



CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA

Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ciências da Reabilitação –  
PPGCR  
Mestrado Acadêmico em Ciências da Reabilitação

RAFAEL DE ALMEIDA SÁ

ASSOCIAÇÃO ENTRE A FORÇA, STATUS CLÍNICO E CAPACIDADE  
FUNCIONAL NA DOENÇA DE PARKINSON

RIO DE JANEIRO  
2018

RAFAEL DE ALMEIDA SÁ

ASSOCIAÇÃO ENTRE A FORÇA, STATUS CLÍNICO E CAPACIDADE  
FUNCIONAL NA DOENÇA DE PARKINSON

Dissertação de mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu*  
em Ciências da Reabilitação do Centro  
Universitário Augusto Motta, como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Mestre em Ciências da Reabilitação.

ORIENTADORA: Profa. Dra. LAURA ALICE SANTOS DE OLIVEIRA

RIO DE JANEIRO

2018

RAFAEL DE ALMEIDA SÁ

# ASSOCIAÇÃO ENTRE A FORÇA, STATUS CLÍNICO E CAPACIDADE FUNCIONAL NA DOENÇA DE PARKINSON

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Aprovado em 02 de Abril de 2018.

## BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. LAURA ALICE SANTOS DE OLIVEIRA – ORIENTADORA  
UNISUAM

---

Prof. Dr. THIAGO LEMOS DE CARVALHO  
UNISUAM

---

Prof. Dr. ARTHUR SÁ FERREIRA  
UNISUAM

---

Prof. Dr. MARCO ANTONIO GARCIA  
EEFD/UFRJ

Rio de Janeiro

2018

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
1.1 Fisiopatologia da doença de Parkinson	10
1.2 Etiologia da doença de Parkinson	15
1.3 Sinais, sintomas, diagnóstico e abordagem clínica da doença de Parkinson	16
1.4 Força muscular na doença de Parkinson	18
1.4.1 Quantificação da força muscular na doença de Parkinson	24
1.5 Equilíbrio na doença de Parkinson	27
1.6 Qualidade de vida na Doença de Parkinson e estadiamento da doença	32
<b>2 HIPÓTESE</b>	<b>33</b>
<b>3 JUSTIFICATIVA</b>	<b>33</b>
<b>4 OBJETIVOS</b>	<b>34</b>
4.1 Gerais	34
4.2 Específicos	34
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>34</b>
5.1 Amostra	35
5.2 Procedimentos	36
5.3 Instrumentos de avaliação	37
5.4 Processamento dos sinais de força	41
<b>6 ANÁLISE ESTATÍSTICA</b>	<b>42</b>
<b>7 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO</b>	<b>43</b>
<b>8 MANUSCRITO</b>	<b>44</b>
<b>9 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>65</b>
<b>10 REFERÊNCIAS</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO I</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO II</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO III</b>	<b>79</b>

<b>ANEXO IV .....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO V .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO VI .....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO VII .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO VIII .....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO IX .....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO X .....</b>	<b>112</b>

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 - Núcleos da base e estruturas circundantes .....	11
Figura 2 - Circuitaria córtico-núcleos da base-tálamo-cortical .....	12
Figura 3 - Doenças de Parkinson – vias direta e indireta .....	13
Figura 4 - Cascata Patofisiológica da Neurodegeneração na DP .....	14
Figura 5 - Perturbação e recuperação do equilíbrio no solo .....	29
Figura 6 - Fluxograma .....	36
Figura 7 - Postura requerida para realização do teste CVIM .....	40
Figura 8 - Força do quadríceps de um participante .....	42

## RESUMO

A doença de Parkinson (DP) é considerada uma das doenças neurodegenerativas mais comuns da atualidade. Sua incidência é maior nos idosos e nos homens, apresentando alta taxa de prevalência. A DP afeta os núcleos da base, devido à perda de neurônios dopaminérgicos na substância negra, levando a sintomas motores e não motores. Com etiologia multifatorial, a DP envolve fatores endógenos e exógenos para explicar sua possível ocorrência. Aparentemente a força muscular do quadríceps do indivíduo com Parkinson é menor do que em um indivíduo saudável da mesma idade, o que pode influenciar na diminuição do equilíbrio corporal e aumentar o risco de quedas. A força muscular pode estar associada também com a gravidade da DP e qualidade de vida desses indivíduos. O objetivo do presente estudo é investigar a associação entre a força muscular do quadríceps com o equilíbrio corporal, status clínico e qualidade de vida em indivíduos com DP. Para tanto, foram analisados 25 indivíduos (18 homens) com idades: mediana (med) = 66 anos, primeiro quartil ( $Q_1$ ) = 62,50 anos, terceiro quartil ( $Q_3$ ) = 71 anos; altura: med = 168 cm,  $Q_1$  = 162 cm,  $Q_3$  = 171 cm; peso: med = 77 kg,  $Q_1$  = 68 kg,  $Q_3$  = 84,50 kg. O status clínico dos participantes foi aferido por meio da Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (UPDRS). Para mensurar a força dos participantes, foi utilizado o teste de contração voluntária isométrica máxima (MVC). A qualidade de vida (QV) foi avaliada por meio do Questionário sobre Doença de Parkinson (PDQ-39) e o equilíbrio foi avaliado mediante aplicação das escalas: *Timed get up and go test* (TUG), *Dynamic Gait Index* (DGI) e *Mini Balance Evaluation Systems Test* (Mini BESTest). Os participantes apresentaram escores qualificando-os com bom equilíbrio, exceto para o DGI. Foram encontradas associações entre a função muscular do quadríceps e status clínico ( $\rho = -0.610$  a  $-0.577$ ), TMT e MBT com força do quadríceps ( $\rho = 0.528$ ,  $0.484$ ), e entre função muscular do quadríceps e PDQ-39 ( $\rho = 0.455$ ). Os resultados sugerem que, quanto maior a função muscular do quadríceps melhor é o equilíbrio e a QV, enquanto menor é a gravidade da DP durante o período *ON* (diminuição dos sintomas) da medicação para a DP. Os testes de equilíbrio têm características diferentes e é necessário escolher com cautela de acordo com o objetivo e indivíduo avaliado. Futuros estudos longitudinais controlados devem ser realizados para investigar uma relação causal entre essas variáveis.

**Palavras-chave:** doença de Parkinson, força muscular, contração isométrica, qualidade de vida e UPDRS.

## ABSTRACT

Parkinson's disease (PD) is considered one of the most common neurodegenerative diseases nowadays. Its incidence is larger in elders and men, presenting high levels of prevalence. This disease compromises the nuclear basis of brain structure due to the loss of dopaminergic neurons in the substantia nigra, causing motor and non-motor symptoms. PD has a multifactorial etiology, and endogenous and exogenous factors are used to explain its occurrence. Quadriceps muscle strength in a parkinsonian patient is minor than in a healthy person at the same age, which suggests decreases in balance and increase in the risk of falls. Also, the muscle strength seems to be associated with severity of PD and quality of life in PD patients. Therefore, this study aims to investigate the association between the quadriceps muscle strength and body balance, clinical status and quality of life in PD patients. To achieve this goal, 25 individuals were analyzed (18 men), with age: median (med) = 66 years, first quartile ( $Q_1$ ) = 62.50 years, third quartile ( $Q_3$ ) = 71 years; height: med = 168 cm,  $Q_1$  = 162 cm,  $Q_3$  = 171 cm; and weight: med = 77 kg,  $Q_1$  = 68 kg,  $Q_3$  = 84.50 kg. The participant's signs and symptoms were assessed using the Unified Parkinson's disease rating scale (UPDRS). Strength of the knee extensors was measured during a maximal isometric voluntary contraction (MVC) of the quadriceps muscle. Quality of life (QOL) was evaluated using the Parkinson's Disease Questionnaire (PDQ-39) and balance was accessed: Timed get up and go test (TUG), Dynamic Gait Index (DGI) and Mini Balance Evaluation Systems Test (Mini BESTest) scales. Participants presented sufficient scores to a good balance, except in DGI. Associations were found between TMT and MBT and strength ( $\rho = 0.528, 0.484$ ); between clinical status and strength ( $\rho = -0.610$  a  $-0.577$ ), and between strength and PDQ-39 ( $\rho = 0.455$ ). The results suggested that as greater the muscle function of quadriceps better the balance and QOL, and smaller is the PD severity during the ON period (decreasing motor symptoms). The balance tests have different features and it is necessary to choose with caution according to the objective and the evaluated individual. Future longitudinal controlled trials should be performed to investigate a causal relationship between these variables.

**Keywords:** Parkinson's disease, muscle strength, muscle weakness, isometric contraction, quality of life and UPDRS.

## 1 INTRODUÇÃO

James Parkinson foi pioneiro ao descrever a doença de Parkinson (DP) em 1817, chamando-a na época de “*shaking palsy*” (paralisia agitante). Anos depois, como homenagem pela sua descoberta, a doença recebeu seu nome (DONALDSON, 2015). Nos dias atuais, a DP é uma das doenças neurodegenerativas mais comuns no mundo (ZOU et al., 2015). Quando síndromes e doenças com etiologia conhecida (como lesões isquêmicas e exposição a toxinas) compartilham sintomas da DP, além de sintomas não característicos desta, recebem o nome de “parkinsonismo” para distingui-las da DP (MHYRE et al., 2012; WIRDEFELDT et al., 2011).

Poucos estudos abordando a incidência mundial da DP foram realizados, quando comparados aos estudos de prevalência. Além disso, essas pesquisas apresentam divergências quanto à apuração dos casos, critérios de diagnóstico da DP e populações demográficas diferentes (WIRDEFELDT et al., 2011). Quanto ao gênero mais afetado, a literatura é unânime, reportando ocorrência nos homens 1,8 vezes maior do que nas mulheres (BARBOSA et al., 2006; FUENTE-FERNÁNDEZ; HUANG; KHANDHAR; MARKS, 2007; MHYRE et al., 2012; STOESSL, 2003; WIRDEFELDT et al., 2011). Os dados epidemiológicos evidenciam que existem poucos casos de DP antes dos 40 anos, aumentando a incidência somente após os 60 anos. Em suma, considerando diversas populações e grupos etários pelo mundo, a incidência da DP varia entre 1,5 e 22 a cada 100.000 pessoas por ano. Na Europa, os estudos apontam uma incidência de 9 a 22 a cada 100.000 pessoas por ano. Entretanto, como citado anteriormente, os valores aumentam quando a população analisada não abrange os indivíduos mais jovens e foca somente nos mais idosos (acima de 55 ou 65 anos), atingindo incidência de 410 a 529 por 100.000 pessoas por ano na Europa. Nos Estados Unidos da América (EUA), a incidência é de 12 a 15 a cada 100.000 pessoas por ano (MHYRE et al., 2012) e 554 a cada 100.000 pessoas acima dos 60 anos (FOSTER; BEDEKAR; TICKLE-DEGNEN, 2014). Dessa forma, os dados sugerem que o fator idade (envelhecimento) parece estar associado ao desenvolvimento da DP.

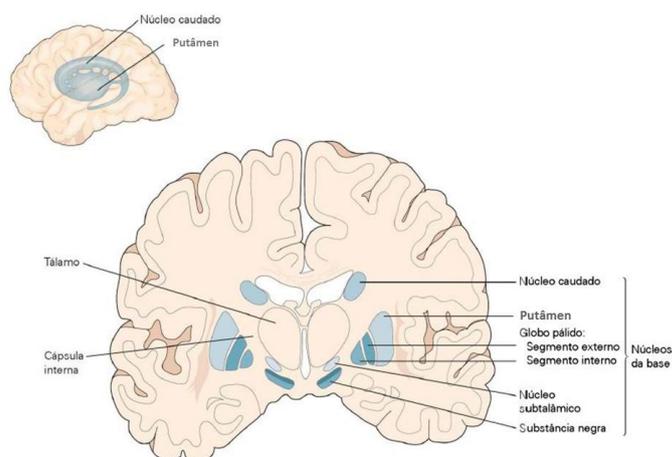
Assim como os estudos de incidência, os de prevalência também possuem variados métodos de verificação de casos, levando a resultados diferentes. A prevalência mundial realizada por estudos que verificaram o número de casos por meio de pesquisa feita de porta em porta, varia de 167 a 5.703 casos ao ano a cada 100.00 mil habitantes em idosos acima de 60 a

65 anos. No Brasil, a prevalência da DP é de 3.300 casos na população acima de 65 anos (WIRDEFELDT et al., 2011).

Ao ser comparado com indivíduos saudáveis de mesma idade, o indivíduo com DP apresenta limitações na marcha, mostrando dificuldades não somente em sua locomoção como também para a realização de atividades da vida diária. Além disso, o equilíbrio postural é comprometido e as quedas são mais frequentes nos indivíduos com DP (GERA et al., 2016; HUBBLE et al., 2016; JACOBS; HORAK, 2006). Estudos têm apontado a existência de fraqueza muscular dos membros inferiores em pacientes com DP quando comparados a indivíduos saudáveis, principalmente do quadríceps que é um músculo importante para a locomoção e a manutenção do equilíbrio (HAMMOND et al., 2017; NOCERA et al., 2010; PANG; MAK, 2009). Tal condição poderia influenciar a qualidade de vida desses indivíduos, impedindo-os de realizarem suas atividades da vida diária com segurança e assim, diminuindo a independência deles (CIOLC; RODRIGUES-DA-SILVA, 2016). Algumas evidências sugerem também que a diminuição da força estaria associada com a gravidade da DP (STEVENS-LAPSLEY et al., 2012; CANNING et al., 2015; VETRANO et al., 2018).

### **1.1 Fisiopatologia da doença de Parkinson**

A DP afeta negativamente o sistema nervoso, provocando a degeneração progressiva e crônica de estruturas pertencentes aos núcleos da base (PETZINGER et al., 2011). Os núcleos da base são um grupo de núcleos neurais que apresentam diferentes funções e localizam-se na base do telencéfalo, nos dois hemisférios cerebrais (Figura 1). Esses núcleos são formados pelo caudado, putâmen e globo pálido. O globo pálido divide-se em segmento interno (parte mais medial do globo pálido) e externo (parte mais lateral do globo pálido) (WICHMAN; DELONG, 2016). Além desses, existem outros núcleos que não fazem parte da estrutura telencefálica, mas incorporam-se aos núcleos da base devido a uma associação funcional. São eles: o núcleo subtalâmico, situado no diencéfalo e a substância negra, situada no mesencéfalo (Figura 1).

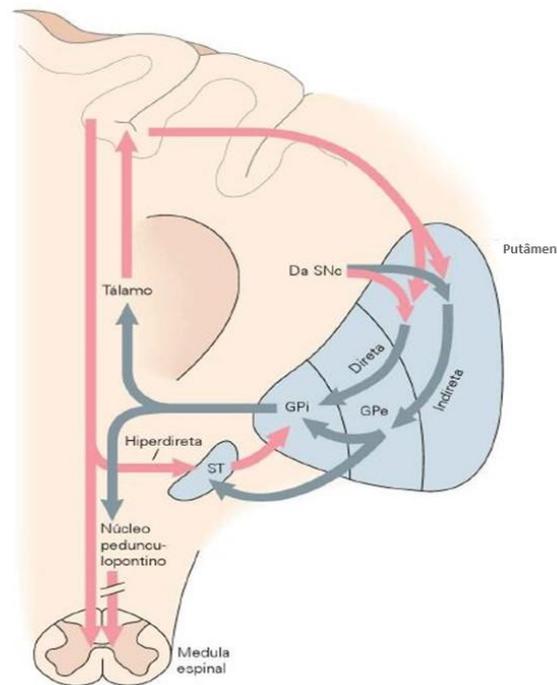


**Figura 1.** KANDEL. 2014. “Núcleos da base e estruturas circundantes”. *Princípios de Neurociências 5ª*, p. 853. Porto Alegre: AMGH Editora. Vista anterior do corte coronal do encéfalo com os núcleos da base identificados à direita. Acima, os núcleos caudados e putâmen em uma vista lateral do lado esquerdo (KANDEL, 2014).

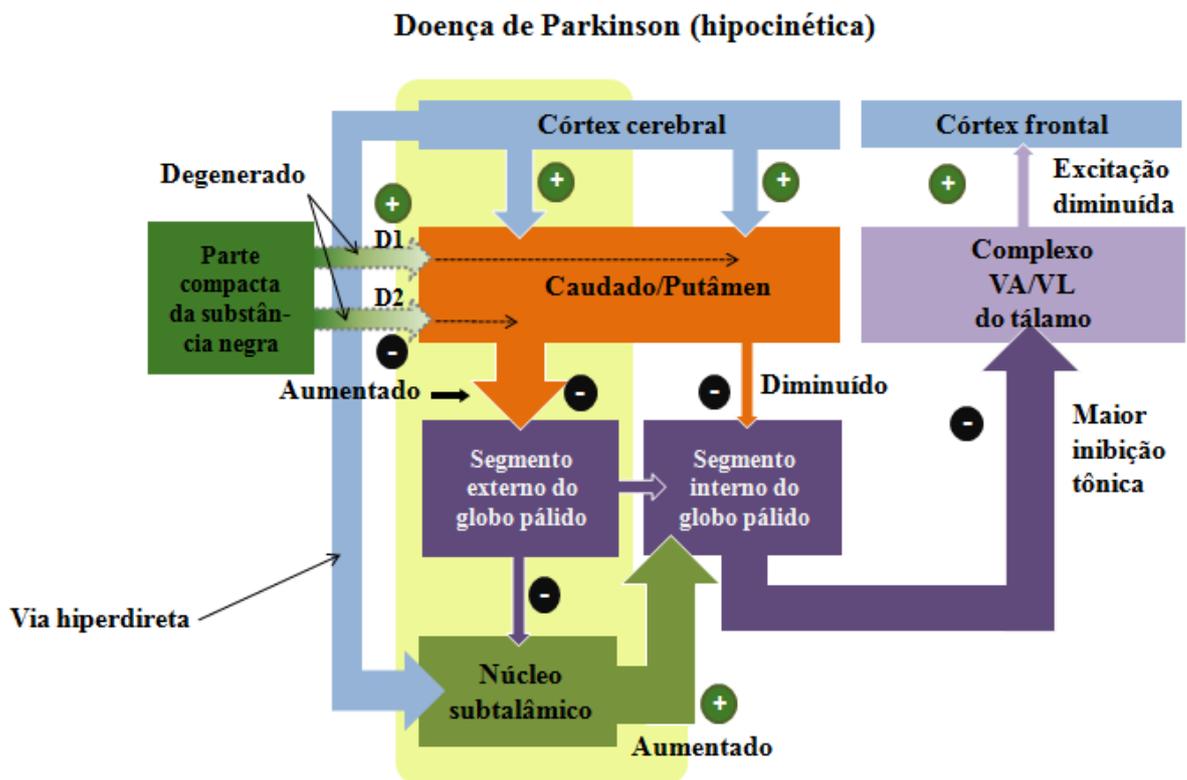
Juntos, os componentes dos núcleos da base formam um circuito subcortical que controla o movimento dos membros e dos olhos. Esses circuitos motores conectam grande parte do córtex cerebral com os neurônios superiores do córtex primário, pré-motor e do tronco encefálico. Portanto, tem sido reportado que os circuitos motores atuam de diversas formas, como na seleção de ações, na preparação e na execução do movimento, no movimento em sequência, nos movimentos memorizados ou autoiniciados, no controle dos parâmetros dos movimentos e no aprendizado por reforço. Ademais, esses núcleos exercem atuação no comportamento não motor, como nos processos cognitivo e emocional (WICHMANN; DELONG, 2016; MINK, 2018).

As projeções do córtex cerebral que chegam aos núcleos da base trafegam através de um sistema de vias, constituídas pela via direta e indireta, até atingir um alvo cortical e assim fechar o circuito (Figura 2). Na via direta, o objetivo final é a facilitação de um movimento pretendido ou programa motor eficiente. Em contrapartida, na via indireta o intuito é evitar movimentos indesejados ou programas motores ineficientes, que poderiam atrapalhar a execução de movimentos voluntários. Portanto, as vias direta e indireta são antagônicas, mas as duas agem a favor do movimento pretendido, atuando ao mesmo tempo e de forma sincronizada. Logo, o equilíbrio entre elas é fundamental para que o padrão motor pretendido não seja prejudicado por movimentos competidores (IKEMOTO; YANG; TAN, 2015; WICHMANN; DELONG, 2016). Para maiores detalhes sobre a fisiologia dos núcleos da base, ver o ANEXO I.

Por meio das ações modulatórias da substância negra parte compacta (SNpc) é possível explicar o mecanismo causador dos distúrbios hipocinéticos como os observados na DP. A DP se manifesta devido à perda de neurônios dopaminérgicos nigroestriatais, diminuindo então a influência tanto sobre a via direta (receptores D1) quanto sobre a via indireta (receptores D2). Isso se traduz no aumento da inibição tônica do tálamo pelo GPi através das duas vias e, conseqüentemente, na inibição dos movimentos desejados (PURVES, 2010; RODRIGUES-OROZ et al., 2009; WICHMANN; DELONG, 2016), ver Figura 3.



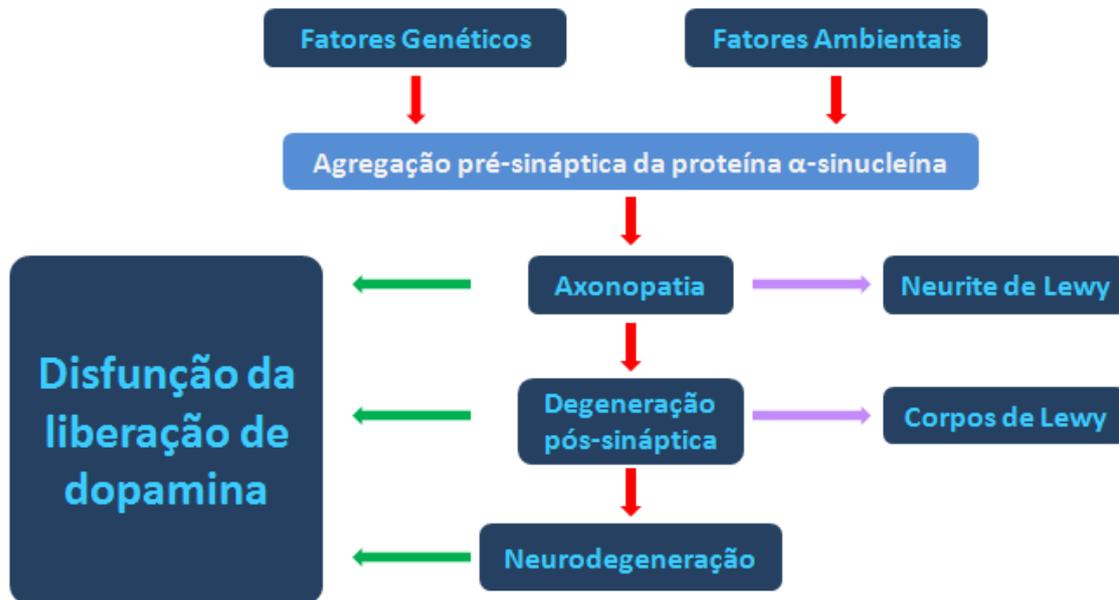
**Figura 2.** KANDEL. 2014. “Circuitaria córtico-núcleos da base-tálamo-cortical”. **Princípios de Neurociências 5ª**, p. 854. Porto Alegre: AMGH Editora. Caminho percorrido pelo estímulo cortical nos núcleos da base através das vias direta e indireta. Os núcleos da base estão representados aqui pelo putâmen, globo pálido interno (GPi) e globo pálido externo (GPe), núcleo subtalâmico (ST) e parte compacta da substância negra (SNc). As setas rosas representam os estímulos excitatórios e as setas cinza representam os estímulos inibitórios. A SNc regula as projeções corticoestriatais para as vias direta e indireta.



**Figura 3.** PURVES, 2010. “Doença de Parkinson - vias direta e indireta”. *Neurociência*. p. 463. Porto Alegre: Artmed Editora. Na doença de Parkinson, as conexões dopaminérgicas moduladoras pela parte compacta da substância negra estão diminuídas (setas tracejadas – D1 e D2). Essa alteração resulta, na via direta e indireta (área sombreada de amarelo), na intensificação da inibição tônica do globo pálido interno ao tálamo, dificultando a excitação do tálamo ao córtex (adaptado de PURVES, 2010).

Inicialmente, o processo degenerativo acontece nas pré-sinapses dos neurônios dopaminérgicos devido à agregação anormal de proteínas  $\alpha$ -sinucleína nessa região (Figura 4). Posteriormente, esses agregados anormais atingem os axônios mais distais, causando axonopatia. Nesse estado patológico, ocorrem mudanças morfológicas no axônio (inchaço axonal e neurite de Lewy). Em seguida, a degeneração alcança os corpos celulares, formando os corpos de Lewy. Em decorrência dessa cascata de eventos, ocorre uma disfunção na liberação de dopamina pela célula nervosa (SCHULZ-SCHAEFFER, 2015; SEKIGAWA et al., 2015). A morte dos neurônios dopaminérgicos é um fenômeno secundário ao processo de agregação e degeneração sináptica, podendo ocorrer em qualquer momento do processo neurodegenerativo. Portanto, a diminuição da secreção de dopamina acontece antes mesmo da morte das células dopaminérgicas (AHMED et al., 2016; SCHULZ-SCHAEFFER, 2015; SONG; KIM, 2016).

## Cascata Patofisiológica da Neurodegeneração na DP



**Figura 4.** Sequência hipotética de eventos que causam neurodegeneração, podendo ocorrer a qualquer momento a morte dos neurônios dopaminérgicos durante o processo de degeneração. Após a agregação pré-sináptica anormal da  $\alpha$ -sinucleína, a disfunção dopaminérgica aumenta conforme a progressão dos eventos, até atingir a completa neurodegeneração (adaptado de SCHULZ-SCHAEFFER, 2015; SEKIGAWA et al., 2015).

Outros fatores parecem estar envolvidos no mecanismo de morte celular dos neurônios dopaminérgicos na DP, além do processo anormal da  $\alpha$ -sinucleína. Alguns desses componentes seriam: estresse oxidativo, disfunção mitocondrial, respostas inflamatórias, apoptose e excitotoxicidade. Acredita-se que tais fatores estejam conectados, influenciando-se (HUANG; FUENTE-FERNANDEZ; STOESSL, 2003; JELLINGER, 2015). Além dos neurônios dopaminérgicos, a DP pode estar relacionada também com a degeneração dos neurônios noradrenérgicos, serotoninérgicos e colinérgicos. No entanto, as deficiências advindas dessa degeneração parecem ser mais evidentes nos estágios avançados da DP, desencadeando problemas visioespaciais, na memória, na atenção e na execução de movimentos (CHENG; HOU; MATTSON, 2010; BUDDHALA et al., 2015).

Seja de qual origem forem essas alterações patofisiológicas da DP, sabe-se que ocorrem na substância negra. Devido à perda de dopamina nessa região, complicações no controle automático dos movimentos corporais também começam a aparecer. Por essa razão, a DP é

considerada uma desordem do movimento (PETZINGER et al., 2011, 2013; BUDDHALA et al., 2015).

## **1.2 Etiologia da doença de Parkinson**

A etiologia da DP é multifatorial, envolvendo aspectos genéticos, ambientais e a interação de ambos. Em virtude de pesquisas com o genoma humano, a contribuição genética na gênese da DP começou a ser elucidada. Foram descobertas algumas mutações em genes (como o SNCA, LRRK2, Parkin, PINK1 e DJ-1) relacionadas ao desenvolvimento da DP familiar (MHYRE et al., 2012; JELLINGER, 2015). Além disso, muitas considerações têm sido feitas acerca dos fatores ambientais (exposição a pesticidas, metais pesados, solventes orgânicos, campos magnéticos, bactérias, infecções virais e água de poço, por exemplo), dieta e estilo de vida (HUANG; FUENTE-FERNÁNDEZ; STOESSL, 2003; KHANDHAR; MARKS, 2007; WIRDEFELDT et al., 2011; MHYRE et al., 2012; JELLINGER, 2015). Ainda há muitos conflitos na literatura sobre o assunto, mostrando elementos que contribuem e outros que diminuem o risco de desenvolvimento da DP. Segundo revisão de Wirdefeldt et al. (2011), pode-se dizer que existem mais evidências epidemiológicas mostrando um certo grau de proteção contra o desenvolvimento da DP oferecido ao fumar tabaco. O tempo como fumante também parece influenciar para a redução do risco, pois menos de 10 anos como fumante parece conferir menos redução do risco. Além disso, o número de cigarros consumidos ao dia parece potencializar o efeito protetor contra o desenvolvimento da DP, onde a maior quantidade estaria relacionada com menor risco da DP. A revisão de Wirdefeldt et al. (2011) também reportou uma relação dose resposta inversa devido a ingestão de café, ou seja, quanto maior a quantidade ingerida por dia menor seria o risco de desenvolvimento da DP. Porém, a quantidade da dose diária para se atingir tal benefício varia desde 1 até 9 xícaras. Ao contrário, ainda há poucas evidências que suportam um efeito protetor da atividade física, do álcool e do consumo de antioxidantes contra o risco de desenvolver a DP e também poucas evidências apontando para o aumento do risco de desenvolver DP pelo contato com pesticidas e consumo de laticínios. Assim, a etiologia ainda não foi totalmente elucidada, o que dificulta a prevenção da DP.

### 1.3 Sinais, sintomas, diagnóstico e abordagem clínica da doença de Parkinson

Conforme visto anteriormente, a dopamina é um neurotransmissor que influencia o sistema locomotor. Além disso, possui papel importante em aspectos não motores, como na função cognitiva (aprendizado, memória), no sistema endócrino, na ingestão de alimentos, na função cardiovascular, na liberação de catecolamina, no controle do tônus vascular, na função renal, na motilidade gastrointestinal, nos sistemas que regulam recompensas, dor e comportamento (depressão, medo, ansiedade, anedonia- perda da capacidade de sentir prazer, próprio dos estados gravemente depressivos), além de participar na modulação de funções imunes (SARKAR et al., 2010; IKEMOTO; YANG; TAN, 2015; ZARRINDAST; KHAKPAI, 2015). Portanto, além das alterações motoras típicas da DP, são comuns as alterações não motoras.

Os sintomas não motores mais comuns são: disfunções autonômicas (disfagia, constipação, incontinência urinária, disfunção sexual, hipotensão ortostática), déficit cognitivo, demência, depressão, ansiedade, nervosismo, alucinações visuais, dor, fadiga, distúrbios do sono e diminuição do olfato (BORRIONE et al., 2014; OUNG, et al., 2015).

Os sintomas motores mais comuns na DP são: tremor, rigidez, bradicinesia (lentidão dos movimentos), hipocinesia (diminuição da amplitude e da frequência de movimentos), acinesia (perda de movimento involuntário), instabilidade postural (comprometimento do equilíbrio), camptocormia (postura fletida devido à hiperativação dos músculos flexores do tronco e quadril), hesitação inicial na marcha, festinação (aceleração repentina da marcha) e “congelamento” da marcha (BORRIONE et al., 2014; OUNG, et al., 2015).

A hipocinesia se refere a movimentos espontâneos e automáticos. Além disso, outra alteração importante devido à hipocinesia provém do comprometimento da ritmicidade dos movimentos automáticos. Os movimentos rítmicos dependem dos geradores centrais de movimento, que funcionam como marca-passos do sistema nervoso. Portanto, uma possível explicação para a hipocinesia seria um distúrbio nesses geradores, bem como mecanismos de temporização anormais (RODRIGUES-OROZ et al., 2009).

O método diagnóstico padrão-ouro da DP é baseado em critérios clínicos, avaliando a presença dos quatro sinais cardinais (bradicinesia, tremor, rigidez e instabilidade postural) da DP (PRASHANTH et al., 2016). Para essa avaliação, as principais ferramentas utilizadas atualmente são as escalas de estratificação Hoehn & Yahr (HY); *Unified Parkinson Disease Rating Scale* (UPDRS) e a escala de avaliação funcional *Schwab & England* (MHYRE et al.,

2012). Segundo as recomendações das Sociedades Internacional de Parkinson e de Distúrbio de Movimento, o estágio inicial da DP poderia ser dividido em:

DP pré-clínica (processos neurodegenerativos já iniciados, mas ainda não existem sinais ou sintomas evidentes); DP Prodromal (sinais e sintomas estão presentes, mas são ainda insuficientes para definir a doença); e DP clínico (i.e., diagnóstico da DP baseado na presença dos sinais motores clássicos) (BERG et al., 2015).

Entretanto, usar somente esses testes clínicos pode conduzir a um viés de verificação, pois a experiência do avaliador deve ser considerada. Em uma revisão sistemática, a acurácia e a especificidade dos diagnósticos utilizando o padrão-ouro foram mais baixas quando realizadas por avaliadores inexperientes, em comparação com experientes (73,8% x 83,9%; 49,2% x 83,5% respectivamente), embora a sensibilidade – que nesse caso ter a sensibilidade alta é mais importante do que a especificidade – tenha apresentado valor um pouco menor para os avaliadores experientes (81.3% x 89.7%) (RIZZO et al., 2016). Esses dados indicam que uma atenção maior no treinamento para a utilização dos testes diagnósticos e que, secundariamente, sejam implementados novos testes confiáveis e validados para ajudar no processo de diagnóstico da DP. Outro ponto importante é a realização precoce do diagnóstico, pois, em indivíduos nos estágios iniciais da DP, o tratamento poderia atrasar as manifestações dos sintomas típicos da doença. No entanto, a DP só começa a manifestar seus primeiros sintomas motores quando cerca de 40 a 80% dos neurônios dopaminérgicos são perdidos, causando a depleção de 80 a 85% de dopamina no estriado (MHYRE et al., 2012; PETZINGER et al., 2011; WIRDEFELDT et al., 2011). Antes disso, sintomas não motores podem ser identificados, podendo ser úteis na avaliação (NOYCE; LEES; SCHRAG, 2016; YANG et al., 2016).

Até o encerramento deste estudo, segundo revisão de Maiti et al. (2017) a cura para DP não tinha sido estabelecida, mas existem terapias farmacológicas para aliviar os sintomas da doença. Atualmente, o fármaco considerado padrão-ouro utilizado para tratamento dos sintomas da DP é a levodopa (L-DOPA). A L-DOPA é um precursor da dopamina (CALABRESI et al., 2015) que tem efeito restaurador da transmissão de dopamina, utilizando para isso a estimulação dos receptores D1 e D2 ou aumentando os níveis de dopamina disponíveis (BAGETTA et al., 2010). Porém, ocasionalmente, o uso de L-DOPA perde seu efeito, resultando em movimentos repetitivos involuntários (discinesia) (KIM; JEON, 2016; TOMAS et al., 2016). O mecanismo envolvido na discinesia devido a L-DOPA ainda vem sendo discutido (CALABRESI et al., 2015). Contudo, em um estudo com ratos foi possível observar um aumento de dopamina no estriado (devido ao uso de L-DOPA) no momento em que o número de terminais que secretam os transportadores de dopamina reduziu, e isso foi

associado positivamente com a discinesia. A diminuição dos níveis dos transportadores de dopamina também é evidente em humanos com discinesia (TOMAS et al., 2016). No estudo de Tomas et al. (2016), os autores encontraram melhoras na discinesia após introduzir células secretoras de transportadores de dopamina no estriado de ratos com discinesia. Os animais permaneceram em observação por um período de vinte dias. Embora o achado tenha sido em ratos, o estudo, além de levantar a questão de que a discinesia pode ocorrer devido a uma falha no transporte de dopamina, aponta também outro foco e uma possibilidade de tratamento, que deveria ser investigada em humanos.

Outras formas de tratamento são as terapias cirúrgicas, como a talamotomia, palidotomia, estimulação cerebral profunda (ECP), a duodopa e a prática de exercícios físicos. A talamotomia tem efeito positivo nos tremores e a palidotomia nos sinais cardinais da DP, mas podem apresentar efeitos colaterais irreversíveis, causando disfunções cognitivas e o mau funcionamento do bulbo. A ECP e a duodopa são efetivas em reduzir sintomas motores severos e seus dispositivos implantados podem ser removidos em caso de efeitos adversos (MHYRE et al., 2012; FUNG, 2015). A prática de atividades físicas e/ou exercícios físicos também são muito recomendados como parte do tratamento da DP (BORRIONE et al., 2014).

#### **1.4 Força muscular na doença de Parkinson**

A força muscular pode ser definida como a capacidade que um músculo ou grupo muscular tem de produzir tensão por meio da contração muscular em velocidade e movimento determinados, opondo-se a uma resistência (PRESTES et al., 2010). A força muscular é importante para uma boa qualidade de vida, pois garante a funcionalidade e o desempenho de atividades da vida diária, permitindo maior independência, especialmente ao envelhecer (CIOLAC; RODRIGUES-DA-SILVA, 2016). De fato, o envelhecimento, assim como o sedentarismo, são fatores que reduzem a geração de força muscular, incidindo sobre a diminuição da massa muscular e a capacidade de ativação muscular.

É queixa comum nos indivíduos com DP, a sensação de fraqueza. Apesar disso, o fato de realmente haver ou não perda de força na DP foi motivo de controvérsia por anos entre clínicos e na literatura científica. Por se tratar de uma doença qualificada como síndrome extrapiramidal, uma perda de força acentuada realmente não é esperada (grau 0, 1 e 2, segundo a *Medical Research Council*), uma vez que, classicamente, esse tipo de comprometimento é atribuído às lesões do primeiro ou do segundo neurônio motor e não às lesões dos núcleos da base (CAMPBELL, 2014). Atualmente, admite-se que a força nos indivíduos com DP é menor

do que em indivíduos saudáveis da mesma idade (ALLEN et al., 2009; CATALÁ; WOITALLA; ARAMPATZIS, 2013; CUERDA et al., 2010; INKSTER et al., 2003; STEVENS-LAPSLEY et al., 2012). De fato, CUERDA et al. (2010) revisaram os estudos que avaliaram a força muscular em indivíduos com DP e concluíram que há uma redução da força muscular bilateral nesses indivíduos, quando comparados a pessoas saudáveis de mesma idade e que há uma relação de piora da força com a progressão da doença. Esses autores sugerem ainda que a dinapenia (diminuição da força muscular) pode ser um sinal precoce da DP.

Dentre as possíveis causas de dinapenia na DP encontram-se o descondicionamento gerado pela diminuição de mobilidade pelas limitações motoras próprias da doença (STEVENS-LAPSEY et al., 2012), déficits de ativação central que são comuns em doenças neurológicas (como acidente vascular cerebral ou paralisia cerebral) (NEWSAM; BAKER, 2004; STACKHOUSE; BINDER-MACLEOD; LEE, 2005; YAN; HUI-CHAN; LI, 2005; KLEIN et al., 2010;) ou mesmo devido ao déficit de dopamina na DP, à sarcopenia (diretamente associada à idade avançada, doenças crônicas, dieta subótima, repouso no leito, estilo de vida sedentário, características comuns na DP) (CUERDA et al., 2010), e devido à fatores periféricos (CATALÁ; WOITALLA; ARAMPATZIS, 2013).

A dinapenia nas pessoas com DP tende a ser bilateral, porém é comum que esses indivíduos apresentem um lado mais comprometido do que o outro, ocasionando sintomas motores assimétricos (CUERDA et al., 2010; STEVENS-LAPSLEY, 2012; FRAZZITTA et al., 2015). Segundo o Frazzitta et al. (2015), existe uma predominância hemisférica da disfunção na via nigro-estriada, ocorrendo maior depleção de dopamina na parte posterior do putâmen do hemisfério esquerdo do que do direito. Isso quer dizer que os membros do lado direito seriam mais afetados. Entretanto, o número de participantes do estudo foi pequeno, o que não permite generalizar os dados.

Para investigar a questão da bilateralidade da dinapenia e sua associação com a DP, Koller e Kase (1986) compararam a força nos movimentos consecutivos de flexão e extensão de joelho em aparelho isocinético, entre as pernas de 21 indivíduos com DP no estágio I e II da HY. Os autores observaram redução na força muscular em ambas as pernas do grupo com DP em relação ao grupo controle (saudáveis) e os valores entre as pernas não apresentaram diferença significativa, lembrando que os participantes também se encontravam no estágio inicial da DP. Porém, ao interpretar os resultados do estudo, algumas ressalvas devem ser consideradas: a) os autores utilizaram aparelho isocinético, mas não informaram a velocidade utilizada, e, como visto anteriormente, a velocidade parece afetar o grau de comprometimento

da força; e b) dos 21 participantes, 3 não estavam tomando nenhum tipo de medicação para DP, o que poderia influenciar a força e, assim, comprometer os resultados.

Kakinuma et al. (1998) também utilizaram aparelho isocinético para avaliar a força muscular dos isquiotibiais e do quadríceps (flexão e extensão do joelho) dos 23 participantes e compararam os resultados entre as pernas. Os participantes foram divididos em 2 grupos: grupo de indivíduos no estágio 1 da DP (leve) e grupo no estágio 2 e 3 da DP (moderado) (estágio da DP segundo pontuação na HY). Os autores observaram que os indivíduos no estágio moderado ao realizarem movimentos de flexão e extensão de joelho com maior velocidade ( $90^\circ \times 30^\circ/\text{s}$ ) verificaram que a diferença permaneceu estatisticamente significativa, mostrando maiores decréscimos para o lado mais afetado pela DP (extensão:  $27 \times 36,6$  – lado mais afetado  $\times$  menos afetado,  $p = 0,0347$  e flexão:  $22,1 \times 27,3$  – lado mais afetado  $\times$  menos afetado  $p = 0,0044$ ), apesar da diferença da força muscular entre as pernas diminuir com o progresso da DP.

Em outro estudo (NOGAKI; KAKINUMA; MORIMATSU, 1999), os autores concluíram, ao comparar a força entre as duas pernas em aparelho isocinético nos movimentos de extensão e flexão de joelho (velocidades:  $30^\circ$ ,  $90^\circ$  e  $180^\circ/\text{s}$ ) de 18 indivíduos com DP, que o torque de pico máximo dos extensores e flexores de joelho nos indivíduos com DP foi menor no lado mais afetado pela DP nos estágios II e III (HY) nas velocidades de  $90$  e  $180^\circ/\text{s}$ , mas não demonstrou diferença estatística significativa entre membros a  $30^\circ/\text{s}$ . No grupo com DP no estágio I, não houve diferença relevante entre os lados para qualquer velocidade avaliada. Por outro lado, ao avaliar a taxa de produção de força e o tempo para se atingir o torque de pico máximo, os autores observaram que não ocorreu diferença estatística entre as duas pernas para qualquer velocidade e estágio da DP.

Allen et al. (2009) também mostraram que indivíduos com DP (40 indivíduos com Parkinson) suave e moderada produziram menos força e potência muscular,  $172 \text{ N}$  a menos e  $124 \text{ W}$  a menos respectivamente, nas duas pernas (mais fraca e mais forte) do que o grupo controle (40 indivíduos saudáveis). Os testes utilizados pelos autores foram: protocolo de 1 repetição máxima (RM) no exercício *leg press* posição sentada realizado em máquina com resistência pneumática, onde a força muscular (Newtons) dos extensores dos membros inferiores foi mensurada; e o mesmo equipamento foi utilizado para mensurar separadamente a potência muscular (Watts) dos extensores de cada membro inferior, sendo o protocolo realizado com 8 percentuais diferentes de 1 RM. Os autores do estudo ainda verificaram que a potência foi menor quando se utilizaram cargas mais leves, 30% e 60% de 1 repetição máxima (RM), do

que carga mais pesada (90% de 1 RM). Os idealizadores do estudo acreditam que a redução da potência com cargas mais leves deva-se à fraqueza muscular e à bradicinesia, mas também acreditam que a bradicinesia não influenciaria em cargas mais pesadas (90% de 1 RM).

Stevens-Lapsley et al. (2012), por sua vez, mensuraram a força e a ativação do quadríceps das duas pernas de 17 indivíduos com DP (12 homens e 5 mulheres) de baixa e alta gravidade e compararam com pessoas saudáveis. O protocolo utilizado pelo estudo foi o teste de CVIM do quadríceps a um ângulo de 60 graus de flexão de joelho para mensurar a força muscular, enquanto a ativação muscular do quadríceps foi avaliada mediante aplicação da técnica de interpolação. O diferencial desse estudo foi a análise da perna mais forte. Como resultado, os autores verificaram que a força e a ativação muscular foram menores nos dois grupos com DP em relação ao grupo controle, porém a força muscular do grupo com DP de baixa gravidade não apresentou diferença significativa em comparação ao grupo controle. Em relação à ativação muscular, o grupo com DP de baixa gravidade apresentou resultados mais significativos em relação ao grupo saudável, mas o grupo com DP de alta gravidade reportou, ainda assim, maiores diminuições nas duas variáveis para as duas pernas. Os autores acreditam que a redução na força muscular nos indivíduos com DP, do lado menos envolvido pela DP, não é clinicamente significativa nos primeiros estágios da doença (I e II na escala HY). Pode-se verificar, por fim, que os dados na literatura são conflitantes acerca do tema, que carece de mais estudos.

Como mencionado anteriormente, existem algumas explicações na literatura para a dinapenia na DP. Entre elas estão os fatores periféricos que são relacionados às disfunções além da junção neuromuscular (CATALÁ; WOITALLA; ARAMPATZIS, 2013), como por exemplo, alterações mitocondriais (STEVENS-LAPSLEY et al., 2012; KELLY et al., 2014). É sabido que pode ocorrer disfunção mitocondrial, mais precisamente na atividade do complexo I da cadeia transportadora de elétrons (PARKER; SWERDLOW, 1998; VANITALLIE, 2008; KELLY et al., 2014), nos indivíduos com DP devido a toxinas ambientais, drogas, mutações genéticas e mutações do DNA da mitocôndria (BOSE; BEAL, 2016). A diminuição da atividade do complexo I é de aproximadamente 30 a 40% na SNpc. Estudos indicam também uma diminuição da atividade no complexo mitocondrial IV no tecido muscular, além do complexo I, porém a sua incidência não é universal. Portanto, a disfunção mitocondrial na DP não se limita apenas à substância negra, mas se caracteriza como um problema sistêmico, afetando também os tecidos músculo-esqueléticos (VANITALLIE, 2008; KELLY et al., 2014; BOSE; BEAL, 2016).

A mitocôndria tem por principal função a produção de energia celular, além de colaborar na eliminação de radicais livres, na homeostase do cálcio celular e na morte celular programada (apoptose). Sua disfunção implicaria na superprodução de espécies reativas de oxigênio, provocando estresse oxidativo, alterações na respiração celular e na morte celular (PARKER; SWERDLOW, 1998; BOSE; BEAL, 2016). Cogita-se que tais alterações mitocondriais poderiam prejudicar a ativação muscular, mas esse campo ainda carece de mais estudos também (KELLY et al., 2014).

Catalá et al. (2013) defendem que os fatores periféricos não influenciam em grande escala a fraqueza muscular na DP. Segundo os autores, a origem do problema é central, pois ao avaliar a força (através de teste de contração voluntária isométrica máxima - CVIM) e ativação muscular (EMG) dos extensores do joelho em um grupo de 26 pacientes com DP, foram observados um aumento do momento antagonista (isquiotibiais) e uma deficiência na ativação dos agonistas (quadríceps), mostrando que a sinergia muscular foi comprometida. Portanto, o déficit de ativação cortical a partir dos núcleos da base em razão da DP resultaria em uma atividade débil das unidades motoras, provocando a diminuição da força muscular, conforme mencionado anteriormente (ALLEN et al., 2009; FRAZZITTA et al., 2015; BARICHELLA et al., 2016). Porém, no estudo de Catalá et al. (2013), não foi avaliado o nível de fadiga dos participantes do estudo nem a histologia do tecido muscular (mitocôndrias) para ser possível assumir que tais variáveis (fatores periféricos) não influenciem ou estejam associadas à dinapenia nesses indivíduos.

Seguindo essa linha de pensamento, no estudo de Stevens-Lapsley et al. (2012) os autores avaliaram o grau de fadiga do músculo quadríceps em 17 indivíduos com diferentes níveis de gravidade da DP ao realizar 30 repetições de extensão de joelho a 90 graus, utilizando teste de CVIM em um dinamômetro. Ao contrário do esperado pelos autores, não foi encontrada diferença significativa entre os grupos de baixa gravidade da DP e controle para a fatigabilidade. Além disso, houve aumento de 24,6% no torque muscular no grupo de alta gravidade da DP no final das 30 repetições. Os autores acreditam que não houve sobrecarga suficiente para gerar fadiga metabólica durante as contrações do teste. A possível explicação seria em função de maior deficiência na ativação muscular no estágio mais avançado da DP, relacionada ao comprometimento do SNC pela doença; portanto, nessa condição, os indivíduos não seriam capazes de recrutar completamente as fibras musculares. Ressalte-se, entretanto, que mais uma vez não foi feita nenhuma análise do tecido muscular dos participantes para

mensurar a existência de associação e a razão entre disfunção mitocondrial e diminuição da força muscular.

Outra explicação para a dinapenia na DP seria a influência de fatores centrais (INKSTER et al., 2003; PANG; MAK, 2012; CATALÁ; STEVENS-LAPSLEY et al., 2012; WOITALLA; ARAMPATZIS, 2013; BORRIONE et al., 2014). Segundo Catalá et al. (2013), os fatores centrais remetem-se às disfunções ocorridas no SNC. Assim, uma possível explicação para os fatores centrais influenciarem a dinapenia seria a diminuição de dopamina no estriado, causando mau funcionamento dos núcleos da base, o que se traduz em menos ativação muscular e, conseqüentemente, menos força muscular produzida.

A sarcopenia também é um dos argumentos encontrados na literatura para explicar a dinapenia na DP, que é definida como:

uma síndrome caracterizada pela perda de massa muscular esquelética, da força e da funcionalidade, responsável pelo risco de aumento da incapacidade, prejuízo na realização de atividades de vida diária, perda de independência, má qualidade de vida e causadora de eventos adversos como quedas e fraturas (CRUZ-JENTOFT et al., 2014).

Em uma revisão sobre a prevalência da sarcopenia em idosos saudáveis (homens e mulheres), foi demonstrado que essa síndrome atinge de 1 a 29% daqueles que vivem em comunidade, 14 a 33% em indivíduos que permanecem por um longo período em instituições cuidadoras e em 10% dos que permanecem em hospital por um curto período. A média de idade reportada nos estudos incluídos na revisão variou entre 59,2 a 85,8 anos. Entretanto, esse estudo também sugere que a prevalência da sarcopenia aumente conforme a progressão da idade, bem como que a suscetibilidade à sarcopenia seja maior em indivíduos com algum tipo de doença ou síndrome que dificulte a normalidade dos movimentos, locomoção e/ou funcionalidade corporal. Outro ponto importante da revisão é que os dados não apontaram nenhuma associação no que se refere ao gênero (CRUZ-JENTOFT et al., 2014).

Apesar de ser uma ideia atraente atribuir a fraqueza na DP à sarcopenia, a presença desta na DP ainda não é consenso. Barichella et al. (2016) mensuraram o índice de massa corporal, força de preensão palmar (dinamometria) e velocidade da marcha para determinar a presença de sarcopenia em 364 indivíduos com diferentes síndromes extrapiramidais, incluindo 235 indivíduos com DP. Os achados do estudo mostraram que, embora a sarcopenia tenha sido uma condição infrequente na população estudada, tanto a sarcopenia como a dinapenia (fraqueza muscular) foram inversamente associadas à maior idade e a maior presença de disfunção. Uma crítica que pode ser feita a esse estudo é o fato de que os dados de pacientes com diferentes

síndromes extrapiramidais, dentre elas condições muito mais debilitantes do que a DP em si, tenham sido analisados em conjunto.

Outra possibilidade que tem sido questionada é a de a fraqueza muscular nos indivíduos com DP estar relacionada à hipotrofia muscular, sendo relatadas a diminuição do número de fibras do tipo II e o consequente aumento de fibras do tipo I (PANG; MAK, 2012; FRAZZITTA et al., 2015). Porém, a explicação para a dinapenia nesse caso poderia ser simplesmente associada ao sedentarismo, devido às limitações funcionais que a DP proporciona e/ou ao processo de envelhecimento e, mais provavelmente, à soma desses fatores. Como abordado anteriormente, a incidência da DP é maior nas pessoas com idade mais avançada e esse fator favorece também a sarcopenia (MHYRE et al., 2012; STEVENS-LAPSLEY et al., 2012; BARICHELLA et al., 2016).

Além disso, é importante ressaltar que a retirada da medicação para a DP tem como resultado não só a diminuição da força muscular, especialmente dos extensores de joelho, como também a diminuição da taxa de geração de força em pacientes com DP. Tal redução foi observada tanto em testes com aparelho isocinético com diferentes velocidades angulares (30°, 120° e 180° por segundo) como em dinamômetro isométrico (CANO-DE-LA-CUERDA et al., 2010). Portanto, para a quantificação da força mediante os testes citados acima, deve ser considerado o uso regular da medicação anti Parkinson (período ON da medicação) ou de sua retirada (período OFF da medicação).

Enfim, ainda parece existir dúvidas sobre quais fatores incidem na dinapenia na DP e qual o grau de contribuição desses fatores para tal acontecimento. Dessa forma, há a necessidade de se realizar mais estudos experimentais para elucidar a questão.

#### **1.4.1 Quantificação da força muscular na doença de Parkinson**

Apesar de os testes clínicos de força muscular, como o teste muscular manual, serem utilizados para diagnosticar a DP, não quantificam os dados da força muscular, bem como a diminuição da força muscular nessa população (ALLEN et al., 2009; MHYRE et al., 2012). Medidas de força mais precisas podem ser obtidas em aparelho isocinético ou com dinamômetro isométrico. A quantificação da força muscular nos indivíduos com DP pode ser interessante para avaliar o efeito da terapia farmacológica utilizada no momento ou para prever a funcionalidade, risco de quedas e morbidade dessa população (CANO-DE-LA-CUERDA et al., 2010).

No aparelho isocinético, por exemplo, o teste é efetuado em velocidades angulares determinadas *a priori*, e ruídos como a bradicinesia e os movimentos involuntários (tremor) podem confundir o resultado da avaliação. Corroborando a afirmação anterior, alguns autores evidenciaram que a velocidade da ação muscular está intimamente ligada à força muscular nos indivíduos com DP, reportando maiores déficits na força muscular nas velocidades mais rápidas (ALLEN et al., 2009; CUERDA et al., 2010; PANG; MAK, 2012). Segundo Allen et al. (2009), tal fato está atribuído à bradicinesia. Em contrapartida, no teste com dinamômetro isométrico, os torques da força muscular e da resistência são equivalentes, resolvendo o problema da velocidade e bradicinesia, mas não dos tremores. A capacidade de produzir força contínua também é reduzida nessa população (ALLEN et al., 2009; CANO-DE-LA-CUERDA et al., 2010).

As ações musculares têm características distintas entre elas quando comparadas à atividade neuromuscular, capacidade de gerar força e fatigabilidade. Em relação ao recrutamento de unidades motoras em uma contração voluntária máxima, a ação isométrica (AI) e a ação concêntrica (AC) possuem níveis parelhos, ficando a ação excêntrica (AE) com menores valores, devido à dificuldade de se alcançar a contração voluntária máxima na AE e no menor número de filamentos contráteis. Na capacidade de gerar força, apesar de possuir o menor nível de ativação muscular, a AE é superior, seguida da AI e depois pela AC. A explicação para tal fato se encontra, por exemplo, na ajuda de componentes elásticos (ex: titina), agindo contra a resistência e a favor do músculo agonista e também na redução da atividade do antagonista em razão do seu encurtamento durante a fase excêntrica. Na fatigabilidade, em testes com contrações voluntárias máximas, a ordem decrescente  $AI > AC > AE$  é a que melhor descreve a relação. Esses dados são baseados em estudos com indivíduos saudáveis, mas essas informações facilitam o entendimento sobre como as ações musculares podem influenciar os testes (KAY et al., 2000; BARROSO; TRICOLI; UGRINOWITSCH, 2005; IDE et al., 2010; 2011).

Pode-se concluir que, observando o processo fisiológico envolvido nas ações musculares, o teste com CVIM possibilita de maneira eficiente a quantificação da atividade muscular e o nível de força muscular do investigado. Adicionalmente, o teste com aparelho isocinético também permite quantificar o nível de força muscular. Porém, a quantificação da força muscular é feita por meio de movimento, que permite afirmar que a fraqueza é maior nos movimentos mais rápidos e que, assim, o tempo de reação está comprometido nesses indivíduos. Seria interessante realizar estudos comparando os dois protocolos nessa população

para tentar estabelecer o melhor teste. Enfim, apesar de possuírem características diferentes, ambos os testes com protocolo isocinético e isométrico parecem ser confiáveis o suficiente para mensurar a força muscular em indivíduos com DP (NOGAKI; KAKINUMA; MORIMATSU, 1999; CANO-DE-LA-CUERDA et al., 2010; MAK; PANG; MOK, 2012; STEVENS-LAPSLEY et al., 2012; CATALÁ; WOITALLA; ARAMPATZIS, 2013). Entretanto, é importante que sejam realizados estudos comparando a força muscular na DP em diferentes estágios da doença quantificada mediante os dois protocolos (isocinético e isométrico) com a força muscular de indivíduos saudáveis (grupo controle).

Independente da medida escolhida, é preciso levar em consideração o fato de que a medicação modifica a força, pois a não utilização de drogas específicas aumenta os tremores característicos da DP, o que conseqüentemente causa reduções no torque e na ativação muscular, alterando então os resultados dos testes (BROWN et al., 1997; ALLEN et al., 2009). Mesmo com o uso de fármacos apropriados, o resultado dos exames pode ser influenciado pelo status da DP e pelo teste em si, pois, em cada teste, é analisado um tipo específico de ação muscular (concêntrica, excêntrica e isométrica) (FRAZZITTA et al., 2015).

Um músculo muito estudado em relação à medida de força na DP é o quadríceps. Provavelmente isso se deve à postura em flexão apresentada por esses indivíduos quando de pé (FUKAGAWA et al., 1995), ou igualmente pela associação da fraqueza desse grupamento à diminuição da velocidade da marcha em idosos, diminuição da habilidade de subir escadas em idosos (MIZNER; PETTERSON; SNYDER-MACKLER, 2005) e aumento do risco de quedas em indivíduos com DP (FALVO; SCHILLING; EARHART, 2008).

Steven-Lapsley et al. (2012) realizaram um teste de CVIM do quadríceps e ativação do quadríceps por EMG em indivíduos com DP com baixo ( $< 31,7$  na UPDRS) e alto ( $\geq 31,7$  na UPDRS) graus de sintomas motores (gravidade da doença). Os grupos com DP foram comparados com um grupo de indivíduos saudáveis pareados (grupo controle). Como resultado, os pesquisadores encontraram menores torques do quadríceps para ambos os grupos com DP em relação ao grupo controle. Porém, apenas a diferença entre o grupo com alto comprometimento pela DP e grupo controle apresentou resultado significativo, com valor de 50,2% menor no torque. O grupo menos afetado pela DP obteve resultado de 47,7% a mais no torque em relação ao grupo de maior gravidade. A ativação do quadríceps também apresentou menores valores para os dois grupos com DP em relação ao grupo controle, reportando números de 29,9% e 12,7% a menos para os grupos de alta e baixa gravidade da DP respectivamente em relação ao grupo controle.

No estudo de Catalá et al. (2013) um teste de CVIM foi aplicado para avaliar a força muscular do quadríceps e do tríceps sural em dois grupos com DP (os que caíam – DPg1 e os que não caíam – DPg2). Os autores observaram que a força foi menor nos dois grupamentos musculares em relação ao grupo controle (saudáveis). Entretanto, o único grupo que apresentou resultado estatisticamente significativo foi o DPg1 em relação ao grupo controle. Além disso, houve maior ativação dos músculos antagonistas (coativação) e diminuição da ativação dos agonistas nos grupos com DP. Porém, a diferença significativa na coativação ocorreu apenas no grupo DPg1 quando comparado ao grupo controle. A deficiência na ativação também foi significativamente maior no grupo DPg1, mas o DPg2 também mostrou resultados significativos no déficit de ativação do quadríceps em relação ao grupo controle.

### **1.5 Equilíbrio na doença de Parkinson**

O corpo humano utiliza dois componentes – orientação e equilíbrio – da postura para manter o equilíbrio corporal durante as diversas situações diárias. A orientação e o equilíbrio postural funcionam mediante a ação de sistemas sensoriais complexos, que operam de maneira integrada. Esses sistemas são: vestibular, visual e somatossensorial, e têm por objetivo identificar a posição do corpo no espaço em relação ao eixo gravitacional. Inevitavelmente, a falha de um desses sistemas aumenta a probabilidade de quedas ou mesmo pode ocasionar, invariavelmente, quedas, a depender de qual sistema tenha sido lesado ou do grau da lesão (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2002).

Assim, o equilíbrio postural pode ser entendido como o resultado da força contínua que o corpo faz para se opor a forças externas e internas. Por outro lado, a orientação postural pode ser definida como a inter-relação da disposição das partes corporais, bem como em relação ao meio externo. A depender da tarefa, as partes corporais podem buscar referência na vertical gravitacional, na vertical visual ou na superfície de apoio, alinhando-se com uma delas (VAUGOYEAU et al., 2007; PURVES et al., 2010).

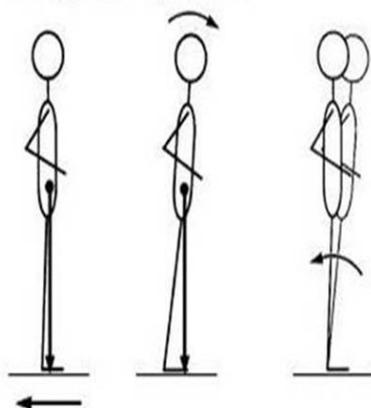
Os seres humanos têm o desafio diário de manter o equilíbrio corporal, durante o caminhar (um pé em contato com o solo), correr (nenhum contato com o solo) ou mesmo ao permanecer parado em pé (postura parada quieta - os dois pés em contato com o solo). O corpo humano possui um centro de massa (aproximadamente dois terços da massa corporal) que é localizado a aproximadamente dois terços da altura de um indivíduo acima do solo. Por sua vez, o centro de massa se projeta verticalmente em direção ao solo, o que é chamado de centro de gravidade (WINTER, 1995).

Desse modo, a força gravitacional afeta o equilíbrio corporal de acordo com a localização do centro de pressão, que varia conforme a posição do indivíduo no espaço. No entanto, ao mesmo tempo em que a força gravitacional atrai o corpo para o solo, existe uma força exatamente contrária, a qual impulsiona o corpo para cima, chamada de força de reação do solo. Assim, outra definição importante relacionada a equilíbrio postural diz respeito ao centro de pressão, que pode ser entendido como o ponto de origem do vetor vertical da força de reação do solo. O equilíbrio postural pode ser classificado então como estático (postura quieta) ou dinâmico (WINTER, 1995).

O corpo humano ao permanecer na postura quieta funciona como um pêndulo invertido, onde os tornozelos são os pivôs e o restante do corpo continua em constante oscilação, provocando alteração constante no centro de pressão e no centro de gravidade. Então, pode ser entendido que há o desequilíbrio e logo em seguida a recuperação do mesmo de forma contínua, como um ciclo sem fim, a fim de que o indivíduo não caia. Logo, o centro de massa e o centro de pressão deverão estar devidamente alinhados na base de sustentação – área imaginária delimitada de acordo com os pontos de apoio em contato com o meio externo – para que o corpo permaneça em equilíbrio estático. No equilíbrio dinâmico, há também a perturbação do equilíbrio de forma distinta a depender do movimento corporal, do deslocamento dos segmentos corporais, alterando assim o centro de massa e centro de pressão do corpo. Portanto, quando ocorre um desalinhamento entre os dois centros devido à ação de forças externas ou da própria movimentação dos segmentos corporais ou mesmo do corpo como unidade, o centro de massa precisa ser deslocado rapidamente de maneira a realinhar os centros e assim restabelecer o equilíbrio evitando possíveis quedas, ver Figura 5 (WINTER, 1995; KANDEL et al., 2014).

Trazendo o centro de massa de volta para a base de sustentação

- 1 A superfície é movida para trás
- 2 O corpo inclina-se para a frente
- 3 Recuperação



**Figura 5.** O equilíbrio é perturbado por forças externas, desalinhando os centros de massa e pressão na base de sustentação. Em seguida, o equilíbrio é recuperado agrupando novamente os centros dentro de sua base de sustentação (KANDEL et al., 2014).

As quedas são comuns entre as pessoas com DP, sobretudo nos mais idosos e nos casos de estágio mais avançado da DP (CONRADSSON et al., 2012; CATALÁ; WOITALLA; ARAMPATZIS, 2013; CANNING et al., 2015). Além disso, a propensão a quedas é maior nesses indivíduos do que na população em geral, pois sintomas da DP (como instabilidade postural) diminuem a capacidade de controlar o centro de massa e, conseqüentemente, o centro de pressão dentro da base de suporte durante variadas tarefas (FOREMAN et al., 2011). Cerca de 50% a 70% dos indivíduos com DP relatam quedas anualmente (pelo menos uma queda ao ano) e 13% caem mais de uma vez na semana. Assim, aproximadamente 42% dos indivíduos com DP sofrem lesões em decorrência da(s) queda(s) (CATALÁ; WOITALLA; ARAMPATZIS, 2013; DONOGHUE et al., 2015). Conseqüentemente, o risco de fraturas devido a eventuais desequilíbrios aumenta: o risco de fraturar o quadril é 2,8 vezes maior em mulheres com DP e 5,3 vezes maior em homens com DP quando comparados com indivíduos sem DP na mesma faixa etária e gênero (LATT et al., 2009). Devem ser consideradas as condições que a DP impõe aos indivíduos por ela acometidos, pois, com as restrições e a falta de mobilidade, a densidade mineral óssea também diminui, facilitando as fraturas ósseas (BORRIONE et al., 2014).

É sabido que a dinapenia dos membros inferiores aumenta o número de quedas nos idosos (HIRSCH et al., 2003; CATALÁ; WOITALLA; ARAMPATZIS, 2013). Assim como a fraqueza muscular dos membros inferiores, outros fatores também podem contribuir para as quedas na DP, tais como fatores ambientais, alterações da amplitude de movimento (ADM), deficiência visual e efeitos adversos relacionados aos medicamentos (CONRADSSON et al., 2012; DONOGHUE et al., 2015), além dos sintomas próprios da DP (SCHLENSTEDT et al., 2016). Para alguns pesquisadores a dinapenia dos membros inferiores parece ser um dos principais fatores de risco que contribuem para os episódios de quedas nos indivíduos com DP (CATALÁ; WOITALLA; ARAMPATZIS, 2013; BORRIONE et al., 2014). Em virtude disso, Schlenstedt et al. (2015) fornecem base acerca da afirmação anterior. Os autores observaram que o treinamento contra resistência dos membros inferiores (flexores e extensores de quadril, joelho e tornozelo e abdutores de quadril) em pessoas com Parkinson melhorou o controle postural, apresentando aumento da média da pontuação na escala *Fullerton Advanced Balance* (FAB), que pode predizer o risco de quedas avaliando o equilíbrio postural

Pode-se dizer que o quadríceps é um dos grupamentos musculares intimamente relacionados com o equilíbrio. Há evidências de que a sua fraqueza aumenta o risco de quedas e também o medo de cair nos pacientes com DP (CATALÁ; WOITALLA; ARAMPATZIS, 2013). O medo de novas quedas pode ocasionar inatividade e/ou sedentarismo, bem como as quedas propriamente ditas. Essa situação se reflete na saúde e no bem-estar dos pacientes, piorando a qualidade de vida desses indivíduos (MAK; PANG; MAK, 2012; CANNING et al., 2015).

O instrumento *Balance Evaluation Systems Test* (BESTest) tem sido utilizado, e considerado padrão-ouro, para identificar alterações no equilíbrio postural e prever a probabilidade de quedas em pessoas com DP. A sensibilidade e a especificidade do teste estão entre 80 a 90%. Esse instrumento também possui uma versão reduzida (Mini BESTest) (HORAK; WRISLEY; FRANK, 2009). Existem outros testes que podem ser utilizados com esse mesmo propósito, como o *Berg Balance Scale* (BBS) e a escala FAB (SCHLENSTEDT et al., 2016), porém atingem mais facilmente um efeito teto.

O estudo de Mak et al. (2012) teve por objetivo verificar quais fatores influenciariam o medo de cair em pessoas com DP. Mensurou-se a força muscular dos flexores e extensores do joelho utilizando aparelho isocinético; no entanto, os autores aplicaram a escala *Activities-specific Balance Confidence* (ABC) para avaliar a estabilidade postural. A pontuação na escala ABC é mediante percepção subjetiva da confiança do indivíduo avaliado em realizar atividades da vida diária sem perder o equilíbrio (LEE et al., 2016). A escala é clinicamente validada, porém, é passível de questionamento até que ponto o seu resultado final envolve medos (fatores psicológicos) e experiências pessoais do sujeito questionado (sem sintomas da DP envolvidos) ou são apenas a influência de sintomas característicos da DP incidindo sobre o julgamento do avaliado.

Catalá et al. (2013) investigaram a possível contribuição de fatores centrais na fraqueza muscular dos extensores do joelho e tornozelo em dois grupos de pessoas com DP, separando-as então em grupo de indivíduos que caem e que não caem. Os autores do estudo aplicaram o protocolo de CVIM para mensurar a força dos dois grupos musculares, mas não utilizaram nenhuma escala para avaliar o equilíbrio, apenas contabilizaram o número de quedas nos 6 meses precedentes ao estudo. É importante, ao se falar de desequilíbrio postural, a realização de estudos utilizando alguma das escalas antes citadas, uma vez que foram bem avaliadas, mostrando serem válidas e confiáveis (SCHLENSTEDT et al., 2016).

Por outro lado, o estudo Schlenstedt et al. (2016) teve por objetivo comparar a capacidade dos testes Mini BESTest, BBS e FAB em prever quais participantes (pessoas com DP) em análise iriam cair e quais não iriam ao longo de um tempo predeterminado. Bastava ter uma queda para o indivíduo ser incluído como “sujeito a quedas”, ou seja, foi empregado o protocolo de divisão de grupos: grupo de indivíduos que caem apenas para os indivíduos que apresentaram quedas recorrentes ou ao menos uma queda no período de seis meses de acompanhamento do estudo e grupo que não caem para os que não apresentaram quedas no mesmo período. Além disso, foi coletado também, antes do início do programa, o histórico de queda(s) nos 6 meses que precederam o estudo. Portanto, nota-se que a quantidade definitiva de participantes em cada grupo só ocorreu após o término dos seis meses de acompanhamento. Ao final do programa, as três escalas apresentaram similar nível de acurácia com valores da área sob a curva ROC de 0,68, 0,65 e 0,69 para o FAB, Mini BESTest e BBS, respectivamente. A sensibilidade e a especificidade dos testes foram de 0,67 e 0,58 para o FAB, 0,52 e 0,70 para o Mini BESTest e 0,64 e 0,67 para o BBS, indicando moderada capacidade de predição de quedas para todos os testes. Em complemento, a escala FAB conseguiu identificar quase 7 de 10 participantes que experimentaríamos um ou mais episódios de queda durante o período avaliado (6 meses), enquanto o BBS obteve sucesso em reconhecer uma taxa de pouco mais de 6 indivíduos que caem em 10 participantes, e o Mini BESTest detectou um pouco mais de 5 indivíduos que caem em 10. Além disso, a escala FAB apontou quase 6 de 10 participantes que não caem o Mini BESTest e o BBS detectaram 7 de 10 que não caem. Cabe mencionar também que os autores do estudo deram entendimento de que os 3 testes destacaram a instabilidade postural como a principal causa dos eventos de queda, embora outros limitantes tenham colaborado, como a diminuição da força muscular, déficits cognitivos e paralisia na marcha.

Contudo, apesar do bom resultado que emana validade e confiabilidade – embora não excelente – dos testes FAB, Mini BESTest e BBS, conforme explanado anteriormente, até o momento nenhum estudo investigou a associação entre a fraqueza dos membros inferiores e o desequilíbrio postural em indivíduos com DP utilizando algum destes instrumentos.

Além disso, mesmo que a fraqueza muscular se manifeste de maneira mais evidente em um membro do que no outro, ainda assim pode ter influência sobre o risco de quedas, pois existem situações de desequilíbrio que poderão demandar mais a ação da perna mais afetada (LATT et al., 2009). Deve-se lembrar que, em situações de desequilíbrio, os músculos que controlam a estabilidade postural precisam ser acionados rapidamente e, como abordado anteriormente, a fraqueza muscular é maior nos movimentos mais rápidos. Portanto, em

situações de perturbação do equilíbrio, em que são necessárias contrações rápidas dos membros inferiores, o indivíduo com DP fica mais suscetível a quedas.

Cabe ressaltar também que a melhora ou piora do equilíbrio nas pessoas com DP não pode ser atribuída somente à força do quadríceps. Como supracitado, a dinapenia é somente um dos fatores que influenciam o equilíbrio. Portanto, devem ser verificados todos os outros aspectos, todas as possíveis limitações, inclusive a força de outros músculos dos membros inferiores, a fim de evitar desvios nos resultados de avaliação e, assim, prescrições de programas de reabilitação ineficientes. Em suma, parece existir uma associação entre a força muscular do quadríceps e equilíbrio nos indivíduos com DP. Entretanto, a informação na literatura sobre a relação direta da força muscular do quadríceps e o grau de equilíbrio dos indivíduos com DP, bem como a quantificação desses dados ainda precisa ser melhor esclarecida e realizada mediante o uso de instrumentos válidos e confiáveis (padrão-ouro).

## **1.6 Qualidade de vida na Doença de Parkinson e estadiamento da doença.**

Qualidade de Vida (QV) é:

um construto multidimensional, que consiste em pelo menos três domínios amplos: físico, mental e social. No campo da medicina, pesquisadores e médicos usaram com frequência o conceito de qualidade de vida relacionada à saúde, que se concentra especificamente no impacto de uma doença e / ou tratamento na percepção do paciente sobre seu estado de saúde e no bem-estar subjetivo ou satisfação com a vida (JARACZ; KOZUBSKI, 2003).

Dentre os fatores que podem ser considerados como medida objetiva de qualidade de vida na DP pode-se citar o quadro clínico apresentado pelo paciente, o nível socioeconômico e a existência e qualidade da vida social. Os fatores subjetivos incluem a percepção dos sintomas, nível de condicionamento físico, autoimagem, satisfação com a vida familiar, trabalho, situação econômica, interação com outras pessoas, apoio social e vida em geral (OPARA et al., 2012).

Os instrumentos para avaliação da qualidade de vida específicos para a DP são: *Parkinson's Disease Questionnaire* (PDQ-39), *Parkinson's Impact Scale* (PIMS), *Parkinson's Lebens Qualitat* (PLQ) e o *Parkinson's Disease Quality of Life Questionnaire* (PDQL) (CAMPOS et al., 2011). A qualidade de vida dos indivíduos com DP está intimamente relacionada aos sintomas da doença (motores e não motores). Além disso, o avanço iminente da doença agravaria os sintomas, resultando na piora da qualidade de vida (NAVARRO-PETERNELLA; MARCON, 2012).

Alguns autores sugerem que a força muscular é importante para uma boa qualidade de vida em idosos, pois garante a funcionalidade e o bom desempenho nas atividades de vida diária, permitindo maior independência (CIOLAC; RODRIGUES-DA-SILVA, 2016). Embora a associação entre a diminuição da força e a diminuição da QV em outras condições, como acidente vascular cerebral (PAK; PATTEN, 2008; PULMAN; BUCKLEY, 2013; AIDAR et al., 2016) e esclerose múltipla (KIERKEGAARD et al., 2016; EDWARDS; PILLUTI, 2017), estejam bem estabelecidas, essa associação foi pouco investigada na DP e teve resultados controversos (CRUICKSHANK; REYES; ZIMAN, 2015).

Em outra linha de evidências, até onde se sabe, apenas um estudo observou uma correlação significativa entre a força muscular do quadríceps e os escores motores da UPDRS (STEVENS-LAPSLEY et al., 2012). Assim, a associação entre força e status clínico precisa ser melhor esclarecida. Vetrano et al. (2018) observaram uma associação da força muscular de preensão manual com a gravidade da DP (escore total de UPDRS), enquanto Roberts et al. (2015) estudaram a associação da força muscular de preensão manual com a parte III da UPDRS. Stevens-Lapsley et al. (2012) utilizaram o protocolo MVC para quantificar a força muscular do quadríceps e analisaram a correlação com o UPDRS III.

## **2 HIPÓTESE**

Hipotetizou-se que a força isométrica do quadríceps influenciaria o equilíbrio corporal, QV e o status clínico da doença nos indivíduos com DP.

## **3 JUSTIFICATIVA**

Com o número de idosos aumentando não só no Brasil como também no mundo, estima-se que a incidência da DP também aumente, trazendo preocupação com relação ao tratamento da doença e com a qualidade de vida desses indivíduos.

A dinapenia é um fator modificador das atividades da vida diária dos idosos e parece estar presente também na DP. Até o momento, não existem evidências suficientes de associação da função muscular do quadríceps com o equilíbrio e qualidade de vida em indivíduos com DP que utilizem escalas padrão-ouro para tal aferição. Faz-se importante investigar e quantificar a existência dessa provável associação entre essas variáveis, utilizando ferramentas de mensuração confiáveis e validadas na literatura. A partir disso, seria possível fornecer

informação fundamental para o reabilitador elaborar um programa eficiente de exercícios, evitar quedas e fraturas ósseas e, por fim, melhorar a qualidade de vida desses indivíduos, tornando-os menos dependentes e mais confiantes na realização de suas atividades de vida diária.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Gerais**

- Investigar se a força isométrica do quadríceps estava associada a escores de equilíbrio, status clínico e qualidade de vida quando avaliado durante o período ON de medicação anti-Parkinson.

### **4.2 Específicos**

- Aferir a função muscular do músculo quadríceps em uma população de indivíduos com DP utilizando um teste de CVIM;
- Avaliar o equilíbrio de uma população de indivíduos com DP com diferentes instrumentos;
- Avaliar a QV na amostra de pacientes estudada;
- Avaliar o status clínico da doença na amostra estudada;
- Investigar a associação entre função muscular do quadríceps e equilíbrio na amostra de indivíduos;
- Investigar a associação entre função muscular e QV na amostra de indivíduos;
- Investigar a associação entre função muscular e status clínico na amostra de indivíduos;

## **5 MATERIAIS E MÉTODOS**

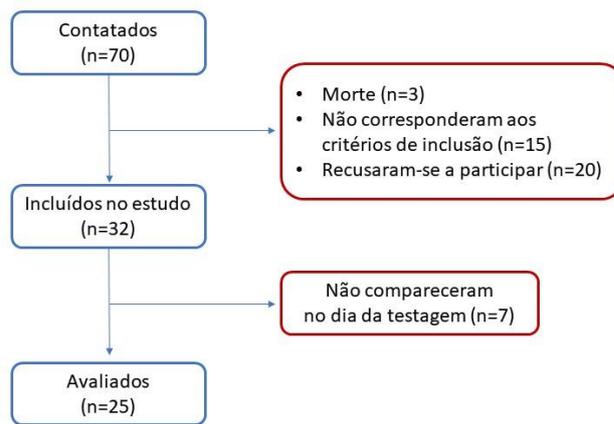
O presente estudo foi do tipo quantitativo observacional transversal, elaborado de acordo com os princípios que constam na resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e aprovado pelo comitê de ética da UNISUAM sob o protocolo número CAAE 29496514.2.0000.5235 e pelo comitê do Instituto de Neurologia Deolindo Couto.

## 5.1 Amostra

A base populacional da amostra foi selecionada no ambulatório de fisioterapia do Instituto de Neurologia Deolindo Couto e na Clínica Escola do Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM (CLESAM).

Os critérios de inclusão foram os seguintes: idade entre 40 e 80 anos, diagnóstico de DP idiopática segundo a U.K. Parkinson's Disease Brain Bank, estar nos estágios 2 a 4 da doença na escala de incapacidade HY, ser capaz de deambular sozinho por 10 metros e estar em uso de medicação regular para DP. Foram excluídos aqueles com déficit cognitivo (*Mini Mental State*  $\leq 18$ ) (MELO; BARBOSA, 2015), outras alterações neurológicas que não a DP, estar sob efeito de tratamento cirúrgico para a DP, hipertensão arterial ou arritmia cardíaca não controladas, instabilidade hemodinâmica, déficit visual sem correção, vertigem e alterações ortopédicas que impeçam a adequada execução das tarefas propostas, bem como quadro algíco que possa influenciar o resultado dos testes.

A amostragem foi realizada por meio de método de seleção não probabilístico. Setenta indivíduos com DP foram contatados com o objetivo de fazer uma triagem inicial, visando estimar os possíveis candidatos ao estudo e agendá-los para a avaliação definitiva, ao fim da qual seriam incluídos ou não no programa. Durante a fase das ligações, computaram-se 20 indivíduos que não concordaram em participar do programa e 3 mortes. Dos 47 restantes, 15 indivíduos foram descartados por não se enquadrarem nos critérios de inclusão e exclusão do estudo durante o processo de avaliação, chegando à quantidade final de 32 pessoas aptas para participar do estudo. Porém, 7 indivíduos não conseguiram dar continuidade ao programa devido a motivos pessoais, seguindo então 25 pessoas para a fase de testes (Figura 6). O tamanho amostral foi baseado no valor da correlação encontrada em Connor et al. (2015) e calculado considerando  $\alpha = 0,05$  e  $\beta = 0,75$ . O número final de participantes requeridos foi 21.



**Figura 6.** Fluxograma mostrando a sucessão de eventos aos quais os participantes se submeteram, desde o primeiro contato até a fase da análise dos resultados.

## 5.2 Procedimentos

Os indivíduos selecionados eram avaliados a partir de uma ficha de anamnese (ANEXO I). Foram avaliados em duas sessões diferentes, na mesma semana, a força do músculo quadríceps em um dia e os instrumentos de avaliação do equilíbrio, qualidade de vida e estadiamento clínico da doença em outro. Os agendamentos das avaliações dos participantes tanto para os testes clínicos quanto para o teste de CVIM foram realizados aleatoriamente, por um colaborador, de modo que os participantes tinham conhecimento do próprio horário e os avaliadores ficavam sabendo qual participante iria comparecer apenas no dia do(s) protocolo(s) a ser(em) executado(s). As avaliações foram realizadas no Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), no prédio do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação (PPGCR) da UNISUAM nos laboratórios de Estudo do Movimento Humano e Neurociências em Reabilitação, Bonsucesso, Rio de Janeiro, Brasil. Todos os participantes assinaram um termo de consentimento esclarecido (ANEXO II).

Em momentos diferentes, dois fisioterapeutas treinados aplicaram os instrumentos de avaliação clínica e dois profissionais de educação física avaliaram a força do músculo quadríceps usando o teste de contração voluntária isométrica máxima (CVIM). Durante o teste CVIM, um avaliador ficou responsável por instruir e preparar os participantes, bem como pelo encorajamento verbal durante as contrações musculares, enquanto o segundo se responsabilizou em controlar o software que fez a aquisição dos sinais. Os participantes foram avaliados uma hora aproximadamente após a ingestão da medicação anti-Parkinson e não deviam ingerir nenhum estimulante com café, refrigerante, cigarros, etc, nas horas que precedessem o exame.

Para o teste de força os participantes sentaram-se em um aparelho multifuncional da marca KENKORP Sport Fitness EMK-1500, com o tronco apoiado no aparelho e com o quadril e os joelhos flexionados a aproximadamente 90°. Para a CVIM foi empregada a função cadeira extensora do aparelho. Segundo estudo de Correa et al. (2011), os ângulos articulares de 60° e 90° de extensão de joelho durante uma CVIM não apresentam diferença significativa para a força muscular isométrica, no entanto, a força nos dois ângulos é superior à força encontrada no ângulo de 0°. Porém, o estudo reportou que o reto femoral ficou mais ativado durante as CVIMs de extensão de joelho no ângulo de 90°.

### **5.3 Instrumentos de avaliação**

Os seguintes instrumentos de avaliação foram utilizados nesse estudo:

#### ***Medidas comportamentais, clínicas e cognitivas***

##### **Mini BESTest**

O Mini BESTest é adequado para avaliar indivíduos com déficits de equilíbrio. O Mini BESTEST é uma versão mais curta do Teste de Avaliação do Equilíbrio (BESTest) (SCHLENSTEDT et al., 2016), e tem forte relação com a pontuação total do BESTest ( $r = 0,955$ ) e precisão equivalente para identificar pessoas com alto risco de queda – *area under the curve* (AUC)= 0,84; 95% CI = 0,75-0,93 x AUC = 0,86, 95% CI = 0,76-0,95 para MBT e BT, respectivamente - (LEDDY et al., 2011). O Mini BESTest é dividido em quatro subescalas de equilíbrio dinâmico: transições / controle postural antecipatório, controle postural reativo, orientação sensorial e estabilidade da marcha. Seus 14 itens contabilizam um total de 28 pontos, onde ter pontuação maior de 19 pontos representa ter bom equilíbrio. Cada item pode ser pontuado de 0 (grave) a 2 (normal) (LÖFGREN et al., 2014; POTTER; BRANDFASS, 2015; SCHLENSTEDT et al., 2016).

##### ***Timed up and go (TUG)***

O TUG visa estimar o risco de quedas, examinando a mobilidade funcional (BARRY et al., 2014). Os níveis de corte para o TUG são de 13,5 segundos (SHUMWAY-COOK; BRAUER; WOOLLACOTT, 2000). Os idosos que levam mais de 13,5 segundos para completar o TUG têm um alto risco de quedas. Durante o teste, o indivíduo precisa se levantar

de uma cadeira com braços (sentado a uma altura de ~ 46 cm), caminhar por 3 m delineado pela marcação (linha) no chão à frente, virar-se, caminhar de volta à cadeira e sentar-se novamente. O tempo de execução do teste está intimamente correlacionado com o nível de mobilidade dos indivíduos. Tem sido relatado que quanto mais rápido o indivíduo realiza o teste, melhor será sua capacidade funcional (BARRY et al., 2014; SHUMWAY-COOK; BRAUER; WOOLLACOTT, 2000). O TUG sozinho classifica corretamente 13/15 dos indivíduos que caem (87% de sensibilidade) e 13/15 dos indivíduos que não caem (87% de especificidade) (Anne Shumway-Cook, Sandy Brauer, e Marjorie Woollacott).

### Índice dinâmico de marcha

O Índice dinâmico de marcha (DGI, do inglês *Dynamic Gait Index*) se propõe a avaliar a marcha e o equilíbrio dinâmico de um indivíduo em diferentes situações sensoriais. Aqui empregamos uma versão traduzida e validada do DGI para o português (DE CASTRO; PERRACINI; GANANÇA, 2006). O DGI Consiste em 8 tarefas e o avaliador pontua o desempenho dos participantes em cada tarefa em: 3 = marcha normal, 2 = comprometimento leve, 1 = comprometimento moderado, 0 = comprometimento grave. A pontuação máxima é de 24 pontos e a pontuação de corte é de 19 pontos. Se o resultado final for  $\leq 19$  significa que um indivíduo tem mais chance de cair.

### Escala de equilíbrio de TINETTI

O TINETTI foi projetado para medir o equilíbrio (incluindo risco de queda) e a função da marcha em idosos, mas prediz quedas e avalia os desvios do padrão de marcha e equilíbrio estático e dinâmico (KLOOS et al., 2014). É composto por 16 itens, 9 para avaliar o equilíbrio e 7 para a marcha. Cada item é pontuado de 0-1 ou 0-2. Aqui nós consideramos apenas as pontuações relacionadas ao equilíbrio. Para esta parte, a pontuação máxima é de 16 pontos e os melhores resultados são obtidos com escores mais altos (LIN et al., 2004; RAÏCHE et al., 2000). O escore de corte para essa parte é  $< 11,5$  (CONTRERAS; GRANDAS, 2012).

### Escala Unificada de Avaliação de Doenças de Parkinson (UPDRS)

A UPDRS foi idealizada e validada nos anos 80. Até o momento, é considerada uma escala padrão-ouro para avaliar os sinais e sintomas clínicos da DP (Goetz et al., 2008). Seus 42 itens executam um total de 147 pontos (147 representando a pior deficiência e 0 sem deficiência) (FAHN, 1987). A escala é dividida em 4 partes. Parte I avalia experiências não-

motoras da vida diária; A parte II avalia as experiências motoras da vida diária; A parte III avalia o comportamento motor do indivíduo por meio do exame motor prático; Parte IV avalia as possíveis complicações motoras relacionadas à droga na última semana. Pontuações: 0 = normal; 1 = leve; 2 = suave; 3 = moderado; e 4 = grave. Além disso, algumas perguntas podem ser respondidas com "SIM" ou "NÃO". Os seguintes pontos de corte das partes são: parte I - 10 de 11; parte II - 12 de 13; parte III - 32 de 33; e parte IV - 4 de 5 (MARTÍNEZ-MARTÍN et al., 2015). A escala Hoen & Yahr e a Escala de Atividades Diárias de Schwab e Inglaterra complementam a escala UPDRS (GOETZ et al., 2003, 2007, 2008, METMAN et al., 2004).

#### Questionário sobre Doença de Parkinson (PDQ-39)

O PDQ-39 analisa o impacto da DP na qualidade de vida dos indivíduos nos meses anteriores à sua aplicação. É composto por 39 questões divididas em 8 dimensões: mobilidade (10 questões), atividades de vida diária (6 questões), bem-estar emocional (6 questões), estigma (4 questões), apoio social (3 questões), cognição (4 questões), comunicação (3 questões) e desconforto corporal (3 questões). Cada questão pode ser pontuada de 0 a 4, onde 0 = nunca, 1 = ocasionalmente, 2 = às vezes, 3 = frequentemente, 4 = sempre. O escore final de cada dimensão é obtido pela soma dos pontos das questões divididos por 4. Esse resultado é então dividido pelo número total de questões da dimensão avaliada. O valor encontrado é multiplicado por 100. A pontuação para cada dimensão pode variar de 0 a 100, sendo 0 a melhor qualidade de vida e 100 a pior (SOUZA et al., 2007).

#### ***Teste de Contração Voluntária Isométrica Máxima (CVIM)***

O teste objetivou a aquisição da mensuração da força muscular do quadríceps dos participantes.

A força foi mensurada durante a CVIM do quadríceps através de um transdutor conectado por uma faixa ao tornozelo (EMG System do Brasil, BRA; 1000Hz frequência de amostragem). Antes de iniciar a CVIM, cada participante recebeu as orientações sobre como proceder durante o teste. Também antes de começar, foi realizada 1 série teste de 5s para verificar o entendimento do participante sobre as instruções, bem como o devido funcionamento dos aparelhos. Se por algum motivo houvesse falha humana ou da(s) máquina(s) durante a execução de uma série, seria, então, realizada uma nova série até que se conseguisse completar

as três. Somente a melhor marca foi aproveitada para a análise estatística. Dois avaliadores aplicaram o teste, que teve duração total de 15 a 20 min aproximadamente. Um avaliador ficou responsável pelo controle do tempo e encorajamento verbal dos participantes durante cada contração muscular, enquanto o outro permaneceu no computador operando o programa. O CVIM foi realizado em uma sala, onde o ambiente permaneceu devidamente controlado.

No presente estudo, utilizou-se os ângulos próximos a 90° durante as CVIMs. Desse modo, foi necessário o uso de uma alça, envolvendo a perna direita do participante logo acima do tornozelo, conectada a uma célula de carga com o intuito de quantificar a força do músculo testado durante o CVIM. O programa SuiteMYO quantificou a resposta da célula de carga. Assim, quando os participantes realizavam uma extensão de joelho, os sensores da célula de carga eram deformados, promovendo sinais de resposta ao programa aferidor.

O teste de CVIM consistiu de 3 séries de 5s de isometria máxima de extensão de joelho com intervalo de 30s entre as séries. Os braços dos participantes permaneceram cruzados na altura dos ombros durante a execução de cada CVIM. Os participantes também não podiam levantar o quadril durante cada CVIM, pois isso prejudicaria o resultado do teste (Figura 9). Para a marcação do tempo das séries e intervalos, foi utilizada a função cronômetro de um relógio Technos KW7713.



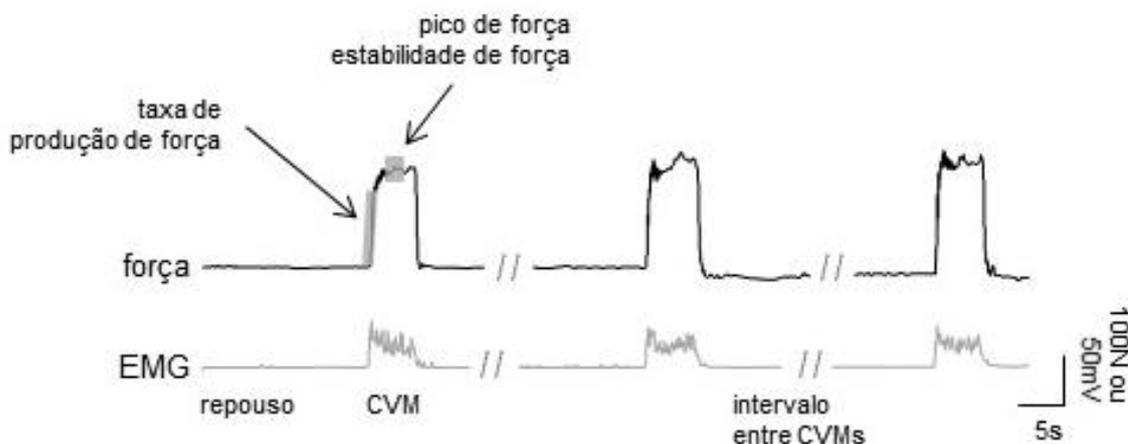


**Figura 7.** Postura requerida para realização do teste de CVIM.

#### **5.4 Processamento dos sinais de força**

O processamento dos dados foi realizado *off-line* no ambiente MATLAB (MathWorks, EUA). O sinal de força foi de 10Hz de passagem baixa, filtrado antes da computação adicional (filtragem digital reversa e inversa Butterworth da 4<sup>a</sup> ordem). Para cada contração, a contração voluntária máxima (CVM) foi estimada a partir da força média alcançada nos 2s centrais de cada série. A estabilidade da força foi calculada por meio do coeficiente de variação da força alcançado na mesma janela de tempo. Além disso, a taxa de desenvolvimento da força (TDF) foi calculada mediante os dados de força obtidos nos primeiros 500ms de contração voluntária.

Após a coleta dos dados do teste de CVIM dos participantes, foi feita sua inspeção visual com o intuito de alinhar as duas variáveis (força e ativação do quadríceps), eliminando possíveis erros e preparando para as análises posteriores (ver figura 10).



**Figure 8.** Série temporal da força (linha preta) e envelope de EMG (linha cinza) durante o repouso e em três tentativas de contração voluntária máxima (CVM). Dados de um voluntário representativo (no16, masculino, 66 anos, H&Y 2,5). O intervalo entre tentativas foi encurtado na figura para fins de ilustrativos (linhas cinzas inclinadas). As fases da CVM utilizadas para estimativa dos parâmetros pico de força, estabilidade de força e taxa de produção de força estão indicados pelas áreas em cinza claro.

## 6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a distribuição normal de todos os dados. Os dados foram descritos em termos de mediana e percentil 25 e 75. Para investigar a associação entre as variáveis dos participantes, dados de força e os resultados comportamentais, clínicos e cognitivos, foi empregado o teste de correlação de Spearman (correlação rho), uma vez que alguns dados não seguiram uma distribuição normal. Para fins de descrição de resultados acrescentamos também a análise de correlação de Pearson (ANEXO X). Em seguida, foi utilizada a regressão linear para verificar o quanto a função muscular do quadríceps influenciaria o equilíbrio corporal. O grau das correlações foi definido como: sem associação = 0,0; insignificante =  $\pm 0,01$  a  $\pm 0,2$ ; fraco =  $\pm 0,2$  a  $\pm 0,4$ ; moderado =  $\pm 0,4$  a  $\pm 0,7$ ; forte =  $\pm 0,7$  a  $\pm 1,0$ ; perfeito = 1,0 (WORLD HEALTH ORGANIZATION et al., 2001). Todas as análises foram realizadas no software SPSS 17.0 for Windows. O valor de significância considerado para todos os testes foi de 0,05 bicaudal.

## **7 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO**

A problemática desse estudo foi contextualizada nos capítulos precedentes que incluíram a introdução do tema, a exposição da justificativa, dos objetivos e da hipótese. Os métodos também foram apresentados.

No próximo capítulo, a sessão de métodos será reapresentada e os resultados e discussão dos dados aqui obtidos serão expostos no corpo do manuscrito intitulado: “*ASSOCIATION BETWEEN STRENGTH, CLINICAL STATUS AND FUNCTIONAL CAPACITY IN PARKINSON'S DISEASE*” a ser submetido ao periódico após as considerações da banca e dos co-autores serem consideradas.

## 8 MANUSCRITO

Association between strength, clinical status and functional capacity in Parkinson's disease

Rafael Almeida Sá<sup>1</sup>; Thiago Lemos<sup>1</sup>; Arthur Sá Ferreira<sup>1</sup>; Laura Alice Santos de Oliveira<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação – UNISUAM, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ, Rio de Janeiro, Brasil

Correspondent author: lauraoliveira.ft@gmail.com

### *Abstract*

The present study aimed to investigate the association of strength of the knee extensors with balance, clinical status and quality of life (QOL) in individuals with Parkinson's disease (PD) during the ON phase of anti-Parkinson medication. To achieve this goal, 25 individuals were analyzed (18 male), with age: median (med) = 66 years, first quartile (Q<sub>1</sub>) = 62.50 years, third quartile (Q<sub>3</sub>) = 71 years; height: med = 168 cm, Q<sub>1</sub> = 162 cm, Q<sub>3</sub> = 171 cm; and weight: med = 77 kg, Q<sub>1</sub> = 68 kg, Q<sub>3</sub> = 84.50 kg. To evaluate balance the following instruments were used: Mini-BESTest (MBT), Timed up and Go (TUG), Dynamic Gait Index (DGI) and Tinetti Mobility Test (TMT). The Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) quantified the clinical status and the Parkinson's Disease Questionnaire (PDQ-39) determined the QOL of the sample. Muscle function of the knee extensors was measured during a maximal isometric voluntary contraction (MVC) of the quadriceps muscle. Participants presented sufficient scores to a good balance, except in DGI. Associations were found between TMT and MBT and strength ( $\rho = 0.528, 0.484$ ); between clinical status and strength ( $\rho = -0.610$  a  $-0.577$ ), and between strength and PDQ-39 ( $\rho = 0.455$ ). The results suggested that as greater the muscle function of quadriceps, better the balance and QOL and smaller is the PD severity during the ON phase of PD medication. Future prospective studies should be performed to investigate a causal relationship between these variables.

**Key words:** Parkinson's disease; balance; muscle strength; QOL; UPDRS

## **Introduction**

It has been reported that muscle strength is reduced in patients with Parkinson's disease (PD) compared to healthy individuals at the same age [1,2,3,4,5,6]. Although there is no consensus about the origin of this loss of muscle function, some studies report decreased maximal strength and rate of force development (RFD) in these individuals after the withdrawal of anti-Parkinson medication [7,8]. Studying the strength and functional capacity in individuals with PD during the period ON of anti-Parkinson medication is very relevant: first, because it corresponds to the real condition of these individuals during their activities of daily living and on a motor rehabilitation schedule; and second because it would help to prescribe the most appropriate set of exercises for this population.

It is well established that four cardinal signs characterize PD: tremor, bradykinesia, rigidity and postural instability [9]. Postural instability is associated to fall occurrence in individuals with PD, which appears to be more prone to fall than general population matched in age [10,11]. Approximately 50-70% of patients with PD reported at least a fall episode per year and 13% of them fall more than once per week [4,11]. In general, the weakness of lower limbs increases the number of falls in older [4,12]. One specific muscle to be considered in the genesis of increased fall risk is the quadriceps muscle [4], especially in PD, once it contributes to the flexed forward and bending knees posture that are common in these individuals when standing [2], and that would compromise the balance [13]. Furthermore, there is evidence that quadriceps weakness would increase the fear of falling in PD patients [14,15].

Some studies suggested that maximal strength [16] and the RFD [17] of the lower limbs are critical for compromised balance because some force is necessary to orient the body's center of mass over the base of support in a short period of time, especially during dynamic balance tasks. However, the association between muscle function of quadriceps and balance in individuals with PD was not clear in the current literature [16,17,18]. In addition, it would be interesting to investigate this using different balance scales to guarantee the consistence of the results and perhaps to identify different characteristics of each test.

Another line of evidence suggests that in older people, muscle strength is important for a good quality of life (QOL) as it ensures functionality and performance of activities of daily living, allowing more independence [19]. Although the association between decreased strength and QOL are well established in other conditions - such as stroke [20,21,22] - a recent

systematic review reported that there are few data on this association and that would be controversial in PD [23], needing more searches.

Moreover, decreases in handgrip muscle strength have been associated with PD severity [24,25]. As far as we know, only one study observed a significant correlation between muscle strength of quadriceps and UPDRS motor scores [3]. Thus, the association between muscle strength of the quadriceps and clinical status needs to be further explored. Therefore, the purpose of this study was to investigate whether isometric strength of the quadriceps is associated with scores on different balance tests, clinical status, and quality of life in individuals with PD during the ON period of antiparkinsonian medication. We hypothesized that isometric strength of quadriceps would influence all the three variables studied.

## **Materials and Methods**

### ***Study Design and Ethics Statement***

The present work is as a cross-sectional observational study. It was elaborated according to the principles contained in resolution 466/12 of the National Health Council and approved by the local ethics committee. The study was approved by the local ethics committee (process number 29496514.2.0000.5235) and was registered in the Brazilian registry of clinical trials (ReBec) under the number RBR-4hvfzj ([www.ensaiosclinicos.gov.br/rg/RBR-4hvfzj](http://www.ensaiosclinicos.gov.br/rg/RBR-4hvfzj)) as a first step of a clinical trial. Every participant provided written informed consent prior to the experiment.

### ***Participants***

A researcher contacted 70 individuals from local rehabilitation centers, to search for the inclusion and exclusion criteria and to ask about the desire to participate in the study. The individual was included if he was diagnosed with idiopathic PD by a neurologist as recommended by the United Kingdom brain bank criteria for diagnosing PD [26]; aged between 40 and 80 years; able to walk alone by 10 meters and in use of regular medication for PD. The participant was excluded if they had cognitive impairment (Mini-mental State  $\leq 18$ ) [27], other neurological disorders other than PD, undergoing surgical treatment for PD, uncontrolled

hypertension or cardiac arrhythmia, hemodynamic instability, uncorrected visual deficit, vertigo and orthopedic alterations as well as painful conditions that could influence the adequate execution of the proposed tasks.

From the 70 individuals contacted, 20 did not agree to participate; 3 were died and 15 did not meet the inclusion and exclusion criteria. Therefore, 32 individuals fulfilled the inclusion/exclusion criteria and accepted the invitation, but only 25 concluded all phases of the study (see flowchart in Figure 1). A sample size calculation was performed based on the study from Connor et al. [18], considering  $\alpha= 0.05$  and  $\beta= 0.75$ , it was indicated that a total study population of 21 participants would be required.

= *Insert Figure 1 about here* =

## ***Outcome Measures***

Behavioral, clinical and cognitive outcomes

### **Mini-BESTest**

The Mini-BESTest (MBT) is suitable for evaluating individuals with compromised balance. It is a shorter version of the Balance Evaluation Test (BT) [28] but have strong correlation with the BESTest total score ( $r = 0.955$ ) and equivalent accuracy to identify a person who has a high risk of fall [area under the curve (AUC) = 0.84, 95% CI = 0.75-0.93 x AUC = 0.86, 95% CI = 0.76-0.95 to MBT and BT, respectively] [29]. The MBT is divided into four dynamic balance subscales: transitions/anticipatory postural control, reactive postural control, sensory orientation and gait stability. Its 14 items perform a total of 28 points (28 representing normal balance and 0 severe impairment of balance) with a cut-off score of 19 points. Each item can be score from 0 (severe) to 2 (normal) [28,30,31].

### **Timed up and go (TUG)**

The TUG aims to assess the risk of falls by examining the functional mobility [32]. The cutoff levels for TUG is 13.5 seconds [33]. Older adults who take longer than 13.5 seconds to complete the TUG have a high risk for falls. During the test the individual needs to get up from

a chair with arms (sitting at a height of ~ 46 cm), walking for 3 m outlined by marking (line) on the floor ahead, turn around, walk back to chair and sit down again. An appraiser times the task. The execution time of the test is closely correlated with the level of individuals' mobility. It has been reported that the more rapid the individual, the better will be their functional capacity [32,33]. The TUG alone correctly classified 13/15 fallers (87% sensitivity) and 13/15 nonfallers (87% specificity) [33].

#### Dynamic Gait Index (DGI)

DGI aims to evaluate gait and the dynamic balance of an individual in different sensory situations. Here it was employed a translated and validity version of DGI for Portuguese [34]. It consists of 8 tasks and the evaluator scores the participants' performance in each task in: 3= normal gait, 2= mild impairment, 1= moderate impairment, 0= severe impairment. The maximum score is 24 points and the cut-off score are 19 points. If the final result were  $\leq 19$  it means that an individual has more chance of falls.

#### TINETTI Mobility Test

The TINETTI Mobility Test (TMT) was designed to measure balance (including fall risk) and gait function in elderly predicts falls and evaluates deviations of gait pattern and both static and dynamic balance [35]. It consists of 16 items, 9 to assess balance and 7 addressed to gait. Each item is scored from 0-1 or 0-2. Here we considered only the scores related to balance. To this part, the maximum score is 16 points and the better results are obtained with higher scores [36,37], with a cutoff score of 11.5 points [38].

#### Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS)

The UPDRS was idealized and validated in the 80's. So far, it is considered a gold standard scale to evaluate the clinical signs and symptoms of PD [39]. Its 42 items perform a total of 147 points (147 representing the worst disability and 0 no disability) [40]. The scale is divided into 4 parts. Part I assesses non-motor experiences of daily life; Part II evaluates the motor experiences of daily life; Part III assesses the individual's motor behavior by practical motor examination; Part IV assess the possible drug-related motor complications in the last week. Scores: 0 = normal; 1 = mild; 2 = soft; 3 = moderate; and 4 = severe. Additionally, some questions can be answered with "YES" or "NO". The following cutoff scores of the parts are: part I – 10 out of 11; part II – 12 out of 13; part III – 32 out of 33; and part IV – 4 out of 5 [41].

The H&Y scale and the Scale of Daily Living Activities Schwab and England complement the UPDRS scale [39, 42,43]

#### Parkinson's Disease Questionnaire (PDQ-39)

The PDQ-39 analyzes the impact of PD on the quality of life of individuals in the months preceding its application. It consists of 39 questions divided into 8 dimensions: mobility (10 questions), daily life activities (6 questions), emotional well-being (6 questions), stigma (4 questions), social support (3 questions), cognition (4 questions), communication (3 questions) and body discomfort (3 questions). Each question can be scored from 0 to 4, where 0 = never, 1 = occasionally, 2 = sometimes, 3 = often, 4 = always. The final score of each dimension is obtained by the sum of the points of the questions divided by 4. This result is then divided by the total number of questions of the dimension evaluated. The value found is multiplied by 100. The score for each dimension can range from 0 to 100, where 0 is the best quality of life and 100 is the worst [44].

#### Isometric Strength

Isometric strength data was acquired during isometric knee extension by means of a force transducer system connected by a strap positioned at the ankle joint (EMG System do Brasil, BRA; 1000Hz sampling rate).

#### ***Procedures***

First, the participants were evaluated using an anamneses guide to general information. Then, in separated sessions, clinical and muscle strength evaluations were performed. Sample characteristics can be found in Table 1. Participants were advised to take their medication one hour before the tests and not taking any type of stimulant (eg., coffee, soda, tea, cigarettes, etc.) in the hours preceding the test.

= *Insert Table 1 about here* =

Two physical educators together assessed the strength of the quadriceps of the 25 participants using the maximal isometric voluntary contraction (MVC) test. One evaluator controlled the duration of the contraction and provided verbal encouragement during each muscle contraction while the other remained responsible for data acquisition. The participant was invited to sit on the multifunctional device chair, resting the back on the apparatus, with hip and knee bent at approximately 90° (Figure 2), in a room with light and sound controlled.

*= Insert Figure 2 about here =*

During the execution of each contraction the participant was instructed to cross the arms at shoulder height, not lift their hips, not to talk and not change the position of any body part, using the extensor function of the chair. The test consisted of 3 sets of maximal isometric contraction during knee extension, for 5s each, with an interval of 30s between sets. A chronometer (Technos KW7713 watch) was used to compute the duration of the contraction and the interval between each set. During the MVC test, if there were any failure during the execution of a set, then a new set would be performed until three sets could be correctly completed.

The SuiteMYO program (version 1.0.0.3, Brazil) quantified the load cell response. When the participant performed a knee extension, the load cell sensor deformed creating a response signal. Before the beginning of the experiment, a single repetition of isometric quadriceps muscle extension was performed to observe if the participant understood the instructions.

In a subsequent day, at the same week, the 25 individuals underwent a behavioral, clinical and cognitive outcomes assessment session conducted by two physiotherapists that used the instruments described on the outcome session.

## **Data Analysis**

Data processing was performed in MATLAB environment (MathWorks, USA). Force signal was 10Hz low-pass filtered before further computation (4<sup>th</sup> order Butterworth forward and reverse digital filtering). For each of the three trials, MVC was estimated from the average force achieved in the central 2s of data set, while force stability (FS) was calculated from the

coefficient of variation of force achieved in the same time window. Additionally, the RFD was calculated from force data obtained in the first 500ms of voluntary contraction. The scores concerning the behavioral, clinical and cognitive outcomes were computed and calculated separately for each individual.

## Statistics

The Shapiro-Wilk test was used to check the normal distribution of all data. As it did not follow a normal distribution, data were described in terms of median (M) and 25<sup>th</sup> and 75<sup>th</sup> percentile. To investigate the association between muscle function of quadriceps and QOL, clinical status and balance, the Spearman correlation (rho correlation) test was used. The degrees of association were defined as: no association = 0.0; negligible =  $\pm 0.01$  to  $\pm 0.2$ ; weak =  $\pm 0.2$  to  $\pm 0.4$ ; moderate =  $\pm 0.4$  to  $\pm 0.7$ ; strong =  $\pm 0.7$  to  $\pm 1.0$ ; perfect = 1.0 [45]. Afterwards, it was used linear regression to verify how much muscle function of quadriceps would influence the body balance, QOL and clinical status. All analyses were performed in SPSS 17.0 software for Windows. The significance value considered for all tests was 0.05 two-sided.

## Results

The population studied consisted of 25 individuals with PD, when 72% were male (n=18). In general, 72% of the patients had disease duration equal or less than 6 years, and 28% had disease duration longer than 9 years. Data relative to sample characteristics, force and to behavioral, clinical and cognitive outcomes can be found in Table 1. The result of the Shapiro-Wilk test showed that some data were not follow a normal distribution.

*= Insert Table 2 about here =*

*= Insert Table 3 about here =*

The Spearman's rank correlation coefficient showed a moderate negative correlation between UPDRS II (motor experiences of daily life) and RFD ( $\rho = -0.437$ ,  $p = 0.029$ ) and a moderate negative correlation between UPDRS III and MVC (motor) ( $\rho = -0.610$ ,  $p = 0.001$ ), and between UPDRS III and RFD ( $\rho = -0.577$ ,  $p = 0.003$ ). This coefficient also showed a moderate positive correlation between TMT and MVC ( $\rho = 0.528$ ,  $p = 0.007$ ), between MBT and MVC ( $\rho = 0.484$ ,  $p = 0.014$ ), and between PDQ-39 and FS ( $\rho = 0.455$ ,  $p = 0.022$ ). The

remaining variables comparisons showed a weak or negligible association with no result statistically significant. All Spearman correlation data can be found in table 2.

*= Insert Table 4 about here =*

## **Discussion**

The aim of the present study was to examine whether the isometric strength of quadriceps has association with balance, clinic status and QOL, during the ON period of anti-Parkinson medication. We found a moderate correlation of isometric strength of quadriceps with balance, clinical status (UPDRS II and UPDRS III) and QOL (PDQ-39) in older adults with PD.

The PDQ-39 scores indicated a moderate impact of PD in the QOL of the participants. A moderate positive correlation was found between FS and PDQ-39 in the present study. Thus, it means that as higher the FS better the result in the PDQ-39, better the QOL in PD. Nonetheless, a meta-analysis from Cruickshank et al. [23] showed controversial outcomes. The authors searched for clinical trial studies that examined the effect of strength training on the PDQ-39, but in the end they only included three studies for analysis. Maybe the controversial data found it is due to the different dimensions evaluated in the PDQ-39, that includes areas not only such as mobility and activities of daily living but also stigma, social support and communication at the same instrument [44]. It is possible that other factors other than strength interfered more in the QOL. Even so, our data suggest that FS may compromise QOL and therefore its evaluation should be considered before initiating a rehabilitation program or training program in patients with PD.

A moderate negative correlation between some strength variables (MVC and RFD) and clinical status (only the UPDRS part II and III) was found. Vetrano et al. [25] observed an association between sarcopenia (decrease in lean body mass and muscle function) and higher PD severity (UPDRS total score) by using a logistic regression model, including the handgrip muscle strength of the participants to diagnose sarcopenia. Roberts et al. [24] reported an association of the low handgrip muscle strength with higher UPDRS III score and more advanced H&Y stage by using a simple linear regression. While Stevens-Lapsley et al. [3] compared quadriceps torque between individuals with low-PD (UPDRS < 31.7), high-PD (UPDRS  $\geq$  31.7) and healthy controls. The researchers utilized a MVC protocol to quantify

muscle strength of quadriceps. They found a negative correlation between quadriceps torque and UPDRS III score ( $r = -0.67$ ,  $p = 0.003$ ). Although the protocols and muscles investigated were different, our data corroborate the general landscape of the results cited. However, as far as we know the current study was the only one to investigate the existence of association of muscle function (MVC, RFD and FS) with each part of UPDRS (I, II, III and IV) separately, although only UPDRS II and III showed significant correlations. In summary, taken together, these data suggest that the greater the quadriceps muscle force, better the clinical status of the PD individual.

Mak and colleagues [14] aimed to verify which factors would influence the fear of falling in people with PD. The muscle strength of knee flexors and extensors was measured using an isokinetic apparatus. The authors applied the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale to assess postural stability. Differently from our result, they found only a weak ( $r = 0.301$ ,  $p = 0.029$ ) positive correlation between ABC scale score and muscle strength of knee extensors. It is important to take into consideration that the scores of ABC scale are based on subjective perception of the individual's confidence in performing activities of daily living without losing balance, which may have compromised the result. On the other hand, Schlenstedt [51] used the Fullerton Advanced Balance scale (FAB) and the center of mass displacement (COM) to measure postural instability, and MVC to assess muscle strength of quadriceps in a pre-post intervention design in people with PD. The objective of the study was to compare two groups: those who underwent resistance training and those who did balance training. The researchers assessed it again after 8 and 12 weeks. They found a moderate positive correlation between  $\Delta$  FAB scale and  $\Delta$  RFD (less affected side) ( $\rho = 0.643$ ,  $p = 0.018$ ), and moderate negative correlation between  $\Delta$  FAB and  $\Delta$  stride time variability ( $\rho = -0.649$ ,  $p = 0.009$ ) after 8 weeks in the resistance group. It seems that resistance training increased the RFD (less affected side), influencing positively the improvement in postural control. Despite different design from this study to ours, the results were similar, showing that muscle strength of quadriceps is correlated to postural control. Connor et al. [18] investigated if there was a correlation between leg strength and balance (static and dynamic) in individuals with PD and with healthy individuals. The authors used the sensory organized testing protocol to evaluate balance and an isokinetic equipment to measure work and power of knee extension and flexion of leg strength of the participants. The results showed that both knee extension and flexion strength had only significant correlation with dynamic balance. No correlations were seen in the healthy control. Once again, the methods used to measure strength and balance were

different, however this result corroborates ours too by reporting correlation between leg strength and balance. Nonetheless, a meta-analysis [23] found controversial results. Actually, only one study informed an improvement in balance after strength training. Even so, it should be taking account that the studies included in the meta-analysis used other balance tests, such as the single leg stance, choice stepping task, berg balance scale, functional reach test and 5 time sit to stand test. Perhaps, quadriceps strength may not have much impact on the outcome of these tests. There is some evidence indicating an association between muscle function of quadriceps and balance when comparing our data with those in the literature, suggesting that as greater the muscle function of the quadriceps, better the balance during the ON phase of parkinsonian medication. However, both the methods and the tools used to assess muscle strength and balance were different among the studies, which makes it difficult to compare them.

Currently, several clinimetric scales have been used to measure balance and posture in people with PD, such as TMT, TUG, DGI and MBT [29,46,47,48,49,50]. Here, we decided to use a combination of these instruments to assess balance in order to avoid misunderstands results. Thereby only the DGI scores suggested that the participants have an increased fall risk (poor balance). The scores of the remaining instruments (MBT, TMT and TUG) indicated that the individuals have low risk of falls (good balance).

According to our results, although all of these instruments have the common goal of assessing balance, they appear to capture different aspects of it. It is important to note that equilibrium is a multidimensional system, so the visual, auditory and somatosensory systems work together to avoid falls [52]. Then, it seems reasonable to say that the muscle function of the quadriceps may contribute differently to each of them. Thus, when looking at the tests, the TUG is a simple task that does not encompass all dimensions of equilibrium and this may have impaired the outcome. So, it is not prudent to use it alone. Perhaps, the lack of correlation between TUG and muscle function of quadriceps could be explained by concurrent factors. Bradykinesia and rigidity are common in individuals with PD and would also influence the execution of the activities performed during the TUG test, beyond the probable strength impairment.

Furthermore, despite TMT test showed that the participants had a good balance, we did not its gait section and it could influence the result. Due to the circumstances of the tasks of the TMT, it can be inferred that the balance section is more challenge to static than dynamic balance and also that the strength of the lower limbs contributes significantly to the maintenance of the

balance, which would explain the moderate positive correlation between the MVC and the balance found in the present study. The correlation found in the present study proposes that as higher the muscle strength of quadriceps better the outcome on the TMT.

And lastly, the MBT that seems to be the most complete among the tests discussed above because it exploits very well the parts of the balance through tasks. And also, our data showed that there were a moderate positive association with muscle strength of the quadriceps, suggesting as higher the muscle strength better the result on MBT.

### ***Conclusion***

There is different degree of association between muscle function of quadriceps and balance; progression of disease and QOL in individuals with PD during the ON phase of anti-Parkinson medication. If extrapolated, these results suggested that the proper functioning of the quadriceps could be important in activities of daily living that involves balance, like walking. Also, the results suggested that the level of strength might be involved in the QOL of PD individuals. Finally, they suggested that muscle strength could decrease as the disease progress. Causal relationship between these variables should be demonstrated by future randomized controlled clinical trials.

### **Conflicts of Interest**

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.

### **References**

- [1] N. E. Allen et al., “Bradykinesia, Muscle Weakness and Reduced Muscle Power in Parkinson’s Disease”, *Movement Disorders*, vol. 24, no. 9, pp. 1344-51, 2009.
- [2] R. Cano-de-la-Cuerda et al., “Is there muscular weakness in Parkinson's disease?”, *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, vol. 89, no. 1, pp. 70-76, 2010.
- [3] J. Stevens-Lapsley, B. M. Kluger, M. Schenkman, “Quadriceps muscle weakness, activation deficits, and fatigue with Parkinson disease”, *Neurorehabilitation and neural repair*, vol. 26, no. 5, pp. 533-541, 2012.
- [4] M. M. Catalá, D. Woitalla, A. Arampatzis, “Central Factors Explain Muscle Weakness in Young Fallers with Parkinson’s Disease”, *Neurorehabilitation and Neural Repair*, vol. 27, no. 8, pp. 753-759, 2013.
- [5] K. Hammond et al., “Neuromuscular rate of force development deficit in Parkinson disease”, *Clinical Biomechanics*, vol. 45, pp. 14-18, 2017.

- [6] Y. Huang et al., "Fatigue and Muscle Strength Involving Walking Speed in Parkinson's Disease: Insights for Developing Rehabilitation Strategy for PD", *Neural plasticity*, vol. 2017, 2017.
- [7] D. M. Corcos et al., "Strength in Parkinson's disease: Relationship to rate of force generation and clinical status", *Annals of neurology*, vol. 39, no. 1, pp. 79-88, 1996.
- [8] M. Nallegowda et al., "Role of sensory input and muscle strength in maintenance of balance, gait, and posture in Parkinson's disease: a pilot study", *American journal of physical medicine & rehabilitation*, vol. 83, no. 12, pp. 898-908, 2004.
- [9] M. C. Rodriguez-Oroz et al., "Initial clinical manifestations of Parkinson's disease: features and pathophysiological mechanisms", *The Lancet Neurology*, vol. 8, no. 12, pp. 1128-39, 2009.
- [10] K. B. Foreman et al., "Testing balance and fall risk in persons with Parkinson disease, an argument for ecologically valid testing", *Parkinsonism & Related Disorders*, vol. 17, no. 3, pp. 166-171, 2011.
- [11] J. Difranco-Donoghue et al., "Learning effects of the sensory organization test as a measure of postural control and balance in Parkinson's disease", *Parkinsonism & related disorders*, vol. 21, no. 8, pp. 858-861, 2015.
- [12] HIRSCH, M. et al. The Effects of Balance Training and High-Intensity Resistance Training on Persons with Idiopathic Parkinson's Disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 84, ago, 2003.
- [13] K. Mikami et al., "Forward flexion of trunk in Parkinson's disease patients is affected by subjective vertical position", *PloS one*, vol. 12, no. 7, pp. e0181210, 2017.
- [14] M. Mak, M. Pang, V. Mok, "Gait Difficulty, Postural Instability, and Muscle Weakness Are Associated with Fear of Falling in People with Parkinson's Disease", *Parkinson's disease*, vol. 2012, 2012.
- [15] C. G. Canning et al., "Exercise for falls prevention in Parkinson disease A randomized controlled trial", *Neurology*, vol. 84, no. 3, pp. 304-312, 2015.
- [16] T. Toole et al., "The effects of a balance and strength training program on equilibrium in Parkinsonism: A preliminary study", *NeuroRehabilitation*, vol. 14, no. 3, pp. 165-174, 2000.
- [17] P. Aagaard, "Training-induced changes in neural function", *Exercise and sport sciences reviews*, vol. 31, no. 2, pp. 61-67, 2003.
- [18] M. Connor et al., "The relationship between strength and balance in individuals with Parkinson's Disease", *J Neurol Disord*, vol. 3, no. 239, pp. 2, 2015.
- [19] E. G. Ciolac and J. M. Rodrigues-da-Silva, "Resistance Training as a Tool for Preventing and Treating Musculoskeletal Disorders" *Sports Medicine*, vol. 46, no. 9, pp. 1239-48, 2016.
- [20] S. Pak and C. Patten, "Strengthening to promote functional recovery poststroke: an evidence-based review", *Topics in stroke rehabilitation*, vol. 15, no. 3, pp. 177-199, 2008.
- [21] J. Pulman and E. Buckley, "Assessing the efficacy of different upper limb hemiparesis interventions on improving health-related quality of life in stroke patients: a systematic review", *Topics in stroke rehabilitation*, vol. 20, no. 2, pp. 171-188, 2013.
- [22] F. J. Aidar et al., "A Randomized trial investigating the influence of strength training on quality of life in ischemic stroke", *Topics in stroke rehabilitation*, vol. 23, no. 2, pp. 84-89, 2016.

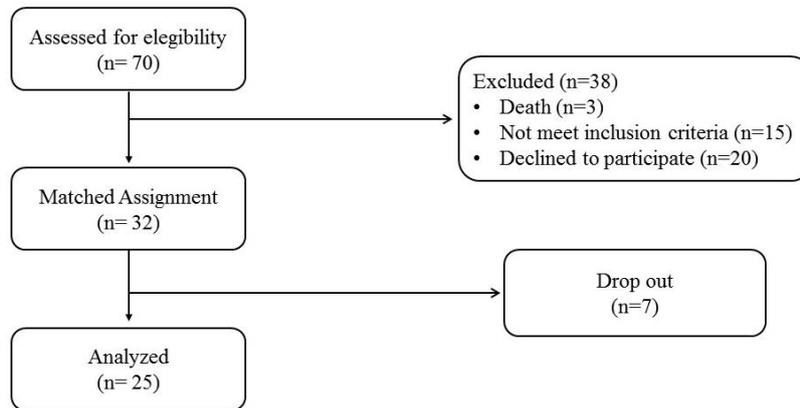
- [23] T. M. Cruickshank, A. R. Reyes, M. R. Ziman, “A systematic review and meta-analysis of strength training in individuals with multiple sclerosis or Parkinson disease”, *Medicine*, vol. 94, no. 4, 2015.
- [24] H. C. Roberts et al., “The association of grip strength with severity and duration of Parkinson’s: A cross-sectional study”, *Neurorehabilitation and neural repair*, vol. 29, no. 9, pp. 889-896, 2015.
- [25] D. L. Vetrano et al., “Sarcopenia in Parkinson Disease: Comparison of Different Criteria and Association with Disease Severity”, *Journal of the American Medical Directors Association*, 2018.
- [26] A. J. Hughes et al., “Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinicopathological study of 100 cases”, *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, vol. 55, no. 3, pp. 181-184, 1992.
- [27] MELO, Denise Mendonça de; BARBOSA, Altemir José Gonçalves, “O uso do Mini-Exame do Estado Mental em pesquisas com idosos no Brasil: uma revisão sistemática”, *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 20, p. 3865-3876, 2015.
- [28] C. Schlenstedt et al., “Comparison of the Fullerton advanced balance scale, mini-BESTest, and Berg balance scale to predict falls in Parkinson disease”, *Physical therapy*, vol. 96, no. 4, pp. 494, 2016.
- [29] A. L. Leddy, B. E. Crouner, G.M. Earhart, “Utility of the Mini-BESTest, BESTest, and BESTest sections for balance assessments in individuals with Parkinson disease”, *Journal of neurologic physical therapy: JNPT*, vol. 35, no. 2, pp. 90, 2011.
- [30] N. Löfgren et al., “The Mini-BESTest-a clinically reproducible tool for balance evaluations in mild to moderate Parkinson’s disease?”, *BMC neurology*, vol. 14, no. 1, pp. 235, 2014.
- [31] K. Potter and K. Brandfass, “The Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest)”, *Journal of physiotherapy*, vol. 61, no. 4, pp. 225, 2015.
- [32] E. Barry et al., “Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis” *BMC geriatrics*, vol. 14, no. 1, pp. 14, 2014.
- [33] A. Shumway-Cook, S. Brauer, M. Woollacott, “Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test”, *Physical therapy*, vol. 80, no. 9, pp. 896-903, 2000.
- [34] S. M. de Castro, M. R. Perracini, F. F. Ganança, “Versão brasileira do Dynamic Gait Index”, *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, vol. 72, no. 6, pp. 817-825, 2006.
- [35] A. D. Kloos et al., “Clinimetric properties of the Tinetti Mobility Test, Four Square Step Test, Activities-specific Balance Confidence Scale, and spatiotemporal gait measures in individuals with Huntington's disease”, *Gait & posture*, vol. 40, no. 4, pp. 647-651, 2014.
- [36] M. Raïche et al., “Screening older adults at risk of falling with the Tinetti balance scale”, *The Lancet*, vol. 356, no. 9234, pp. 1001-1002, 2000.
- [37] M. LIN et al., “Psychometric comparisons of the timed up and go, one- leg stand, functional reach, and Tinetti balance measures in community- dwelling older people” *Journal of the American Geriatrics Society*, vol. 52, no. 8, pp. 1343-1348, 2004.
- [38] A. Contreras and F. Grandas, “Risk of falls in Parkinson’s disease: a cross-sectional study of 160 patients”, *Parkinson’s Disease*, vol. 2012, 2012.

- [39] C. G. Goetz et al., “Movement Disorder Society- sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS- UPDRS): Scale presentation and clinimetric testing results”, *Movement disorders*, vol. 23, no. 15, pp. 2129-2170, 2008.
- [40] S. E. R. L. Fahn, “Unified Parkinson's disease rating scale”, *Recent developments in Parkinson's disease*, vol. 2, pp. 153-164, 1987.
- [41] P. Martínez-Martín et al., “Parkinson's disease severity levels and MDS-Unified Parkinson's Disease Rating Scale”, *Parkinsonism & related disorders*, vol. 21, no. 1, pp. 50-54, 2015.
- [42] L. V. Metman et al., “Test–retest reliability of UPDRS- III, dyskinesia scales, and timed motor tests in patients with advanced Parkinson's disease: An argument against multiple baseline assessments”, *Movement disorders*, vol. 19, no. 9, pp. 1079-1084, 2004.
- [43] C. G. Goetz et al., “Movement Disorder Society- sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS- UPDRS): Process, format, and clinimetric testing plan”, *Movement Disorders*, vol. 22, no. 1, pp. 41-47, 2007.
- [44] R. G. Souza et al., “Quality of life scale in Parkinson's disease PDQ-39 (Brazilian Portuguese version) to assess patients with and without levodopa motor fluctuation”, *Arquivos de Neuropsiquiatria*, vol. 65, no. 3B, pp. 787-791, 2007.
- [45] WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. HEALTH RESEARCH METHODOLOGIA Guide for Training in Research Methods. WORLD HEALTH ORGANIZATION Regional Office for the Western Pacific, 2001.
- [46] T. Herman et al., “The Dynamic Gait Index in healthy older adults: the role of stair climbing, fear of falling and gender”, *Gait & posture*, vol. 29, no. 2, pp. 237-241, 2009.
- [47] L. A. King et al., “Comparing the Mini-BESTest with the Berg Balance Scale to evaluate balance disorders in Parkinson's disease”, *Parkinson's Disease*, vol. 2012, 2012.
- [48] J. R. Nocera et al., “Using the Timed Up & Go test in a clinical setting to predict falling in Parkinson's disease”, *Archives of physical medicine and rehabilitation*, vol. 94, no. 7, pp. 1300-1305, 2013.
- [49] M. K. Y. Mak and M. M. Auyeung, “The mini-BESTest can predict parkinsonian recurrent fallers: a 6-month prospective study”, *Journal of rehabilitation medicine*, vol. 45, no. 6, pp. 565-571, 2013.
- [50] J. Opara et al., “Motor assessment in Parkinson's disease”, *Ann Agric Environ Med*, vol. 24, no. 3, pp. 411-415, 2017.
- [51] C. Schlenstedt et al., “Resistance versus balance training to improve postural control in Parkinson's Disease: A randomized rater blinded controlled Study”, *Plos One*, vol. 10, no. 10, pp. e0140584, 2015.
- [52] BEAR, Mark. F., CONNORS, Barry W., PARADISO, Michael, A. Neurociências-Desvendando o Sistema Nervoso. Traduzido e editado em Porto Alegre: Editora ArtMed, 2002.
- [53] G. Yogev-Seligmann et al., “The contribution of postural control and bilateral coordination to the impact of dual tasking on gait”, *Experimental brain research*, vol. 226, no. 1, pp. 81-93, 2013.
- [54] S. Heinzl et al., “Motor dual-tasking deficits predict falls in Parkinson's disease: A prospective study”, *Parkinsonism & related disorders*, vol. 26, pp. 73-77, 2016.

*Figures captions*

**Figure 1.** Study methods flowchart.

**Figure 2.** The position of the participant during the execution of the MIVC test.



**Figure 1.** Study methods flowchart.



**Figure 2.** The position of the participant during the execution of the MIVC test.

**Table 1.** Sample Characteristics, Force Data and Behavioral, Clinical and Cognitive Outcomes.

	<b>Median</b>	<b>Percentile 25</b>	<b>Percentile 75</b>
<b>Descriptive Characteristics</b>			
Sex Male, N=18 (72%)			
Age (years)	66.00	62.50	71.00
Height (cm)	168.00	162.00	171.00
Weight (kg)	77.00	68.00	84.50
BMI	26.95	24.44	
Disease duration	5	3	
MMSE	26.00	24.00	27.50
Hoehn & Yahr	2.50	2.00	2.50
<b>Force Data</b>			
MVC	192.7	146.8	238.6
RFD	211.4	130.1	263.2
FS	3.880	2.790	5.465
<b>Status Clinical</b>			
UPDRS I	4.000	3.000	5.000
UPDRS II	12.00	10.00	15.00
UPDRS III	29.00	24.50	33.00
UPDRS IV	4.000	2.500	5.500
<b>Balance Test</b>			
MBT	20.00	17.00	24.00
DGI	14.00	11.00	18.00
TMT	15.00	12.00	16.00
TUG	11.83	10.41	14.27
<b>Quality of Life</b>			
PDQ-39	46	34.00	67.00

N= 25 participants; BMI = Body Mass Index; MMSE = Mini Mental State Examination; MVC = Maximal Voluntary Contraction (average of 3); RFD = Rate of Force Development (average of 3); and FS = Force Stability (average of 3); UPDRS= Unified Parkinson’s Disease Rating Scale; MBT= Mini Balance Evaluation Systems Test; DGI= Dynamic Gait Index; TMT= Tinetti Mobility Test; TUG= Timed Get Up and Go Test; PDQ-39= Parkinson’s Disease Questionnaire.

**Table 2.** Spearman Correlation

		<b>Rho [lower 95% IC – upper 95% IC]</b>
<b>Clinical Status</b>		
UPDRS I	MVC	-0.005 [-0.399; 0.391], p = 0.981
	RFD	0.028 [-0.371; 0.419], p = 0.894
	FS	0.239 [-0.173; 0.579], p = 0.251
UPDRS II	MVC	-0.321 [-0.636; 0.085], p = 0.117
	RFD	-0.437 [-0.710; -0.051], p = 0.029*
	FS	0.238 [-0.174; 0.579], p = 0.252
UPDRS III	MVC	-0.610 [-0.810; -0.283], p = 0.001**
	RFD	-0.577 [-0.792; -0.236], p = 0.003**
	FS	-0.279 [-0.607; 0.131], p = 0.177
UPDRS IV	MVC	-0.133 [-0.502; 0.277], p = 0.527
	RFD	-0.118 [-0.490; 0.291], p = 0.574
	FS	0.259 [-0.152; 0.593], p = 0.211
<b>Balance tests</b>		
MBT	MVC	0.467 [0.088; 0.728], p = 0.019*
	RFD	0.280 [-0.130; 0.608], p = 0.176
	FS	0.209 [-0.203; 0.558], p = 0.316
DGI	MVC	0.350 [-0.053; 0.654], p = 0.087
	RFD	0.214 [-0.197; 0.562], p = 0.303
	FS	0.132 [-0.278; 0.501], p = 0.529

TMT	MVC	0.528 [0.168; 0.764], p = 0.007**
	RFD	0.233 [-0.178; 0.575], p = 0.262
	FS	0.124 [-0.285; 0.495], p = 0.556

TUG	MVC	-0.243 [-0.582; 0.168], p = 0.241
	RFD	-0.253 [-0.589; 0.158], p = 0.221
	FS	0.194 [-0.218; 0.547], p = 0.352

**Quality of Life**

PDQ-39	MVC	-0.054 [-0.440; 0.349], p = 0.798
	RFD	-0.027 [-0.418; 0.372], p = 0.897
	FS	0.455 [0.073; 0.721], p = 0.022*

---

UPDRS= Unified Parkinson's Disease Rating Scale; MBT= Mini Balance Evaluation Systems Test; DGI= Dynamic Gait Index; TMT= Tinetti Mobility Test; TUG= Timed Get Up and Go Test; PDQ-39 = Parkinson's Disease Questionnaire; MVC= Maximal Isometric Voluntary Contraction (average of 3); RFD= Rate of Force Development (average of 3); FS= Force Stability (average of 3). \* p < 0.05, \*\* p < 0.01.

## **9 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No início do processo, foi trabalhoso compreender uma doença neurológica, pois por ser graduado em Educação Física o estudo do sistema nervoso de forma aprofundada não fez parte da minha grade de formação. Acredito que a participação de um profissional de Educação Física na elaboração de programa de reabilitação de pacientes com DP é importante. Portanto, há a necessidade de fomentar a área, a fim de preparar melhor os futuros profissionais. Em relação à condução do projeto, devo dizer que foi um tanto quanto perturbador começar com 70 indivíduos elegidos para a participar do estudo e terminar apenas com 25. Ainda assim, conseguimos alcançar o n amostral pretendido. Seria interessante se outros testes de equilíbrio – os mais utilizados ou os “melhores” segundo a literatura - fossem comparados entre eles para verificar a importância de cada um e além disso, verificar quais variáveis poderiam prever a perda do equilíbrio para cada teste. Assim, seria possível fazer um ranqueamento dos testes ou melhor, saber em que situação cada teste seria mais útil. Conseqüentemente, tal medida ajudaria a traçar o perfil do paciente e então na prescrição do programa de reabilitação.

## 10 REFERÊNCIAS

- AIDAR, F. J. et al. A Randomized trial investigating the influence of strength training on quality of life in ischemic stroke. **Topics in stroke rehabilitation**, vol. 23, no. 2, pp. 84-89, 2016.
- AHMED, H. et al. Updates in the Pathophysiological Mechanisms of Parkinson's Disease: Emerging Role of Bone Marrow Mesenchymal Stem Cells. **World Journal of Stem Cells**, v. 8, n. 3, p. 106-117, mar. 26, 2016.
- ALLEN, N. E. et al. Bradykinesia, Muscle Weakness and Reduced Muscle Power in Parkinson's Disease. **Movement Disorders**, v. 24, n. 9, p. 1344-51, 2009.
- BAGETTA, Vincenza et al. Synaptic dysfunction in Parkinson's disease. **Biochemical Society Transactions**, v. 38, n. 2, p. 493-497, 2010.
- BARBOSA, M. et al. Parkinsonism and Parkinson's Disease in the Elderly: A Community-Based Survey in Brazil (the Bambuí Study). **Movement Disorders**. v. 21, n. 6, p. 800-808, feb., 2006.
- BARICHELLA, M. et al. Sarcopenia and Dynapenia in Patients with Parkinsonism. **Journal of the American Medical Directors Association**, apr, 2016. COMPLETAR A REF
- BARROSO, R.; TRICOLI, V., UGRINOWITSCH, C. Adaptações Neurais e Morfológicas ao Treinamento de Força com Ações Excêntricas. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 13, n. 2, p. 111-122, 2005.
- BARRY, Emma et al. Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. **BMC geriatrics**, v. 14, n. 1, p. 14, 2014.
- BEAR, Mark. F., CONNORS, Barry W., PARADISO, Michael, A. **Neurociências-Desvendando o Sistema Nervoso. Traduzido e editado em Porto Alegre: Editora ArtMed**, 2002.
- BERG, D. et al. MDS Research Criteria for Prodromal Parkinson's Disease. **Movement Disorders**, v. 30, n. 12, 2015.
- BORRIONE, Paolo et al. Effects of Physical Activity in Parkinson's disease: a new tool for rehabilitation. **World Journal of Methodology**, v. 4, n. 3, p. 133-143, sep. 2014.
- BOSE, Anindita; BEAL, M. Flint. Mitochondrial dysfunction in Parkinson's disease. **Journal of Neurochemistry**, 2016.
- BROWN, P.; CORCOS, D.; ROTHWELL, J. Does Parkinsonian Action Tremor Contribute to Muscle Weakness in Parkinson's disease? **Brain**, v. 120, p. 401-408, 1997.

BUDDHALA, Chandana et al. Dopaminergic, Serotonergic, and Noradrenergic Deficits in Parkinson's Disease. **Annals of Clinical and Translational Neurology**, v. 2, n. 10, p. 949-959, 2015.

CALABRESI, Paolo et al. Levodopa-induced plasticity: a double-edged sword in Parkinson's disease? **Phil. Trans. R. Soc. B**, v. 370, n. 1672, p. 20140184, 2015.

CAMPBELL, W. W. De Jong: O Exame Neurológico. 7ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

CAMPOS, Marcos et al. Translation, Cross-Cultural Adaptation, and Validation of the Parkinson's Disease Quality of Life Questionnaire (PDQL), the "PDQL-BR", into Brazilian Portuguese. **ISRN neurology**, v. 2011, 2011.

CANNING, C. G. et al. Exercise for Falls Prevention in Parkinson disease – A Randomized Controlled Trial. **American Academy of Neurology**, v. 84, p. 304-312, jan,2015.

DE CASTRO, Sandra Meirelles; PERRACINI, Monica Rodrigues; GANANÇA, Fernando Freitas. Versão brasileira do Dynamic Gait Index. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 72, n. 6, p. 817-825, 2006.

CATALÁ, M. M.; WOITALLA, D.; ARAMPATZIS, A. Central Factors Explain Muscle Weakness in Young Fallers with Parkinson's Disease. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 27, n. 8, p. 753-759, 2013.

CHENG, Aiwu; HOU, Yan; MATTSON, Mark P. Mitochondria and Neuroplasticity. **ASN NEURO**, v. 2, n. 5, 2010.

CIOLAC, Emmanuel Gomes; RODRIGUES-DA-SILVA, José Messias. Resistance Training as a Tool for Preventing and Treating Musculoskeletal Disorders. **Sports Medicine**, v. 46, n. 9, p. 1239-48, 2016.

CONRADSSON, D. et al. A Novel Conceptual Framework for Balance Training in Parkinson's Disease-Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. **BMC Neurology**, v. 12, n. 111, 2012.

CORREA, Cleiton Silva et al. Análise da força isométrica máxima e do sinal de EMG em exercícios para os membros inferiores. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 13, n. 6, p. 429-435, 2011.

CRUICKSHANK, T. M.; REYES, A. R.; ZIMAN M. R. A systematic review and meta-analysis of strength training in individuals with multiple sclerosis or Parkinson disease. **Medicine**, vol. 94, no. 4, 2015.

CRUZ-JENTOFT, Alfonso J. et al. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). **Age and ageing**, v. 43, n. 6, p. 748-759, 2014.

CANO-DE-LA-CUERDA, R. et al. Is There Muscular Weakness in Parkinson's Disease? **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 89, n. 1, jan, 2010.

DONALDSON, Iain M.L. James Parkinson's Essay on the Shaking Palsy. **The Journal of Royal College of Physicians of Edinburgh**, v. 45, p. 6-84, 2015.

DONOGHUE, J. et al. Learning Effects of the Sensory Organization Test as a Measure of Postural Control and Balance in Parkinson's disease. **Parkinsonism and Related Disorders**, 2015.

EDWARDS, T.; PILLUTI, L. A. The effect of exercise training in adults with multiple sclerosis with severe mobility disability: A systematic review and future research directions", **Multiple sclerosis and related disorders**, vol. 16, pp. 31-39, 2017.

FALVO, Michael J.; SCHILLING, Brian K.; EARHART, Gammon M. Parkinson's disease and resistive exercise: rationale, review, and recommendations. **Movement disorders**, v. 23, n. 1, p. 1-11, 2008.

FOREMAN, K. Bo et al. Testing balance and fall risk in persons with Parkinson disease, an argument for ecologically valid testing. **Parkinsonism & Related Disorders**, v. 17, n. 3, p. 166-171, 2011.

FOSTER, Erin R.; BEDEKAR, Mayuri; TICKLE-DEGNEN, Linda. Systematic review of the effectiveness of occupational therapy-related interventions for people with Parkinson's disease. **The American Journal of Occupational Therapy**, v. 68, p. 38-49, 2014.

FRAZZITTA, G. et al. Differences in Muscle Strength in Parkinsonian Patients Affected on the Right and Left Side. **Plos One**, v. 10, n. 3, mar, 2015.

FUKAGAWA, Naomi K. et al. The relationship of strength to function in the older adult. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 50, n. Special Issue, p. 55-59, 1995.

FUNG, Victor S. C. New and Emerging Treatments for Parkinson's Disease. **The Medical Journal of Australia**, v. 202, n. 6, abr., 2016.

GERA, G. et al. Identification of Balance Deficits in People with Parkinson Disease; is the Sensory Organization Test Enough? **International journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 4, n. 1, 2016.

HAMMOND, Kelley G. et al. Neuromuscular rate of force development deficit in Parkinson disease. **Clinical Biomechanics**, v. 45, p. 14-18, 2017.

HERRINGTON, Todd M.; CHENG, Jennifer J.; ESKANDAR, Emad N. Mechanisms of deep brain stimulation. **Journal of neurophysiology**, v. 115, n. 1, p. 19-38, 2016.

HIRSCH, M. et al. The Effects of Balance Training and High-Intensity Resistance Training on Persons with Idiopathic Parkinson's Disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 84, ago, 2003.

HORAK, Fay B.; WRISLEY, Diane M.; FRANK, James. The balance evaluation systems test (BESTest) to differentiate balance deficits. **Physical therapy**, v. 89, n. 5, p. 484, 2009.

HUANG, Zhigao; FUENTE-FERNÁNDEZ, Raúl de la; STOESSL, A. Jon. Etiology of Parkinson's Disease. **Canadian Journal of Neurological Sciences**, v. 30, supl. 1 – S10-S18, 2003.

HUBBLE, Ryan P. et al. Assessing stability in mild and moderate Parkinson's disease: Can clinical measures provide insight? **Gait & posture**, v. 49, p. 7-13, 2016.

IDE, B. et al. Discrepância na Geração de Força entre Ações Musculares Excêntricas e Concêntricas. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 4, n. 20, p. 145-151, 2010.

IDE, B. et al. Ações Musculares Excêntricas – Por Que Geram Mais Força? Por Que Geram Mais Traumas? **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 5, n. 25, p. 61-68, 2011.

IKEMOTO, S.; YANG, C.; TAN, A. Basal Ganglia Circuit Loops, Dopamine and Motivation: A Review and Enquiry. **Behavioral Brain Research**, n. 290, p. 17-31, 2015.

INKSTER, L. et al. Leg Muscle Strength is Reduced in PD and Relates to the Ability to Rise From a Chair. **Movement Disorders**, v. 18, n. 2, 157-162, feb, 2003.

JACOBS, J. V.; HORAK, F. B. Abnormal proprioceptive-motor integration contributes to hypometric postural responses of subjects with Parkinson's disease. **Neuroscience**, v. 141, n. 2, p. 999-1009, 2006.

JARACZ, Krystyna; KOZUBSKI, W. Quality of life in stroke patients. **Acta Neurologica Scandinavica**, v. 107, n. 5, p. 324-329, 2003.

JELLINGER, Kurt A. How Close Are We to Revealing the Etiology of Parkinson's Disease? **Expert Review of Neurotherapeutics**, v. 15, n. 10, p. 1105-07, 2015.

KAKINUMA, Susumu et al. Muscle weakness in Parkinson's disease: isokinetic study of the lower limbs. **European neurology**, v. 39, n. 4, p. 218-222, 1998.

KANDEL, Eric et al. **Princípios de Neurociências**. 5ª edição, Porto Alegre, AMGH Editora, p. 852-66, 2014.

KAY, D. et al. Different Neuromuscular Recruitment Patterns During Eccentric, Concentric and Isometric Contractions. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 10, n. 6, p. 425-431, 2000.

KELLY, N. et al. Novel, High-Intensity Exercise Prescription Improves Muscle Mass, Mitochondrial Function, and Physical Capacity in Individuals with Parkinson's disease. **Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 5, p. 582-592, mar, 2014.

KHANDHAR, Suketu M.; MARKS, William J. Epidemiology of Parkinson's disease. **Disease-a-Month**, v. 53, n. 4, p. 200-205, abr. 2007.

KIERKEGAARD, M. et al. High-intensity resistance training in multiple sclerosis—An exploratory study of effects on immune markers in blood and cerebrospinal fluid, and on mood,

fatigue, health-related quality of life, muscle strength, walking and cognition. **Journal of the neurological sciences**, vol. 362, pp. 251-257, 2016.

KIM, H. J.; JEON, B. How Close Are We to Individualized Medicine for Parkinson's Disease? **Expert Review of Neurotherapeutics**, v. 12, n. 43, apr., 2016.

KLEIN, Cliff S. et al. Voluntary activation failure contributes more to plantar flexor weakness than antagonist coactivation and muscle atrophy in chronic stroke survivors. **Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 5, p. 1337-1346, 2010.

KOLLER, William; KASE, Sue. Muscle strength testing in Parkinson's disease. **European Neurology**, v. 25, n. 2, p. 130-133, 1986.

LATT, M. D. et al. Clinical and Physiological Assessments for Elucidating Falls Risk in Parkinson's Disease. **Movement Disorders**, v. 24, n. 9, p. 1280-9, 2009.

LEDDY, A. L.; CROWNER, B. E.; EARHART, G. M. Utility of the Mini-BESTest, BESTest, and BESTest sections for balance assessments in individuals with Parkinson disease. **Journal of neurologic physical therapy: JNPT**, vol. 35, no. 2, pp. 90, 2011.

LEE, Hyo Keun et al. The relationship between balance confidence and control in individuals with Parkinson's disease. **Parkinsonism & related disorders**, v. 26, p. 24-28, 2016.

MAGRINELLI, Francesca et al. Pathophysiology of Motor Dysfunction in Parkinson's Disease as the Rationale for Drug Treatment and Rehabilitation. **Parkinson's Disease**, v. 2016, 2016.

MAITI, Panchanan; MANNA, Jayeeta; DUNBAR, Gary L. Current understanding of the molecular mechanisms in Parkinson's disease: Targets for potential treatments. **Translational Neurodegeneration**, v. 6, n. 1, p. 28, 2017.

MAK, M.; PANG, M.; MOK, V. Gait Difficulty, Postural Instability, and Muscle Weakness Are Associated with Fear of Falling in People with Parkinson's Disease. **Parkinson's disease**, 2012.

MEDICAL RESEARCH COUNCIL. Aids to the examination of the peripheral nervous system, Memorandum no. 45, Her Majesty's Stationery Office, London, 1981.

MELO, Denise Mendonça de; BARBOSA, Altemir José Gonçalves. Use of the Mini-Mental State Examination in research on the elderly in Brazil: a systematic review. **Ciencia & saude coletiva**, v. 20, n. 12, p. 3865-3876, 2015.

MHYRE, Timothy R. et al. Parkinson's disease. **Subcellular Biochemistry**, v. 65, p. 389-455, 2012.

MINK, Jonathan W. Basal Ganglia Mechanisms in Action Selection, Plasticity, and Dystonia. **European Journal of Paediatric Neurology**, 2018.

MIZNER, Ryan L.; PETTERSON, Stephanie C.; SNYDER-MACKLER, Lynn. Quadriceps strength and the time course of functional recovery after total knee arthroplasty. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 35, n. 7, p. 424-436, 2005.

NAVARRO-PETERNELLA, Fabiana Magalhães; MARCON, Sonia Silva. Qualidade de vida de indivíduos com Parkinson e sua relação com tempo de evolução e gravidade da doença. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 20, n. 2, p. 384-391, 2012.

NEWSAM, Craig J.; BAKER, Lucinda L. Effect of an electric stimulation facilitation program on quadriceps motor unit recruitment after stroke. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 85, n. 12, p. 2040-2045, 2004.

NOCERA, Joe R. et al. Knee extensor strength, dynamic stability, and functional ambulation: are they related in Parkinson's disease? **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 91, n. 4, p. 589-595, 2010.

NOGAKI, H.; KAKINUMA, S.; MORIMATSU, M. Movement Velocity Dependent Muscle Strength in Parkinson's Disease. **Acta neurologica scandinavica**, v. 99, n. 3, p. 152-157, 1999.

NOYCE, A. J.; LEES, A. J.; SCHRAG, A. Review: The Prediagnostic Phase of Parkinson's Disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, 2016.

OPARA, J. A. et al. Quality of life in Parkinson's Disease. **Journal of medicine and life**, v. 5, n. 4, p. 375, 2012.

OUNG, Q. W. et al. Technologies for Assessment of Motor Disorders in Parkinson's Disease: A Review. **Sensors**, n. 15, p. 21710-45, 2015.

PAK, S.; PATTEN, C. Strengthening to promote functional recovery post stroke: an evidence-based review. **Topics in stroke rehabilitation**, vol. 15, no. 3, pp. 177-199, 2008.

PANG, M.; MAK, M. Influence of Contraction Type, Speed, and Joint Angle on Ankle Muscle Weakness in Parkinson's disease: Implications for Rehabilitation. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 93, dec., 2012.

PANG, Marco YC; MAK, Margaret KY. Muscle strength is significantly associated with hip bone mineral density in women with Parkinson's disease: a cross-sectional study. **Journal of rehabilitation medicine**, v. 41, n. 4, p. 223-230, 2009.

PARKER, W. Davis; SWERDLOW, Russell H. Mitochondrial dysfunction in idiopathic Parkinson disease. **The American Journal of Human Genetics**, v. 62, n. 4, p. 758-762, 1998.

PETZINGER, G. M. et al. The Role of Exercise in Facilitating Basal ganglia function in Parkinson's disease. **Neurodegenerative Disease Management**, v. 1, n. 2, p. 157-170, apr. 2011.

PETZINGER, G. M. et al. Exercise-enhanced Neuroplasticity Targeting Motor and Cognitive Circuitry in Parkinson's Disease. **Lancet Neurology**, v. 12, n. 7, p. 716-726, jul. 2013.

POTTER, Kirsten; BRANDFASS, Kathi. The Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest). **Journal of physiotherapy**, v. 61, n. 4, p. 225, 2015.

PRASHANTH, R. et al. High-Accuracy Detection of Early Parkinson's Disease through Multimodal Features and Machine Learning. **International Journal of Medical Informatics**, v. 90, p. 13-21, 2016.

PRESTES, Jonato et al. Prescrição e periodização do treinamento de força em academias. São 1ª edição, Paulo, **Phorte**, 2010.

PULMAN, J., BUCKLEY, E. Assessing the efficacy of different upper limb hemiparesis interventions on improving health-related quality of life in stroke patients: a systematic review. **Topics in stroke rehabilitation**, vol. 20, no. 2, pp. 171-188, 2013.

PURVES, Dale et al. **Neurociências-4**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2010.

RIZZO, Giovanni et al. Accuracy of Clinical Diagnosis of Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Neurology**, v. 86, p. 1-11, 2016.

RODRIGUEZ-OROZ, Maria C. et al. Initial clinical manifestations of Parkinson's disease: features and pathophysiological mechanisms. **The Lancet Neurology**, v. 8, n. 12, p. 1128-39, 2009.

SARKAR, C. et al. The Immunoregulatory Role of Dopamine: An Update. **Brain, Behavior and Immunity**, n. 24, v. 4, p. 525-528, may., 2010.

SCHLENSTEDT, Christian et al. Comparison of the Fullerton advanced balance scale, mini-BESTest, and Berg balance scale to predict falls in Parkinson disease. **Physical therapy**, v. 96, n. 4, p. 494, 2016.

SCHLENSTEDT, Christian et al. Resistance versus balance training to improve postural control in Parkinson's Disease: A randomized rater blinded controlled Study. **Plos One**, v. 10, n. 10, p. e0140584, 2015.

SCHULZ-SCHAEFFER, Walter J. Is Cell Death Primary or Secondary in the Pathophysiology of Idiopathic Parkinson's Disease? **Biomolecules**, v. 5, p. 1467-79, 2015.

SEKIGAWA, Akio et al. Role of  $\alpha$  and  $\beta$ -Synucleins in the Axonal Pathology of Parkinson's Disease and Related Synucleinopathies. **Biomolecules**, v. 5, p. 1000-11, 2015.

SHUMWAY-COOK, Anne; BRAUER, Sandy; WOOLLACOTT, Marjorie. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. **Physical therapy**, v. 80, n. 9, p. 896, 2000.

SONG, Juhyun; KIM, Jongpil. Degeneration of Dopaminergic Neurons Due to Metabolic Alterations and Parkinson's Disease. **Frontiers in Aging Neuroscience**, v. 8, n. 65, mar., 2016.

SOUZA, Renata Guzzo et al. Quality of life scale in Parkinson's disease PDQ-39 (Brazilian Portuguese version) to assess patients with and without levodopa motor fluctuation. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v. 65, n. 3B, p. 787-791, 2007.

STACKHOUSE, Scott K.; BINDER-MACLEOD, Stuart A.; LEE, Samuel CK. Voluntary muscle activation, contractile properties, and fatigability in children with and without cerebral palsy. **Muscle & nerve**, v. 31, n. 5, p. 594-601, 2005.

STEVENS-LAPSLEY, Jennifer; KLUGER, Benzi M.; SCHENKMAN, Margaret. Quadriceps muscle weakness, activation deficits, and fatigue with Parkinson disease. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 26, n. 5, p. 533-541, 2012.

TOMAS, D. et al. Restoration of the Dopamine Transporter through Cell Therapy Improves Dyskinesia in a Rat Model of Parkinson's Disease. **Plos One**, v. 11, n. 4, apr., 2016.

VANITALLIE, Theodore B. Parkinson disease: primacy of age as a risk factor for mitochondrial dysfunction. **Metabolism**, v. 57, p. S50-S55, 2008.

VAUGOYEAU, M. et al. Impaired vertical postural control and proprioceptive integration deficits in Parkinson's disease. **Neuroscience**, v. 146, n. 2, p. 852-863, 2007.

VETRANO, D. L. et al. Sarcopenia in Parkinson Disease: Comparison of Different Criteria and Association with Disease Severity. **Journal of the American Medical Directors Association**, 2018.

WICHMANN, Thomas; DELONG, Mahlon R. Deep Brain Stimulation for Movement Disorders of Basal Ganglia Origin: Restoring Function or Functionality? **Neurotherapeutics**, v. 13, n. 2, p. 264-283, 2016.

WINTER, David A. Human balance and posture control during standing and walking. **Gait & posture**, v. 3, n. 4, p. 193-214, 1995.

WIRDEFELDT et al. Epidemiology and etiology of Parkinson's disease: a review of the evidence. **European Journal of Epidemiology**. 26:S1-S58, jun., 2011.

YAN, Tiebin; HUI-CHAN, Christina WY; LI, Leonard SW. Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walking ability of subjects with first acute stroke. **Stroke**, v. 36, n. 1, p. 80-85, 2005.

YANG, Ke et al. Objective and Quantitative Assessment of Motor Function in Parkinson's Disease – from the Perspective of Practical Applications. **Annals of Translational Medicine**, v. 4, n. 5, 2016.

ZARRINDAST, M.; KHAKPAI, F. The Modulatory Role of Dopamine in Anxiety-like Behavior. **Archives of Iranian Medicine**, v. 18, n. 9, p. 591-603, sep., 2015.

ZOU, Yong-ming et al. Systematic Review of the Prevalence and Incidence of Parkinson's Disease in the People's Republic of China. **Neuropsychiatric Disease and Treatment**, v. 11, p. 1467-72, 2015.

## ANEXO I

### Fisiologia dos Núcleos da Base

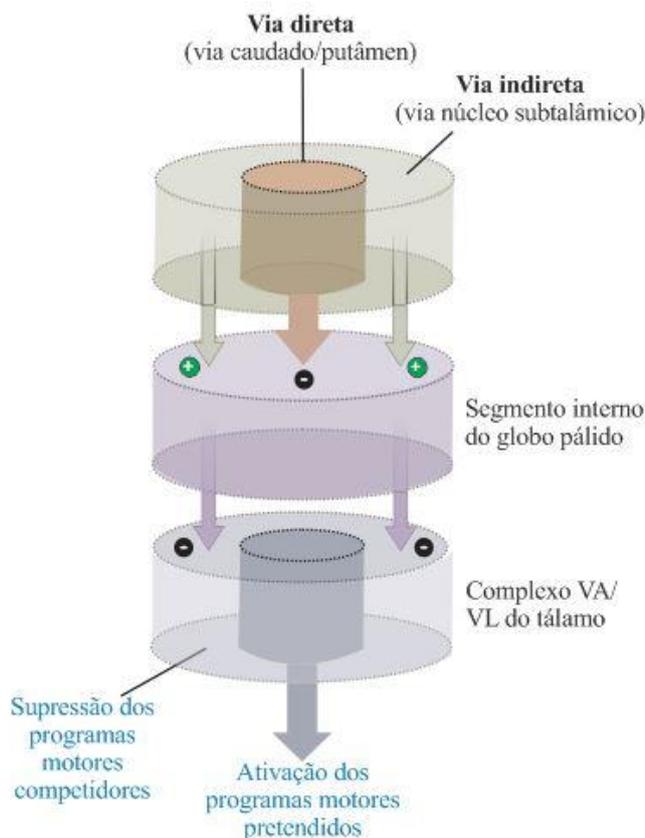
A principal porta de entrada aos núcleos da base é o corpo estriado (área composta pelo núcleo caudado e pelo núcleo putâmen) (PURVES, 2010). Os neurônios do estriado que recebem os estímulos corticais são chamados de neurônios espinhosos médios GABAérgicos (KANDEL, 2014). Esses neurônios convergem para o pálido, que é constituído pelo globo pálido e por uma subdivisão da substância negra, a sua parte reticular (SNpr). Juntos, eles compõem as principais saídas dos núcleos da base (MAGRINELLI et al., 2016; PURVES, 2010). Então, antes de iniciar um movimento pretendido, o estímulo neural percorre um caminho, um circuito. O circuito motor, que tem por objetivo promover um movimento voluntário, começa quando a projeção cortical alcança o estriado, dirigindo-se para o caudado ou para o putâmen (KANDEL, 2014).

Para ocorrer o movimento dos olhos e da cabeça, o córtex oculomotor envia estímulos excitatórios para o caudado que, uma vez ativado, emite estímulos inibitórios para a SNpr. A SNpr fica, de forma espontânea, constantemente ativada, fazendo a inibição tônica dos neurônios do colículo superior. Porém, com a inibição da SNpr pelo caudado, os neurônios do colículo superior ficam desinibidos e, assim, podem estimular os neurônios motores superiores, permitindo o movimento almejado e fechando o circuito (PURVES, 2010).

Para ocorrer o movimento voluntário do tronco e dos membros, o córtex motor excita o putâmen, que por sua vez inibe o globo pálido interno (GPi). O GPi, assim como a SNpr, também fica constantemente ativado de forma espontânea, realizando a inibição tônica do tálamo. Porém, quando o GPi sofre inibição pelo putâmen, o tálamo fica livre para se comunicar com o córtex motor, fechando o circuito e permitindo o movimento esperado. Essas duas trajetórias que facilitam os movimentos percorrem a via direta, conforme abordado anteriormente (HERRINGTON; CHENG; ESKANDAR, 2016; KANDEL, 2014).

No entanto, para suprimir movimentos indesejados, a via indireta é acionada. Nesse caso, quando o córtex motor estimula o putâmen, os impulsos inibitórios emitidos caminham para o globo pálido externo (GPe). O GPe se mantém continua e espontaneamente ativado, provocando a inibição tônica do núcleo subtalâmico e impedindo-o de excitar o GPi e a SNpr, ao mesmo tempo que envia estímulos inibitórios para o GPi. Entretanto, com a inibição do GPe pelo putâmen, o núcleo subtalâmico fica livre para estimular o GPi e a SNpr e, simultaneamente, o GPe cessa os estímulos inibitórios enviados ao GPi. Conseqüentemente, com o GPi e a SNpr

mais ativados, maior é a inibição ao tálamo e ao colículo superior (respectivamente), levando a supressão dos movimentos competidores ao movimento desejado (HERRINGTON; CHENG; ESKANDAR, 2016; MAGRINELLI et al., 2016; PURVES, 2010). É interessante observar que a relação de interdependência entre as vias direta e indireta leva a um modelo de organização centro-periferia com relação à função, ver Figura 1 (PURVES, 2010).

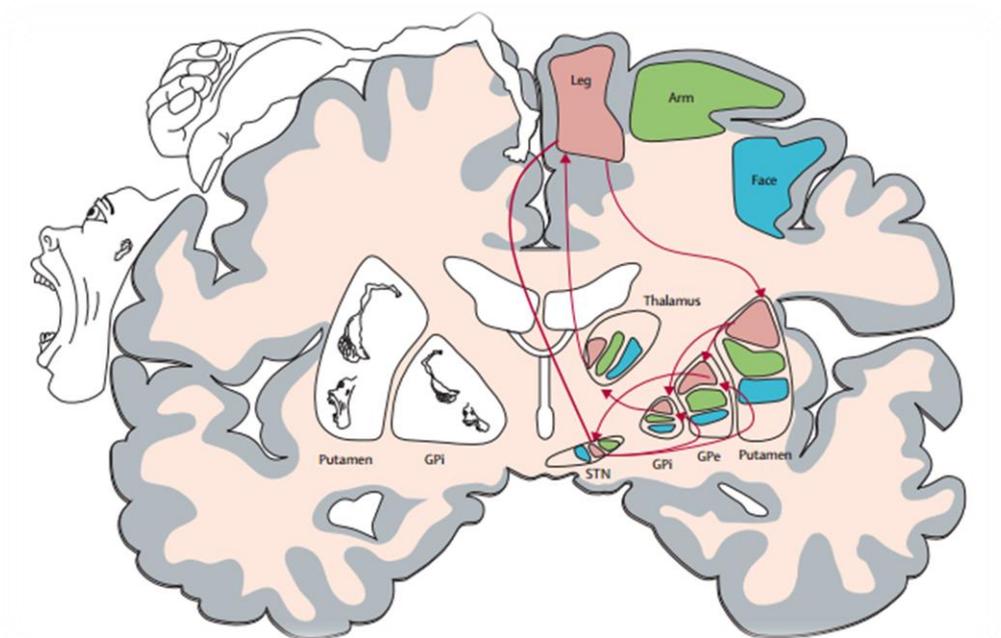


**Figura 1. Modelo de organização funcional centro-periferia das vias direta indireta.** A integração entre as vias permite que estímulos corticais cheguem a regiões da “periferia” do núcleo subtalâmico, promovendo excitação de partes específicas do globo pálido interno e, assim, suprimindo conjuntos de programas motores competidores do movimento pretendido. Simultaneamente, há ativação da via direta pelos estímulos corticais, o que leva à inibição de neurônios de uma parte específica (“centro”) do globo pálido interno, resultando na desinibição do complexo ventral anterior do tálamo e ventral lateral do tálamo e, por conseguinte, na execução do programa motor pretendido (modificado de PURVES, 2010).

Ressalte-se, contudo, que o modelo apresentado ainda é especulativo e relativamente simplista. Existe pouco embasamento experimental mostrando a participação dos núcleos da base no controle motor durante os movimentos. Conforme relatado em estudos anteriores, ter o GPi lesionado nas áreas referentes ao circuito motor resultou em pouco ou até nenhum efeito sobre o tempo de reação ou o tempo de movimento (KANDEL, 2014). Além disso, outro

caminho utilizado pelo córtex para influenciar os núcleos da base é a via hiperdireta, pela qual o córtex transmite estímulos excitatórios diretamente para o núcleo subtalâmico (Figura 2). Embora menos usada, a via hiperdireta consiste em um caminho mais rápido, de latências mais curtas, o que poderia ajudar em situações de respostas rápidas (WICHMANN; DELONG, 2016). Em suma, o tema ainda gera muitas dúvidas e carece de mais investigações.

Os circuitos dos núcleos da base são somatotopicamente organizados durante todo o seu trajeto, ou seja, existem regiões específicas em cada núcleo da base para cada parte do corpo no qual o estímulo cortical deve percorrer, e a via corticoestriatal possui diversos canais aferentes com diferentes funções, ver Figura 4 (PURVES, 2010; RODRIGUES-OROZ et al., 2009).



**Figura 2. Circuito motor organizado de forma somatotópica durante todo o seu trajeto.** As áreas em rosa escuro (*leg*) de cada componente do circuito motor representam a parte responsável pelas pernas. As áreas verdes de cada componente do circuito motor representam a parte responsável pelos braços (*arm*). As áreas em azul de cada componente do circuito motor representam a parte responsável pela face (RODRIGUES-OROZ et al., 2009).

É sabido também que as projeções corticais que estimulam o corpo estriado podem sofrer modulações de outras aferências. Uma importante aferência moduladora se dá pela parte compacta da substância negra (SNpc), que se conecta ao estriado através dos neurônios dopaminérgicos, que são secretores do neurotransmissor dopamina. Os neurônios

dopaminérgicos ligam-se à base dos espinhos dentrícticos dos neurônios espinhosos médios, justamente para melhor influenciar as projeções corticoestriatais (KANDEL, 2014; WICHMANN; DELONG, 2016). Assim, a dopamina pode contribuir fornecendo estímulos excitatórios ou inibitórios para as vias (direta ou indireta), a depender do receptor a que o neurotransmissor se conectar nos neurônios. Nos neurônios espinhosos médios que convergem para o GPi, a dopamina confere aferências excitatórias ao se ligar com o receptor D1, aumentando a resposta excitatória do córtex e, conseqüentemente, a favor da via direta. Por outro lado, nos neurônios espinhosos médios que convergem para GPe, a dopamina entrega aferências inibitórias ao se ligar ao receptor D2, inibindo, então, a excitação da via indireta pelo córtex. Portanto, a dopamina tem importante função nesse contexto, pois garante o equilíbrio entre as vias ao modular as aferências dos circuitos motores (PURVES, 2010; WICHMANN; DELONG, 2016).

## ANEXO II ANAMNESE

Data do atendimento: \_\_/\_\_/\_\_ avaliador: \_\_\_\_\_ Cód SUJEITO: \_\_\_\_\_

### FICHA DE AVALIAÇÃO – PARKINSON

Nome: \_\_\_\_\_  
 Telefone: \_\_\_\_\_ Data de Nas. \_\_/\_\_/\_\_ Idade: \_\_\_\_ Sexo:  masc.  fem. Cor: \_\_\_\_\_ Estado  
 Civil: \_\_\_\_\_ Naturalidade: \_\_\_\_\_ Procedência: \_\_\_\_\_  
 Escolaridade: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_ Médico: \_\_\_\_\_ Data do  
 Diagnóstico: \_\_/\_\_/\_\_ Queixa Principal: \_\_\_\_\_

Realiza fisioterapia:  sim  Não Tempo: \_\_\_\_\_ Frequência: \_\_\_\_\_

Quedas:  Sim  Não Frequência: \_\_\_\_\_ Correção visual:  Sim  Não

Sinais e sintomas:  Bradicinesia;  Acinesia;  Freezing;  Distonia;  Tremor;  Postura flexora;  Hipertonia;  
 Fascie

Comorbidades:  HAS;  DM;  AVC;  CA;  ICC;  IAM;  TVP;  DAC;  Angina instável;  Déficit visual;  
 Vertigem;  Outros: \_\_\_\_\_

Altura (cm): \_\_\_\_\_; Peso (Kg): \_\_\_\_\_ Número de quedas no ano: \_\_\_\_\_

Fraturas associadas:  Sim;  Não; Onde: \_\_\_\_\_

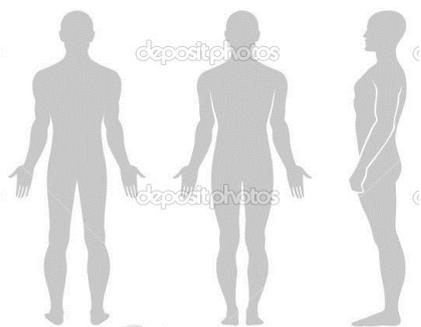
Deambulação:  S/Auxílio;  C/auxílio ( Terceiros;  Bengala;  Muletas;  Andador;  Cadeira de rodas).

Perna dominante:  Direita;  Esquerda.

Quadro Álgico:  Sim;  Não



(Local, frequência e intensidade)



OBS: \_\_\_\_\_

---



---



---



---

## ANEXO III

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Centro Universitário Augusto Motta

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

Projeto de Pesquisa: Abordagens fisioterapêuticas na Doença de Parkinson. Ft. Laura Alice Santos de Oliveira.

O (a) Sr (a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada: “Abordagens fisioterapêuticas na Doença de Parkinson”. A pesquisa tem os seguintes objetivos:

(1). Avaliar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) associada ao tratamento fisioterapêutico na Doença de Parkinson. A ETCC é uma corrente elétrica, aplicada no cérebro por meio de eletrodos que são colocados sobre o couro cabeludo. O cérebro é formado por circuitos elétricos e algumas áreas do cérebro tem seu funcionamento alterado devido à Doença de Parkinson, levando a alterações do movimento nesses pacientes. A ETCC parece ser capaz de influenciar as conexões elétricas do cérebro e, quando aplicada nestas áreas alteradas na Doença de Parkinson, teria a capacidade de melhorar seu desempenho motor. A ETCC é aplicada através de pequenos eletrodos de silicone que serão posicionados na sua cabeça. Os eletrodos serão fixados sobre o couro cabeludo envolvidos em uma espuma úmida com soro fisiológico usando faixas elásticas. A aplicação da corrente é normalmente indolor e o procedimento não é invasivo. A aplicação poderá ser interrompida a qualquer momento se você desejar.

(2). quantificar os efeitos do protocolo de tratamento com ETCC associado à fisioterapia convencional sobre o cérebro de pacientes com DP;

(3). avaliar se uma única sessão de ETCC poderia diminuir o quadro de dor e modificar o equilíbrio de indivíduos com Parkinson.

(4). por último, vamos estudar se o fato de um indivíduo ter pouca força nos músculos da coxa tem relação com a falta de equilíbrio.

Serão realizadas diferentes sessões de **tratamento** e de **avaliação**.

Primeiramente você será entrevistado para sabermos se você se encaixa no perfil de paciente que desejamos estudar. Em seguida, será avaliado (**Avaliação 1**) com testes para atividades (como a execução de movimentos e entrevistas sobre seu dia a dia), e para equilíbrio (com testes de movimentos como ficar em um pé só e subir alguns degraus) e o uso de uma plataforma de equilíbrio (um equipamento parecido com uma balança que avalia a oscilação corporal do indivíduo, sobre a qual você deverá ficar de pé por alguns minutos). Além disso serão medidas a velocidade e a frequência da passada enquanto você anda por 10 metros e a cinemática da marcha (marcadores de borracha serão presos com fita isolante nas articulações das suas pernas e sua marcha será filmada). Também será realizado um teste de amplitude de movimento das articulações da sua perna no quadril, joelho e tornozelo (com uma régua chamada goniômetro). A qualidade de vida e a presença, qualidade e intensidade de dor serão avaliadas por meio de questionários. Finalmente será avaliada a força dos músculos da coxa. Para isso, você ficará sentado numa cadeira semelhante às de musculação e terá que levantar um peso. Serão colocados eletrodos no músculo da sua coxa e um eletrodo especial chamado célula de carga na sua perna, preso por um velcro. Você precisará raspar os pelos da sua coxa para essa avaliação com um aparelho de barbear de uso individual que será fornecido por mim no dia do exame.

Em seguida você participará de 10 sessões de fisioterapia, com duração de 40 minutos, 3 vezes por semana, em grupo (**Tratamento 1**).

Ao final das 10 sessões, todas as avaliações serão repetidas com os mesmos testes citados acima (**Avaliação 2**). Além disso, você será submetido a um exame de ressonância magnética totalmente gratuito.

Em seguida, você receberá uma sessão de estimulação com ETCC real ou fictícia para avaliar se essa corrente modifica o grau de dor e o equilíbrio postural (**Tratamento 2**). A dor será avaliada através de um questionário e o equilíbrio através da plataforma de equilíbrio já mencionada acima (**Avaliação 3**).

Depois, você será admitido em um dos grupos de tratamento de forma aleatória, sem conhecimento de qual grupo você pertence durante a pesquisa (**Tratamento 3**). Os grupos de tratamento serão os seguintes:

**Grupo I: Fisioterapia Convencional e ETCC real.** Eletrodos serão colocados sobre seu couro cabeludo. A ETCC será aplicada por um período de 20 minutos. Para a aplicação de ETCC, você estará sentado em uma cadeira em um ambiente tranquilo. O aparelho será ligado, haverá um aumento gradativo da corrente até a quantidade considerada segura por vários trabalhos já realizados em outros países (1-2 mA). Depois, os eletrodos serão removidos e você fará uma sessão de tratamento com um fisioterapeuta por 40 minutos. Assim, serão 10 sessões, com duração total de 1h, 3 vezes por semana.

**Grupo I: Fisioterapia convencional e ETCC não fictícia.** Eletrodos serão colocados sobre seu couro cabeludo. A ETCC será aplicada somente por poucos segundos. Então, o aparelho será desligado e o posicionamento dos eletrodos será mantido por 20 minutos. Esta aplicação fictícia tem o objetivo de comparar os resultados deste grupo com o grupo que receberá a estimulação real. Depois, os eletrodos serão removidos e você fará uma sessão de tratamento com um fisioterapeuta por 40 minutos. Então serão 10 sessões, com duração total de 1h, 3 vezes por semana.

Ao final dessas 10 sessões, você será submetido a uma nova rodada de avaliações com os mesmos testes citados acima (**Avaliação 4**). Além disso, você será submetido a um novo exame de ressonância magnética totalmente gratuito.

Em seguida, você será submetido a mais 10 sessões de fisioterapia sem estimulação com a corrente, com duração de 40 minutos, 3 vezes por semana, em grupo (**Tratamento 4**).

No fim dessas sessões, você será novamente avaliado com todos os testes citados, exceto o exame de ressonância (**Avaliação 5**).

Um mês após o fim do estudo você será convidado a participar de uma nova sessão de avaliação que será repetida novamente após 3 meses (**Avaliação 6 e 7**). Essas avaliações serão compostas dos mesmos testes já citados, exceto o exame de ressonância.

Você não poderá participar desse estudo se possuir algum tipo de metal implantado no seu corpo, por exemplo, marca passo cardíaco, clips cirúrgicos intracranianos, fragmentos metálicos no corpo ou nos olhos, válvulas cardíacas, próteses metálicas ou de qualquer natureza ou implantes cocleares. Todos os itens estão mencionados no questionário de segurança que você preencherá na entrevista inicial.

Sua participação não é obrigatória e fica comprometido o respeito ao desejo de você não querer participar do estudo, mesmo depois de iniciada a sua participação.

Este trabalho não trará nenhum tipo de benefício financeiro e sua participação é puramente voluntária. As informações obtidas nessa pesquisa não serão associadas a identidade de nenhum dos participantes, respeitando assim o seu anonimato. Estas informações serão utilizadas para fins estatísticos e científicos em publicações de revistas, anais de eventos e congressos. Os resultados da pesquisa e dos exames serão de responsabilidade dos pesquisadores.

Todos os procedimentos serão realizados por um fisioterapeuta. É importante ressaltar, que embora sejam tomados todos os cuidados durante a realização da pesquisa, podem ocorrer episódios como cansaço, dificuldade para respirar, queda, resposta anormal da

pressão arterial, vermelhidão no local onde estava o eletrodo de superfície, coceira, formigamento leve ou dor de cabeça. Em casos extremamente raros pode ocorrer crise convulsiva, por isso os participantes não podem ter implante metálico na cabeça, marca passo cardíaco ou episódio anterior de epilepsia. Caso algum dos sintomas ocorra, dispomos de profissionais habilitados para intervir nestas situações. Em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa fica garantido o ressarcimento. A programação usada na estimulação elétrica não provoca lesão no sistema nervoso e pode ser usada sem riscos.

É importante saber que em qualquer fase do experimento você terá acesso à experimentadora responsável: Laura Alice Santos de Oliveira, que pode ser encontrada nestes telefones: (21) 99348-4107, ou no local da pesquisa. Caso você tenha alguma dúvida, entre em contato com o comitê de ética e pesquisa (CEP), localizado na Praça das Nações, 34, Bonsucesso – RJ (Prédio da Pós-Graduação), Tel.: (21) 3882-9752.

Eu garanto que os dados colhidos, serão mantidos em sigilo e você terá o direito de conhecer os resultados obtidos na pesquisa se assim desejar. Se você aceitar participar da pesquisa, não será compensado financeiramente, portanto, sinta-se livre para aceitar ou não participar deste experimento. Informamos ainda que a qualquer momento você poderá interromper sua participação, ou retirar seu consentimento, se sentir necessidade. Como experimentadora responsável, comprometo-me a utilizar os dados coletados nesta pesquisa, justificando a necessidade da utilização e o destino. Qualquer dúvida entre em contato com a experimentadora Laura Alice Santos de Oliveira.

Assinatura da experimentadora: \_\_\_\_\_

Declaro que estou suficientemente informado a respeito deste estudo cujo as informações eu li, ou foram lidas para mim. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos, seus efeitos, seus desconfortos e riscos. Ficou claro também que minha participação é voluntária e isenta de despesas. Estou ciente que poderei deixar de participar a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízo.

Sendo assim, eu \_\_\_\_\_  
portador do RG: \_\_\_\_\_, residente à \_\_\_\_\_  
Nº \_\_\_\_\_, complemento: \_\_\_\_\_, bairro: \_\_\_\_\_, cidade: \_\_\_\_\_,  
estado \_\_\_\_\_, concordo em participar do projeto de pesquisa: Abordagens fisioterapêuticas na Doença de Parkinson. Responsável: Ft. Laura Alice Santos de Oliveira. Estou ciente que poderei deixar de participar a qualquer momento, sem penalização ou prejuízo.

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

## ANEXO IV

AVALIAÇÃO Data do atendimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Avaliador: \_\_\_\_\_

### ESCALA DE ESTADIAMENTO DE HOEHN AND YAHR MODIFICADA

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

Fonte: Hoehn & Yahr, 1967; Shenkman et al., 2001.

### ESCALA DE ATIVIDADES DIÁRIAS DE SCHWAB AND ENGLAND

- **100%** – completamente independente. Capaz de realizar todas as atividades diárias sem lentidão, dificuldade ou comprometimento. Essencialmente normal.
- **90%** – completamente independente. Capaz de realizar todas as atividades diárias, com algum grau de lentidão, dificuldade e comprometimento. Pode demorar o dobro. Começando a ficar consciente da dificuldade.
- **80%** – completamente independente na maioria das atividades. Demora o dobro. Consciente da dificuldade e lentidão.
- **70%** – não completamente independente. Maior dificuldade em algumas atividades. Três a quatro vezes mais demoradas em algumas. Pode gastar uma grande parte do dia com elas.
- **60%** – alguma dependência. Pode realizar a maioria das atividades, mas é excessivamente lento e faz muito esforço. Algumas impossíveis.
- **50%** – mais dependente. Metade das atividades com auxílio, mais lento. Dificuldade com tudo.
- **40%** – muito dependente. Participa de todas as atividades, mas poucas sozinho.
- **30%** – com esforço consegue realizar poucas atividades ou iniciá-las sozinho. Necessita de muito auxílio.
- **20%** – nada realiza só. Pode ser auxiliado em algumas atividades. Invalidez severa.

- **10%** – totalmente dependente, desamparado. Completamente inválido.
- **0%** – ausência de controle de funções vegetativas como deglutição, micção e evacuação.

Restrito ao leito.

## ANEXO V

### ESCALA DE AVALIAÇÃO UNIFICADA PARA A DOENÇA DE PARKINSON (UPDRS)

#### I. Estado mental/comportamento/estado emocional

##### 1. Atividade mental, comportamento e humor

0 = nenhum.

1 = mínimo. Esquecimento consistente com lembrança parcial de eventos, sem outras dificuldades.

2 = moderado. Perda moderada da memória, com desorientação. Dificuldade moderada para resolver problemas complexos. Mínimo, mas definitivo, comprometimento das atividades em casa, com necessidade de ajuda ocasional.

3 = grave. Perda grave de memória com desorientação temporal e, frequentemente, de lugar. Grande dificuldade de resolver problemas.

4 = grave. Perda grave da memória com orientação preservada apenas para sua pessoa. Incapaz de fazer julgamentos ou resolver problemas. Necessita de muita ajuda para cuidados pessoais. Não pode ficar sozinho em nenhuma situação.

##### 2. Desordem do pensamento (devido à demência ou intoxicação por drogas)

0 = nenhum.

1 = sonhos vívidos,

2 = alucinações “benignas” com julgamento (*insight*) mantido.

3 = alucinações ou ilusões ocasionais a frequentes e sem julgamento (*insight*), podendo interferir com as atividades diárias.

4 = alucinações frequentes, ilusões ou psicose evidente. Incapaz de cuidar-se.

##### 3. Depressão

0 = ausente

1 = períodos de tristeza ou culpa acima do normal. Nunca permanece por dias ou semanas.

2 = depressão permanente (uma semana ou mais).

3 = depressão permanente com sintomas vegetativos (insônia, anorexia, perda de peso, desinteresse).

4 = depressão mantida com sintomas vegetativos e ideação ou tentativa de suicídio.

#### **4. Motivação/iniciativa**

0 = normal.

1 = mais passivo, menos interessado que o habitual.

2 = perda da iniciativa ou desinteresse por atividades fora do dia adia (não rotineiras).

3 = perda da iniciativa ou desinteresse por atividades do dia a dia.

4 = retraído, perda completa de motivação.

## **II. ATIVIDADES DA VIDA DIÁRIA**

#### **5. Fala**

0 = normal.

1 = comprometimento leve. Sem dificuldade em ser entendido.

2 = comprometimento moderado. Solicitado a repetir frases, às vezes.

3 = comprometimento grave. Frequentemente solicitado a repetir frases.

4 = incompreensível a maior parte do tempo.

#### **6. Salivação**

0 = normal.

1 = excesso discreto, mas definido, de saliva. Pode apresentar sialorreia (baba) à noite.

2 = excesso moderado de saliva. Pode apresentar alguma sialorreia (baba).

3 = excesso acentuado de saliva com sialorreia.

4 = sialorreia contínua, necessitando constantemente de lenço.

#### **7. Deglutição**

0 = normal.

1 = engasgos raros.

2 = engasgos ocasionais.

3 = necessita de alimentos pastosos (deglute apenas alimentos moles).

4 = necessita de sonda nasogástrica ou gastrostomia para alimentação.

#### **8. Escrita manual**

0 = normal

1 = levemente lenta ou pequena.

2 = moderadamente lenta e pequena; todas as palavras são legíveis.

3 = intensamente comprometida. Nem todas as palavras são legíveis.

4 = a maioria das palavras não é legível.

### **9. Cortar alimentos ou manipular utensílios**

0 = normal.

1 = discretamente lento e desajeitado, mas não precisa de ajuda.

2 = capaz de cortar a maioria dos alimentos, embora desajeitado e lento. Necessita de alguma ajuda.

3 = alimento cortado por outros, ainda pode alimentar-se, embora lentamente.

4 = precisa ser alimentado por outros.

### **10. Vestir**

0 = normal.

1 = lento, mas não precisa de ajuda.

2 = necessita de ajuda ocasional para abotoar e colocar os braços em mangas de camisa.

3 = necessita de bastante ajuda, mas consegue fazer algumas coisas sozinho.

4 = não consegue vestir-se (nenhuma peça) sem ajuda.

### **11. Higiene**

0 = normal.

1 = lento, mas não precisa de ajuda.

2 = precisa de ajuda no chuveiro ou banheira, ou muito lento nos cuidados de higiene.

3 = necessita de assistência para se lavar, escovar os dentes, pentear-se, ir ao banheiro.

4 = sonda vesical ou outra ajuda mecânica.

### **12. Girar no leito e colocar roupas de cama**

0 = normal.

1 = algo lento e desajeitado, mas não precisa de ajuda.

2 = pode girar sozinho na cama ou colocar os lençóis, mas com grande dificuldade.

3 = pode iniciar, mas não consegue rolar na cama ou colocar lençóis.

4 = incapaz.

### **13. Quedas (não relacionadas ao *freezing*)**

0 = nenhuma.

1 = quedas raras.

2 = cai ocasionalmente, menos de uma vez por dia.

3 = cai, em média, uma vez por dia.

4 = cai mais de uma vez por dia.

#### **14. Freezing quando anda**

0 = nenhum.

1 = raro *freezing* quando anda, pode ter hesitação no início da marcha.

2 = *freezing* ocasional, enquanto anda.

3 = *freezing* frequente, com quedas ocasionais devido ao *freezing*.

4 = quedas frequentes devido ao *freezing*.

#### **15. Marcha (deambulação)**

0 = normal.

1 = dificuldade leve. Pode não balançar os braços ou tende a arrastar as pernas.

2 = dificuldade moderada, mas necessita de pouca ou nenhuma ajuda.

3 = dificuldade grave na marcha, necessita de assistência.

4 = não consegue andar, mesmo com ajuda.

#### **16. Tremor**

0 = ausente.

1 = presente, mas infrequente.

2 = moderado, mas incomoda o paciente.

3 = grave, interfere em muitas atividades.

4 = marcante, interfere na maioria das atividades.

#### **17. Queixas sensitivas relacionadas ao parkinsonismo**

0 = nenhuma.

1 = dormência, formigamento ou dor leve ocasional.

2 = dormência, formigamento e dor frequente, mas suportável.

3 = sensações dolorosas frequentes.

4 = dor insuportável.

### **III. EXAME MOTOR**

#### **18. Fala (voz)**

0 = normal.

1 = perda leve da expressão, volume ou dicção.

2 = comprometimento moderado. Monótona, arrastada, mas compreensível.

3 = comprometimento grave, difícil de ser entendido.

4 = incompreensível.

### **19. Expressão facial**

0 = normal.

1 = mímica minimamente reduzida.

2 = leve, mas definida, diminuição da expressão facial.

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

4 = fâcies em máscara ou fixa, com perda grave ou total da expressão facial. Lábios afastados

6 mm ( $\frac{1}{4}$  de polegada) ou mais.

### **20. Tremor de repouso**

#### **Face, lábios e queixo**

0 = ausente.

1 = leve e infrequente.

2 = amplitude leve e persistente; ou amplitude moderada e intermitente.

3 = amplitude moderada e presente na maior parte do tempo.

4 = amplitude acentuada e presente a maior parte do tempo.

#### **Mão direita**

0 = ausente.

1 = leve e infrequente.

2 = amplitude leve e persistente; ou amplitude moderada e intermitente.

3 = amplitude moderada e presente na maior parte do tempo.

4 = amplitude acentuada e presente a maior parte do tempo.

#### **Mão esquerda**

0 = ausente.

1 = leve e infrequente.

2 = amplitude leve e persistente; ou amplitude moderada e intermitente.

3 = amplitude moderada e presente na maior parte do tempo.

4 = amplitude acentuada e presente a maior parte do tempo.

#### **Pé direito**

0 = ausente.

1 = leve e infrequente.

2 = amplitude leve e persistente; ou amplitude moderada e intermitente.

3 = amplitude moderada e presente na maior parte do tempo.

4 = amplitude acentuada e presente a maior parte do tempo.

### **Pé esquerdo**

0 = ausente.

1 = leve e infrequente.

2 = amplitude leve e persistente; ou amplitude moderada e intermitente.

3 = amplitude moderada e presente na maior parte do tempo.

4 = amplitude acentuada e presente a maior parte do tempo.

## **21. Tremor de ação das mãos ou postural das mãos**

### **Mão direita**

0 = ausente

1 = leve, presente na ação.

2 = amplitude moderada, presente na ação.

3 = amplitude moderada tanto postural quanto na ação.

4 = amplitude acentuada, interferindo na alimentação.

### **Mão esquerda**

0 = ausente.

1 = leve, presente na ação.

2 = amplitude moderada, presente na ação.

3 = amplitude moderada tanto postural quanto na ação.

4 = amplitude acentuada, interferindo na alimentação.

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

### **Pescoço**

0 = ausente.

1 = discreta ou detectável somente quando ativado por movimentos em espelho ou outros.

2 = leve a moderado.

3 = marcante, mas pode realizar o movimento completo da articulação facilmente.

4 = grave, realiza o movimento completo da articulação com dificuldade.

### **Membro superior direito**

0 = ausente.

1 = discreta ou detectável somente quando ativado por movimentos em espelho ou outros.

2 = leve a moderado.

3 = marcante, mas pode realizar o movimento completo da articulação facilmente.

4 = grave, realiza o movimento completo da articulação com dificuldade.

### **Membro superior esquerdo**

0 = ausente.

1 = discreta ou detectável somente quando ativado por movimentos em espelho ou outros.

0 = leve a moderado.

0 = marcante, mas pode realizar o movimento completo da articulação facilmente.

4 = grave, realiza o movimento completo da articulação com dificuldade.

### **Membro inferior direito**

0 = ausente.

1 = discreta ou detectável somente quando ativado por movimentos em espelho ou outros.

2 = leve a moderado.

3 = marcante, mas pode realizar o movimento completo da articulação facilmente.

4 = grave, realiza o movimento completo da articulação com dificuldade.

### **Membro inferior esquerdo**

0 = ausente.

1 = discreta ou detectável somente quando ativado por movimentos em espelho ou outros.

2 = leve a moderado.

3 = marcante, mas pode realizar o movimento completo da articulação facilmente.

4 = grave, realiza o movimento completo da articulação com dificuldade.

## **23. Bater dedos continuamente – polegar no indicador em sequências rápidas com a maior amplitude possível, uma mão de cada vez.**

### **Mão direita**

0 = normal.

1 = leve lentificação e/ou redução da amplitude.

2 = comprometimento moderado. Fadiga precoce e definida. Pode apresentar parada ocasional durante o movimento.

3 = comprometimento grave. Hesitação ao iniciar o movimento ou interrupções do movimento frequentes.

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

### **Mão esquerda**

0 = normal.

1 = leve lentificação e/ou redução da amplitude.

2 = comprometimento moderado. Fadiga precoce e definida. Pode apresentar parada ocasional durante o movimento.

3 = comprometimento grave. Hesitação ao iniciar o movimento ou interrupções do movimento frequentes.

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

## **24. Movimentos das mãos (abrir e fechar as mãos em movimentos rápidos e sucessivos e com a maior amplitude possível, uma mão de cada vez).**

### **Mão direita**

0 = normal.

1 = leve lentificação e/ou redução da amplitude.

2 = comprometimento moderado. Fadiga precoce e definida. Interrupções ocasionais do movimento.

3 = comprometimento grave. Hesitação frequente para iniciar o movimento ou interrupções durante o movimento que está realizando.

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

### **Mão esquerda**

0 = normal.

1 = leve lentificação e/ou redução da amplitude.

2 = comprometimento moderado. Fadiga precoce e definida. Interrupções ocasionais do movimento.

3 = comprometimento grave. Hesitação frequente para iniciar o movimento ou interrupções durante o movimento que está realizando.

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

**25. Movimentos rápidos alternados das mãos (pronação e supinação das mãos, horizontal ou verticalmente, com a maior amplitude possível, as duas mãos simultaneamente).**

**Mão direita**

0 = normal.

1 = leve lentificação e/ou redução da amplitude.

2 = comprometimento moderado. Fadiga precoce e definida. Pode apresentar parada ocasional durante o movimento.

3 = comprometimento grave. Hesitação frequente para iniciar o movimento ou paradas frequentes durante o movimento.

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

**Mão esquerda**

0 = normal.

1 = leve lentificação e/ou redução da amplitude.

2 = comprometimento moderado. Fadiga precoce e definida. Pode apresentar parada ocasional durante o movimento.

3 = comprometimento grave. Hesitação frequente para iniciar o movimento ou paradas frequentes durante o movimento.

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

**26. Agilidade da perna (bater o calcanhar no chão em sucessões rápidas, levantando toda a perna, a amplitude do movimento deve ser de cerca de 3 polegadas/  $\pm 7,5$  cm).**

**Perna direita**

0 = normal.

1 = leve lentificação e/ou redução da amplitude.

2 = comprometimento moderado. Fadiga precoce e definida. Pode apresentar interrupções ocasionais do movimento.

3 = comprometimento grave. Hesitação ao iniciar o movimento ou interrupções frequentes do movimento.

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

**Perna esquerda**

0 = normal.

- 1 = leve lentificação e/ou redução da amplitude.
- 2 = comprometimento moderado. Fadiga precoce e definida. Pode apresentar interrupções ocasionais do movimento.
- 3 = comprometimento grave. Hesitação ao iniciar o movimento ou interrupções frequentes do movimento.
- 4 = realiza o teste com grande dificuldade, quase não conseguindo.

**27. Levantar-se da cadeira (paciente levanta-se de uma cadeira de espaldar reto, de madeira ou ferro, com braços cruzados em frente ao peito).**

- 0 = normal.
- 1 = lento ou pode precisar de mais de uma tentativa.
- 2 = levanta-se apoiando nos braços da cadeira.
- 3 = tende a cair para trás, pode tentar se levantar mais de uma vez, mas consegue levantar.
- 4 = incapaz de levantar-se sem ajuda.

**28. Postura**

- 0 = normal em posição ereta.
- 1 = não bem ereto, levemente curvado para frente, pode ser normal para pessoas mais velhas.
- 2 = moderadamente curvado para frente, definitivamente anormal, pode inclinar-se um pouco para um lado.
- 3 = acentuadamente curvado para frente com cifose, inclinação moderada para um dos lados.
- 4 = bem fletido com anormalidade acentuada da postura.

**29. Marcha**

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

**30. Estabilidade postural (respostas ao deslocamento súbito para trás, puxando os ombros, com paciente ereto, de olhos abertos, pés um pouco separados, o paciente deve ser informado a respeito do teste)**

0 = normal.

1 = retropulsão, mas se recupera sem ajuda.

2 = ausência de respostas posturais, cairia se não fosse auxiliado pelo examinador.

3 = muito instável, tende a perder o equilíbrio espontaneamente.

4 = incapaz de ficar ereto sem ajuda.

**31. Bradicinesia e hipocinesia corporal (combinando hesitação, diminuição do balançar dos braços, pequena amplitude e pobreza de movimentos em geral)**

0 = nenhum.

1 = lentificação mínima, deliberadamente caracterizando os movimentos; pode ser normal em algumas pessoas. Possível redução na amplitude.

2 = leve grau de lentificação e pobreza de movimento definitivamente anormal; alternativamente, alguma redução de amplitude.

3 = lentidão moderada. Pobreza ou pequena amplitude de movimento.

4 = lentidão acentuada. Pobreza ou pequena amplitude de movimento.

**IV. COMPLICAÇÕES DA TERAPIA MEDICAMENTOSA (NA ÚLTIMA SEMANA)**

**A. Discinesias**

**Duração. Qual percentual do dia acordado apresenta discinesias?**

0 = nenhum.

1 = 25% do dia.

2 = 26 a 50% do dia.

3 = 51 a 75% do dia.

4 = 76 a 100% do dia.

**32. Incapacidade. Quão incapacitante é a discinesia?**

0 = não incapacitante.

1 = incapacidade leve.

2 = incapacidade moderada.

3 = incapacidade grave.

4 = completamente incapaz.

**33. Discinesias dolorosas. Quão dolorosas são as discinesias?**

0 = não dolorosas.

1 = leve.

2 = moderada.

3 = intensa.

4 = acentuada.

**34. Presença de distonia ao amanhecer.**

0 = não.

1 = sim.

**B. Flutuações clínicas**

**36. Algum período *off* previsível em relação ao tempo após a dose do medicamento?**

0 = não.

1 = sim.

**37. Algum período *off* imprevisível em relação ao tempo após a dose do medicamento?**

0 = não.

1 = sim.

**38. Algum período *off* se instala subitamente, por exemplo, em poucos segundos?**

0 = não.

1 = sim.

**39. Qual o percentual de tempo acordado, em um dia, o paciente está *off*, em média?**

0 = nenhum.

1 = 25% do dia.

2 = 26 a 50% do dia.

3 = 51 a 75% do dia.

4 = 76 a 100% do dia.

**C. Outras complicações**

**40. O paciente apresenta anorexia, náusea ou vômito?**

0 = não.

1 = sim.

**41. O paciente apresenta algum distúrbio do sono? Insônia ou hipersonolência?**

0 = não.

1 = sim.

**42. O paciente apresenta hipotensão ortostática sintomática?**

0 = não.

1 = sim.

Fonte: Jacobs et al., 2006.

## ANEXO VI

### PDQ-39

#### Por ser portador de doença de Parkinson, durante o último mês, com que frequência...

Assinale um quadradinho para cada questão.

#### A. MOBILIDADE

1. Teve dificuldade para participar de atividades recreativas que gosta de fazer?
  - Nunca.
  - De vez em quando.
  - Às vezes.
  - Frequentemente.
  - Sempre ou é impossível para mim.
  
2. Teve dificuldade para cuidar da casa (por exemplo, fazer pequenos consertos, trabalho de casa, cozinhar)?
  - Nunca.
  - De vez em quando.
  - Às vezes.
  - Frequentemente.
  - Sempre ou é impossível para mim.
  
3. Teve dificuldade para carregar sacolas de compras?
  - Nunca.
  - De vez em quando.
  - Às vezes.
  - Frequentemente.
  - Sempre ou é impossível para mim.
  
4. Teve problemas para andar 1 km (10 quarteirões)?
  - Nunca.
  - De vez em quando.
  - Às vezes.
  - Frequentemente.
  - Sempre ou é impossível para mim.
  
5. Teve problemas para andar aproximadamente 100 metros (1 quarteirão)?
  - Nunca.
  - De vez em quando.
  - Às vezes.
  - Frequentemente.
  - Sempre ou é impossível para mim.

6. Teve problemas para se movimentar pela casa com a facilidade que gostaria?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre ou é impossível para mim.

7. Teve dificuldade para andar em locais públicos?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre ou é impossível para mim.

8. Necessitou de alguém para acompanhá-lo ao sair?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre ou é impossível para mim.

9. Sentiu-se assustado, preocupado ou com medo de cair em público?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

10. Ficou em casa mais do que gostaria?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

#### **A. ATIVIDADE DE VIDA DIÁRIA**

11. Teve dificuldade para se lavar?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre ou é impossível para mim.

12. Teve dificuldade para vestir-se?

- Nunca.
- De vez em quando.

- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre ou é impossível para mim.

13. Teve dificuldade com botões ou cadarços?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre ou é impossível para mim.

14. Teve dificuldade para escrever claramente?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre ou é impossível para mim.

15. Teve dificuldade para cortar a comida?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre ou é impossível para mim.

16. Teve dificuldade para beber sem derramar?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre ou é impossível para mim.

## **B. BEM-ESTAR EMOCIONAL**

17. Sentiu-se depressivo?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

18. Sentiu-se isolado e sozinho?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

19. Sentiu-se triste ou chorou?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

20. Sentiu-se magoado?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

21. Sentiu-se ansioso?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

22. Sentiu-se preocupado com o futuro?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

### **C. ESTIGMA**

23. Sentiu que tinha que esconder a doença para outras pessoas?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

24. Evitou situações que envolviam comer ou beber em público?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

25. Sentiu-se envergonhado em público?

- Nunca.
- De vez em quando.

- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

26. Sentiu-se preocupado com a reação de outras pessoas em relação a você?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

#### **D. SUPORTE SOCIAL**

27. Teve problemas no relacionamento com pessoas próximas?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

28. Recebeu apoio que precisava do seu cônjuge ou parceiro?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

29. Recebeu apoio que precisava da família e amigos íntimos?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

#### **E. COGNIÇÃO**

30. Adormeceu inesperadamente durante o dia?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

31. Teve problemas de concentração?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.

- Sempre.

32. Teve falta de memória?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

33. Teve pesadelos ou alucinações?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

## **F. COMUNICAÇÃO**

34. Teve dificuldade para falar?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre ou é impossível para mim.

35. Sentiu que não podia comunicar-se efetivamente?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre ou é impossível para mim.

36. Sentiu-se ignorado pelas pessoas?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

## **G. DESCONFORTO CORPORAL**

37. Teve câibras musculares doloridas ou espasmos?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

38. Teve dores nas articulações ou no corpo?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

39. Sentiu-se desconfortável no frio ou no calor?

- Nunca.
- De vez em quando.
- Às vezes.
- Frequentemente.
- Sempre.

## ANEXO VII

### VERSÃO BRASILEIRA DO DYNAMIC GAIT INDEX (DGI) ÍNDICE DE MARCHA DINÂMICO

#### 1. Marcha em superfície plana

**Instruções: ande em sua velocidade normal daqui até a próxima marca (6 m).**

Pontuação: marque a alternativa que se aplica ao resultado:

- (3) Normal: caminha os 6 m sem acessórios, boa velocidade, sem evidência de desequilíbrio, padrão normal ao andar.
- (2) Comprometimento brando: caminha os 6 m, usa acessórios, velocidade mais lenta, desvios brandos no andar.
- (1) Comprometimento moderado: caminha os 6 m, velocidade lenta, padrão anormal do andar, evidência de desequilíbrio.
- (0) Comprometimento severo: não consegue os 6 m sem ajuda, desvio severo no andar ou desequilíbrio.

#### 2. Mudança de velocidade da marcha

**Instruções: comece a andar na sua velocidade normal (durante 1,5 m), e quando eu disser “agora”, ande o mais rápido que puder por mais 1,5 m. Quando eu disser “devagar”, ande o mais lentamente que conseguir (1,5 m).**

Pontuação: marque a alternativa que se aplica ao resultado:

- (3) Normal: capaz de mudar a velocidade do andar de maneira uniforme, sem perda de equilíbrio ou desvio do andar. Mostra uma diferença significativa nas velocidades entre o normal, o rápido e o lento.
- (2) Comprometimento brando: consegue mudar a velocidade, mas demonstra desvios brandos do andar, ou não há desvios, mas é incapaz de conseguir uma mudança significativa na velocidade ou utiliza um acessório.
- (1) Comprometimento moderado: faz ajustes mínimos na velocidade do andar, ou apresenta mudança na velocidade com desvios significativos do andar, ou muda de velocidade, mas perde desvios significativos do andar, ou então perde o equilíbrio quando muda a velocidade, mas é capaz de se recuperar e continuar caminhando.

(0) Comprometimento severo: não consegue mudar a velocidade ou perde o equilíbrio e procura apoio na parede ou tem de ser ajudado.

### **3. Marcha com movimentos horizontais (rotação) da cabeça**

**Instruções: comece a andar no ritmo normal. Quando eu disser “olhe para a direita”, continue andando reto, mas vire a cabeça para direita. Continue olhando para o lado direito até que eu diga “olhe para a esquerda”, então continue andando reto e vire a cabeça para a esquerda. Mantenha a cabeça nessa posição até que eu diga “olhe para a frente”, então continue andando reto, mas volte a sua cabeça para a posição central.**

Pontuação: marque a alternativa que se aplica ao resultado:

- (3) Normal: executa rotações uniformes da cabeça, sem nenhuma mudança no andar.
- (2) Comprometimento brando: executa rotações uniformes da cabeça, com uma ligeira mudança na velocidade do andar (isto é, interrupção mínima no trajeto uniforme do andar ou usa um acessório para andar).
- (1) Comprometimento moderado: executa rotações uniformes da cabeça, com uma moderada mudança na velocidade do andar, começa a andar mais lentamente, cambaleia, mas se recupera, consegue continuar andando.
- (0) Comprometimento severo: executa as tarefas com interrupções severas do andar (isto é, cambaleia 15° fora do trajeto, perde o equilíbrio, para, tenta segurar-se na parede).

### **4. Marcha com movimentos verticais (rotação) da cabeça**

**Instruções: comece a andar no ritmo normal. Quando eu disser “olhe para cima”, continue andando reto, mas incline a cabeça para cima. Continue olhando para cima até que eu diga “olhe para baixo”, então continue andando reto e incline a cabeça para baixo. Mantenha a cabeça nessa posição até que eu diga “olhe para a frente”, então continue andando reto, mas volte a sua cabeça para a posição central.**

Pontuação: marque a alternativa que se aplica ao resultado:

- (3) Normal: executa rotações uniformes da cabeça, sem nenhuma mudança no andar.
- (2) Comprometimento brando: executa as tarefas com uma ligeira mudança na velocidade do andar (isto é, interrupção mínima no trajeto uniforme do andar ou usa um acessório para andar).
- (1) Comprometimento moderado: executa as tarefas com uma moderada mudança na velocidade do andar, começa a andar mais lentamente, cambaleia, mas se recupera, consegue continuar andando.

(0) Comprometimento severo: executa as tarefas com interrupções severas do andar (isto é, cambaleia 15° fora do trajeto, perde o equilíbrio, para, tenta segurar-se na parede).

### **5. Marcha e giro sobre o próprio eixo corporal (pivô)**

**Instruções: comece a andar no ritmo normal. Quando eu disser “vire-se e pare”, vire o mais rápido que puder para a direção oposta e pare.**

Pontuação: marque a alternativa que se aplica ao resultado:

(3) Normal: consegue virar com segurança dentro de 3 segundos e para rapidamente, sem perda do equilíbrio.

(2) Comprometimento brando: consegue virar a cabeça com segurança em mais de 3 segundos e para sem nenhuma perda de equilíbrio.

(1) Comprometimento moderado: vira lentamente, precisa de informações verbais e dá vários passos curtos para recuperar o equilíbrio após virar ou parar.

(0) Comprometimento severo: não consegue girar com segurança, precisa de ajuda para virar e parar.

### **6. Passar por cima de obstáculo**

**Instruções: comece a andar em sua velocidade normal. Quando chegar à caixa de sapatos, passe por cima dela (e não ande ao redor dela) e continue andando.**

Pontuação: marque a alternativa que se aplica ao resultado:

(3) Normal: capaz de passar por cima da caixa sem mudar a velocidade do andar, não há evidência de desequilíbrio.

(2) Comprometimento brando: capaz de passar por cima da caixa, mas precisa reduzir a velocidade e ajustar os passos para ter mais segurança.

(1) Comprometimento moderado: é capaz de passar por cima da caixa, mas precisa parar e depois recomeçar. Pode precisar de dicas verbais.

(0) Comprometimento severo: não consegue executar sem ajuda.

### **7. Contornar obstáculos**

**Instruções: comece a andar na sua velocidade normal. Quando chegar ao primeiro cone (cerca de 1,80 m de distância), contorne-o pelo lado direito. Quando chegar ao segundo (1,80 m após o primeiro), contorne-o pela esquerda.**

Pontuação: marque a alternativa que se aplica ao resultado:

(3) Normal: é capaz de andar ao redor dos cones com segurança, sem mudar a velocidade do andar, não há evidência de desequilíbrio.

(2) Comprometimento brando: é capaz de andar ao redor de ambos os cones, mas precisa reduzir a velocidade do andar e ajustar os passos para passar por eles.

(1) Comprometimento moderado: é capaz de passar pelos cones, mas precisa reduzir significativamente a velocidade do andar para realizar a tarefa ou precisa de dicas verbais.

(0) Comprometimento severo: incapaz de passar pelos cones, tropeça neles e precisa de ajuda física.

## **8. Subir e descer degraus**

**Instruções: suba essas escadas da maneira que você faz em casa (isto é, usando o corrimão, se necessário). Quando chegar ao topo, vire e desça.**

Pontuação: marque a alternativa que se aplica ao resultado:

(3) Normal: alternando os pés, sem usar o corrimão.

(2) Comprometimento brando: alternando os pés, mas precisa usar o corrimão.

(1) Comprometimento moderado: coloca os dois pés no degrau, mas precisa usar o corrimão.

(0) Comprometimento severo: não consegue executar de uma forma segura.

Fonte: Castro et al., 2006.

**Resultado DGI:** \_\_\_\_\_

## ANEXO VIII

### TIMED UP AND GO TEST

Cronometrar o tempo gasto para o participante se levantar de uma cadeira com braços, caminhar 3 metros, virar, voltar e sentar-se novamente. Instruir o paciente a começar o teste com as costas apoiadas e, quando o avaliador disser “já”, se levantar e caminhar até a marca no chão, dar a volta na marca, retornar até a cadeira e sentar-se, encostando-se novamente no apoio, tão rápido e seguramente quanto possível. O avaliador deve cronometrar o tempo desde o “já” até o momento em que o indivíduo apoia totalmente as costas na cadeira. O procedimento será realizado duas vezes, com intervalo de 1 minuto para descanso. O primeiro teste é para corrigir algum possível equívoco. Valerá o tempo da segunda medida. Favor marcar os dois tempos.

1ª tentativa: \_\_\_\_\_ 2ª tentativa: \_\_\_\_\_ 3ª tentativa: \_\_\_\_\_ Fonte:  
Shumway-Cook et al., 2000.

## ANEXO IX

### MINIBESTest – Avaliação do Equilíbrio – Teste dos Sistemas

Os indivíduos devem ser testados com sapatos sem salto ou sem sapatos e meias. Se o indivíduo precisar de um dispositivo de auxílio para um item, pontue aquele item em uma categoria mais baixa. Se o indivíduo precisar de assistência física para completar um item, pontue na categoria mais baixa (0) para aquele item.

#### 1. SENTADO PARA DE PÉ

- (2) Normal: passa para de pé sem a ajuda das mãos e se estabiliza de modo independente.
- (1) Moderado: passa para de pé na primeira tentativa COM o uso das mãos.
- (0) Grave: impossível levantar-se de uma cadeira sem assistência – OU – várias tentativas com uso das mãos.

## **2. FICAR NA PONTA DOS PÉS**

- (2) Normal: estável por 3 segundos com altura máxima.
- (1) Moderado: calcanhares levantados, mas não na amplitude máxima (menor que quando segurando com as mãos) OU instabilidade notável por 3 segundos.
- (0) Grave:  $\leq 3$  segundos.

## **3. DE PÉ EM UMA PERNA**

**Esquerdo:** Tempo (em segundos) Tentativa 1: \_\_\_\_\_ Tentativa 2: \_\_\_\_\_

- (2) Normal: 20 segundos.
- (1) Moderado: < 20 segundos.
- (0) Grave: incapaz.

**Direito:** tempo (em segundos) Tentativa 1: \_\_\_\_\_ Tentativa 2: \_\_\_\_\_

- (2) Normal: 20 segundos.
- (1) Moderado: < 20 segundos.
- (0) Grave: incapaz.

#### **4. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – PARA FRENTE**

(2) Normal: recupera de modo independente com passo único e amplo (um segundo passo para realinhamento é permitido).

(1) Moderado: mais de um passo usado para recuperar o equilíbrio.

(0) Nenhum passo, OU cairia se não fosse pego, OU cai espontaneamente.

#### **5. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – PARA TRÁS**

(2) Normal: recupera de modo independente com passo único e amplo.

(1) Moderado: mais de um passo usado para recuperar o equilíbrio.

(0) Grave: nenhum passo, OU cairia se não fosse pego, OU cai espontaneamente.

#### **6. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – LATERAL**

##### **Esquerdo**

(2) Normal: recupera de modo independente com um passo (cruzado ou lateral permitidos).

(1) moderado: muitos passos para recuperar o equilíbrio.

(0) grave: cai, ou não consegue dar o passo.

##### **Direito**

(2) Normal: recupera de modo independente com um passo (cruzado ou lateral permitidos).

(1) Moderado: muitos passos para recuperar o equilíbrio.

(0) Grave: cai, ou não consegue dar o passo.

#### **7. OLHOS ABERTOS, SUPERFÍCIE FIRME (PÉS JUNTOS) (Tempo em segundos:**

\_\_\_\_\_)

(2) Normal: 30 segundos.

(1) Moderado: < 30 segundos.

(0) Grave: incapaz.

#### **8. OLHOS FECHADOS, SUPERFÍCIE DE ESPUMA (PÉS JUNTOS) (Tempo em segundos:**

\_\_\_\_\_)

(2) Normal: 30 segundos.

(1) Moderado: < 30 segundos.

(0) Grave: incapaz.

### **9. INCLINAÇÃO – OLHOS FECHADOS (Tempo em segundos: \_\_\_\_\_)**

- (2) Normal: fica de pé de modo independente 30 segundos e alinha com a gravidade.
- (1) Moderado: fica de pé de modo independente < 30 segundos OU alinha com a superfície.
- (0) Grave: incapaz de ficar de pé > 10 segundos OU não tenta ficar de pé de modo independente.

### **10. MUDANÇA NA VELOCIDADE DA MARCHA**

- (2) Normal: muda a velocidade da marcha significativamente sem desequilíbrio.
- (1) Moderado: incapaz de mudar velocidade da marcha ou desequilíbrio.
- (0) Grave: incapaz de atingir mudança significativa da velocidade E sinais de desequilíbrio.

### **11. ANDAR COM VIRADAS DE CABEÇA – HORIZONTAL**

- (2) Normal: realiza viradas de cabeça sem mudança na velocidade da marcha e bom equilíbrio.
- (1) Moderado: realiza viradas de cabeça com redução da velocidade da marcha.
- (0) Grave: realiza viradas de cabeça com desequilíbrio.

### **12. ANDAR E GIRAR SOBRE O EIXO**

- (2) Normal: gira com pés próximos, RÁPIDO ( $\leq 3$  passos) com bom equilíbrio.
- (1) Moderado: gira com pés próximos, DEVAGAR ( $\geq 4$  passos) com bom equilíbrio.
- (0) Grave: não consegue girar com pés próximos em qualquer velocidade sem desequilíbrio.

### **13. PASSAR SOBRE OBSTÁCULOS**

- (2) Normal: capaz de passar sobre as caixas com mudança mínima na velocidade e com bom equilíbrio.
- (1) Moderado: passa sobre as caixas, porém tocando-as ou demonstra cautela com redução da velocidade da marcha.
- (0) Grave: não consegue passar sobre as caixas OU hesita OU contorna.

### **14. “GET UP & GO” CRONOMETRADO (ITUG) COM DUPLA TAREFA (TUG: \_\_\_\_\_ segundos; TUG dupla tarefa \_\_\_\_\_ segundos)**

- (2) Normal: nenhuma mudança notável entre sentado e de pé na contagem regressiva e nenhuma mudança na velocidade da marcha no TUG.
- (1) Moderado: a tarefa dupla afeta a contagem OU a marcha.
- (0) Grave: para de contar enquanto anda OU para de andar enquanto conta.

## ANEXO X

### Correlação de Pearson

		Pearson's r	p
UPDRS I	MVC	0.109	0.605
UPDRS II	MVC	<b>-0.410</b>	<b>0.042</b>
UPDRS III	MVC	<b>-0.490</b>	<b>0.013</b>
UPDRS IV	MVC	-0.033	0.877
MBT	MVC	<b>0.552</b>	<b>0.004</b>
DGI	MVC	<b>0.425</b>	<b>0.034</b>
TMT	MVC	<b>0.474</b>	<b>0.017</b>
PDQ-39	MVC	-0.126	0.548
TUG	MVC	-0.251	0.225
UPDRS I	RFD	0.196	0.347
UPDRS II	RFD	<b>-0.425</b>	<b>0.034</b>
UPDRS III	RFD	<b>-0.526</b>	<b>0.007</b>
UPDRS IV	RFD	-0.063	0.765
MBT	RFD	0.379	0.062
DGI	RFD	0.265	0.200
TMT	RFD	0.272	0.189
PDQ-39	RFD	-0.075	0.720
TUG	RFD	-0.246	0.235
UPDRS I	FS	0.295	0.153
UPDRS II	FS	0.142	0.497
UPDRS III	FS	-0.208	0.318
UPDRS IV	FS	0.209	0.316
MBT	FS	0.304	0.140
DGI	FS	0.095	0.652
TMT	FS	0.164	0.432
PDQ-39	FS	0.373	0.066
TUG	FS	0.265	0.201

UPDRS= Unified Parkinson's Disease Rating Scale; MBT= Mini Balance Evaluation Systems Test; DGI = Dynamic Gait Index; TMT= Tinetti Mobility Test; TUG= Timed Get Up and Go Test; PDQ-39 = Parkinson's Disease Questionnaire; MVC= Maximal Isometric Voluntary Contraction (average of 3); RFD= Rate of Force Development (average of 3); FS= Force Stability (average of 3).