para idosos para distribuir os participantes em ativos e inativos também é um fator questionável, apesar de conseguir discriminar, o questionário não avalia atividades relacionadas a trabalhos não domésticos (como emprego, atividades em lavouras, etc.), que pode influenciar no nível de atividade física.

Diante dos resultados obtidos, podemos concluir que a fadiga muscular afeta os parâmetros cinemáticos e cinéticos e eletromiográficos dos participantes do presente estudo, onde, de uma forma geral, parece não agravar os efeitos da DP no andar dos pacientes com DP. As alterações no andar, tanto pacientes com DP quanto indivíduos saudáveis, indicam que esses indivíduos buscam aumentar o equilíbrio dinâmico e, conseqüentemente, a estabilidade do andar devido à condição de fadiga muscular, sendo que os indivíduos controle parecem conseguir modular o sistema e serem mais eficientes nos ajustes durante o andar após IF. Além disso, o nível de atividade física parece ser importante durante o andar, mesmo não apresentando efeito direto na fadiga muscular.

Vale ressaltar a importância dos resultados encontrados neste estudo, devido à falta de evidências na literatura envolvendo essa temática. Apesar disso, este estudo deixou algumas lacunas envolvendo o andar com ultrapassagem de obstáculo, ou seja: i) Como seriam os efeitos da fadiga em uma tarefa mais desafiadora? ii) Pacientes com DP e indivíduos controle apresentam diferenças no comportamento do andar com ultrapassagem de obstáculo? iii) Em uma tarefa mais complexa, que exige mais do sistema neuromuscular, o nível de atividade física é um fator interveniente nos efeitos da fadiga muscular no andar com ultrapassagem de obstáculo? Para tentar responder tais questionamentos o estudo 3 (descrito a seguir) foi proposto.

4. Estudo 3: Ultrapassagem do obstáculo durante o andar: efeito da fadiga muscular, da doença de Parkinson e do nível de atividade física no andar

4.1. Introdução

Tropeços durante a ultrapassagem de obstáculo são identificados como uma das maiores causas de quedas de pacientes com doença de Parkinson (DP) (STOLZE et al., 2004). Os comprometimentos na aproximação para o obstáculo, na seleção e no planejamento da ação motora, e durante a ultrapassagem, no controle neuromuscular, são considerados os responsáveis pela falha neste tipo de tarefa (VITÓRIO et al., 2013; STEGMÖLLER et al., 2012; VITÓRIO et al., 2010). Entretanto, estes comprometimentos apresentados pelos pacientes com DP podem ser agravados na presença de fadiga, uma vez que esta população apresenta maior sensação de fadiga que indivíduos saudáveis (Estudo 1, FRIEDMAN; FRIEDMAN, 1993). Na presença de fadiga muscular durante o andar sem ultrapassagem de obstáculo, pacientes com DP apresentaram um sistema mais rígido, não conseguindo ajustar a base de suporte para aumentar a estabilidade durante o andar, diferentemente de idosos saudáveis (Estudo 2). Durante a ultrapassagem de um obstáculo no andar o equilíbrio dinâmico parece ser crucial (VITÓRIO et al., 2013) e a fadiga muscular parece comprometer mais a estabilidade (Estudo 2). Além disso, o andar em ambientes com maior complexidade, como com ultrapassagem de obstáculo, parece comprometer ainda mais a estabilidade de idosos e pacientes com DP (VITÓRIO et al., 2010). Desta forma, fica evidente a importância do entendimento do efeito da fadiga muscular durante a ultrapassagem de obstáculo, especialmente para pacientes com DP. Entretanto, até o momento poucas informações são reveladas pela literatura para esta população, sendo apresentadas informações apenas para idosos saudáveis.

Desta forma, o objetivo do estudo é analisar o efeito da fadiga muscular do quadríceps no andar durante a ultrapassagem de obstáculo de pacientes com DP e indivíduos neurologicamente sadios (indivíduos controle), considerando o nível de atividade física. Espera-se que os indivíduos com DP apresentem maior efeito da fadiga nos parâmetros do andar, durante a ultrapassagem de obstáculo, quando comparados ao grupo controle devido aos comprometimentos motores e sensoriais e à maior complexidade da tarefa. Ainda, é esperado que o nível de atividade física interfira nas adaptações durante o andar com ultrapassagem sob efeito da fadiga muscular, principalmente nos parâmetros musculares, uma vez que indivíduos ativos apresentam melhor condição neuromuscular (GONZAGA et al., 2011) e a complexidade da tarefa exige mais do sistema muscular.

4.2. Materiais e Métodos

4.2.1. Participantes

Participaram deste estudo 40 indivíduos, sendo 20 pacientes com DP, com diagnóstico clínico baseado nos critérios determinados pelo Banco de cérebro de Londres (HUGHES et al., 1992), e 20 indivíduos não acometidos pela doença. Dentro de cada grupo, os participantes foram distribuídos em dois subgrupos de 10 participantes cada de acordo com o nível de atividade física. Para o grupo de ativos, os participantes atingiram pontuação maior que cinco no questionário de Baecke modificado para os idosos (VOORRIPS et al., 1991). Para o grupo de inativos, os participantes deveriam atingir pontuação inferior ou igual a 4 e não ter praticado atividade física regular e sistematizada nos últimos 3 meses. Cada participante foi informado sobre os procedimentos e os objetivos do estudo e permitiu sua participação por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 2), submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro (Protocolo nº 3083; Anexo 1).

Os grupos foram pareados para idade, massa corporal e estatura. Como critérios de exclusão, para ambos os grupos, foram adotados os seguintes fatores: déficits cognitivos graves que impossibilitem o entendimento e a realização da tarefa, hipertensão e diabetes não controlada, presença de doenças osteomioarticulares e/ou neuromusculares, cardiorrespiratórias, distúrbios de equilíbrio e de visão que afetem os procedimentos do estudo e locomoção dependente. Para os pacientes com DP, os seguintes critérios de exclusão foram adotados: estágio acima de 3 na escala de H&Y (HOEHN; YAHR, 1967); diagnóstico não conclusivo ou Síndrome Parkinsoniana Secundária; e ausência de terapia medicamentosa.

4.2.2. Procedimentos Experimentais

Após a permissão da participação nos estudos, os participantes: 1) responderam uma anamnese completa para verificar a ausência dos critérios de exclusão; 2) responderam o questionário de nível de atividade física (Questionário de Baecke modificado para os idosos; VOORRIPS et al., 1991); 3) tiveram mensuradas as medidas antropométricas; 4) foram preparados para as tarefas experimentais; 5) realizaram as tarefas de andar em ambiente com ultrapassagem de obstáculo; 6) realizaram o protocolo de contração voluntária máxima (CVM); 7) foram induzidos à fadiga (IF) por meio da tarefa de sentar e levantar; 8) e repetiram os itens 5 e 6 imediatamente após IF.

4.2.2.1. CVM

A CVM foi determinada através do exercício de *Leg Press* (BARBIERI et al., 2013c), acoplado a uma célula de carga (*EMG System do Brasil Ltda.*) com precisão de 0,1Kg/f. A aquisição do sinal do transdutor de força foi realizada através de um amplificador de sinais analógicos (*EMG System do Brasil Ltda.*). O participante foi posicionado sobre o assento do *Leg Press*, com joelhos fletidos a 110° (180° = extensão total), quadril flexionado a 90° e os pés em posição neutra (GOTSHALK et al., 2008). A angulação das articulações envolvidas nas atividades foi medida através de um goniômetro mecânico. O participante recebeu a instrução de realizar a CVM de extensão do quadril e do joelho aplicando a maior força possível por 5s. O participante foi encorajado verbalmente a realizar os esforços máximos. A CVM foi determinada como o maior valor registrado, em kg/f, nos movimentos realizados com os dois membros conjuntamente (BARBIERI et al., 2013c).

4.2.2.2. Tarefa do andar

Cada participante realizou três tentativas, antes e após IF, do andar com ultrapassagem de obstáculo, onde o participante percorreu, em velocidade preferida, uma passarela com distância retilínea de 8m sobre um carpete de borracha com 1,4m de largura. Um obstáculo de 15cm de altura, 80cm de largura e 2cm de espessura, (correspondente à altura padrão de meio-fio -ABNT - NBRISO16039) foi posicionado no centro da passarela, entre as duas plataformas de força. A escolha de uma altura fixa para o obstáculo para todos os participantes tem a intenção de verificar o comportamento motor dos indivíduos sob restrições ambientais similares (BERARD; VALLIS, 2006). As variáveis de interesse foram analisadas a partir do passo de ultrapassagem sobre o obstáculo, definido pela distância entre os contatos do calcâneo do membro de suporte, anterior ao obstáculo até o contato do calcâneo do membro de abordagem após a ultrapassagem obstáculo.

4.2.2.3. Tarefa de Indução à Fadiga

Para IF, os participantes realizaram a tarefa de sentar e levantar de uma cadeira sem braços (BARBIERI et al., 2013c; BARBIERI et al., 2014 *in press*). Uma cadeira padrão (altura do assento – 43 cm; largura do assento – 41 cm; profundidade do assento – 42 cm) foi utilizada para todos os participantes. Inicialmente, foi realizado um período de adaptação ao movimento e à frequência da tarefa. Em seguida, o participante foi instruído a cruzar os braços sobre a região peitoral e repetidamente sentar e levantar em posição ereta, sendo a frequência (0,5Hz) controlada por meio de um metrônomo. Uma frequência moderada foi escolhida porque as

atividades diárias têm esta exigência e a habilidade de levantar e sentar sem ajuda é um dos movimentos fundamentais do dia a dia (ETNYRE; THOMAS, 2007). A fadiga foi determinada quando o participante não conseguiu mais realizar nenhuma repetição, não manteve a frequência de movimentos estipulado ou realizou a tarefa por 30 min. O tempo para a indução à fadiga foi mensurado.

4.2.2.4. Cinemática

Os dados cinemáticos foram coletados por meio de um sistema tridimensional (3D) optoeletrônico de análise do movimento (*OPTOTRAK Certus – 3D Motion Measurement System, NDI*), com precisão de 0,1mm e frequência de 100Hz, posicionado no plano sagital direito do participante. O sistema de análise do movimento foi previamente calibrado. Para aquisição dos dados, 4 emissores infravermelhos (IREDs) foram afixados nos seguintes pontos anatômicos do participante: face lateral do calcâneo e cabeça do 5º metatarso do membro inferior direito e face medial do calcâneo e cabeça do 1º metatarso do membro inferior esquerdo. Os dados 3D dos IREDs foram filtrados com um filtro do tipo passa-baixa, *Butterworth* de 5ª ordem, a 6Hz (ANDRADE; ARAUJO; BARROS, 2004). As seguintes variáveis cinemáticas foram analisadas para o passo de ultrapassagem: comprimento, largura, duração e velocidade do passo e distância vertical dos pés de ultrapassagem e de suporte para o obstáculo.

4.2.2.5. Cinética

Os parâmetros cinéticos do andar foram captados, dos pés de ultrapassagem e de suporte, por meio de duas plataformas de força (*AccuGait, Advanced Mechanical Technologies, Boston, MA*) - 50cm x 50cm - a uma frequência de 200Hz. As plataformas de força foram posicionadas antes do obstáculo e após o obstáculo. Os sinais analógicos de força foram digitalizados por um conversor analógico-digital. Os sistemas de aquisição de dados foram sincronizados eletronicamente. Os sinais foram filtrados com o filtro *Butterworth* de 4º ordem e com filtro de passa baixa de 16Hz. A magnitude da força de reação do solo foi normalizada pela massa corporal a partir da aquisição em posição ortostática de cada participante. Foram analisadas, em ambas as plataformas de força, os impulsos verticais de frenagem e propulsão.

4.2.2.6. Eletromiografia

Para aquisição dos parâmetros eletromiográficos foi utilizado um eletromiógrafo de oito canais (*EMG System do Brasil Ltda.*). Para isso foram utilizados eletrodos de superfície de

Ag/AgCl, circulares passivos, com 2cm de centro-centro com 1cm de área de captação efetiva, colocados nos músculos vasto lateral (VL), vasto medial (VM), bíceps femoral (BF), gastrocnêmio lateral (GL), gastrocnêmio medial (GM) e tibial anterior (TA) do membro inferior direito, de acordo com as recomendações da SENIAM (HERMENS et al., 1999). Para diminuir possíveis interferências na aquisição do sinal EMG foram realizadas tricotomia e limpeza da pele com lixa fina e álcool etílico hidratado. Um eletrodo de referência foi fixado no processo estilóide da ulna em todos os protocolos. Os sinais foram enviados para um amplificador analógico de sinais (ganho de 1000 vezes), com filtro de passa alta *Butterworth* de 4ª ordem e com filtro passa-banda 20-500Hz (BARELA; DUARTE, 2008). A conversão dos sinais analógicos para digitais foi realizada por uma placa analógico-digital (A/D) de 12 bits e amplitude de entrada de $\pm 5V$, configurada com frequência de amostragem de 1000Hz e modo de rejeição comum superior a 120dB. Foram analisadas o root mean square (RMS) e pico de atividade eletromiográfica dos músculos VL, VM, BF, GL, GM e TA referente ao passo de ultrapassagem. Para cada participante e para cada músculo, os dados foram normalizados pela máxima magnitude por aquele músculo entre as condições anterior à IF.

4.2.3. Análise estatística

As análise estatística foi realizada através do software *SPSS 15.0 for Windows®*. Foi adotado o critério estatístico para significância de $p < 0,05$ para todas as análises. Os critérios de homogeneidade e normalidade dos dados foram atendidos através dos testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente. As variáveis de caracterização da amostra, o nível de atividade física e as variáveis específicas da DP foram comparados através da ANOVA *one-way*, com fator para grupo. O tempo de IF foi comparado através da ANOVA *two-way* com fatores para grupo e nível de atividade física. Para análise dos dados de CVM, dos dados cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos foram utilizados MANOVAs *three-way*, com fatores para grupo (GDP e GC), nível de atividade física (ativo e inativo) e fadiga (antes e depois da IF), com medidas repetidas para o último fator. Quando revelados efeitos para MANOVAs, *post hoc* com ajustes de Bonferroni foram empregados para localizar as diferenças.

4.3. Resultados

Os resultados referentes à idade, características antropométricas, variáveis clínicas, tempo de IF e CVM são os mesmos descritos no Estudo 2.

Para os parâmetros cinemáticos do andar com ultrapassagem de obstáculo (Tabela 4.1), a MANOVA indicou efeito principal para grupo (Wilks' Lambda=0,67, $F_{6,31}=2,44$, $p < 0,04$) e

fadiga (Wilks' $\Lambda=0,53$, $F_{6,31}=4,43$, $p=0,002$). Para grupo, análises univariadas indicaram que pacientes com DP apresentaram menor comprimento ($F_{1,36}=8,78$, $p=0,005$) e velocidade do passo de ultrapassagem ($F_{1,36}=6,67$, $p=0,01$) comparados com indivíduos controle. Em relação ao fator fadiga, as análises univariadas indicaram que os indivíduos aumentaram o comprimento ($F_{1,36}=7,04$, $p=0,01$), a largura ($F_{1,36}=4,97$, $p=0,03$) e a velocidade do passo de ultrapassagem do obstáculo ($F_{1,36}=6,12$, $p=0,01$) após IF.

Em relação aos parâmetros cinéticos (Tabela 4.2), para a primeira plataforma de força, a análise multivariada indicou efeito principal para fadiga (Wilks' $\Lambda=0,62$, $F_{3,34}=6,72$, $p=0,001$) e nível de atividade física (Wilks' $\Lambda=0,79$, $F_{3,34}=2,86$, $p=0,05$). A análise univariada revelou, para fadiga, uma diminuição no impulso vertical de frenagem ($F_{1,36}=15,84$, $p<0,001$). Já em relação ao efeito para nível de atividade física, foi revelado que os indivíduos ativos apresentaram menor impulso vertical de propulsão ($F_{1,36}=9,05$, $p<0,005$) comparados com indivíduos inativos. Para a segunda plataforma de força, a MANOVA indicou efeito principal para fadiga (Wilks' $\Lambda=0,74$, $F_{3,34}=3,79$, $p=0,019$). A análise univariada revelou que os indivíduos apresentaram menor impulso vertical de propulsão ($F_{1,36}=9,49$, $p=0,004$) após tarefa de IF.

Tabela 4.1. Médias e desvios-padrão dos parâmetros cinemáticos dos grupos de pacientes com DP (GDP) e indivíduos controle (GC) nos momentos pré e pós indução à fadiga (IF). Em negrito as variáveis que apresentaram diferença significativa, como descrita no texto.

		Pré IF		Pós IF		Grupo	Valor de p	Fadiga		Valor de p -
		Ativo	Inativo	Ativo	Inativo			Pré IF	Pós IF	
Comprimento passo (cm)	GDP	66,25±5,74	50,56±14,20	67,69±4,50	65,27±6,96	62,44±9,55	0,01	63,30±11,76	67,66±6,89	0,01
	GC	68,92±6,21	67,47±9,04	68,90±7,44	68,76±8,51	68,51±7,69				
Largura do passo (cm)	GDP	12,42±3,69	13,61±3,96	16,00±3,73	12,99±1,72	13,76±3,65	0,07	12,07±4,33	13,60±3,29	0,03
	GC	10,31±5,29	11,95±4,23	11,76±2,34	13,66±3,76	11,92±3,97				
Duração do passo (s)	GDP	0,62±0,09	0,67±0,12	0,67±0,09	0,62±0,11	0,65±0,10	0,62	0,65±0,09	0,63±0,10	0,31
	GC	0,65±0,06	0,65±0,06	0,63±0,09	0,61±0,11	0,63±0,08				
Velocidade do passo (cm/s)	GDP	108,53±18,65	76,02±18,48	99,901±22,71	100,32±14,68	96,193±21,62	0,01	99,72±22,23	106,60±20,55	0,02
	GC	108,47±18,65	105,86±19,01	112,80±17,37	113,38±24,64	110,13±18,95				
DVPO_MU (cm)	GDP	10,73±2,15	13,14±2,97	14,15±3,99	13,00±3,05	12,68±3,17	0,10	10,94±3,70	12,60±5,19	0,06
	GC	9,35±2,98	10,56±5,33	9,28±2,83	14,29±8,07	10,87±5,33				
DVPO_MS (cm)	GDP	29,19±8,09	28,45±8,41	26,55±8,68	30,04±5,77	28,56±7,71	1,00	28,99±7,98	28,13±6,85	0,54
	GC	28,81 ± 7,16	29,49 ± 9,36	27,86 ± 5,92	28,06 ± 7,26	28,56 ± 7,41				

Tabela 4.2. Médias e desvios-padrão das variáveis de impulso vertical de frenagem (PC/ms) e impulso vertical de propulsão (PC/ms) dos grupos de pacientes com DP (GDP) e controle (GC), ativo e inativo, antes (Pré) e após (Pós) indução à fadiga (IF) da primeira e segunda plataforma de força. Em negrito as variáveis que apresentaram diferença significativa, como descrita no texto.

		Pré IF			Pós IF			Fadiga			NAF		
		Ativo	Inativo		Ativo	Inativo		Pré IF	Pós IF	Valor de P	Ativo	Inativo	Valor de P
Impulso vertical de frenagem (%PC/ms)	GDP	0,39±0,06	0,41±0,06		0,36±0,06	0,38±0,08		0,39±0,06	0,37±0,06	0,001	0,38±0,06	0,38±0,07	0,69
	GC	0,39±0,06	0,37±0,05		0,35±0,05	0,36±0,07							
	GDP	0,35±0,06	0,33±0,08		0,34±0,05	0,34±0,05		0,32±0,07	0,31±0,06	0,24	0,31±0,05	0,32±0,06	0,76
	GC	0,29±0,05	0,31±0,06		0,26±0,05	0,30±0,05							
Impulso vertical de propulsão (%PC/ms)	GDP	0,28±0,05	0,35±0,07		0,27±0,04	0,36±0,06		0,31±0,06	0,30±0,06	0,175	0,29±0,04	0,33±0,06	0,05
	GC	0,30±0,04	0,31±0,05		0,28±0,04	0,29±0,05							
	GDP	0,30±0,04	0,39±0,09		0,27±0,03	0,35±0,07		0,34±0,07	0,32±0,07	0,04	0,30±0,07	0,36±0,07	0,07
	GC	0,33±0,08	0,35±0,04		0,30±0,09	0,34±0,07							

Em relação aos parâmetros eletromiográficos (Tabela 4.3), a análise multivariada revelou interação fadiga*grupo (Wilks' $\Lambda=0,45$, $F_{12,25}=2,45$, $p=0,02$) e interação fadiga*nível de atividade física (Wilks' $\Lambda=0,49$, $F_{12,25}=2,14$, $p=0,05$). Em relação à interação fadiga*grupo, as análises univariadas revelaram diferença para o RMS dos músculos BF ($F_{1,36}=6,60$, $p=0,01$) e GM ($F_{1,36}=4,84$, $p=0,03$). Para o músculo BF, anterior à IF os grupos de pacientes com DP e controle foram similares ($p=0,06$). Após IF, os pacientes com DP aumentaram os valores de RMS ($p<0,001$), enquanto que o grupo controle manteve a semelhança entre antes e após a IF ($p=0,33$). Para o músculo GM, anterior à IF, pacientes com DP e indivíduos controle foram similares ($p=0,76$). Após IF, apenas o grupo controle aumentou o RMS do GM ($p=0,03$). Para a interação fadiga*nível de atividade física, as análises univariadas revelaram diferença apenas para o RMS do músculo BF ($F_{1,36}=6,63$, $p=0,01$), onde ativo e inativo foram similares anterior à condição de fadiga ($p=0,76$). Após IF, apenas indivíduos ativos aumentaram o RMS do músculo BF ($p=0,01$), enquanto que os indivíduos inativos não apresentaram influência da fadiga muscular para este parâmetro.

4.4. Discussão

O objetivo do presente estudo foi analisar o efeito da fadiga muscular do quadríceps no andar durante a ultrapassagem de obstáculo de pacientes com DP e indivíduos controle, considerando o nível de atividade física. Nos resultados não foram evidenciadas diferenças no comportamento, após fadiga muscular, para os parâmetros cinemáticos e cinéticos entre os grupos de pacientes com DP e controle, o que contraria em parte a primeira hipótese do estudo. O principal achado do estudo foi a interação entre grupo e fadiga para os parâmetros eletromiográficos, confirmando nossa primeira hipótese. Indivíduos controle procuraram ativar musculaturas menos fadigadas (gastrocnêmio medial) para compensar o efeito da fadiga muscular e, conseqüentemente, diminuir riscos de falhas na tensão muscular e evitar situações de tropeços e quedas. Entretanto, pacientes com DP aumentaram o padrão de ativação de musculatura (bíceps femoral) que estava mais fadigada após o protocolo de IF, o que pode causar falhas na contratilidade, aumentando chances de quedas devido ao maior gasto energético da musculatura fadigada. Possivelmente, a pior condição neuromuscular de pacientes com DP (Estudo 2; STEVENS-LAPSLEY; KLUGER; SCHENKMAN, 2012; ALBANI et al., 2003) parece influenciar na estratégia de ativação muscular adotada durante a ultrapassagem do obstáculo.

O maior recrutamento muscular do BF após IF por parte dos pacientes com DP, parece ser uma estratégia arriscada uma vez que pacientes apresentam fraqueza nos músculos que envolvem a articulação do joelho (STEVENS-LAPSLEY; KLUGER; SCHENKMAN, 2012). Este quadro é ainda mais agravado após o protocolo de IF específico para essa articulação, que promoveu redução de força muscular após IF. Ainda, déficits sensoriais podem ter comprometido a escolha destes participantes (LEWIS; BYBLOW, 2002), podendo aumentar a instabilidade durante a ultrapassagem do obstáculo. A compensação muscular utilizada pelos indivíduos neurologicamente saudáveis, ativar musculatura menos fadigada, parece ser estratégia mais adequada para lidar com tarefa de andar com obstáculo (BARBIERI et al., 2014), ainda mais quando ambos os grupos diminuíram o impulso de propulsão antes e após a ultrapassagem do obstáculo. Com isso, o grupo controle foi mais eficiente em evitar desequilíbrios durante a tarefa, ativando a musculatura que podem compensar falhas na realização da tarefa. Sendo assim, pacientes com DP adotam uma estratégia mais arriscada durante a ultrapassagem de obstáculo. Entretanto, parte desta possível instabilidade foi compensada pelos ajustes realizados nos parâmetros espaço-temporais.

A diminuição no impulso vertical de frenagem condiz com a maior ativação do biceps femoral após IF. O bíceps femoral tem importante função no contato inicial da fase de suporte,

consequentemente, diminuição no impulso de frenagem é esperado. Além disso, houve também diminuição no impulso vertical de propulsão, que pode representar menor chance de tropeços e quedas durante a locomoção (BARBIERI et al., 2013c).

Ambos os grupos buscaram compensar os efeitos da fadiga muscular aumentando a estabilidade. O aumento da largura do passo de ultrapassagem é um claro ajuste com este intuito. Aumentar a base de suporte facilita o controle médio-lateral do centro de massa (HOF et al., 2007), e com isso aumenta a segurança durante a ultrapassagem (BARBIERI et al., 2013c). O aumento velocidade posterior à IF também pode ser considerado uma tentativa de aumento de estabilidade na direção anteroposterior (HOF et al., 2007; HOF et al., 2005), quando combinado com aumento do comprimento do passo. Em contrapartida, o aumento da velocidade pode significar: a) prejuízos no controle locomotor durante a ultrapassagem do obstáculo por diminuir o tempo disponível para realização de ajustes online durante o movimento (GOBBI et al., 2011; SILVA et al., 2011). Isto pode ser ainda mais relevante para pacientes com DP que necessitam de mais tempo para a programação de tarefas complexas, devido à problemas na integração sensorial (VITÓRIO et al., 2013; ABBRUZZESE, BERARDELLI, 2003) e deficiências neuromusculares (Estudo 2; STEVENS-LAPSLEY; KLUGER; SCHENKMAN, 2012, ALBANI et al., 2003); b) tentativa de terminar a tarefa o mais rápido possível (GRANACHER et al., 2012) para evitar situações instáveis durante a tarefa (BARBIERI et al., submetido).

Em relação à segunda hipótese do estudo, nossos achados confirmam em parte o que era esperado para o nível de atividade física. Apenas os parâmetros musculares tiveram interferência direta da fadiga muscular, sem haver diferença entre grupos. Inesperadamente, indivíduos ativos aumentaram a ativação do BF após a fadiga muscular diferente de indivíduos inativos que não ajustaram este parâmetro. Como discutido anteriormente, recorrer a uma musculatura fadigada pode acarretar em prejuízos à contratilidade muscular. Entretanto, a melhor condição neuromuscular e de força muscular de indivíduos ativos permite que estes indivíduos exijam mais do sistema motor (GONZAGA et al., 2011; BARBIERI et al., 2013c). Desta forma, os indivíduos ativos procuraram aumentar a tensão muscular do joelho durante a ultrapassagem do obstáculo, mesmo podendo aumentar o gasto energético, enquanto que os indivíduos inativos não realizaram nenhum ajuste para combater os efeitos da fadiga muscular durante a tarefa. Com isso, mesmo com uma estratégia mais arriscada de indivíduos ativos, este grupo buscou diminuir o risco de quedas diferentemente do grupo de inativos.

Apesar de resultados importantes, algumas limitações são evidenciadas. A análise da eletromiografia ocorrendo apenas do lado direito, devido a limitações impostas pelos

equipamentos e espaço para coleta, traz algumas restrições quanto à possibilidade de verificar fatores relacionados à assimetria e ao lado mais acometido da DP. Apesar disso, diante do objetivo do estudo, não houve problemas em verificar o efeito da fadiga no comportamento de ultrapassar o obstáculo durante o andar. Além disso, a ultrapassagem apenas com o membro inferior direito pode ser um fator interveniente, uma vez que a DP afeta de forma diferente o lado direito e esquerdo e, também, indivíduos saudáveis têm preferência diferente entre os lados. Entretanto, buscando uma padronização da tarefa optamos por utilizar apenas o lado direito para ultrapassagem de obstáculo.

A partir dos resultados pode-se concluir que a fadiga muscular altera os parâmetros de negociação com obstáculo durante a ultrapassagem de pacientes com DP e indivíduos neurologicamente sadios. Ainda, os ajustes musculares após a fadiga muscular são diferentes entre os grupos, sendo que os pacientes com DP ativam a musculatura fadigada após a IF, que pode representar falhas musculares durante a locomoção, colocando em risco a segurança do andar. Além disso, os indivíduos ativos, independente da presença da DP, também utilizam estratégia arriscada para a ultrapassagem, mas a melhor condição neuromuscular pode ser suporte para a estratégia adotada por este grupo de indivíduos.

5. Considerações finais

Essa dissertação de mestrado propôs a realização de 3 estudos para verificar o comportamento do sintoma da fadiga e da fadiga muscular em pacientes com doença de Parkinson (DP), considerando a importância do nível de atividade física. No primeiro estudo foi proposto, através de questionários, avaliar a percepção subjetiva da fadiga comparando pacientes com DP com indivíduos controle e considerando o nível de atividade física. Ainda, teve como objetivo correlacionar a pontuação obtida no questionário de percepção de fadiga com o nível de atividade física. O segundo e o terceiro estudos tiveram como objetivo verificar o efeito da fadiga muscular, da DP e do nível de atividade física nos parâmetros cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos do andar em ambiente regular e em ambiente com ultrapassagem de obstáculo, respectivamente.

Pacientes com DP apresentam exacerbado sintoma da fadiga comparados com indivíduos controle. Isso pode trazer uma série de restrições, podendo estar relacionado com a pior condição neuromuscular, uma vez que esta ocorre devido a déficits nos níveis de neurotransmissores em regiões de controle do tônus muscular (PAVESE et al., 2010). Decorrente dessa pior condição neuromuscular, pacientes com DP apresentam fraqueza muscular, representado pela menor capacidade de produção de força. Como consequência disso, pacientes com DP parecem possuir problemas para lidar com mudanças, devido a rigidez do sistema. Ainda, diferentes estratégias no padrão de ativação muscular são requeridas durante a ultrapassagem do obstáculo. Pacientes com DP, após a fadiga muscular, aumentam a ativação do bíceps femoral, mesmo com essa musculatura fadigada pelo protocolo de IF. Os indivíduos controle redistribuem o trabalho à musculatura não fadigada, aumentando o padrão de atividade do gastrocnêmio medial. Entretanto, ambas as populações modulam grande parte das variáveis espaço-temporais como estratégia para aumentar o equilíbrio dinâmico e a estabilidade do andar após tarefa fatigante, sendo que as diferenças existentes e esperadas entre pacientes com PD e idosos saudáveis se mantiveram sob condição de fadiga muscular.

O nível de atividade física parece não ser fator interveniente para a percepção do sintoma da fadiga, mas parece ser importante quando tarefas mais complexas são exigidas. Desta forma, no andar sem ultrapassagem de obstáculo, o nível de atividade física apresentou pouca influência, provavelmente pela tarefa não exigir demasiadamente do controle neuromuscular. Apesar disso, indivíduos ativos adotam um padrão de andar que revela melhor controle do movimento, uma vez que eles apresentam maior estabilidade e velocidade do andar em ambiente regular. Quando a complexidade da tarefa aumenta, como no andar com ultrapassagem de obstáculo, o nível de atividade física se mostra como fator interveniente, onde

indivíduos ativos adotam uma estratégia arriscada, aumentando o padrão de ativação do músculo do bíceps femoral, para tentar manter a tensão muscular e o sucesso da tarefa após a fadiga. No entanto, mesmo que arriscada, indivíduos ativos buscam estratégias para lidar com a condição de fadiga durante a ultrapassagem de obstáculo, diferente dos indivíduos inativos que não realizam ajustes musculares devido à pior condição neuromuscular, e menor flexibilidade do sistema.

Os resultados obtidos nesse estudo permitem um avanço acerca do conhecimento e dos mecanismos de controle em relação ao sintoma da fadiga, fadiga muscular, DP e do nível de atividade física de pacientes com DP. Isso pode auxiliar no direcionamento de intervenções, que devem propor atividades voltadas à condição neuromuscular para evitar o quadro e os efeitos da fadiga muscular, que visem a melhora do sistema de percepção e ação e, ainda, voltadas aos aspectos de motivação para tentar contrapor ao quadro de sintoma da fadiga, que é comum nos pacientes com DP e indivíduos controle. Além disso, a extrapolação dos dados obtidos neste estudo podem auxiliar no tratamento do sintoma da fadiga e no quadro de fadiga muscular, uma vez que ela se mostra multifatorial, sendo que o tratamento deve atingir todas as dimensões que o sintoma da fadiga afeta.

6. Referências

- ABBRUZZESE, G.; BERARDELLI, A. A sensorimotor integration in movement disorders. *Movement Disorders*, v. 18, p. 231-240, 2003.
- ABE, K.; TAKANASHI, M.; YANAGIHARA, T. Fatigue in patients with Parkinson's disease. *Behavior Neurology*, v. 12, p. 103–106, 2000.
- ALBANI, G.; ANDRINI, G.; KUNIG, G.; MARTIN-SOELCH, C.; MAURO, A.; PIGNATTI, R.; PACCHETTI, C.; DIETZ, V.; LEENDERS, K.L. Differences in the EMG pattern of leg muscle activation during locomotion in Parkinson's disease. *Functional Neurology*, v. 18, n. 3, p. 165-170, 2003.
- ALLMAN, B.L.; RICE, C.L. Neuromuscular fatigue and aging: central and peripheral factors. *Muscle Nerve*, v. 25, n. 6, p. 785-796, 2002.
- AMADIO, A.C.; SERRÃO, J.C. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, v. 21, p. 61-85, 2007.
- ANDRADE, L.M.; ARAUJO, A.J.N.; BARROS, R.M.L. Análise de Marcha: Protocolo experimental para posicionamento e orientação dos segmentos do corpo humano baseado em sistemas de marcas técnicas. *Brazilian Journal of Biomechanics*, v. 8, p. 33-40, 2004.
- AVLUND, K.; SCHROLL, M.; DAVIDSEN, M.; LØVBORG, B.; RANTANEN, T. Maximal isometric muscle strength and functional ability in daily activities among 75-year-old men and women. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 4, n.1, p. 32-40, 1994.
- BARBIERI, F.A. **Impact of muscle fatigue on mechanics and motor control of walking in different environments**. Tese de Doutorado no Programa Ciências da Motricidade da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2012.
- BARBIERI, F.A.; GOBBI, L.T.B.; LEE, Y.J.; PIJNAPPELS, M.; van DIEËN, J.H. Effect of triceps surae and quadriceps muscle fatigue on the mechanics of landing in stepping down in ongoing gait. *Ergonomics*, Aceito, 2014.
- BARBIERI, F.A.; LEE, Y-J; GOBBI, L.T.B.; PIJNAPPELS, M.; van DIEËN, J.H. The effect of muscle fatigue on the last stride before stepping down a curb. *Gait & Posture*, v. 37, p. 542-546, 2013a.
- BARBIERI, F.A.; SANTOS, P. C. R.; SIMIELI, L.; ORCIOLI-SILVA, d.; J van DIEËN, J.H.; GOBBI, L. T. B. Interactions of age and leg muscle fatigue on gait and obstacle crossing. *Gait & Posture*, Submetido.

- BARBIERI, F.A.; RINALDI, N.M.; SANTOS, P.C.R.; LIRANI-SILVA, E. ; VITÓRIO, R.; TEIXEIRA-ARROYO, C.; STELLA, F.; GOBBI, L.T.B. Functional capacity of Brazilian patients with Parkinson's disease (PD): Relationship between clinical characteristics and disease severity. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 54, p. e83-e88, 2012.
- BARBIERI, F.A.; SANTOS, P.C.R.; VITÓRIO, R.; LIRANI-SILVA, E.; GOBBI, L.T.B.; VAN DIEËN, JAAP H. Systematic review of the effects of fatigue on spatiotemporal gait parameters. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 1, p. 1-8, 2013b.
- BARBIERI, F.A.; SANTOS, P.C.R.; VITÓRIO, R.; van DIEËN, J.H.; GOBBI, L.T.B. Effect of muscle fatigue and physical activity level in motor control of the gait of young adults. **Gait & Posture**, p. 1, 2013c.
- BARBOSA, M.T.; CARAMELLI, P.; MAIA, D.P.; CUNNINGHAM, M.C.; GUERRA, H.L.; LIMA-COSTA, M.F.; CARDOSO, F. Parkinsonism and Parkinson's disease in the elderly: A community-based survey in Brazil (the Bambuí Study). **Movement Disorders**, v. 21, n. 6, p. 800-808, 2006.
- BARELA, A.M.F.; DUARTE, M. Biomechanical characteristics of elderly individuals walking on land and in water. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 18, p. 446-454, 2008.
- BARELA, A.M.F.; DUARTE, M. **Utilização da plataforma de força para aquisição de dados cinéticos durante a marcha humana**. São Paulo: Laboratório de Biofísica-USP, 2006.
- BARNETT, A.; SMITH, B.; LORD, S. R.; WILLIAMS, M.; BAUMAND, A. Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomized controlled trial. **Age Ageing**, v. 32, n. 4, p. 407-14, 2003.
- BARONE, P.; ANTONINI, A.; COLOSIMO C, MARCONI R, MORGANTE L, AVARELLO T.P, BOTTACCHI, E.; CANNAS, A.; CERAVOLO, G.; CERAVOLO, R.; CICARELLI, G.; GAGLIO, R.M.; GIGLIA, R.M.; IEMOLO, F.; MANFREDI, M.; MECO, G.; NICOLETTI, A.; PEDERZOLI, M.; PETRONE, A.; PISANI, A.; PONTIERI, F.E.; QUATRALE, R.; RAMAT, S.; SCALA, R.; VOLPE, G.; ZAPPULLA, S.; BENTIVOGLIO, A.R.; STOCCHI, F.; TRIANNI, G.; DOTTO, P.D.; PRIAMO study group. The PRIAMO study: a multicenter assessment of nonmotor symptoms and their impact on quality of life in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 24, p. 1619–1641, 2009.
- BERARD, J.R.; VALLIS, L.A. Characteristics of single and double obstacle avoidance strategies: a comparison between adults and children. **Experimental Brain Research**, v. 175, n. 1, p. 21-31, 2006.

- BINK, B.; BONJER, F.H.; VAN DER SLUYS, H. Assessment of the energy expenditure by indirect time and motion study. In EDANG, K.; ANDERSEN, K.L. (eds.) *Physical Activity in Health and Disease. Oslo: Proceedings of the Bertoslös Symposium*, Oslo University, p. 207-214, 1966.
- BOLAM, J.P.; HANLEY, J.J.; BOOTH, P.A.; BEVAN, M.D. Synaptic organisation of the basal ganglia. *Journal of Anatomy*, v.196, p.527–542, 2000.
- BRAAK, H.; GHEBREMEDHIN, E.; RUB, U.; BRATZKE, H.; DEL TREDICI, K. Stages in the development of Parkinson's disease-related pathology. *Cell Tissue Res*, v. 318, n. 1, p. 121-134, 2004.
- BROOKMEYER, R.; JOHNSON, E.; ZIEGLER-GRAHAM, K.; ARRIGHI, H.M. Forecasting the global burden of Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement*, v. 3, n. 3, p. 186–191, 2007.
- BRUCKI, S.M.D.; NITRINI, R.; CAMELLI, P.; BERTOLUCCI, P.H.F.; OKAMOTO, I.H. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, v. 61, n. 3-B, p. 777-781, 2003.
- BRYANT, M.S.; RINTALA, D.H.; HOU, J.G.; RIVAS, S.P.; FERNANDEZ, A.L.; LAI, E.C.; PROTAS, E.J. The relation of falls to fatigue, depression and daytime sleepiness in Parkinson's disease. *European Neurology*. v. 67, n. 6, p. 326-330, 2012.
- CANO-DE-LA-CUERDA R.; EREZ-DE-HEREDIA, M.; MIANGOLARRA-PAGE, J.C.; MUNOZ-HELLIN, E.; FERNANDEZ-DE-LAS-PENAS, C. Is there muscular weakness in Parkinson's Disease? *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, v. 89, p. 70–76, 2010.
- CASPERSEN, C.J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. Physical activity, exercise and Physical fitness: definitivos and distictions for health related research. *Public Health Reports*, v.100, n. 2, p. 172-79, 1985.
- CHAUDHURI, A.; BEHAN, P.O. Fatigue and basal ganglia. *Journal of the Neurological Sciences*, v. 179, p. 34–42, 2000.
- CHAUDHURI, A.; CONDON, B.R.; GOW, J.W.; BRENNAN, D.; HADLEY, D.M. Proton magnetic resonance spectroscopy of basal ganglia in chronic fatigue syndrome. *NeuroReport Journal*, v. 14, n. 2, p. 225-8, 2003.
- COHEN, S.; KESSLER, R. C.; GORDON, L.U. **Measuring Stress: A Guide for Health and Social Scientists**. Oxford: Oxford University Press, 1995.
- CRIZZLE, A.M.; NEWHOUSE, I.J. Is Physical Exercise Beneficial for Persons with Parkinson's Disease? *Clinical Journal of Sport Medicine*, v. 16, p. 422-425, 2006.

- DE LAU, L.M.; BRETELER, M.M. Epidemiology of Parkinson's disease. **Lancet Neurology**, v. 5, p. 525–535, 2006.
- DIETZ, V.; ZIJLSTRA, W.; PROKOP, T.; BERGER, W. Leg muscle activation during gait in Parkinson's disease: adaptation and interlimb coordination. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, v. 97, p. 408-415, 1995.
- DINGWELL, J.B., & MARIN, L. C. Kinematic variability and local dynamic stability of upper body motions when walking at different speeds. **Journal of biomechanics**, v. 39, n. 3, p. 444-452, 2006.
- DRAGANICH, L.F.; KUO, C.E. The effects of walking speed on obstacle crossing in healthy young and healthy older adults. **Journal of Biomechanics**, v. 37, p. 889-896, 2004.
- EDWARDS, R.H.T. Human muscle function and fatigue, **Human muscle fatigue: physiological mechanisms**. London: Pitman Medical, 1981.
- EGERTON, T.; BRAUER, S.G.; CRESSWELL, A.G. Fatigue after physical activity in healthy and balance-impaired elderly. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 17, p. 89-105, 2009.
- ELBERS, R.; VAN WEGEN, E.E.; ROCHESTER, L.; HETHERINGTON, V.; NIEUWBOER, A.; WILLEMS, A. M.; JONES, D.; KWAKKEL, G. Is Impact of Fatigue an Independent Factor Associated with Physical Activity in Patients with Idiopathic Parkinson's Disease? **Movement Disorders**, v. 24, n. 10, p. 1512–1518. 2009.
- ELBOIM-GABYZON, M.; ROZEN, N.; LAUFER, Y. Does neuromuscular electrical stimulation enhance the effectiveness of an exercise programme in subjects with knee osteoarthritis? A randomized controlled trial. **Clinical Rehabilitation**, v. 27, n. 3, p. 246-257, 2013.
- ENOKA, R.M.; TRAYANOVA, N.; LAOURIS, Y.; BEVAN, L.; REINKING, R.M.; STUART, D.G. Fatigue-related changes in motor unit action potentials of adult cats. **Muscle Nerve**, v. 15, p. 138-150, 1992.
- ETNYRE, B.; THOMAS, D.Q. Event standardization of sit-to-stand movements. **Physical Therapy**, v. 87, n. 12, p. 1651-66, 2007.
- FAHN, S.; ELTON, R. Members of the UPDRS. Development Comitee. The unified Parkinson's disease rating scale. In: FAHN, S.; MARSDEN, C.D.; CALNE, D.B.; GOLDSTEIN M. (eds.) **Recent Developments in Parkinson's Disease**, v.2, Florham Park NJ: McMellam Health Care Information, p. 153-163, 1987.

- FALCONER, K.; WINTER, D.A. Quantitative assessment of co-contraction at the ankle joint in walking. **Electromyography and Clinical Neurophysiology**, v. 25, n. 2-3, p. 135-149, 1985.
- FERRARIN, M.; CARPINELLA, I.; RABUFFETTI, M.; RIZZONE, M.; LOPIANO, L.; CRENNNA, P. Unilateral and bilateral subthalamic nucleus stimulation in Parkinson's disease: effects on EMG signals of lower limb muscles during walking. I **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, v. 15, n. 2, p. 182-9, 2007.
- FERRARIN, M.; LOPIANO, L.; RIZZONE, M.; LANOTTE, M.; BERGAMASCO, B.; RECALCATI, M.; PEDOTTI, A. Quantitative analysis of gait in Parkinson's disease: a pilot study on the effects of bilateral sub-thalamic stimulation. **Gait & Posture**, v. 16, n. 2, p. 135-48, 2002.
- FRIEDMAN, J.H.; ALVES, G. ; HAGELL, P.; MARINUS, J.; MARSH, L.; MARTINEZ-MARTIN, P.; GOETZ, C.G.; POEWE, W.; RASCOL, O.; SAMPAIO, C.; STEBBINS, G.; SCHRAG, A. Fatigue Rating Scales Critique and Recommendations by the Movement Disorders Society Task Force on Rating Scales for Parkinson Disease. **Movement Disorders**, v. 25, n. 7 p. 805-822, 2010.
- FRIEDMAN, J.H.; FRIEDMAN, H. Fatigue in Parkinson's disease. **Neurology**, v. 43, p. 2016–2018, 1993.
- FRIEDMAN, J.H.; FRIEDMAN, M.A. Fatigue in Parkinson's disease: a nine-year follow-up. **Movement Disorders**, v. 16, p. 1120–1122, 2001.
- FRIEDMAN, J.H.; GARBER, C.E.; KRUPP, L.P.; LOU, J.S.N.; MARSH, L.; NAIL, L.; SHULMAN, L.; TAYLOR, C.B. Fatigue in Parkinson's Disease: A Review. **Movement Disorders**, v. 22, n. 3, p. 297–308, 2007.
- GALNA, B., PETERS, A., MURPHY, A.T., MORRIS, M.E. Obstacle crossing deficits in older adults: a systematic review. **Gait & posture**, v. 30, n. 3, p. 270-275, 2009.
- GANDEVIA, S.C. Neural control in human muscle fatigue: changes in muscle afferents, motoneurons and motor cortical drive. **Acta Physiology Scandinavica**, v.162, p. 275-283, 1998.
- GARBER C.; FRIEDMAN J. Effects of fatigue on physical activity and function in patients with Parkinson's disease. **Neurology**, v. 60, p. 1119 – 1124, 2003.
- GOBBI, L.T.B.; OLIVEIRA-FERREIRA, M.D.; CAETANO, M.J.; LIRANI-SILVA, E.; BARBIERI, F.A.; STELLA, F.; GOBBI, S.. Exercise programs improve mobility and

- balance in people with Parkinson's disease. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 15, p. S49-S52, 2009.
- GOBBI, L.T.B.; LIRANI-SILVA, E.; VITÓRIO, R.; RINALDI, N.M.; PEREIRA, M.P.; TEIXEIRA-ARROYO, C.; BARBIERI, F.A.; SANTOS, P.C.R.; BATISTELA, R.A.; SALLES, A.C.; RAILE, V.; ALVES, A.P.T.; MORAIS, L.. Exercício e Doença de Parkinson: Aspectos da formação em Educação Física. In: Jorge Olímpio Bento, Go Tani e António Prista. (Org.). **Desporto e Educação Física em Português**. Porto - Portugal: Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, v. 1, p. 274-293, 2010.
- GONZAGA, J.M.; BARROS, S.E.B.; LISBOA, M.G.C.L.; BARBIERI, F.A.; GOBBI, L.T.B. Efeitos de diferentes tipos de exercício nos parâmetros do andar de idosas. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**, v. 17, n. 3, p. 166-170, 2011.
- GOTSHALK, L.A.; KRAEMER, W. J.; MENDONCA, M. A.; VINGREN, J. L.; KENNY, A. M.; SPIERING, B. A.; HATFIELD, D. L.; FRAGALA, M. S.; VOLEK, J. S. Creatine supplementation improves muscular performance in older women. **European Journal of Applied Physiology**, v. 102, p. 223–231, 2008.
- GRANACHER, U.; WOLF, I.; WEHRLE, A.; BRIDENBAUGH, S.; KRESSIG, RW. Effects of muscle fatigue on gait characteristics under single and dual-task conditions in young and older adults. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**. v.7, p. 56, 2010.
- GRIMBERGEN, Y.A.M.; MUNNEKE, M.; BLOEM, B. Falls in Parkinson's disease. **Current Opinion in Neurology**, London, v. 17(4), p. 405-415, 2004.
- GUYTON, A.C. **Neurociência básica: anatomia e fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.
- HAHN, M.E.; CHOU, L.S. Age-related reduction in sagittal plane center of mass motion during obstacle-crossing. **Journal of Biomechanics**, v. 37, p. 837-844, 2004.
- HAHN, M.E.; LEE H.J.; CHOU L.S. Increased muscular challenge in older adults during obstructed gait. **Gait & Posture**, v. 22, n. 4, p. 356–361, 2005.
- HAK, L.; HOUDIJK, H.; STEENBRINK, F.; MERT, A.; VAN DER WURFF, P.; BEEK, P.J., van DIEËN, J.H. Speeding up or slowing down? Gait adaptations to preserve gait stability in response to balance perturbations. **Gait & Posture**. v. 36, p. 260-264, 2012.
- HANCOCK, P.A.; DESMOND, P. A. **Stress, Workload, and Fatigue**. London: Lawrence Erlbaum Associates, 2000.
- HAVLIKOVA, E. ; ROSENBERGER, J.; NAGYOVA, I.; MIDDEL, B.; DUBAYOVA, T.; GDOVINOVA, Z.; VAN DIJK, J.P.; GROOTHOFF, J.W. Impact of fatigue on quality of

- life in patients with Parkinson's disease. **European Journal of Neurology**, v. 15, p. 475–480, 2008a.
- HAVLIKOVA, E.; ROSENBERGER, J.; NAGYOVA, I.; MIDDEL, B.; DUBAYOVA, T.; GDOVINOVA, Z.; GROOTHOFF, J.W.; VAN DIJK, J.P. Clinical and psychosocial factors associated with fatigue in patients with Parkinson's disease. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 14, n. 3, p. 187–192, 2008b.
- HELBOSTAD, J.; STURNIEKS, D.; MENANT, J.; DELBAERE, K.; LORD, S.; PIJNAPPELS, M. Consequences of lower extremity and trunk muscle fatigue on balance and functional tasks in older people: a systematic literature review. **BMC Geriatrics**, v. 10, n. 56, 2010.
- HELBOSTAD, J.L.; LEIRFALL, S.; MOE-NILSSEN, R.; SLETVOLD, O. Physical fatigue affects gait characteristics in older persons. **Journal of Gerontology: Biological Sciences**, v. 62, p. 1010-1015, 2007.
- HERLOFSON, K.; LARSEN, J.P. The influence of fatigue on healthrelated quality of life in patients with Parkinson's disease. **Acta Neurologica Scandinavica**, v. 107, n. 1, p. 107:106, 2003.
- HERMENS, H. J., FRERIKS, B., MERLETTI, R., STEGEMAN, D., BLOK, J., RAU, G., CATHY, D-K.; HÄGG, G. SENIAM 8: European recommendations for surface electromyography. 1999.
- HIRSCH, M.A, FARLEY B.G. Exercise and neuroplasticity in persons living with Parkinson's disease. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 45, n. 45, n. 2, p.215-229, 2009.
- HOEHN, M.M.; YAHR, M.D. Parkinsonism: onset, progression and mortality. **Neurology**, v. 17, p. 573-581, 1967.
- HOF, A.L.; GAZENDAM, M.G.; SINKE, W.E. The condition for dynamic stability. **Journal of Biomechanics**. v. 38, p. 1-8, 2005.
- HOF, A.L.; van BOCKEL, R.M.; SCHOPPEN, T.; POSTEMA, K. Control of lateral balance in walking. Experimental findings in normal subjects and above-knee amputees. **Gait and Posture**. v. 25, p. 250-258, 2007.
- HOFF, J.I.; VAN HILTEN, J.J.; MIDDELKOOP, H.A.M.; ROOS, R.A.C. Fatigue in Parkinson's disease is not associated with reduced physical activity. **Parkinsonism & Related Disorders**, v. 3, n. 1, p. 51-54, 1997.

- HUGHES, A.J.; DANIEL, S.E.; KILFORD, L.; LEES, A.J.. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinico-pathological study of 100 cases. **Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry**, v. 55, p. 181-184, 1992.
- HUNTER, S.; WHITE, M.; THOMPSON, M. Techniques to evaluate elderly human muscle function: a physiological basis. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 53, n. 3, p. B204-B216, 1998.
- KANG, H.G.; DINGWELL, J.B. Separating the effects of age and walking speed on gait variability. **Gait & Posture**, v. 27, n. 4, p. 572-577, 2008.
- KARLSEN, K.; LARSEN, J.P.; TANDBERG, E.; JORGENSEN, K. Fatigue in patients with Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 14, p. 237-241, 1999.
- KATSIARAS, A.; NEWMAN, A.B.; KRISKA, A.; BRACH, J.; KRISHNASWAMI, S.; FEINGOLD, E.; KRITCHEVSKY, S.B.; LI, R.; HARRIS, T.B.; SCHWARTZ, A.; GOODPASTER, B.H. Skeletal muscle fatigue, strength, and quality in the elderly: the Health ABC Study. **Journal of Applied Physiology**, v. 99, p. 210-216, 2005.
- KELLIS, E.; ARABATZI, F.; PAPADOPOULOS, C. Muscle co-activation around the knee in drop jumping using the co-contraction index. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 13, p. 229-238, 2003.
- KRELL, J.; PATLA, A.E. The influence of multiple obstacles in the travel path on avoidance strategy. **Gait and Posture**. v. 16, p. 15-19, 2002.
- KUEIDER, A.M.; PARISI, J.M.; GROSS, A.L.; REBOK G.W. Computerized Cognitive Training with Older Adults: A Systematic Review. **PLoS ONE**, v. 7, n. 7, 2012
- LAU, Y.S.; PATKI, G.; DAS-PANJA, K.; LE, W.D.; AHMAD, S.O. Neuroprotective effects and mechanisms of exercise in a chronic mouse model of Parkinson's disease with moderate neurodegeneration. **European Journal of Neuroscience**, v. 33, n. 7, p. 1264-1274, 2011.
- LAUFER, Y. Effect of age on characteristics of forward and backward gait at preferred and accelerated walking speed. **Journal of Gerontology Series A: Biological Science and Medicine Science**, v. 60, n. 5, p. 627-632, 2005.
- LEWIS, G.N.; BYBLOW, W.D. Altered sensorimotor integration in Parkinson's disease. **Brain**. v.125, p.2089-2099, 2002.
- LORD, S.R.; CASTELL, S.; CORCORAN, J.; DAYHEW, J.; MATTERS, B.; SHAN, A.; WILLIAMS, P. The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized, controlled trial. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 51, n. 12, p. 1685-1692, 2003.

- LOU, J.S. Physical and Mental Fatigue in Parkinson's Disease: Epidemiology, Pathophysiology and Treatment. **Drugs Aging**, v. 26, n. 3, p. 195-208, 2009.
- LOU, J.S.; KEARNS, G.; OKEN, B.; SEXTON, G.; NUTT, J. Exacerbated physical fatigue and mental fatigue in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 16, p. 190–196, 2001.
- LOWREY, C. R.; WATSON, A.; ANN, L. Age-related changes in avoidance strategies when negotiating single and multiple obstacles. **Experimental Brain Research**, v. 182, p. 289-299, 2007.
- LU, T.; CHEN, H.; CHEN, S. Comparisons of the lower limb kinematics between young and older adults when crossing obstacles of different heights. **Gait & Posture**, v. 23, p. 471-479, 2006.
- LUTZ, W.; SANDERSON, W; SCHERBOV, S. The end of world population growth. **Nature**, v. 412, n. 6846, p. 543-545, 2001.
- MAGILL, R.A. **Aprendizagem motora: conceitos e aplicações**. São Paulo: Ed. Blucher, 2000.
- MARUSIAK, J.; KISIEL-SAJEWICZ, K.; CHAMELA-BILINSKA, D.; ZBROJA, M.; JASKOLSKA, A.; JASKOLSKI, A. Mechanomyogram amplitude of antagonist muscles during submaximal isometric contraction increases in Parkinson's disease. **Current research in motor control. II: Theories, implementations and research perspectives in motor control**. AWF; Katowice, Poland, p. 275–276, 2004.
- McFADYEN, B.J.; PRINCE, F. Avoidance and accommodation of surface height changes by healthy, community-dwelling, young and elderly men. **Journal of Gerontology**, v. 57, p.166-174, 2002.
- McKENZIE, N.C.; BROWN, L.A. Obstacle negotiation kinematics: age-dependent effects of postural threat. **Gait & Posture**, v. 19, p. 226-234, 2004.
- MIWA, H.; MIWA, T. Fatigue in patients with Parkinson's disease: impact on quality of life. **Internal Medicine**, v. 50, n. 15, p. 1553-1558, 2011.
- MORIE, M.; REID, K. F.; MICIEK, R.; LAJEVARDI, N.; CHOONG, K.; KRASNOFF, J.B.; STORER T.W.; FIELDING, R.A.; BHASIN, S.; LEBRASSEUR, N.K. Habitual Physical Activity Levels Are Associated with Performance in Measures of Physical Function and Mobility in Older Men. v. 58, n. 9, p. 1727–1733, 2010.
- MORRIS, M.E.; IANSEK, R.; MATYAS, T.A.; SUMMERS, J.J. Stride length regulation in Parkinson's disease. Normalization strategies and underlying mechanisms. **Brain**, v. 119, p. 551-568, 1996.
- MYERS, J. Exercise and Cardiovascular Health. **Circulation**, v. 107, p. e2-e5, 2003.

- NASCIMENTO, C.M.C.; GOBBI, S.; HIRAYAMA, M.S.; BRAZÃO, M.C. Nível de atividade física e as principais barreiras percebidas por idosos de Rio Claro. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 19, n. 1, p. 109-118, 2008.
- NIANG, A.E.S.; MCFADYEN, B.J. Effects of physical activity level on unobstructed and obstructed walking in young male adults. **Gait & Posture**, v. 20, p. 75-81, 2005.
- NIEUWBOER, A.; DE WEERDT, W.; DOM, R.; PEERAER, L.; LESAFFRE, E.; HILDE, F.; BAUNACH, B. Plantar force distribution in Parkinsonian gait: a comparison between patients and age-matched control subjects. **Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 31, n. 3, p. 185-192, 1999.
- NORRIS, J.A.; GRANATA, K.P.; MITROS, M.R.; BYRNE, E.M.; MARSH, A.P. Effect of augmented plantarflexion power on preferred walking speed and economy in young and older adults. **Gait & Posture**, v. 25, n. 4, p. 620-627, 2007
- OBESO, J.A.; MARIN, C.; RODRIGUEZ-OROZ, C.; BLESÁ, J.; BENITEZ-TEMINO, B.; MENA-SEGOVIA, J.; RODRIGUEZ, M.; OLANOW, C.W. The basal ganglia in Parkinson's disease: current concepts and unexplained observations. **Annals of Neurology**, v. 64, n. 2, p. S30-S46, 2008.
- OBESO, J.A.; RODRIGUEZ-OROZ, M.C.; RODRIGUEZ, M.; LANCIEGO, J. L.; ARTIEDA, J.; GONZALO, N.; OLANOW, C.W. Pathophysiology of the basal ganglia in Parkinson's disease. **Trends in Neurosciences**, v. 23, p. S8-S19, 2000.
- OKUMA, Y.; KAMEI, S.; MORITA, A.; YOSHII, F.; YAMAMOTO, T.; HASHIMOTO, S.; UTSUMI, H.; HATANO, T.; HATTORI, N.; MATSUMURA, M.; TAKAHASHI, K.; NOGAWA, S.; WATANABE, Y.; MIYAMOTO, T.; MIYAMOTO, M.; HIRATA, K. Fatigue in Japanese Patients with Parkinson's Disease: A Study Using Parkinson Fatigue Scale. **Movement Disorders**, v. 24, p. 1977-1983, 2009.
- OLANOW, C.W.; STERN, M.B.; SETHI, K. The scientific and clinical basis for the treatment of Parkinson's disease. **Neurology**, v. 72, n. 21, p. S1-S136, 2009.
- ORCIOLI-SILVA, D. ; SIMIELI, L. ; BARBIERI, F.A. ; RINALDI, N.M. ; VITÓRIO, R. ; GOBBI, L.T.B. . Effects of a multimodal exercise program on the functional capacity of Parkinson disease patients considering disease severity and gender. **Motriz : Revista de Educação Física** (Online), Aceito, 2014.
- OVED, D.; ZIV, I.; TREVES, T.A.; PALEACU, D.; MELAMED, E.; DJALDETTI, R. Effect of dopamine agonists on fatigue and somnolence in Parkinson's disease. **Movement Disorders**. v. 21, p. 1257-1261, 2006.

- OWINGS, T.M.; GRABINER, M.D. Variability of step kinematics in young and older adults. **Gait & Posture**, v. 20, n. 1, p. 26-29, 2004.
- PARIJAT, P.; LOCKHART, T.E. Effects of quadriceps fatigue on the biomechanics of gait and slip propensity. **Gait & Posture**, v. 28, p. 568-573, 2008.
- PAVESE, N.; METTA, V.; BOSE, S. K.; CHAUDHURI, K. R.; BROOKS, D. J. Fatigue in Parkinson's disease is linked to striatal and limbic serotonergic dysfunction. **Brain**, v. 133, n. 11, p. 3434-3443, 2010.
- PEREIRA, M. P.; GONÇALVES, M. Effects of fatigue induced by prolonged gait when walking on the elderly. **Human Movement**, v. 12, n. 3, 242– 247, 2011
- PIERUCCINI-FARIA, F.; MENUCHI, M.R.T.P.; VITORIO, R.; GOBBI, L.T.B.; STELLA, F.; GOBBI, S. Parâmetros cinemáticos da marcha com obstáculos em idosos com Doença de Parkinson, com e sem efeito da levodopa: um estudo piloto. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 10, n. 2, p. 233-239, 2006.
- RAINOLDI, A.; MELCHIORRI, G.; CARUSO, I. A method for positioning electrodes during surface EMG recordings in lower limb muscles. **Journal of Neuroscience Methods**, v. 15, p. 37-43, 2004.
- RIBEIRO, F.; MOTA, J.; OLIVEIRA, J. Effect of exercise-induced fatigue on position sense of the knee in the elderly. **European Journal of Applied Physiology**, v. 99, p. 379-385, 2007.
- ROCHESTER, L.; HETHERINGTON, V.; JONES, D.; NIEUWBOER, A.; WILLEMS A-M.; KWAKKEL, G.; VAN WEGEN, E. Attending to the task: interference effects of functional tasks on walking in Parkinson's disease and the roles of cognition, depression, fatigue and balance. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 85, p. 1578-1585, 2004.
- SAITO, M.; MARUYAMA, M.; IKEUCHI, K.; KONDO, H.; ISHIKAWA, A.; YUASA, T.; TSUJI, S. Autosomal recessive juvenile parkinsonism. **Brain & Development**, v. 22, n. 1, p. S115-S117, 2000.
- SALMON, P. Effects of physical exercise on anxiety, depression, and sensitivity to stress: a unifying theory. **Clinical Psychology Review**, v. 21, n. 1, p. 33-61, 2001.
- SANTOS, P.C.R.; GOBBI, L.T.B. Efeito do envelhecimento, da fadiga e do nível de atividade física no andar livre e adaptativo. **Relatório Iniciação Científica – FAPESP**, 2011.
- SANTOS, P.C.R.; GOBBI, L.T.B. Andar livre e adaptativo: controle motor de jovens sob efeito da fadiga e do nível de atividade física. **Relatório Iniciação Científica – FAPESP**, 2010.

- SCANDALIS, T.A.; BOSAK, A.; BERLINER, J.C.; HELMAN, L.L.; WELLS, M.R. Resistance training and gait function in patients with Parkinson's disease. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 80, n. 1, p. 38-43, 2001.
- SCHENKMAN, M.L.; CLARK, K.; XIE, T.; KUCHIBHATLA, M.; SHINBERG, M.; RAY, L. Spinal movement and performance of standing reach task in participants with and without Parkinson's disease. **Physical Therapy**, v. 81, n.8, p. 1400-1411, 2001.
- SCHMITZ, A.; SILDER, A.; HEIDERSCHEIT, B.; MAHONEY, J.; THELEN, D.G.. Differences in lower-extremity muscular activation during walking between healthy older and young adults. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 19, n. 6, p. 1085-1091, 2009.
- SHKURATOVA, N.; MORRIS, M. E.; HUXHAM, F. Effects of age on balance control during walking. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.85, p. 582-588, 2004.
- SMETS, E.M.A. GARSEN, B.; BONKE, B.; DE HAES, J.C.. The multidimensional fatigue inventory (MFI) psychometric qualities of an instrument to assess fatigue. **Journal of Psychiatric Research**, v. 39, p. 315-25, 1995.
- SOFUWA, O.; NIEUWBOER, A.; DESLOOVERE, K.; WILLEMS, A.M.; CHAVRET, F.; JONKERS, I. Quantitative gait analysis in Parkinson's disease: comparison with a healthy control group. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 86, p. 1007-1013, 2005.
- STEGMÖLLER, E.L.; BUCKLEY, T.A.; PITSIKOULISET, C.; BARTHELEMY, E; ROEMMICH, R.; HASS, C.J. Postural instability and gait impairment during obstacle crossing in Parkinson's disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.93, p.703–709, 2012.
- STEVENS-LAPSLEY, J.; KLUGER, B.M.; SCHENKMAN, M. Quadriceps muscle weakness, activation deficits, and fatigue with Parkinson disease. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 26, n. 5, p. 533-541, 2012.
- STOLZE, H.; KLEBE, S.; ZEHLIN, C.; BAECKER, C.; FRIEGE, L.; DEUSCHL, G. Falls in frequent neurological diseases. Prevalence, risk factors and aetiology. **Journal of Neurology**, v. 251, p. 79-84, 2004.
- TAJIRI, N.; YASUHARA, T.; SHINGO, T.; KONDO, A.; YUAN, W.; KADOTA, T.; WANG, F.; BABA, T.; TAYRA, J. T.; MORIMOTO, T.; JING, M.; KIKUCHI, Y.; KURAMOTO, S.; AGARI, T.; MIYOSHI, Y.; FUJINO, H.; OBATA, F.; TAKEDA, I.; FURUTA, T.; DATE, I. Exercise exerts neuroprotective effects on Parkinson's disease model of rats. **Brain Research**, v. 1310, p. 200-207, 2010.

- TAKAKUSAKI, K.; SAITOH, H.K.; HARADA, H.; KASHIWAYANAGI, M. Role of basal ganglia-brainstem pathways in the control of motor behaviors. **Neuroscience Research**, v. 50, p. 137-151, 2004.
- TAKAKUSAKI, K.; TOMITA, N.; YANO, M. Substrates for normal gait and pathophysiology of gait disturbances with respect to the basal ganglia dysfunction. **Journal of Neurology**, v. 255, n. 4, p. 19-29, 2008.
- VALKO, P.O.; WALDVOGELA, D.; WELLER, M.; BASSETTIA, C.L.; HELD, U.; BAUMANN, C.R. Fatigue and excessive daytime sleepiness in idiopathic Parkinson's disease differently correlate with motor symptoms, depression and dopaminergic treatment. **European Journal of Neurology**, v. 17, p. 1428–1436, 2010.
- VIEREGGE, P.; STOLZE, H.; KLEIN, C.; HEBERLEIN, I. Gait quantitation in Parkinson's disease – locomotor disability and correlation to clinical rating scales. **Journal of Neural Transmission**, v. 104, n. 2, p. 337-248, 1997.
- VITÓRIO, R. **Papel da visão no controle locomotor durante a ultrapassagem de obstáculos de diferentes alturas em idosos com doença de Parkinson e idosos saudáveis**. Dissertação de mestrado no Programa Ciências da Motricidade da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2012.
- VITORIO, R.; LIRANI-SILVA, E.; BARBIERI, F.A.; CAETANO, M.J.D.; GOBBI, S.; STELLA, F.; GOBBI, L.T.B.; TEIXEIRA-ARROYO, C. Effects of 6-month, Multimodal Exercise Program on Clinical and Gait Parameters of Patients with Idiopathic Parkinson's Disease: A Pilot Study. **ISRN Neurology**, v. 2011, p. 1-7, 2011.
- VITÓRIO, R.; LIRANI-SILVA, E.; BARBIERI, F.A.; RAILE, V.; BATISTELA, R.A.; STELLA, F.; GOBBI, L.T.B. The role of vision in Parkinson's disease locomotion control: Free walking task. **Gait & Posture**, v. 35, p. 175-179, 2012.
- VITÓRIO, R.; LIRANI-SILVA, E.; BARBIERI, F.A.; RAILE, V.; STELLA, F.; GOBBI, L.T.B. Influence of visual feedback sampling on obstacle crossing behavior in people with Parkinson's disease. **Gait & Posture**, v. 37, p. 1, 2013.
- VITÓRIO, R.; LIRANI-SILVA, E.; PELICIONI, P.H.S. Controle motor, ocorrência de quedas e Doença de Parkinson. In: COELHO, F.G.M.; GOBBI, S.; COSTA, J.L.R., GOBBI, L.T.B. **Exercício Físico no envelhecimento Saudável e Patológico: Da teoria à prática (Org.)**. 1ed. Curitiba: Editora CRV, v. 1, p. 283-296, 2013.
- VITÓRIO, R.; PIERUCCINI-FARIA, F.; STELLA, F.; GOBBI, S.; GOBBI, L.T.B. Effects of obstacle height on obstacle crossing in mild Parkinson's disease. **Gait & Posture**, v. 31, n. 1, p. 143-146, 2010.

- VON CAMPENHAUSEN, S.; BORNSCHEIN, B.; WICK, R.; BÖTZEL, K.; SAMPAIO, C. ; POEWE, W.; OERTEL, W.; SIEBERT, U.; BERGER, K.; DODEL, R. Prevalence and incidence of Parkinson's disease in Europe. **European Neuropsychopharmacology**, v. 15, n. 4, p. 473-490, 2005.
- VOORRIPS, L.E.; RAVELLI, A.C.; DONGELMANS, P.C.; DEURENBERG, P.; VAN STAVEREN, W.A. A physical activity questionnaire for the elderly. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 23, n. 8, p. 974-979, 1991.
- WIERZBICKA, M.M.; WIEGNER, A.W.; LOGIGIAN, E.L.; YOUNG, R.R. Abnormal most-rapid isometric contractions in patients with Parkinson disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 54, p. 210–216, 1991.
- WILSON, W.M.; MARSDEN, C.A. In vivo measurement of extracellular serotonin in the ventral hippocampus during treadmill running. **Behavioural Pharmacology**, v. 7, n. 1, p. 101-104, 1996.
- YANG, Y. R.; LEE, Y. Y.; CHENG, S. J.; LIN, P. Y.; WANG, R.Y. Relationships between gait and dynamic balance in early Parkinson's disease. **Gait & Posture**, v. 27, p. 611-615, 2008.
- YEN, H.; CHEN, H.; LIU, M.; LIU, H.; LU, T.. Age effects on the inter-joint coordination during obstacle-crossing. **Journal of Biomechanics**, v. 42, p. 2501-2506, 2009.
- YOON, M.C.; SHIN, M.S.; KIM, T.S.; KIM, B.K.; KO, I.G.; SUNG, Y.H.; KIM, S.E.; LEE, H.H.; KIM, Y.P.; KIM, C.J. Treadmill exercise suppresses nigrostriatal dopaminergic neuronal loss in 6-hydroxydopamine-induced Parkinson's rats. **Neuroscience Letters**, v. 423, n. 1, p. 12-17, 2007.
- ZIV, I.; AVRAHAM, M.; MICHAELOV, Y.; DJALDETTI, R.; DRESSLER, R.; ZOLDAN, J.; MELAMED, E. Enhanced fatigue during motor performance in patients with Parkinson's disease. **Neurology**, v. 51, p. 1583–1586, 1998.

Anexo 1. Comitê de Ética

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Rio Claro

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
CEP – IB – UNESP – RIO CLARO

DECISÃO CEP Nº 096/2011

Instituição: UNESP – IB – CRC	Departamento: Educação Física
Protocolo nº: 3083	Data de Registro CEP: 1º.06.2011
Projeto de Pesquisa: "Efeito da fadiga no andar de pacientes com doença de Parkinson: relação com o nível de atividade física".	

Pesquisa Individual	Pesquisador Responsável: -.-
	Colaborador(a): -.-

Pesquisa Alunos de Graduação	Pesquisador Responsável: -.-
	Orientando(a): -.-

Pesquisa Alunos de Pós-Graduação	Pesquisador Responsável: Paulo Cezar Rocha dos Santos
	Orientador(a): Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi

Objetivo Acadêmico:	() TCC
	(x) Mestrado
	() Doutorado
	() Outros – (especificar)

O Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências da UNESP – Campus de Rio Claro, em sua 44ª reunião ordinária, realizada em 22/11/2011

(x)	Aprovou o Projeto de Pesquisa acima citado, ratificando o parecer emitido pelo relator.
()	Desde que atendidas as pendências apontadas na reunião (vide anexo), aprova o Projeto de Pesquisa acima citado.
()	Referendou o Projeto de Pesquisa acima citado, ratificando o parecer emitido pelo relator.
()	Aprovou retornar ao interessado para atendimento das pendências encontradas (prazo máximo de 60 dias):
()	Não Aprovou.
()	Retirou , devido à permanência das pendências.
()	Aprovou o Projeto de Pesquisa acima citado e o encaminha , com o devido parecer, para apreciação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa-CONEP/MS, por se tratar de um dos casos previstos no capítulo VIII, item 4.c.

“Formulário para Acompanhamento dos Protocolos de Pesquisa Aprovados”
Data de Entrega: Dezembro de 2013

Rio Claro, 24 de novembro de 2011.
 Profa. Dra. Rosa Maria Feiteiro Cavaleri Coordenadora do CEP

Anexo 2 – Questionário de Baecke modificados para idoso.

Nome: _____ **código:** _____

Seção de Trabalhos Domésticos

1- Você realiza algum trabalho doméstico leve? (tirar o pó, lavar louça, consertar roupas, etc.)

[0] Nunca (ou menos de uma vez por mês)

[1] Às vezes (somente quando não há parceiro ou ajudante)

[2] Frequentemente (às vezes ajudado pelo parceiro ou ajudante)

[3] Sempre (sozinho ou com ajuda)

2- Você faz algum trabalho doméstico pesado? (lavar pisos e janelas, carregar sacos de lixo, etc.).

[0] Nunca (ou menos de uma vez por mês)

[1] Às vezes (somente quando não há parceiro ou ajudante)

[2] Frequentemente (às vezes ajudado pelo parceiro ou ajudante)

[3] Sempre (sozinho ou com ajuda)

3- Para quantas pessoas você realiza trabalhos domésticos, incluindo você mesmo? (Preencher 0 se pessoa respondeu nunca nas questões 1 e 2)

4- Quantos cômodos você limpa, incluindo cozinha, quarto, garagem, porão, banheiro, sótão, etc?

[0] Nunca realiza serviços domésticos

[1] Um a seis cômodos

[2] Sete a nove cômodos

[3] Dez ou mais cômodos

5- Se limpa cômodos, em quantos andares? (Preencher 0 se a pessoa respondeu nunca na questão 4)

6- Você cozinha ou ajuda no preparo?

[0] Nunca

- [1] Às vezes (uma ou duas vezes por semana)
- [2] Frequentemente (três a cinco vezes por semana)
- [3] Sempre (mais que cinco vezes)

7- Quantos lances de escada você sobe por dia? (um lance de escada equivale a dez degraus)

- [0] Nunca subo escadas
- [1] Um a cinco lances
- [2] Seis a dez lances
- [3] Mais de dez lance

8- Se você vai a algum lugar em sua cidade, qual o tipo de transporte usado?

- [0] Nunca sai
- [1] Carro
- [2] Transporte público
- [3] Bicicleta
- [4] Caminho

9- Quantas vezes você sai para fazer compras?

- [0] Nunca ou menos de uma vez por semana
- [1] Uma vez por semana
- [2] Duas a quatro vezes por semana
- [3] Todos os dias

10- Se você sai para fazer compras, qual o tipo de transporte usado?

- [0] Nunca sai
- [1] Carro
- [2] Transporte público
- [3] Bicicleta
- [4] Caminho

Você pratica esportes?

Tipo:

Intensidade(a):

Horas/semana(b):

Períodos do ano(c):

Seção de Atividades esportivas

Você pratica algum outro exercício físico?

Tipo:

Intensidade(a):

Horas/semana(b):

Períodos do ano(c):

Anexo 3 - Multidimensional Fatigue Inventory – MFI (Smets, 1995)

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade: ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber como está o seu nível de fadiga. Você deve classificar as afirmações abaixo de acordo com sua disposição para realizá-las ou como está se sentindo. Você deve pontuar cada um dos itens segundo as “carinhas”: 1 - sempre, 2 - frequentemente, 3 - às vezes, 4 - raramente, 5 - nunca. As questões envolvem atividades gerais, físicas, motivacionais e mentais que você realiza diariamente. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não tenha fadiga. Obrigado pela sua participação!

					
	1	2	3	4	5
1. Sinto-me em boa forma.					
2. Fisicamente me sinto somente capaz de fazer um pouco.					
3. Sinto-me muito ativo.					
4. Eu me sinto bem fazendo todo tipo de coisa.					
5. Sinto-me cansado.					
6. Eu acho que faço muita coisa em um dia.					
7. Quando eu faço alguma coisa, posso manter meus pensamentos sobre ele.					
8. Fisicamente eu posso fazer muitas coisas.					
9. Eu tenho medo de fazer as coisas.					
10. Eu acho que faço muito pouco em um dia.					
11. Eu posso me concentrar bem.					
12. Eu estou descansado.					
13. Eu preciso de um grande esforço para concentrar-me nas coisas.					
14. Fisicamente eu sinto que estou em uma péssima condição.					
15. Eu tenho muitos planos.					
16. Eu me canso facilmente.					
17. Eu tenho feito poucas coisas.					
18. Eu não me sinto bem fazendo alguma coisa.					
19. Os meus pensamentos se perdem facilmente.					
20. Fisicamente eu sinto que estou em uma excelente condição.					

As dimensões envolvidas em cada item:

Fadiga geral: 1, 5, 12, 16

Fadiga física: 2, 8, 14, 20

Nível de atividade reduzida: 3, 6, 10, 17

Baixa motivação: 4, 9, 15, 18

Fadiga mental: 7, 11, 13, 19

Total:

Obs. Os valores atribuídos nas questões referente às células em realce devem ser invertidos (5; 4; 3; 2; 1) durante os cálculos das dimensões.

Apêndice 1. Termo de consentimento livre e esclarecido - Estudo 1

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
IB/UNESP/Rio Claro
(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 196/96)

Eu, PAULO CEZAR ROCHA DOS SANTOS, R.G.: 34.256.494-8; C.P.F.: 338134238-08, pesquisador responsável pelo estudo, convido V. S^a a participar de um estudo intitulado “Percepção subjetiva de fadiga em pacientes com a doença de Parkinson: interferência do nível de atividade física”, que está embutido em uma pesquisa que tem como título “Efeito da fadiga no andar de pacientes com doença de Parkinson: relação com o nível de atividade física”, sob orientação da Profa. Dra. LILIAN TERESA BUCKEN GOBBI, a realizar-se no Instituto de Biociências da UNESP/RC, no Departamento de Educação Física – LEPLO – Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção, endereço: Av. 24-A, 1515, Bela Vista, CEP: 13506-900 Fone: (19) 3526-4320 Fax: (19) 3526-4321.

Esse estudo tem como objetivo verificar a percepção subjetiva de cansaço e o nível de atividade física, buscando uma relação entre eles. Ainda, verificar se indivíduos acometidos pela doença de Parkinson são diferentes de indivíduos não acometidos pela doença de Parkinson.

Para isso, V. S^a terá que responder aos seguintes questionários:

- 1) Inventário multidimensional de fadiga (*Multidimensional Fatigue Inventory*), onde V. S^a responderá a 20 questões relativa a sua disposição durante atividades gerais, físicas, motivacionais e mentais realizadas diariamente.
- 2) Questionário de Baecke modificados para idosos, onde o V. S^a responderá questionamentos referentes às atividades domésticas e exercícios físicos realizados no último ano.

Caso V. S^a seja paciente com doença de Parkinson, um terceiro questionário será aplicado:

- 3) Escala de Fadiga da Doença de Parkinson, onde V. S^a responderá a 16 questionamentos sobre suas sensações e experiência nas 2 ultimas semanas. Este questionário buscando identificar os sinais de fadiga relacionados aos comprometimentos ocasionados pela doença.

Todos os questionários serão aplicados em um mesmo dia no LEPLO – Laboratório de estudo da postura e locomoção, localizado no Instituto de Biociências da UNESP/RC, no departamento de Educação Física. Sua participação não deverá exceder 40 minutos

Os resultados deste estudo poderão auxiliar no entendimento da fadiga em relação à doença de Parkinson e verificar se a atividade física se contrapõe a percepção de cansaço.

V. S^a receberá um código que assegurará que sua identidade durante a apresentação dos resultados, assim como suas informações pessoais. Todos os resultados do estudo serão usados, único e exclusivamente, para fins de ensino e pesquisa. V. S^a terá a liberdade de solicitar, a qualquer momento, informações a respeito do estudo.

V. S^a tem total liberdade de classificar qualquer dúvida a respeito do estudo e dos questionários, pois teremos a obrigação de respondê-las. V. S^a tem plena liberdade para recusar a participação no estudo ou abandoná-lo a qualquer momento sem nenhum prejuízo pessoal ou financeiro.

Após ter sido, devidamente, informado(a) sobre a pesquisa e seus responsáveis, aceito o convite e assino este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, elaborado em duas vias, sendo que uma via ficara em meu poder e outra com o pesquisador.

Rio Claro, ____ de _____ de 201 ____.

Assinatura do indivíduo _____

Assinatura do pesquisador responsável _____

Orientadora: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi _____

DADOS DA PESQUISA

Título do projeto: *Efeito da fadiga no andar de pacientes com doença de Parkinson: relação com o nível de atividade física.*

Título do estudo: Percepção subjetiva de fadiga em pacientes com a doença de Parkinson: interferência do nível de atividade física

Pesquisador responsável: Paulo Cezar Rocha dos Santos.

Cargo/Função: aluno de mestrado.

Orientador: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi.

Instituição: LEPLO/Depto de Educação Física – Instituto de Biociências/UNESP/RC

Endereço: Av. 24-A, nº 1515, Bela Vista, Rio Claro, CEP: 13.506-900

Fone: (19) 3526-4320 Fax: (19) 3534-6436

DADOS DO PARTICIPANTE

Nome: _____

RG: _____ **Sexo:** F () M ()

Data de Nascimento: ____/____/____

Endereço: _____

Bairro: _____ **Cidade:** _____

CEP: _____ **Fone:** (____) _____

Apêndice 2. Termo de consentimento livre e esclarecido - Estudo 2

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
IB/UNESP/Rio Claro
(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 196/96)

Eu, PAULO CEZAR ROCHA DOS SANTOS, R.G.: 34.256.494-8; C.P.F.: 338134238-08, pesquisador responsável pelo estudo, convido V. S^a a participar de um estudo intitulado “Efeito da fadiga muscular no andar de pacientes com doença de Parkinson” que está embutido em uma pesquisa que tem como título “Efeito da fadiga no andar de pacientes com doença de Parkinson: relação com o nível de atividade física”, sob orientação da Profa. Dra. LILIAN TERESA BUCKEN GOBBI, a realizar-se no Instituto de Biociências da UNESP/RC, no Departamento de Educação Física – LEPLO – Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção, endereço: Av. 24-A, 1515, Bela Vista, CEP: 13506-900 Fone: (19) 3526-4320 Fax: (19) 3526-4321.

Esse estudo tem como objetivo analisar o andar com e sem ultrapassagem de obstáculo de indivíduos acometidos pela doença de Parkinson e de indivíduos não acometidos pela doença de Parkinson, antes e após fadiga muscular, considerando a prática regular de atividade física dos indivíduos.

A participação da V, S^a neste estudo envolve duas fases:

Fase 1: a) aplicação de uma anamnese completa para verificar a ausência dos critérios de exclusão; b) aplicação do questionário de nível de atividade física; c) medição do peso, altura, tamanho da perna e pé e quantidade de gordura corporal;

Fase 2: a) preparação para as tarefas experimentais; b) tarefas de andar sem e com ultrapassagem de obstáculo; c) realização de força isométrica máxima de membro inferior; d) Tarefa para chegar à fadiga por meio da tarefa de sentar e levantar de uma cadeira; e) realização de força isométrica máxima de membro inferior; f) tarefas de andar sem e com ultrapassagem de obstáculo.

As duas fases serão realizadas em diferentes dias, desta forma, V. S^a em dois dias distintos no LEPLO – Laboratório de estudo da postura e locomoção, localizado no Instituto de Biociências da UNESP/RC, no departamento de Educação Física. Sua participação em cada dia não deverá exceder 60 minutos.

Durante a avaliação será necessário vestir uma calça de lycra com zíper nas laterais para facilitar a colocação, manipulação e fixação de eletrodos durante a coleta de dados. Esses eletrodos serão colocados na superfície de sua pele com a finalidade de verificar o

comportamento do músculo. Para isso, será necessário fazer uma raspagem de pelos e uma limpeza com álcool no local onde serão colocados os eletrodos.

Todos os procedimentos serão realizados pelo mesmo grupo de pessoas. Apesar destas atividades possuírem um alto grau de segurança, é necessário ressaltar que há algum risco de queda ou de desconforto, mas nossa equipe estará sempre com você para qualquer problema. Acompanhantes e/ou cuidadores poderão permanecer dentro da sala durante a coleta de dados.

Os resultados deste estudo poderão servir para auxiliar no deslocamento diário e entendimento da fadiga nos padrões do andar em indivíduos com e sem doença de Parkinson. Além de permitir que sejam criadas sessões de treinamentos e terapias que possam auxiliar nas possíveis dificuldades que serão encontradas, com a finalidade de melhorar o andar e qualidade de vida.

Para um maior controle deste estudo, V. S^a receberá um código, o que assegurará que a sua identidade e as suas imagens se mantenham confidenciais. Todos os resultados do estudo serão usados, única e exclusivamente, para fins de ensino e pesquisa e todas as informações pessoais serão mantidas em sigilo. V. S^a terá a liberdade de solicitar, a qualquer momento, informações sobre os resultados das tarefas realizadas.

Após ter sido, devidamente, informado(a) sobre a pesquisa e seus responsáveis, aceito o convite e assino este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, elaborado em duas vias, sendo que uma via ficara em meu poder e outra com o pesquisador.

Rio Claro, _____ de _____ de 201____.

Assinatura do indivíduo _____

Assinatura do pesquisador responsável _____

Orientadora: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi _____

DADOS DA PESQUISA

Título do projeto: *Efeito da fadiga no andar de pacientes com doença de Parkinson: relação com o nível de atividade física.*

Título do estudo: *Efeito da fadiga muscular no andar de pacientes com doença de Parkinson.*

Pesquisador responsável: Paulo Cezar Rocha dos Santos.

Cargo/Função: aluno de mestrado.

Orientador: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi.

Instituição: LEPLO/Depto de Educação Física – Instituto de Biociências/UNESP/RC

Endereço: Av. 24-A, nº 1515, Bela Vista, Rio Claro, CEP: 13.506-900

Fone: (19) 3526-4320 Fax: (19) 3534-6436

DADOS DO PARTICIPANTE

Nome: _____

RG: _____ **Sexo:** F () M ()

Data de Nascimento: ____/____/____

Endereço: _____

Bairro: _____ **Cidade:** _____

CEP: _____ **Fone:** (____) _____