UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

APRENDIZAGEM DE UMA TAREFA DE DEMANDA DE
CONTROLE POSTURAL EM AMBIENTE VIRTUAL EM
INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON

TATIANA BELINE DE FREITAS

São Paulo
2017

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

APRENDIZAGEM DE UMA TAREFA DE DEMANDA DE
CONTROLE POSTURAL EM AMBIENTE VIRTUAL EM
INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON

TATIANA BELINE DE FREITAS

São Paulo
2017

TATIANA BELINE DE FREITAS

APRENDIZAGEM DE UMA TAREFA DE DEMANDA DE
CONTROLE POSTURAL EM AMBIENTE VIRTUAL EM
INDIVÍDUOS COM DOENÇA DE PARKINSON

VERSÃO CORRIGIDA

Dissertação apresentada à
Escola de Educação Física e
Esporte da Universidade de
São Paulo como requisito
parcial para obtenção do título
de Mestre em Ciências

Área de Concentração
Estudos Socioculturais e
Comportamentais da Educação
Física e Esporte

Orientadora
Profa. Dra. Camila Torriani-
Pasin

São Paulo

2017

Catálogo da Publicação
Serviço de Biblioteca
Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Freitas, Tatiana Beline

Aprendizagem de uma tarefa de demanda de controle postural em ambiente virtual em indivíduos com doença de parkinson / Tatiana Beline de Freitas . – São Paulo :[s.n.], 2017.

78 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Orientadora: Profa. Dra. Camila Torriani-Pasin

1. Aprendizagem motora 2. Doença de parkinson
3. Controle postural I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: FREITAS, Tatiana Beline de

Título: Aprendizagem de uma tarefa de demanda de controle postural em ambiente virtual em indivíduos com doença de Parkinson

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: __/__/__

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, que sempre me apoiaram e me ensinaram e sempre buscar
fazer o melhor.

Ao meu marido, que sempre esteve ao meu lado durante esse processo me
apoando de forma incondicional.

Aos participantes do estudo, pela dedicação durante a prática e por me
permitirem utilizar seus dados para a conclusão deste trabalho.

Agradecimentos

Durante esse processo muitas pessoas foram o alicerce em momentos cruciais, seja pela inspiração, pela presença física e emocional, ou pela ajuda durante a dia a dia, e a essas pessoas tão queridas, eu só tenho que agradecer.

Agradeço, primeiramente, a minha orientadora, Profa. Dra. Camila Torriani-Pasin, por acreditar no meu potencial e por me auxiliar nos momentos que precisei de forma muito aberta e clara. Obrigada por aceitar me orientar, por me inspirar, por ouvir minhas angústias, por me tranquilizar e por confiar no meu potencial.

Agradeço, aos meus pais, por sempre me apoiarem e entenderem a minha ausência física em vários momentos. Sem vocês, passar por esse processo não faria nenhum sentido.

Agradeço ao meu marido, Fabio Conrado da Costa, por estar ao meu lado, por acreditar em mim, mais do que eu mesma em alguns momentos, por me apoiar e por deixar em segundo plano algumas metas e sonhos pessoais para que eu pudesse realizar os mesmos. Muito obrigada por tudo, sem seu apoio, compreensão e paciência eu não teria conseguido.

De forma muito especial, agradeço aos participantes do estudo, por aceitarem participar do estudo e se dispuserem em comparecer de forma assídua durante o período de prática.

Agradeço aos professores José Eduardo Pompeu e Flávia Doná por auxiliarem no meu processo de formação acadêmica e por estarem sempre dispostos a ajudar.

Agradeço imensamente as minhas queridas amigas e parceiras Rosemeyre Alcarde Nuvolini, Jéssica Maria Ribeiro Bacha, Keyte Guedes por me ajudarem durante as coletas e avaliações. Vocês foram cruciais e agradeço imensamente por isso!

Aos meus amigos Gisele Carla dos Santos Palma, Giordano Marcio Gatinho Bonuzzi, Natalia Araujo Mazzini, e Murilo Groschitz Ruas Almeida pelo apoio e por proporcionar um ambiente de troca de conhecimentos constante. Muito bom saber que, além do meu crescimento profissional, fiz amigos verdadeiros que levarei para a vida.

Agradeço aos membros do GEPENEURO pela construção do conhecimento científico ao longo destes anos e por me apoiarem durante o processo.

Aos professores e membros do LACOM pelas sugestões, correções e trocas de experiência.

Agradeço, por fim, a agência de fomento CAPES por dar o subsídio para a realização deste trabalho.

RESUMO

FREITAS, T. B. **Aprendizagem de uma tarefa de demanda de controle postural em ambiente virtual em indivíduos com doença de Parkinson.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2017.

O déficit de controle postural é impactante em indivíduos com doença de Parkinson (DP), nesse sentido, a aprendizagem de tarefas que o envolvam é fundamental para esses indivíduos. Recentemente, estudos têm mostrado que indivíduos com DP são capazes de aprender tarefas com demanda de controle postural, no entanto, o intervalo de retenção destes estudos é muito curto considerando-se uma doença neurodegenerativa. Outra questão que se coloca é, em aprendendo tarefas de demanda de controle postural, poderia haver diminuição da instabilidade postural, porém ainda não existem evidências concretas para responder esse questionamento. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi investigar a aprendizagem de tarefas que envolvam demanda de controle postural em ambiente de realidade virtual em indivíduos com DP quando comparados com idosos saudáveis em curto e longo prazo, além de verificar seu impacto na cognição e no controle postural dos mesmos. A amostra foi composta por 28 sujeitos, sendo 14, com DP idiopática no grupo experimental (GE) [64.28±6.35 anos; escala de Hoehn e Yahr modificada = 14.28% dos sujeitos 1; 14.28%, 1.5; 7.14%, 2; 21.42%, 2.5; 42.85%, 3; Montreal Cognitive Assessment (MoCA) = 22.42±3.41; e Mini Balance Evaluation Systems Test (MiniBESTest) = 20.78±6.54]. Foram incluídos também 14 idosos saudáveis no grupo controle (GC) [69.71±5.91 anos; MoCA = 23.64±3.17; e MiniBESTest = 27.35±2.67]. Foram realizadas 13 sessões com duração de uma hora, 2x/semana por sete semanas, no período *on* da medicação para a reposição dopaminérgica, sendo a primeira considerada pré-teste e a última, pós-teste. A prática consistiu em jogar quatro jogos do sistema Kinect, 5 tentativas por jogo. Foram realizados dois testes de retenção, sendo o primeiro após uma semana e o segundo após um mês. A avaliação da cognição, através da MoCA, e do controle postural, através do MiniBESTest, foi realizada antes, imediatamente após e um mês após a fase de aquisição. Indivíduos com DP foram capazes de aprender tarefas com demanda de controle postural, havendo retenção a curto e longo prazo, apesar do desempenho apresentar-se inferior aos idosos neurologicamente saudáveis. Além disso, aprender as tarefas propostas levou a melhora da cognição, especificamente na memória e nos aspectos reativos do controle postural de idosos e indivíduos com DP, além da melhora da estabilidade de marcha somente dos idosos.

Palavras-chave: doença de Parkinson; controle postural; aprendizagem motora.

ABSTRACT

FREITAS, T. B. **Learning of a task of demand postural control in virtual environment in Parkinson's disease individuals.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2017.

Postural control deficits are striking in individuals with Parkinson's disease (PD), making the learning of postural control tasks crucial for these individuals. Recent studies have shown that PD patients are able to learn tasks with postural control demand; however, the retention interval found in these studies was quite short due to the nature of this neurodegenerative disease. Hence, in the learning process of high demand postural control tasks, is there a decrease in PD patients' postural instability? Concrete data are needed to answer this question. Therefore, the purpose of this study was to investigate the learning of tasks involving a high demand for postural control in a virtual reality environment in individuals with PD when compared to healthy elderly. The learning process was investigated through both short- and long-term retention. The secondary purpose was to verify the learning process's impact on both cognition and postural control. The sample included 28 participants: 14 with idiopathic PD in the Experimental Group (EG) [64.28±6.35 years; Hoehn e Yahr modified scale = 14.28%, 1; 14.28%, 1.5; 7.14%, 2; 21.42%, 2.5; 42.85%, 3; Montreal Cognitive Assessment (MoCA) = 22.42±3.41; and Mini Balance Evaluation Systems Test (MiniBESTest) = 20.78±6.54] and fourteen healthy elderly in the Control Group (CG) [69.71±5.91 years; MoCA = 23.64±3.17; e MiniBESTest = 27.35±2.67]. Thirteen one-hour sessions were performed two x/week for seven weeks, which was the *on*-medication period for dopaminergic replacement. The first session was considered as the pre-test, and the last session was considered as the post-test. The practice consisted of playing four Kinect system games, with five trials per game. Two retention tests were performed, with the first occurring after one week and the second occurring one month after the end of the acquisition phase. The assessment of cognition through MoCA and postural control through MiniBESTest were performed before, immediately after and one month after the acquisition phase. Individuals with PD learned tasks with a high demand for postural control and had both short- and long-term retention, despite their inferior performance compared to the neurologically healthy elderly. In addition, learning the proposed tasks led to an improvement in cognition, specifically in memory, and in the reactive aspects of postural control in the elderly and individuals with PD, as well as gait stability only in the elderly.

Key words: Parkinson's disease; postural control; motor learning

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1 Epidemiologia da Doença de Parkinson.....	3
2.2 Fisiopatologia da Doença de Parkinson.....	4
2.3 Manifestações clínicas da Doença de Parkinson.....	7
2.4 Controle Postural	9
2.4.1 Controle Postural na DP.....	11
2.5 Aprendizagem Motora.....	16
2.5.1 Aprendizagem Motora na DP.....	20
3 OBJETIVOS.....	24
3.1 Objetivo Geral.....	24
3.2 Objetivos Específicos.....	25
4 HIPÓTESE.....	25
5 MÉTODO.....	25
5.1 Local do Estudo.....	25
5.2 Materiais.....	26
5.3 Critérios de Inclusão.....	26
5.4 Critérios de Exclusão.....	27
5.5 Delineamento Experimental.....	27
5.5.1 Dia 1: Caracterização/MiniBESTest e MoCA.....	28
5.5.2 Dia 2: Familiarização e Pré-teste.....	28

5.5.3 Dia 3 – 13: Fase de Aquisição.....	29
5.5.4 Dia 14: Pós-teste/MiniBESTest e MoCA.....	30
5.5.5 Dia 15: Retenção a curto prazo.....	30
5.5.5 Dia 16: Retenção a longo prazo, MiniBESTest e MoCA.....	30
5.6 Procedimentos realizados na sessão de prática.....	31
5.7 Descrição da Tarefa.....	31
5.8 Variáveis Dependentes.....	34
5.9 Análise dos Dados.....	35
6 RESULTADOS.....	36
6.1 Jogo “Bolhas Espaciais”	38
6.2 Jogo “Corredeiras”	39
6.3 Jogo “Vazamentos”	40
6.4 Jogo “Cume dos Reflexos”	42
6.5 Avaliação controle postural e cognição.....	44
7 DISCUSSÃO.....	47
8 LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	53
9 DIRECIONAMENTOS FUTUROS.....	53
10 CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS.....	55

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Variáveis Dependentes dos jogos selecionados.....	36
TABELA 2	Caracterização dos participantes do estudo.....	38
TABELA 3	Domínios do controle postural medidos pelo MiniBESTest	45
TABELA 4	Domínios da cognição medidos pela MoCA.....	46

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Caracterização dos jogos segundo Cairolli et al (2017).....	33
QUADRO 2	Principais demandas motoras e cognitivas e elementos facilitadores da aprendizagem de cada um dos jogos.....	34

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Modelo simplificado das vias direta e indireta dos núcleos da base.....	6
FIGURA 2	Delineamento Experimental.....	27
FIGURA 3	Fluxograma do estudo.....	37
FIGURA 4	Pontuação Jogo Bolhas Espaciais.....	39
FIGURA 5	Pontuação Jogo Corredeiras.....	40
FIGURA 6	Pontuação Jogo Vazamentos.....	41
FIGURA 7	Número de acertos Jogo Vazamentos.....	41
FIGURA 8	Pontuação Jogo Cume dos Reflexos.....	42
FIGURA 9	Número de acertos do Jogo Cume dos Reflexos.....	43
FIGURA 10	Tempo de execução Jogo Cume dos Reflexos.....	43
FIGURA 11	Avaliação Controle postural.....	44
FIGURA 12	Avaliação Cognição.....	46

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I	Parecer Consubstanciado do CEP.....	67
ANEXO II	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	69
ANEXO III	Ficha de triagem.....	72
ANEXO IV	Escala de Hoehn e Yahr modificada.....	73
ANEXO V	Montreal Cognitive Assessment (MoCA) versão experimental	71
	brasileira.....	74
ANEXO VI	Mini Balance Evaluation System Test (MiniBESTest).....	75

LISTA DE SIGLAS, ABREVIações E SÍMBOLOS

APAs	Ajustes posturais antecipatórios
BESTest	Balance Evaluation Systems Test
CG	Contrl group
CGr	Centro de gravidade
CM	Centro de massa
COP	Centro de pressão
CR	Conhecimento de resultados
D	Dias
D1	Subtipo de receptor da via direta
D2	Subtipo de receptor da via indireta
DP	Doença de Parkinson
Dp	Desvio padrão
DT	Dupla-tarefa
EG	Experimental group
EZ	Effect size
GC	Grupo controle
GE	Grupo experimental
GPe	Globo pálido externo
GPi	Globo pálido interno
H	Horas
H&Y	Escala de Hoehn & Yahr modificada
MEEM	Mini Exame do Estado Mental
MI	Membro inferior
MiniBESTest	Mini Balance Evaluation Systems Test
MMII	Membros inferiores
MMSS	Membros superiores
MS	Membro superior
MoCA	Montreal Cognitive Assessment
NPP	Núcleo pedúnculo pontino
NST	Núcleo subtalâmico
PD	Parkinson's Disease

Ret CP	Retenção a curto prazo
Ret LP	Retenção a longo prazo
S	Segundos
SNc	Substância negra compacta
SNr	Substância negra reticulada
UPDRS	Unified Scale Evaluation of Parkinson's Disease
VL	Núcleo ventro-lateral do tálamo

1 Introdução

A doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa mais frequente em todo o mundo (LEE; GILBERT, 2016; PAHWA; LYONS, 2010; PEREIRA; BATISTELA; SIMIELI, 2014). Ela é causada pela degeneração dos neurônios dopaminérgicos da substância negra dos núcleos da base, que traz como consequência a diminuição progressiva da produção de dopamina (HAMANI; LOZANO, 2003; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009).

Dentre as principais características da DP destacam-se as alterações cognitivas e motoras. Os déficits cognitivos característicos da doença estão nas funções executivas, atencionais e visuoespaciais (AARSLAND et al., 2017; DARWEESH et al., 2017; HAMANI; LOZANO, 2003; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009); já os sintomas motores são tremor de repouso, bradicinesia, rigidez e instabilidade postural (HAMANI; LOZANO, 2003).

Dentre os sinais motores, a instabilidade postural é o mais refratário ao tratamento baseado na reposição dopaminérgica, por meio da levodopa e seus agonistas (LEE et al., 2012) e, além disso, com a evolução da doença o controle postural é afetado tanto pelo comprometimento cognitivo quanto pelo motor, já que o mesmo requer a interação complexa desses sistemas (MOCHIZUKI; AMADIO, 2003b, 2006) em um ciclo de percepção-ação (BARELA, 2000).

A deficiência progressiva no controle postural resulta em perda da estabilidade postural, limitando a marcha, o desempenho durante as atividades de vida diária e o nível de independência, levando a quedas (POMPEU et al., 2012). Vários fatores estão relacionados com a maior incidência de quedas, como a própria instabilidade postural característica da doença (DIBBLE et al., 2008; DONÁ et al., 2015; LEE et al., 2012), somada às alterações perceptuais (KONCZAK et al., 2010) e cognitivas (HAUSDORFF; BALASH; GILADI, 2003), bem como com os efeitos do processo fisiológico do envelhecimento (SWANENBURG et al., 2009).

Portanto, a aprendizagem de tarefas que envolvam o controle postural é fundamental para esses indivíduos. Ademais, indivíduos com DP são capazes de aprender tarefas relacionadas ao controle postural, sendo essa mensurada através de testes de retenção (CHIVIACOWSKY et al., 2012; FOREMAN et al., 2013;

JESSOP; HOROWICZ; DIBBLE, 2006; MUSLIMOVIC et al., 2007; PLATZ; BROWN; MARSDEN, 1998; SOLIVERI et al., 1992).

No entanto, sendo uma doença neurodegenerativa, o intervalo entre a aquisição e o teste de retenção é relevante e, na literatura, foi investigado de forma curta, variando entre uma hora (PLATZ; BROWN; MARSDEN, 1998) a uma semana de intervalo entre o final da aquisição e o teste de retenção (SIDAWAY et al., 2016). Kantak e Winstein (2012) afirmam que o intervalo entre o fim da aquisição e os testes de retenção e/ou transferência é um fator crítico para a aprendizagem de novas habilidades.

Na tentativa de solucionar esse problema relativo ao tempo entre a aquisição e o teste de retenção, Mendes et al (2012) realizaram testes de retenção com intervalos maiores, e verificaram que indivíduos com DP foram capazes de reter as habilidades em sete das tarefas propostas em realidade virtual, sendo que as tarefas não aprendidas possuíam maiores demandas cognitivas.

Portanto, ainda há questionamentos sobre a capacidade de aprender tarefas relacionadas ao controle postural, em especial envolvendo maior complexidade cognitiva, além de dúvidas sobre a permanência da aprendizagem por causa dos diferentes delineamentos envolvendo o tempo entre a aquisição e os testes de retenção.

Outra questão relativa ao processo de aprendizagem de habilidades que envolvam demanda de controle postural nesta população é: aprender estas habilidades reflete em mudanças em aspectos permanentes em medidas relacionadas ao controle postural destes indivíduos, diminuindo, assim, a instabilidade postural?

Mendes et al (2012), também tentaram solucionar essa questão, e verificaram que os participantes foram capazes de melhorar medidas relacionadas ao controle postural após serem submetidos a um período de prática. No entanto, a teste utilizado pelos autores foi o teste de alcance funcional (SCALZO et al., 2009), sendo esse um teste pouco complexo que não abrange a complexidade das tarefas que envolvem o controle postural e que foram treinadas na fase de aquisição em ambiente de realidade virtual. E nesse sentido, ainda há questionamento com relação às mudanças no controle postural destes indivíduos, no caso de aprenderem uma tarefa de demanda de controle postural

Portanto, dada a importância do comprometimento do controle postural durante a evolução da doença e a preservação da aprendizagem motora desses indivíduos, torna-se relevante verificar se, a partir da prática de tarefas que envolvam demanda de controle postural em um ambiente controlado, os indivíduos com DP serão capazes de: a) manter o desempenho aperfeiçoado por um período de tempo prolongado e; b) se ocorrerá a adaptabilidade do desempenho em um teste mais complexo e válido ecologicamente, gerando mudanças no controle postural e na cognição.

2 Revisão da Literatura

2.1 Epidemiologia da Doença de Parkinson

A DP é a segunda doença neurodegenerativa mais frequente na população mundial ficando atrás somente da doença de Alzheimer (EVANS et al., 2011; LEE; GILBERT, 2016; PAHWA; LYONS, 2010; PEREIRA; BATISTELA; SIMIELI, 2014). Estima-se que em 2030, 340 mil pessoas serão acometidas pela DP (PEREIRA; BATISTELA; SIMIELI, 2014). Sabe-se que o fator de risco aumenta com a idade, e estima-se que a prevalência de DP nos países industrializados seja de 0,3% da população geral, 1,0% dos indivíduos acima de 60 anos, e 3,0% dos indivíduos acima de 80 anos (LEE; GILBERT, 2016).

Hirtz et al (2007) observaram que a prevalência é de 950 casos para cada 100.000 em 12 estudos realizados nos Estados Unidos e União Europeia. Já a prevalência nos Estados Unidos é de 329 casos a cada 100.00 indivíduos (PAHWA; LYONS, 2010). E, no Brasil, um estudo mostrou que 3,3% da população acima dos 64 anos é acometida pela doença (BARBOSA et al., 2006).

A incidência, baseada em estudos populacionais prospectivos, é de 8 a 18 casos a cada 100.000 indivíduos (LEE; GILBERT, 2016). Sendo que a incidência aumenta consideravelmente com a idade, de 17,4 em 100.000 indivíduos com idade entre 50 e 59 anos para 93,1 em 100.000 pessoas com idade entre 70 e 79 anos. A média de idade para o início da DP é 60 anos (LEE; GILBERT, 2016; PAHWA; LYONS, 2010), a duração média da doença entre o diagnóstico e a morte é de 15

anos (PAHWA; LYONS, 2010) e o pico de incidência se dá acima dos 70 anos de idade (HIRTZ et al., 2007).

Com relação ao gênero, a incidência e a prevalência da DP são de 1,5 a 2 vezes maior nos homens do que nas mulheres, sendo que a idade média de início da doença é 2,1 anos mais tarde do que nos homens (LEE; GILBERT, 2016).

2.2 Fisiopatologia da Doença de Parkinson

A DP é causada pela degeneração dos neurônios dopaminérgicos da substância negra dos núcleos da base, que traz como consequência a diminuição progressiva da produção de dopamina (HAMANI; LOZANO, 2003; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009).

Os núcleos da base são um conjunto de núcleos situados em diferentes partes do sistema nervoso central, que possui conexões entre si e participação no sistema funcional de controle motor. São compostos pelo corpo estriado (dividido em núcleo caudado e putâmen) e globo pálido (dividido em globo pálido interno e externo), situados no telencéfalo; núcleo subtalâmico situado no diencéfalo; e substância negra (dividida em parte compacta e parte reticulada), situada no mesencéfalo (LENT, 2010; PEREIRA; BATISTELA; SIMIELI, 2014). Os mesmos recebem aferências corticais e emitem eferências inibitórias para o tálamo e mesencéfalo (LENT, 2010).

O corpo estriado e núcleo subtalâmico são porta de entrada dos núcleos da base, recebendo o influxo de informações que vêm de inúmeras regiões do córtex cerebral distribuídas topograficamente. Essa divisão topográfica mostra que os núcleos da base estão envolvidos em funções motoras, emocionais, cognitivas e motivacionais (LENT, 2010; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009). Os axônios de saída dos núcleos da base emergem de neurônios inibitórios (GABAérgicos) do núcleo interno do globo pálido e da substância negra reticulada. As projeções vão a certos núcleos de tálamo e do colículo superior do mesencéfalo influenciando os movimentos corporais e oculares (LENT, 2010).

Os núcleos da base possuem circuitos internos com duas vias, a via direta e a indireta. A via direta (facilitadora) conecta o corpo estriado diretamente ao globo pálido interno; e a via indireta (inibidora) que apresenta um estágio sináptico

intermediário no globo pálido externo. Sendo que em ambas as vias os neurônios do corpo estriado possuem receptores fortemente influenciados por axônios dopaminérgicos provenientes da substância negra compacta. Os neurônios da via direta possuem um subtipo de receptor (D1) que os despolariza, enquanto os da via indireta possuem outro subtipo (D2) que os hiperpolariza. A substância negra compacta é, portanto, capaz de ativar alguns neurônios do estriado e inibir outros. O balanço entre essas ações opostas das fibras dopaminérgicas da substância negra compacta é crucial para a função e disfunção dos núcleos da base (LENT, 2010; PEREIRA; BATISTELA; SIMIELI, 2014).

Além disso, o núcleo subtalâmico estabelece conexões recíprocas com o globo pálido interno, e participa também do circuito de controle dos movimentos oculares, projetando seus axônios de saída para a substância negra reticulada. Mostrando que a circuitaria neuronal dos movimentos oculares é separada da circuitaria dedicada ao controle dos movimentos corporais (LENT, 2010).

Os núcleos da base estão organizados em cinco circuitos paralelos. Os circuitos fronto-estriado-pálido-tálamo-cortical integram áreas corticais, núcleos da base e tálamo, sendo que cada circuito é direcionado para uma área diferente do lobo frontal. Dois circuitos estão relacionados com funções motoras e três com funções não-motoras. O circuito motor está associado com o planejamento e sequenciamento do movimento e o circuito óculo-motor com a movimentação ocular. Os circuitos dorsolateral, orbito-frontal e medial ou límbico desempenham uma função importante no planejamento e sequenciamento cognitivo e na seleção de estratégias, supressão de comportamentos socialmente inadequados e atenção, além da motivação e experiência emocional. Sendo assim, entende-se que o comprometimento dos neurônios dopaminérgicos pode causar um desequilíbrio nestes circuitos e, conseqüentemente, afetar todas estas funções (HAMANI; LOZANO, 2003; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009).

De uma forma geral, há uma concepção prevalente de que os núcleos da base são *iniciadores* e *finalizadores* de movimentos, o disparo inibitório de seus axônios da saída para o tálamo é um “freio” permanente de movimentos indesejados e a necessidade de realizar algum movimento interrompe esse disparo tônico frenador, liberando comandos motores corticais para os ordenadores subcorticais. O oposto ocorre no final do movimento. Deve-se, portanto, haver um equilíbrio entre as duas vias. Pois, quando a ação frenadora é excessiva, mover-se é mais difícil e o

indivíduo apresenta poucos movimentos (acinesia) e lentos (bradicinesia); já quando a ação frenadora é deficiente ocorrem movimentos corporais incontroláveis (hipercinesia) ou até a falta de controle sobre alguns comportamentos fazendo com que o indivíduo o faça repetidamente (transtorno obsessivo-compulsivo) (LENT, 2010).

Na DP ocorre redução do envolvimento da via direta e aumento de disparos na via indireta, reduzindo a excitação talâmica do córtex motor devido à degeneração dos neurônios dopaminérgicos, como ilustrada na Figura 1 (PEREIRA; BATISTELA; SIMIELI, 2014) , como ilustrada na Figura 1.

Figura 1: Modelo simplificado das vias direta e indireta dos núcleos da base.

Legenda: As vias excitatórias estão representadas em vermelho, enquanto as inibitórias em azul. Em a): funcionamento em indivíduos neurologicamente saudáveis, em b): funcionamento em indivíduos com DP. A espessura das setas indica a intensidade de sinal transmitido pela sinapse, mostrando o desequilíbrio provocado pela falta de dopamina no paciente com DP. Legenda: SNc e SNr - substância negra compacta e reticulada; GPe e GPi - globo pálido externo e interno; NST - núcleo subtalâmico, NPP - núcleo pedúnculo pontino; VL –núcleo ventro-lateral do tálamo (Adaptado de KOUZMINE, 2004).

Na DP, de forma associada à degeneração dopaminérgica existe uma reposição por gliose e a formação de corpúsculos de Lewi no citoplasma das células neurais remanescentes. Esses corpúsculos são formados, principalmente, de uma proteína denominada α -sinucleína, atualmente aceita como parte do diagnóstico clínico da DP, sendo responsável pelos sintomas não motores que antecedem o

aparecimento dos sintomas motores em pacientes com DP (BRAAK et al., 2003; LEE; GILBERT, 2016; PEREIRA; BATISTELA; SIMIELI, 2014).

2.3 Manifestações clínicas da Doença de Parkinson

A DP é caracterizada por sintomas motores e cognitivos. Dentre os sintomas motores, é caracterizada pela tétrade clássica composta: (1) tremor de repouso, (2) bradicinesia, (3) rigidez e (4) instabilidade postural (FOREMAN et al., 2013; HORAK; NUTT; NASHNER, 1992; LEE; GILBERT, 2016; MAETZLER; LIEPELT; BERG, 2009; NIEUWBOER et al., 2009; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009; SCHÖNBERGER et al., 2013). Já, os sintomas cognitivos característicos da doença estão nas funções executivas, atencionais e visuoespaciais (AARSLAND et al., 2017; DARWEESH et al., 2017; HAMANI; LOZANO, 2003; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009).

O tremor de repouso é, em sua predominância, distal de modo que os dedos são mais comumente afetados (RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009), sendo caracterizado por movimentos alternados e rítmicos de flexão e extensão dos dedos, porém também é comum nos lábios, queixo, mandíbula, língua e pernas (PEREIRA; BATISTELA; SIMIELI, 2014). O tremor pode aumentar em amplitude quando outras partes do corpo estão em movimento voluntário, durante a realização de cálculos matemáticos e estresse (RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009).

A bradicinesia caracteriza-se pela diminuição da velocidade, alcance e amplitude de movimentos voluntários e automáticos (JANKOVIC, 2008; PEREIRA; BATISTELA; SIMIELI, 2014; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009), levando a dificuldade em planejar, iniciar e executar movimentos (JANKOVIC, 2008). Outras alterações estão relacionadas com a bradicinesia como a disartria (JANKOVIC, 2008; MAETZLER; LIEPELT; BERG, 2009), a diminuição da expressão facial (FOREMAN et al., 2013; JANKOVIC, 2008; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009), a redução da movimentação de membros inferiores durante a marcha (JANKOVIC, 2008), a micrografia (RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009), a redução do comprimento do passo (RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009) e da lentidão nas respostas posturais (PEREIRA; BATISTELA; SIMIELI, 2014).

A rigidez é caracterizada pelo aumento da resistência ao movimento passivo em toda amplitude de movimento, denominado “sinal da roda denteada”. Pode ser

proximal ou distal e aumenta com a movimentação voluntária contralateral (JANKOVIC, 2008).

A instabilidade postural é o sintoma mais refratário ao tratamento baseado na reposição dopaminérgica, por meio da levodopa e seus agonistas (LATT et al., 2009; LEE et al., 2012; WATERSTON et al., 1993), provavelmente por estar relacionada ao comprometimento dos neurônios colinérgicos do núcleo pedúnculo-pontino que ocorre com a progressão da doença. Este núcleo mantém conexões com os tratos retículo-espinal e vestibulo-espinal, vias mediais envolvidas com o controle postural (RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009). É caracterizada pela disfunção de reflexos posturais (JANKOVIC, 2008), sendo um dos mais limitantes sintomas na DP (DONÁ et al., 2015; POMPEU et al., 2012; WATERSTON et al., 1993)

As alterações cognitivas têm sido mais enfatizadas atualmente dentre as quais destacam-se dentre as funções executivas o planejamento motor, o processo de resolução de problemas, o sequenciamento motor (AARSLAND et al., 2017; DARWEESH et al., 2017; HAMANI; LOZANO, 2003; MORRIS et al., 1988; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009); funções atencionais (AARSLAND et al., 2017; DARWEESH et al., 2017; HAMANI; LOZANO, 2003; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009) e funções visuoespaciais (AARSLAND et al., 2017; DARWEESH et al., 2017), além da memória (AARSLAND et al., 2017). Os déficits cognitivos estão presentes nas fases iniciais da DP em 20 a 40% dos casos (RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009), sendo que a incidência de demência é maior em indivíduos com DP do que em idosos da mesma faixa etária (AARSLAND et al., 2017; CHEN et al., 2016; MAETZLER; LIEPELT; BERG, 2009).

O estudo de Chen et al. (2016) realizou o acompanhamento de 102 pacientes com DP idiopática durante 30 meses, a fim de verificar o declínio cognitivo durante esse período. Os autores verificaram que, durante o período do estudo, os indivíduos apresentaram piora no escore total do Mini Exame do Estado Mental (MEEM) e Montreal Cognitive Assessment (MoCA), além disso evidenciaram pioras nos subitens “Nomeação”, “Memória” e “Orientação” da MoCA.

Outras manifestações clínicas, descritas com menor frequência, mas que também podem ser notadas no momento do diagnóstico incluem alterações sensoriais (olfatórias, visuais, dor ou formigamento) (LEE; GILBERT, 2016; MAETZLER; LIEPELT; BERG, 2009; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009), autonômicas (LEE; GILBERT, 2016; MAETZLER; LIEPELT; BERG, 2009), alterações do sono

(JANKOVIC, 2008; LEE; GILBERT, 2016; MAETZLER; LIEPELT; BERG, 2009; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009), depressão e ansiedade (DARWEESH et al., 2017; LEE; GILBERT, 2016; MAETZLER; LIEPELT; BERG, 2009; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009).

A instabilidade postural, foco deste estudo, é afetada tanto pelas alterações motoras quanto cognitivas. E, nesse sentido, será explorada com mais profundidade nos capítulos posteriores.

2.4 Controle Postural

A instabilidade postural é um dos mais limitantes sintomas na DP (DONÁ et al., 2015; POMPEU et al., 2012; WATERSTON et al., 1993), já nos estágios iniciais da doença é notada diminuição dos limites de estabilidade em situações experimentais de conflito sensorial que pioram com o avanço da doença (DONÁ et al., 2015).

Além disso, o fenômeno controle postural é um dos objetos de estudo mais prestigiados na área de Comportamento Motor devido sua grande importância como componente indispensável durante qualquer movimentação corporal (JUNIOR; BONUZZI; TANI, 2016).

Nesse sentido, Horak e Macpherson (1986) atribuem ao controle postural o objetivo duplo de orientação postural e estabilidade postural, sendo que estes representam a habilidade de manter uma relação apropriada entre os segmentos corporais e entre o corpo e o meio ambiente da tarefa, e a habilidade em controlar o centro de massa em relação à base de sustentação, respectivamente. Já Mochizuki e Amadio (2003a), o definem como “[...] o controle do arranjo dos seguimentos corporais, tendo duas funções, a antigravitacional e a de auxiliar os mecanismos de percepção e ação dos movimentos”.

Barela (2000) refere que:

“[...] a manutenção de uma posição corporal desejada envolve a coordenação e controle dos segmentos corporais com relação aos outros segmentos corporais e a coordenação e controle destes segmentos corporais com relação ao meio ambiente”.

Para Horak (2006): “[...] o controle postural é uma habilidade motora complexa derivada da interação de múltiplos processos sensório-motores, apresentando dois objetivos: a orientação e o equilíbrio corporal.”

E por fim, Junior, Bonuzzi e Tani (2016) relatam que:

“[...] o Controle Postural pode ser entendido como um construto que permite a adoção de uma postura favorável a meta da tarefa utilizando-se da intenção de movimento ou de aferições sensoriais para o recrutamento ordenado de um sistema muscular que se dá em função de forças gravitoinerciais.”

Para os autores, vincular o controle postural a medidas como base de sustentação e centro de massa tem um forte apelo e reflete a maioria das ações motoras, mas descaracteriza algumas das experiências motoras que não possuem base de sustentação durante sua realização, como as acrobacias aéreas (JUNIOR; BONUZZI; TANI, 2016)

O controle postural eficiente depende de seis pontos principais: restrições biomecânicas (qualidade da base de suporte), estratégias de movimento (estratégia de tornozelo, quadril e passo), estratégias sensoriais (integração das informações sensoriais provenientes dos sistemas somatosensoriais, vestibular e visual), orientação no espaço (orientação das partes do corpo com relação à gravidade, a base de suporte, as informações visuais e as referências internas), controle em situações dinâmicas (controle do centro de massa durante trocas posturais) e processamento cognitivo (recursos cognitivos são necessários para o controle postural e quanto mais difícil for à tarefa postural, maior processamento cognitivo será necessário) (HORAK, 2006). E a estabilização postural depende de mecanismos periféricos relativamente simples assim como de mecanismos complexos envolvendo altos níveis de função cognitiva e integração sensório-motora (CARVALHO; ALMEIDA, 2009).

Para Junior, Bonuzzi e Tani (2016) possui sua própria dinâmica intrínseca de funcionamento que

“ [...] emerge a partir da relação entre 3 mecanismos: 1: mecanismo perceptual, se baseia na integração e na interpretação das informações derivadas do sistema visual, vestibular e somatosensorial (MOCHIZUKI; AMADIO, 2006), 2: mecanismo motor, que se responsabiliza pela organização e execução das sinergias neuromusculares (TING; MCKAY, 2007), e 3: mecanismo supra-neural, responsável, processamento e integração das informações neuromusculares e perceptuais a fim de que sejam sanadas exigências de adaptação e antecipação do controle postural

frente a demandas ambientais (LACOUR; BERNARD-DEMANZE; DUMITRESCU, 2008; TING; MCKAY, 2007; WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 2002).

Desse modo, considerando-se que os indivíduos com DP possuem alterações motoras e cognitivas relevantes para o controle postural (HAUSDORFF; BALASH; GILADI, 2003; HORAK; NUTT; NASHNER, 1992; JACOBS; HORAK, 2006; KONCZAK et al., 2010; LATT et al., 2009; SWANENBURG et al., 2009) justifica-se a ocorrência de quedas entre as mulheres com DP em 2,8 vezes e entre os homens com DP em 5,3 vezes mais do que idosos sem a doença (DIBBLE et al., 2008; LATT et al., 2009).

Vários fatores estão relacionados com a maior incidência de quedas nesta população, como a própria instabilidade postural característica da doença e sua evolução degenerativa (DARWEESH et al., 2017; HORAK; NUTT; NASHNER, 1992; LATT et al., 2009; LEE et al., 2012; MAETZLER; LIEPELT; BERG, 2009), somada às alterações perceptuais (KONCZAK et al., 2010) e cognitivas (HAUSDORFF; BALASH; GILADI, 2003; JANKOVIC, 2008; MAETZLER; LIEPELT; BERG, 2009; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009). Além disso, adicionam-se os efeitos do processo fisiológico do envelhecimento como as alterações na percepção visual, diminuição da força muscular, alterações vestibulares e diminuição na mobilidade (LATT et al., 2009; SWANENBURG et al., 2009).

Prejuízos na integração sensório-motora (JACOBS; HORAK, 2006; KONCZAK et al., 2010; WATERSTON et al., 1993), dificuldade em alternar as modalidades sensoriais (HORAK; NUTT; NASHNER, 1992), a inflexibilidade postural (BECKLEY; BLOEM; REMLER, 1993; HORAK; NUTT; NASHNER, 1992), déficits nos ajustes antecipatórios (BAZALGETTE et al., 1987) e dificuldades para desencadear passos (BOONSTRA et al., 2008) também contribuem para a alta incidência de quedas em indivíduos com DP.

2.4.1 Controle Postural na DP

As alterações no controle postural são historicamente estudadas em indivíduos com DP e algumas características sobre o controle postural na DP já estão bem estabelecidas na literatura:

1. *Indivíduos com DP apresentam déficits nos ajustes posturais antecipatórios (APAs) com contração muscular atrasada.* Bazalgette et al. (1987), Bleuse et al. (2008), Latash et al. (1995) e Traub et al. (1980) investigaram os APAs de indivíduos com DP quando comparados com sujeitos saudáveis durante a movimentação ativa do membro superior (MS). Os estudos verificaram que sujeitos saudáveis antecipam o movimento de flexão de ombro, contraindo músculos dos membros inferiores (MMII) e tronco, já os indivíduos com DP foram capazes de realizar APAs de forma muito reduzida ou até mesmo, não apresentaram APAs.

Além disso, Latash et al (1995) também concluíram que pode haver uma relação entre a diminuição dos APAs com o processo de preparação e iniciação do ato motor, que não está relacionada com a bradicinesia. Estes déficits estão presentes em indivíduos que apresentam *frezzing* durante a marcha de forma mais expressiva do que os que não apresentam *frezzing* (VERVOORT et al., 2016). Com relação a essa questão, Burleigh-Jacobs et al. (1997) relatam que para ocorrer o início do ato motor, especialmente a marcha, deve haver a coordenação de APAs para mover o centro de massa (COM) na direção do membro inferior (MI) de apoio, já que o aumento da variabilidade dos APAs, no início da marcha, pode afetá-la com aumento da hesitação para o seu início (LIN; CREATH; ROGERS, 2016). Sendo que os mesmos autores verificaram efeitos positivos nos APAs no período *ON* da reposição dopaminérgica e na presença de pistas externas.

Outra questão relacionada aos déficits nos APAs é o momento do surgimento durante a evolução da doença. O estudo de Falaki et al. (2016) evidenciou que não há nenhuma diferença entre indivíduos controle e indivíduos em estágios iniciais da DP (HY 1 a 2) com relação aos APAs, mais há uma diferença significativa com relação aos ajustes sinérgicos antecipatórios, que é reduzido em indivíduos com DP.

2. *Indivíduos com DP apresentam anteriorização do centro de massa (CM) ao longo da evolução da doença.* Schieppati e Nardone (1991) verificaram que, sob condições estáticas, indivíduos com DP apresentam alteração do centro de pressão (COP) relacionada com a gravidade da doença, os indivíduos

menos afetados apresentam COP deslocado para trás e os mais afetados, mais para frente, em relação a indivíduos saudáveis.

3. *Indivíduos com DP possuem déficits nas respostas reativas.* Vervoot et al. (2016), Beretta et al. (2015) e Boonstra et al. (2016) evidenciam piores respostas reativas quando comparados com indivíduos neurologicamente saudáveis. Schieppati e Nardone (1991) verificaram que, frente a perturbações da base de suporte, indivíduos com DP apresentam contração muscular excessiva de músculos ao redor do tornozelo para a manutenção do controle postural. Beretta et al. (2015) afirmam que a mudança da base de suporte de apoio bipodal para unipodal levam a piora da assimetria de indivíduos com DP. Horak, Nutt e Nashner (1992) verificaram que as perturbações na base de suporte não fazem com que indivíduos com DP alterem a base de suporte, mostrando uma reação postural inadequada.

Beckley, Bloem, Remler (1993) realizaram comparações de dois tipos de perturbações na base de suporte, previsíveis e imprevisíveis. Os autores verificaram que, os indivíduos com DP, ao contrário dos indivíduos do grupo controle, não foram capazes de manter contrações reflexas de latência longa em resposta a variações previsíveis. Além disso, em condições imprevisíveis, observou-se que sujeitos com DP não modificaram a amplitude do reflexo de latência longa. Concluiu-se que indivíduos com DP têm dificuldade na modificação do tamanho dos reflexos de latência longa que são fundamentais pela estabilização postural.

4. *Indivíduos com DP possuem déficits no controle postural dinâmico.* Vervoot et al. (2016) evidenciam déficits no controle postural dinâmico de indivíduos com DP quando comparados com indivíduos neurologicamente saudáveis.

Mellone et al. (2016) verificaram que indivíduos com DP apresentam, em comparação com indivíduos sem a doença, déficits na capacidade de mudança de direção durante as 'curvas'. Os indivíduos com DP apresentaram giros mais lentos e não aumentaram a distância entre os pés para se virarem, em comparação com os indivíduos controle. Além disso, os indivíduos com DP tendem a realizar curvas mais curtas em relação aos indivíduos controle,

resultando em percurso mais curto, sendo que a estabilidade dinâmica foi menor no PD, em comparação com o grupo saudável.

5. *Indivíduos com DP apresentam limites de estabilidade reduzidos.* Horak, Nutt e Nashner (1992) e Doná et al. (2015) verificaram que indivíduos com DP apresentam limites de estabilidade menores do que os indivíduos controle. Sendo que os limites de estabilidade são especialmente reduzidos posteriormente (PETERSON; HORAK, 2016).
6. *Frente aos desequilíbrios e adaptações ambientais os indivíduos com DP apresentam-se inflexíveis aumentando o risco de quedas.* O mesmo estudo de Horak, Nutt e Nashner (1992) evidenciou que a instabilidade postural na DP não está associada a inabilidade de utilizar as informações sensoriais para manter a orientação postural, ou por respostas posturais lentas. E sim, associado à incoordenação e padrões de movimentos posturais inflexíveis levando a ineficiência para a correção frente ao desequilíbrio e para a adaptação às alterações ambientais.
7. *Indivíduos com DP não possuem alterações vestibulares que justifiquem a deterioração do controle postural.* Pastor, Day e Marsden (1993) testaram a hipótese de que a disfunção vestibular ser a causa principal da instabilidade na DP medindo a resposta oscilação do corpo induzida pela estimulação vestibular galvânica (0,5 mA durante 2 s). Foram recrutados sujeitos com DP e sujeitos neurologicamente saudáveis. Os participantes foram estimulados, com aleatorização da polaridade do estímulo, em pé com os pés juntos, os olhos fechados e manutenção do alinhamento cervical. Não houve diferença significativa entre os grupos para a velocidade e direção da oscilação em resposta a estimulação vestibular. Conclui-se que a disfunção vestibular não explica os déficits posturais de pacientes que são levemente ou moderadamente afetados pela DP.
8. *O controle postural de indivíduos com DP é impactado em condição de dupla-tarefa (DT), seja ela motora ou cognitiva, possuindo estratégia inadequada de priorização da tarefa.* Diversos estudos (BAKER; ROCHESTER;

NIEUWBOER, 2007; BARBOSA et al., 2015; BRAUER; MORRIS, 2010; BRAUER et al., 2011; FERNANDES et al., 2015, 2016; FOK; FARRELL; MCMEEKEN, 2010; HAUSDORFF; BALASH; GILADI, 2003; JACOBS et al., 2014; KELLY; EUSTERBROCK; SHUMWAY-COOK, 2012; MARCHESE; BOVE; ABBRUZZESE, 2003; MORRIS et al., 2000; PLOTNIK et al., 2011; ROCHESTER et al., 2008, 2014; STEGEMOLLER et al., 2014; YOGEV et al., 2005; YOGEV-SELIGMANN et al., 2012) verificaram os efeitos do desempenho em DT no controle postural em indivíduos com DP e demonstraram que a tarefa concorrente, seja cognitiva ou motora (BLOEM et al., 2006; MARCHESE; BOVE; ABBRUZZESE, 2003), produz deterioração significativa no desempenho na tarefa primária. Sendo que idosos são impactados pela adição da tarefa concorrente, porém esse impacto é superior em indivíduos com DP (MORRIS et al., 2000).

Em condições de DT, o controle postural torna-se cada vez mais vulnerável (ALTMANN et al., 2015; FULLER et al., 2013) revelando aparentemente uma estratégia inadequada em priorizar a tarefa (BLOEM et al., 2001; YOGEV-SELIGMANN et al., 2012). Essa alteração no desempenho na realização de duas tarefas associadas é referida como interferência ou efeito da dupla tarefa (PLUMMER; ESKES, 2015; ROCHESTER et al., 2014).

9. *Indivíduos com DP apresentam dependência da informação visual para manter a estabilidade postural.* Azulay et al (2002) testaram a hipótese de que há aumento da dependência visual em pacientes com DP. Indivíduos com DP idiopática e indivíduos neurologicamente saudáveis foram comparados no julgamento da vertical visual com perturbações visuais no plano frontal com uma moldura inclinada. Indivíduos com DP apresentaram erros significativamente maiores do que indivíduos saudáveis na estimativa da vertical subjetiva. Os autores concluíram que pacientes com DP possuem aumento significativo da dependência de informação visual, perceptualmente e motoramente.
10. *O controle postural de indivíduos com DP é afetado pelo foco de atenção.* A literatura apresenta divergências com relação a essa temática, mostrando resultados completamente opostos. Wulf et al. (2009) verificaram, em

indivíduos com DP moderados (H&Y 2 e 3) na presença da medicação de reposição dopaminérgica, que o foco externo de atenção reduz a instabilidade postural, sendo que o estudo contou com mais dois grupos, o de realizou a mesma atividade com foco interno de atenção e o grupo controle, no qual não foi dada nenhuma instrução relacionada ao foco de atenção e estes dois últimos grupos não apresentaram diferenças entre eles. Já, Beck et al (2017) verificaram que, na ausência de reposição dopaminérgica, indivíduos com DP moderada (H&Y 2 e 3) apresentam aumento de estabilidade postural quando é solicitado o foco interno de atenção, em comparação com o grupo que foi solicitado foco externo de atenção.

Sendo o controle postural um fator relevante e impactante durante a evolução da doença (DONÁ et al., 2015; LEE et al., 2012; MAETZLER; LIEPELT; BERG, 2009), é primordial conhecer sobre a preservação da aprendizagem de tarefas que envolvam o controle postural, assim como os fatores que nela interferem.

2.5 Aprendizagem Motora

A aprendizagem motora como fenômeno é definida como uma série de processos associados com a prática e/ou experiência que levam a uma mudança relativamente permanente na capacidade de desempenhar uma habilidade motora (SCHMIDT; LEE, 2011). Sendo que a aprendizagem motora é específica a tarefa praticada (SCHMIDT; LEE, 2014).

A prática é o fator fundamental para a aquisição de habilidades motoras. Com a prática, há melhora no desempenho que caracteriza o comportamento qualificado (MAGILL, 2011; SCHMIDT; LEE, 1999; TANI, 2005). Porém, o desempenho, durante a aquisição de uma habilidade, provavelmente será influenciado por um número de variáveis independentes transitórias, tais como feedback, motivação, estresse, atenção, sono e medicações que interferem nos efeitos relativamente permanentes da prática (KANTAK; WINSTEIN, 2012; SCHMIDT; LEE, 2014). Assim, o benefício imediato da prática no desempenho motor pode estar relacionado a pelo menos dois efeitos diferentes da mesma: (1) efeitos relativamente permanentes e (2) efeitos temporários tais como mudança de humor ou atenção (KANTAK; WINSTEIN, 2012).

No entanto, qual seria o valor dessa prática se não resultasse em uma melhora de longo prazo na habilidade do aprendiz para executar a ação motora?

Em outras palavras, a essência da aprendizagem motora reside na sua relativa permanência (KANTAK; WINSTEIN, 2012; MAGILL, 2011), às vezes descrita como uma capacidade melhorada para o desempenho das habilidades motoras (KANTAK; WINSTEIN, 2012). Nesse sentido, as mudanças relativamente permanentes não são diretamente observadas, mas podem ser inferidas por meio de mudanças na performance (SCHMIDT; LEE, 2014).

Essas mudanças podem ser observadas no aperfeiçoamento do desempenho, envolvendo a fluência do movimento, diminuição do erro e do tempo para execução da tarefa (KANTAK; WINSTEIN, 2012; SCHMIDT; LEE, 2011). Mais especificamente, Schmidt e Lee (2014) descrevem alguns exemplos que podem ocorrer durante esse processo:

- Durante a identificação do estímulo: aumento da automatização, concomitante com a velocidade e acurácia, para analisar o ambiente e o feedback do próprio movimento;
- Durante a seleção da resposta: melhora da performance de realização de ação motora;
- Durante a programação do movimento: melhora na parametrização do movimento e no planejamento das ações motoras;
- Durante o movimento: construção de programas motores mais efetivos e processos efetores;
- Durante o movimento: proporciona feedback mais preciso e acurado de diferentes formas;
- Após o movimento: estabelece referências de correção mais precisas.

Fitts e Posner (1967) propõem três estágios para o processo de aprendizagem motora. O primeiro, denominado estágio cognitivo, é a fase em que o aprendiz é engajado em processos cognitivos e a compreensão de características da tarefa é fundamental. Assim, como o aprendiz ainda tem poucas informações sobre a tarefa e ainda está traçando estratégias para melhor executá-la, apresenta uma grande quantidade de erros no desempenho. O desempenho apresenta-se inconsistente e os sujeitos não são capazes de identificar nem tão pouco corrigir seus erros.

No segundo estágio proposto denominado de associativo, o aprendiz começa a desenvolver a capacidade de detecção e correção dos erros. Nesse estágio, os erros grosseiros do início da aquisição da habilidade, como sequências de ações erradas e respostas a estímulos incorretos, são gradualmente eliminados. Concomitantemente, há uma padronização espaço-temporal nas ações motoras e, em consequência disto, uma melhora do desempenho (FITTS; POSNER, 1967).

Após um período prolongado de prática o aprendiz chega ao estágio final ou autônomo, que é caracterizado pela diminuição da atenção e da demanda de processamento de informações para a realização da habilidade, de forma que o indivíduo passa a engajar-se simultaneamente em uma segunda tarefa. Nesse estágio, o desempenho é consistente e o mecanismo de detecção e correção de erros está bem desenvolvido (FITTS; POSNER, 1967).

Assim, para Fitts e Posner (1967) a aprendizagem motora inicia-se com a compreensão da tarefa (fase cognitiva), etapa em que a atenção é importante e termina com a estabilização do comportamento (fase autônoma) na qual o nível de atenção necessário é muito baixo, a ponto de ser possível acrescentar mais uma tarefa, sem que isto prejudique a tarefa inicial.

Em um nível de análise mais neural, a aprendizagem motora pode ser considerada, conforme descreve Marinelli et al. (2017) como um processo que envolve diversas redes neurais e neurotransmissores, os quais serão ativados dependendo do tipo de tarefa e do estágio de aprendizagem em que se encontra o aprendiz.

Assim, segundo Marinelli et al. (2017) a fase cognitiva descrita por Fitts e Posner (1967) pode ser considerada com uma fase mais declarativa e relacionada ao processo explícito, já a fase autônoma com características de processo implícito. E, nesse sentido, os mesmos autores descrevem circuitos neurais diferentes para cada uma destas fases.

Nos estágios iniciais da aprendizagem motora, há um predomínio do envolvimento da “alça visuo-cognitiva” (córtex pré-frontal dorso lateral – córtex parietal inferior – parte anterior do núcleo estriado), que é seguida de uma redução gradual em favor da ativação da “alça motora” (área motora, pré-motora, somatossensorial e área motora suplementar – parte posterior do núcleo estriado). A participação do cerebelo também tem sido demonstrada, porém a natureza dessa interação ainda não tão clara (MARINELLI et al., 2017).

Segundo Marinelli et al. (2017):

“[...] as contribuições conjuntas do cerebelo e dos núcleos da base no processo de aprendizagem motora têm recebido maior importância. Em particular, estudos recentes têm mudado a visão tradicional da conexão entre os núcleos da base e o cerebelo, sugerindo que ambas as estruturas integram os *inputs* das áreas corticais dos lóbulos pré-frontal, parietal e temporal, afunilando informações para o córtex motor primário através do tálamo. De acordo com esta nova visão, o cerebelo e os núcleos basais podem trocar informações neurais graças a uma extensa rede subcortical multisináptica que ultrapassa o tálamo”

A distinção entre desempenho transitório e o desempenho relativamente permanente, descrita anteriormente, é particularmente importante nas investigações comportamentais da área de aprendizagem motora (SCHMIDT; LEE, 2014).

Nesse contexto, as pesquisas em aprendizagem motora têm como objetivo investigar quais condições de prática maximizam o desenvolvimento de mudanças relativamente permanentes (KANTAK; WINSTEIN, 2012; SCHMIDT; LEE, 2014), assim como estudar processos e mecanismos envolvidos na aquisição de habilidades motoras e os fatores que a influenciam, ou seja, como a pessoa se torna eficiente na execução de movimentos para alcançar uma meta desejada, com a prática e a experiência (TANI, 2005). As investigações em Aprendizagem Motora, portanto, são caracterizadas como pesquisas de natureza básica comportamental (TANI et al., 2010).

A aprendizagem é inferida por meio do desempenho em dois testes: teste de retenção e de transferência (MAGILL, 2011). O teste de retenção consiste em fazer com que o indivíduo desempenhe uma habilidade já praticada, em um momento posterior à aquisição (MAGILL, 2011), após um período sem prática (TANI, 2005). O teste de retenção avalia o aspecto de persistência da desempenho (MAGILL, 2011), ou seja, a extensão em que a habilidade é retida pelo aprendiz durante o intervalo de retenção, reflete a força da representação da habilidade adquirida na memória ao longo do tempo (SCHMIDT; LEE, 2011).

Já o teste de transferência expressa a capacidade de generalização ou adaptação do comportamento a mudanças no contexto ou em algum parâmetro característico da tarefa. Um indivíduo é beneficiado pela transferência tornando-se

capaz de praticar a tarefa aprendida em um contexto diferente do praticado (SCHMIDT; LEE, 2011).

Kantak e Winstein (2012) afirmam que o intervalo entre o fim da aquisição e os testes de retenção e/ou transferência é um fator crítico para a aprendizagem de novas habilidades. Este intervalo de tempo, chamado de intervalo de retenção, é extremamente variável entre os estudos e depende de escolhas/restrições dos experimentadores. Sendo que, dependendo da duração do intervalo de retenção, os testes podem ser categorizados como imediatos ou atrasados. Observa-se que o intervalo de retenção para testes de retenção varia entre 10 segundos (s) após a aquisição a algumas horas quando a mesma é imediata e de 24 horas, quando são atrasados.

2.5.1 Aprendizagem Motora na DP

Os déficits cognitivos e motores apresentados na DP podem afetar a aprendizagem motora, uma vez que o núcleo estriado está envolvido na aquisição de novas habilidades, em especial na consolidação do ato motor aprendido (NIEUWBOER et al., 2009).

Nieuwboer et al (2009) conduziram uma revisão sobre a aprendizagem motora na DP e verificaram que indivíduos com DP possuem o aspecto de persistência da aprendizagem motora, medido através de testes de retenção, porém seu desempenho é inferior aos indivíduos controle sem a doença.

Segundo Nieuwboer et al. (2009):

“[...] Estudos de neuroimagem revelam que indivíduos com DP necessitam da ativação de mais áreas cerebrais sugerindo um déficit na eficiência da aprendizagem. “

Além disso, a literatura aponta que indivíduos acometidos pela DP são capazes de aprender habilidades motoras (AGOSTINO; SANES; HALLETT, 1996; CHIVIACOWSKY et al., 2012; FERNANDES; PARK; QUINCY, 2017; FOREMAN et al., 2013; JESSOP; HOROWICZ; DIBBLE, 2006; MENDES et al., 2012; MIRELMAN et al., 2011; MOCHIZUKI-KAWAI; MOCHIZUKI; KAWAMURA, 2010; MUSLIMOVIC et al., 2007; PLATZ; BROWN; MARSDEN, 1998; POMPEU et al., 2014; ROCHESTER et al., 2010; SMILEY-OYEN; WORRINGHAM; CROSS, 2003; SOLIVERI et al., 1992; TERPENING et al., 2013), porém sua aquisição poderá

dependem do estágio da doença (POMPEU et al., 2014) e do nível de complexidade das tarefas (MENDES et al., 2012).

Além disso, os indivíduos com DP necessitam de mais prática do que indivíduos não acometidos para atingir o mesmo desempenho (CHIVIACOWSKY et al., 2012; FERNANDES; PARK; QUINCY, 2017; MUSLIMOVIC et al., 2007; POMPEU et al., 2014; SOLIVERI et al., 1992).

A aquisição, no entanto, é mais lenta (FOREMAN et al., 2013), necessitando de informação sensorial adicional (MENDES et al., 2012; NIEUWBOER et al., 2009). Os indivíduos com DP também se beneficiam de aspectos motivacionais promovidos pelo autocontrole sobre a prática (CHIVIACOWSKY et al., 2012), além do foco externo de atenção (WULF et al., 2009).

Um fator importante que otimiza a aprendizagem motora de indivíduos com DP é o uso de informação sensorial adicional como alvos, feedback visual e do tipo conhecimento de resultados (CR). Há evidências que o seu uso ajuda a alcançar um melhor desempenho e esse desempenho permanece imediatamente após a retirada da informação sensorial (NIEUWBOER et al., 2009; ROCHESTER et al., 2010).

Indivíduos com DP não atingem os mesmos níveis de desempenho observados em indivíduos sem a doença (FOREMAN et al., 2013; JESSOP; HOROWICZ; DIBBLE, 2006). Já que os déficits cognitivos, com a progressão da doença, podem limitar a aprendizagem (NIEUWBOER et al., 2009; POMPEU et al., 2014).

Já que a aprendizagem motora é tarefa-específica (SCHMIDT; LEE, 2014), torna-se necessário verificar se, quando se trata de tarefas que envolvem alta demanda de controle postural, foco desse estudo, como os indivíduos com DP se comportam na aprendizagem destas tarefas.

Soliveri et al (1992) investigaram a capacidade de aprender habilidades motoras em pacientes com DP quando comparados com indivíduos controle pareados em idade neurologicamente saudáveis. Foi proposta a realização de uma DT, na qual o indivíduo teria que realizar uma tarefa cognitiva enquanto batia seu pé no chão, sendo que o teste de retenção foi realizado no mesmo dia. Os resultados sugerem que os pacientes com DP foram capazes de aprender, apesar do desempenho inferior quando comparado ao GC. Jessop, Horowicz e Dibble (2006) investigaram os efeitos de uma tarefa com alta demanda de controle postural em RV sobre uma plataforma de força em pessoas com DP e sujeitos saudáveis pareados em idade e sexo. A tarefa em ambiente de realidade virtual consistia em deslocar

seu COP representado na tela em oito alvos pré-determinados. A fase de aquisição teve a duração de um dia, com até quinze tentativas e dois testes de retenção foram realizados, um com 24 horas após a aquisição e, outro, uma semana após a aquisição. Os autores concluíram que indivíduos com DP são capazes de reter as tarefas relacionadas ao controle postural. Mais recentemente, Peterson, Dijkstra e Horak (2016) investigaram a aprendizagem de respostas posturais de proteção frente a perturbações externas anteroposteriores em pessoas com DP quando comparado com adultos saudáveis, verificando se são capazes de reter essa habilidade após 24h e transferir para perturbações mediolaterais. Durante a aquisição, houve melhora dos aspectos avaliados, deslocamento de centro de massa após perturbações, margem de estabilidade ao primeiro pico, latência de passo e número de passos, em ambos os grupos e foram mantidas após 24h, porém não foram generalizadas para o passo de proteção lateral.

Já Lin et al (2007), Wulf et al (2009), Rochester et al (2010) e Chiviacowsky et al (2012) manipularam fatores relacionados a prática em tarefas de alta demanda de controle postural e verificaram seus efeitos, conforme descritos a seguir.

Lin et al (2007) investigaram a estrutura de prática aleatória e variada em blocos na aprendizagem motora de indivíduos com DP, os autores verificaram que a prática variada em blocos traz melhores resultados para pessoas com DP, já para os idosos saudáveis, a prática aleatória trouxe melhores resultados no teste de retenção imediato. Wulf et al (2009) investigaram o efeito do foco de atenção na instabilidade postural de indivíduos com DP, sendo que a tarefa consistia em manter-se em pé sobre uma superfície instável (disco de equilíbrio) em três diferentes instruções: focar a atenção no movimento dos seus pés (foco interno), focar atenção no movimento do disco de equilíbrio (foco externo) ou sem nenhuma instrução com relação a atenção (controle). Os resultados apontaram que adotar o foco externo de atenção leva a menor oscilação do COP do que a condição controle e de foco interno de atenção, e não houve diferença entre as condições controle e foco interno.

Rochester et al (2010) investigaram o efeito das pistas ambientais externas (auditivas, visuais e somatossensoriais) na aprendizagem motora em tarefas realizadas a marcha, que podem ser consideradas como de alta demanda de controle postural para essa população; os resultados apontam que o uso de pistas favorece a aprendizagem motora na DP. E Chiviacowsky et al (2012) examinaram a

eficácia do uso do autocontrole sobre o uso de um dispositivo de assistência física na aprendizagem de uma tarefa sobre o estabilômetro, sendo que tarefa consistiu em manter em pé sobre o estabilômetro, tentando manter a plataforma tão perto horizontal como possível durante cada tentativa de 30 segundos; foi possível verificar que o autocontrole sobre aspectos da prática levou a melhora do desempenho e consequente aprendizagem desse grupo.

De forma geral, os estudos encontrados na literatura e incluídos nessa revisão, evidenciam que indivíduos com DP são capazes de aprender habilidades motoras, no entanto uma recente revisão questiona a aprendizagem motora de indivíduos com DP (MARINELLI et al., 2017). Quando verificados os estudos que foram incluídos nesta revisão, alguns deles não são estudos de aprendizagem motora, e sim de adaptação visuo-motora (BÉDARD; SANES, 2011; ISAIAS et al., 2011; MARINELLI et al., 2009; STERN et al., 1988), de aprendizagem processual não-motora (COHEN; POURCHER, 2007); e quando se tratam da aprendizagem de habilidade motoras, os estudos incluídos na revisão de Marinelli et al. (2017) mostram que os indivíduos com DP foram capazes de aprender tarefas de alcance e foram capazes de reter a curto prazo, mas não a longo prazo (SMILEY-OYEN; WORRINGHAM; CROSS, 2003), são capazes de reter uma tarefa sequencial (MOCHIZUKI-KAWAI; MOCHIZUKI; KAWAMURA, 2010; TERPENING et al., 2013), mas não são capazes de transferir para uma nova sequência (MOCHIZUKI-KAWAI; MOCHIZUKI; KAWAMURA, 2010).

No entanto, sendo uma doença neurodegenerativa, o intervalo entre a aquisição e o teste de retenção é relevante para os indivíduos acometidos. Quando se observa esse intervalo nos estudos relatados acima, verifica-se que esse intervalo é curto, variando entre 1 hora (PLATZ; BROWN; MARSDEN, 1998) e uma semana de intervalo (JESSOP; HOROWICZ; DIBBLE, 2006; SIDAWAY et al., 2016), o que pode ser descrito como um fator crítico para a aprendizagem de habilidades motoras (KANTAK; WINSTEIN, 2012).

Na tentativa de solucionar esse problema relativo ao intervalo de retenção, Mendes et al (2012) realizaram testes de retenção imediato, uma semana após a prática, e atrasado (60 dias após a prática). Foi analisada a aprendizagem de tarefas que envolviam alta demanda de controle postural em ambiente virtual em indivíduos com DP. Concluiu-se que os sujeitos foram capazes de reter as habilidades em sete

dos dez jogos treinados. Sendo que os jogos não aprendidos possuíam maiores demandas cognitivas, além da marcha estacionária.

Desse modo, ainda há questionamentos sobre a capacidade de aprender tarefas relacionadas a alta demanda de controle postural, em especial envolvendo maior demanda cognitiva, além de dúvidas sobre a permanência da aprendizagem por causa dos diferentes delineamentos envolvendo o tempo entre a aquisição e os testes de retenção.

Outra questão levantada no estudo de Mendes et al., (2012) é que aprender tarefas de alta demanda de controle postural pode levar a mudanças no próprio controle postural dos indivíduos incluídos no estudo. Sendo que o teste utilizado foi o teste de alcance funcional, em que se verificou que os participantes foram capazes de aumentar a distância do alcance após a fase de aquisição e que essa mudança manteve-se após 60 dias sem prática (MENDES et al., 2012).

Porém, no teste de alcance funcional é solicitado que o indivíduo incline o corpo a frente o máximo que conseguir sem retirar os calcanhares do chão (SCALZO et al., 2009), sendo esse um teste pouco complexo que não abrange a complexidade das tarefas que envolvem o controle postural e que foram treinadas na fase de aquisição em ambiente de realidade virtual. Desse modo, verificar se ocorrem mudanças relativamente permanentes no controle postural utilizando um teste mais robusto também se torna fundamental.

3 Objetivos

3.1 Objetivo Geral

Investigar o impacto da DP na aprendizagem de tarefas que envolvam de demanda de controle postural em ambiente de realidade virtual quando comparados com idosos saudáveis.

3.2 Objetivos Específicos

- Investigar o impacto da DP na AM, e se há retenção a curto e a longo prazo;
- Investigar o impacto da prática em ambiente de realidade virtual no controle postural e cognição de indivíduos com DP quando comparados com idosos neurologicamente saudáveis.

4 Hipótese

O presente estudo possui duas hipóteses:

- Os indivíduos com DP serão capazes de aprender as tarefas relacionadas ao controle postural em ambiente de RV, observadas por meio da melhora no desempenho nos testes de retenção a curto e a longo prazo. Isso ocorrerá devido à intensa estimulação motora e cognitiva promovida pelos jogos, bem como pela oferta do conhecimento do desempenho em tempo real e dos resultados de cada tentativa, fatores que facilitam a aprendizagem motora;
- Aprender habilidades em ambiente de realidade virtual trará impacto positivo no controle postural e cognição de indivíduos com DP assim como de idosos neurologicamente saudáveis.

5 Método

Trata-se de um estudo experimental que foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CAAE:44795315.8.1001.5391) (ANEXO I).

5.1 Local do Estudo

Tratou-se de um estudo multicêntrico que envolveu a colaboração dos seguintes centros de pesquisa: Ambulatório de Transtornos do Movimento da Disciplina de Neurologia da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de

São Paulo, localizado na Rua Napoleão de Barros, Vila Mariana, São Paulo; Centro de Docência e Pesquisa dos Cursos de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), localizado na Rua Cipotânea, 51, Cidade Universitária, São Paulo; e Laboratório de Comportamento Motor da Escola de Educação Física e Esporte da USP, localizado na Avenida Professor Mello Moraes, 65, Cidade Universitária, São Paulo.

5.2 Materiais

Foram utilizados os seguintes materiais:

- Um console do videogame Xbox 360 + Kinect sensor;
- Um jogo Kinect *Adventure!*;
- Um controle sem fio;
- Um projetor Sony EW130 3LCD.

5.3 Critérios de Inclusão

Para o grupo experimental (GE) foram selecionados idosos com idade entre 60 e 80 anos; com diagnóstico de DP idiopática realizado por neurologistas especializados em doenças extrapiramidais; deambuladores; entre os estágios 1 e 3 da escala de Hoehn e Yahr modificada (HOEHN; YAHR, 1967; SCHENKMAN et al., 2001) (ANEXO IV); tratados com levodopa e ou seus sinérgicos; que não apresentassem outras doenças neurológicas ou ortopédicas detectáveis; não apresentaram sinais de demência, pontuando acima de 23 pontos no Mini Exame de Estado Mental (MEEM) (ROVNER; FOLSTEIN, 1987); que obtiveram pontuação inferior a 30 no Mini Balance Evaluation System Test (MiniBESTest) (ANEXO VI) (HORAK; WRISLEY; FRANK, 2009; MAIA et al., 2013); com acuidade visual normal ou corrigida; boa acuidade auditiva, sendo estes dois últimos critérios avaliados clinicamente; mínimo de 3 anos de escolaridade; que não tiveram experiência prévia com o sistema Kinect; que não tenham participado de um programa de reabilitação nos últimos seis meses do início do estudo e que concordaram em participar no estudo, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do estudo (ANEXO II).

Para o grupo controle (GC) foram selecionados idosos saudáveis pareados em idade e sexo com o grupo experimental, que não apresentassem doenças neurológicas ou ortopédicas detectáveis mediante questionamento no momento da entrevista inicial; com acuidade visual normal ou corrigida; boa acuidade auditiva, sendo estes dois últimos critérios avaliados clinicamente; mínimo de 3 anos de escolaridade; que não tiveram experiência prévia com o sistema Kinect e que concordaram em participar no estudo, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do estudo (ANEXO II).

5.4 Critérios de Exclusão

Foram excluídos os indivíduos que, durante o período do estudo, apresentaram qualquer tipo de alteração clínica que impossibilitasse a realização de exercícios físicos em bipedestação, tais como a ocorrência de quedas, congelamento observados tanto na avaliação inicial, quanto durante a intervenção. Foram excluídos sujeitos com alterações cardiorrespiratórias, ortopédicas ou neurológicas impeditivas para a prática de exercícios físicos em ambiente virtual.

5.5 Delineamento Experimental

O delineamento experimental está ilustrado na Figura 2:

Figura 2: Delineamento Experimental

Legenda: MiniBESTest: Mini Balance Evaluation System Test; MoCA: Montreal Cognitive Assessment; d: dias

5.5.1 Dia 1: Caracterização/ MiniBESTest e MoCA

No primeiro momento, as avaliações iniciais foram realizadas para caracterizar a amostra. Os dados coletados no GE foram idade, sexo, escolaridade, tempo de diagnóstico da DP, medicação ministrada, além de avaliarmos a gravidade da doença através da Escala de Hoehn e Yahr modificada (ANEXO IV) (HOEHN; YAHR, 1967; SCHENKMAN et al., 2001) e da Escala Unificada para Avaliação da DP seção III (GOETZ et al., 2008). Já os indivíduos do GC foram caracterizados com relação a idade, gênero e escolaridade.

Após a caracterização, ambos os grupos foram submetidos a avaliação do controle postural, realizada através do MiniBESTest (HORAK; WRISLEY; FRANK, 2009; MAIA et al., 2013) e da cognição através da MoCA (NASREDDINE et al., 2005) (ANEXO V).

O MiniBESTest é uma forma mais concisa do BESTest (Balance Evaluation System Test). O BESTest que foi elaborado para avaliar seis sistemas envolvidos no controle postural: (1) restrições biomecânicas; (2) limites de estabilidade e verticalidade; (3) ajustes posturais antecipatórios; (4) respostas posturais; (5) orientação sensorial e (6) estabilidade na marcha. Sendo que o MiniBESTest não contempla os sistemas (1) e (2) no BESTest, ele consiste em 14 tarefas pontuadas de 0 a 2 de acordo com o desempenho do participante. Avalia entre outros itens a base de suporte, o alinhamento do centro de pressão, força e amplitude de movimento do tornozelo, sentar e levantar, alcance funcional, equilíbrio em apoio unipodal, marcha e o desempenho no teste de levantar e andar em tarefa simples e dupla (HORAK; WRISLEY; FRANK, 2009).

O MoCA - versão brasileira, é um instrumento de rastreio cognitivo que acessa diferentes domínios, como atenção e concentração, funções executivas, memória, linguagem, habilidades visoconstrutivas, conceituação, cálculo e orientação (NASREDDINE et al., 2005).

5.5.2 Dia 2: Familiarização e Pré-teste

No dia 2 houve uma demonstração de cada jogo para os participantes do estudo por um examinador experiente. Posteriormente, para cada jogo, os indivíduos praticaram duas tentativas de familiarização com o jogo, sendo realizadas com o

auxílio do examinador para correção dos movimentos e da postura dos indivíduos por meio do direcionamento manual e comandos verbais, instruindo-o sobre qual a melhor forma e a mais correta de realizar o movimento para alcançar o objetivo do jogo.

Após a familiarização, o indivíduo realizou um bloco de cinco tentativas de cada um dos quatro jogos, que foram consideradas como pré-teste e foram realizadas sem a interferência do examinador para o registro da pontuação e futura análise do desempenho dos participantes. A ordem de realização dos jogos foi sorteada pelo participante.

5.5.3 Dia 3 -13: Fase de Aquisição

Durante a fase de aquisição, os participantes, tanto do GE quanto do GC realizaram 11 sessões individuais com duração de uma hora cada, duas vezes por semana, agendadas de modo a coincidir com o período *on* da medicação para a reposição dopaminérgica.

Os jogos praticados pelos participantes foram, de forma aleatória, quatro jogos do programa *Adventure!* do Xbox 360 desenvolvido pela Microsoft®, sendo que seus movimentos foram captados pelo sistema Kinect. As sessões foram realizadas individualmente e foram compostas pela prática variada em blocos dos quatro jogos previamente selecionados, por meio de sorteio da sequência de jogos a serem treinados em cada sessão, sendo cinco tentativas de cada jogo.

A prática variada em blocos foi realizada com base no estudo de Lin et al (2007) que verificaram em tarefas com demanda de controle postural, a prática variada em blocos traz melhores resultados para pessoas com DP do que a prática aleatória.

Os jogos selecionados foram: (1) Vazamentos; (2) Bolha Espacial; (3) Cume dos Reflexos e (4) Corredeiras. Tal seleção dos jogos foi realizada em estudo prévio de Pompeu et al (2014).

Para a realização da tarefa, os participantes permaneceram em pé em frente a projeção visual da tarefa projetados por meio de um projetor multimídia. Interagiram com os jogos por meio de movimentos corporais de acordo com as regras de cada jogo. Os jogos do sistema Kinect são baseados na captação dos

movimentos do jogador por meio de câmeras com sensores de sinal infravermelho. Desta forma, o movimento do jogador captado pela câmera é reproduzido por um avatar no ambiente virtual do jogo (MENDES et al., 2015; POMPEU et al., 2014).

5.5.4 Dia 14: Pós-teste, MiniBESTest e Moca

No dia 14, os participantes realizaram um bloco de cinco tentativas de cada um dos quatro jogos, que foram consideradas como pós-teste e foram realizadas sem a interferência do examinador para o registro da pontuação e futura análise do desempenho dos participantes. Novamente, a ordem de realização dos jogos foi sorteada pelo participante.

No mesmo dia, os sujeitos realizaram as avaliações MiniBESTest e MoCA, caso o participante apresentasse algum sinal de cansaço, uma pausa foi permitida.

5.5.5 Dia 15: Retenção a curto prazo

Após uma semana sem realizar a prática proposta, os participantes retornaram ao laboratório para realizar a retenção a curto prazo e as avaliações do controle postural e cognição.

A retenção a curto prazo consistiu em realizar a mesma prática proposta durante toda a fase de aquisição, ou seja, um bloco de cinco tentativas em cada jogo.

5.5.6 Dia 16: Retenção a longo prazo, MiniBESTest e MoCA

Após um mês do término da fase de aquisição, os participantes retornaram ao laboratório para realizar a retenção a longo prazo e as avaliações do controle postural e cognição.

A retenção a longo prazo consistiu em realizar a mesma prática proposta durante toda a fase de aquisição, ou seja, um bloco de cinco tentativas em cada jogo. É importante ressaltar que os indivíduos foram orientados pelo mesmo examinador do início ao fim da prática para que não haja interferência.

No mesmo dia, os sujeitos realizaram as avaliações MiniBESTest e MoCA, caso o participante apresentasse algum sinal de cansaço, uma pausa foi permitida.

5.6 Procedimentos realizados na sessão de prática

Inicialmente, foi realizado um sorteio para definir a ordem da realização dos jogos da sessão especificamente. No início de cada bloco foram dadas as instruções para os participantes a fim de motivá-los e orientá-los. As instruções verbais têm relação com os objetivos de cada jogo e o detalhamento segue abaixo:

Instruções para o jogo Vazamento: *“o objetivo deste jogo é tampar as rachaduras do vidro. Lembrando que pode haver rachaduras tanto nas paredes a sua frente e ao lado, quanto no chão. Quanto mais rápido o senhor(a) tampar as rachaduras, maior será a sua pontuação.”*

Instruções para o jogo Bolha Espacial: *“o objetivo deste jogo é pegar o máximo de bolhas possível. As bolhas estarão por todos os lados, desta forma o senhor(a) terá que movimentar os seus braços o mais rápido possível como se fosse voar estourar as bolhas e, assim, alcançar o seu objetivo.”*

Instruções para o jogo Cume de Reflexos: *“o objetivo deste jogo é alcançar o mais rápido possível no ponto de chegada desviando dos obstáculos. O seu bonequinho estará sobre uma plataforma em um trilho seguindo um determinado caminho e para o senhor(a) desviar dos obstáculos terá que pular ou agachar ou dar passos para os lados. Quanto mais o senhor(a) conseguir desviar dos obstáculos, maior será a sua pontuação.”*

Instruções para o jogo Corredeiras: *“o objetivo deste jogo é pegar a maior quantidade de moedas que o senhor(a) encontrar em seu caminho, além de desviar dos obstáculos que haverá.”*

A execução de cada jogo teve duração aproximada de 2 minutos com um intervalo entre as tentativas de 1 minuto. O tempo total da sessão foi de 60 minutos.

5.7 Descrição da Tarefa

A tarefa em ambiente de realidade virtual foi selecionada, pois esse ambiente pode favorecer o processo de aprendizagem motora de indivíduos com DP, pois ela fornece feedback imediato do tipo conhecimento de performance e de resultados

(DEUTSCH; FLUET, 2013; DOCKX et al., 2017; MENDES et al., 2012; WINSTEIN; REQUEJO, 2015); repetição intensa de tarefas complexas (POMPEU et al., 2014); mantém o aprendiz motivado a praticar a tarefa (LAVER et al., 2015; MENDES et al., 2012); fornece estímulos visuais e auditivos que podem ser usados como pistas externas (POMPEU et al., 2014); fatores que são essenciais para a aprendizagem motora de indivíduos com DP (BRAUER; MORRIS, 2010; NIEUWBOER et al., 2009; ROCHESTER et al., 2005, 2010).

Os videogames são considerados um tipo de RV (LAVER et al., 2011). E a nova geração de videogames promove a estimulação integrada de funções motoras e cognitivas (DOCKX et al., 2017; PICHIERRI et al., 2011) necessária para a resolução de tarefas virtuais. Além disso, tem sido evidenciada melhora do desempenho do jogo e aprendizagem de tarefas virtuais (MENDES et al., 2012; POMPEU et al., 2014), que impactam medidas do controle postural, como alcance anterior (MENDES et al., 2012).

A seleção dos jogos foi realizada em estudo piloto prévio de Pompeu et al (2014), nesse estudo os seguintes critérios foram estabelecidos para a seleção de jogos que realizassem a estimulação motora: (a) deslocamento constante do centro de massa do participante através do movimento dos membros superiores; (b) transferência de peso entre os membros inferiores; (c) agachamento; (d) as inclinações do tronco.

As demandas cognitivas estabelecidas para a seleção dos jogos foram: (a) a atenção visuo-espacial; (b) mudança de atenção; (c) a tomada de decisão; (d) rápido tempo de reação; (e) o planejamento e execução imediata.

Seguindo esses critérios citados acima, três examinadores experientes analisaram quatro praticantes com DP. A partir dessa análise foram selecionados os quatro jogos que seguiam esses critérios e que fossem possíveis dos praticantes realizarem um bom desempenho e que tivessem capacidade de interação, sem a presença de efeitos adversos, sendo eles Vazamentos, Bolha Espacial, Cume dos Reflexos e Corredeiras (POMPEU et al., 2014).

No jogo “Vazamentos”, o avatar do jogador está dentro de um cubo de vidro sob a água. Os jogadores têm que movimentar partes do corpo para tampar buracos no cubo, evitando vazamentos. No jogo “Bolha Espacial”, os jogadores devem tocar esferas virtuais rapidamente com movimentos dos braços e deslocamentos do centro de gravidade (CGr). No jogo “Cume dos Reflexos”, o avatar mantém-se sobre

uma plataforma que se move sobre trilhos, devendo desviar de obstáculos e tocar esferas virtuais. Por fim, no jogo “Corredeiras”, o avatar está sobre uma jangada que deve ser controlada por deslocamentos do CGr do jogador com intuito de tocar esferas virtuais no leito de um rio (MENDES et al., 2015).

A caracterização dos jogos nos aspectos do meio ambiente, da tarefa e biológicos, segundo Cairolli et al (2017) estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1: Caracterização dos jogos segundo Cairolli et al (2017)

	Vazamentos	Bolha Espacial	Cume dos Reflexos	Corredeiras
Aspectos do Meio Ambiente				
Validade ecológica	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
Representação Avatar	Terceira pessoa	Terceira pessoa	Terceira pessoa	Terceira pessoa
Identificação do Avatar	Customizado	Customizado	Customizado	Customizado
Estabilidade do Ambiente	Aberta	Aberta	Aberta	Aberta
Aspectos relacionados à tarefa				
Dupla-tarefa	X	X	X	X
Feedback aumentado	X	X	X	X
Quanto ao tipo	CR	CR	CR	CR
Quanto ao momento	Concomitante	Concomitante	Concomitante	Concomitante
Quanto ao controle do mov	Fechado	Fechado	Aberto	Aberto
Tarefa de estabilidade	X	X	X	X
Tarefa locomotora	X	X	X	X
Tarefas manipulativas				
Aspectos biológicos (motores)				
Coord. Multimembros	X	X	X	X
Coordenação bimanual		X		
Assimetria bimanual	X	X	X	X
Aspectos musculares do mov	Habilidade motora grossa	Habilidade motora grossa	Habilidade motora Grossa	Habilidade motora grossa
Aspectos biológicos (condicionais)				
Flexibilidade	X	X	X	Requisito parcial
Resistência de força	Requisito parcial	Requisito parcial	Requisito parcial	Requisito parcial
Resist. Cardiovascular	Requisito parcial	Requisito parcial	Requisito parcial	Requisito parcial
Veloc. de frequência		X		
Agilidade	X	X	X	X
Equilíbrio dinâmico	X	X	X	X
Equilíbrio estático	X	X	X	X
Aspectos biológicos (perceptivos e cognitivos)				
Tempo de reação	X	X	X	X
Timing		X	X	X
Ritmo		X		

Legenda: x: presente/relacionado à meta da tarefa; mov: movimento; resist: resistência; veloc: velocidade

Já Quadro 2 descreve, mais especificamente, quais as demandas motoras e cognitivas dos jogos selecionados, além dos elementos facilitadores.

Quadro 2: Principais demandas motoras e cognitivas e elementos facilitadores da aprendizagem de cada um dos jogos.

	Demanda Motora	Demanda Cognitiva	Elementos Facilitadores
Bolha Espacial	Deslocamento ântero-posterior e látero-lateral do CGr; passos multidirecionais; movimentos de MMSS.	Atenção a vários alvos; DT, planejamento; tempo de reação.	<i>Pistas visuais:</i> esferas móveis <i>Pistas auditivas:</i> ritmos musicais direcionadores <i>Retroalimentação:</i> avatares, sons de êxito e pontuação em tempo real
Vazamentos	Baixar, elevar e deslocar o CGr lateralmente; passos multidirecionais; movimentos dos MMSS e cabeça; controle antecipatório do equilíbrio.	Atenção a vários alvos; dupla e multitarefa motora; planejamento de movimentos; tempo de reação.	<i>Pistas visuais:</i> deslocamento dos peixes <i>Pistas auditivas:</i> sons de vazamento <i>Retroalimentação:</i> avatares, sons de êxito e pontuação em tempo real
Cume dos Reflexos	Movimentos de MMSS adequados à orientação das esferas; baixar o CGr; passos laterais para esquivar-se; saltar.	Planejar movimentos de MMSS para pegar esferas e para desviar dos obstáculos; atenção a vários alvos.	<i>Pistas visuais:</i> esferas estáticas <i>Pistas auditivas:</i> ritmos musicais direcionadores <i>Retroalimentação:</i> avatares, sons de êxito e pontuação em tempo real
Corredeiras	Deslocamento látero-lateral do CGr ou passos laterais; saltos.	Atenção a vários alvos; Planejamento; atenção seletiva.	<i>Pistas visuais:</i> esferas estáticas <i>Pistas auditivas:</i> ritmos musicais direcionadores <i>Retroalimentação:</i> avatares, sons de êxito e pontuação em tempo real

Legenda: CG: centro de gravidade; MMSS: membros superiores (Adaptado de Mendes et al,2015).

5.8 Variáveis Dependentes

Para o jogo Vazamento, foi computado o número de acertos, ou seja, a quantidade de rachaduras que o participante conseguir tampar, bem como a pontuação total dada no final do jogo. Este jogo contém 42 rachaduras. Quanto maior o número de rachaduras em um menor tempo, maior será a pontuação do participante. Sendo que quando o participante consegue tampar as 42 rachaduras, o tempo restante é somado a pontuação final.

Para o jogo Bolha Espacial, foi computada a pontuação final que corresponde ao total de bolhas que o participante estourar, sendo 240 bolhas totais. Desta forma, quanto mais rápido o participante realizar os movimentos, maior será a sua pontuação.

Para o jogo Cume de Reflexos, foi computado o número de obstáculos que o participante conseguir desviar (número de acertos), o tempo de realização da tarefa em segundos (ilustrado pelo próprio jogo ao final da tentativa) e a pontuação total dada no final do jogo. Este jogo possui 25 obstáculos. E o objetivo do jogo é chegar mais rápido no ponto de chegada desviando do maior número de obstáculos possível.

Para o jogo “Corredeiras” foi computada a pontuação final que representa a quantidade de moedas que o indivíduo conseguiu pegar com os obstáculos que conseguiu transpor.

As variáveis dependentes que foram computadas em cada jogo estão sintetizadas na Tabela 1.

Tabela 1: Variáveis Dependentes dos jogos selecionados.

Jogo	Variáveis Dependentes
Vazamentos	Número de acertos e pontuação final
Bolha Espacial	Pontuação final
Cume dos Reflexos	Número de acertos, tempo de execução e pontuação final
Corredeiras	Pontuação final

Já para o MiniBESTest e a MoCA, a variável dependente selecionada é o escore total dos testes.

5.9 Análise dos Dados

Inicialmente, foi realizado estudo piloto com três sujeitos em cada grupo e a partir do desempenho apresentado pelos indivíduos no GE foi realizado o cálculo amostral. Considerando-se dois momentos para realização do cálculo em cada jogo, sendo, o pré-teste e pós-teste, com nível de significância de 5% e poder do teste de 80%.

Após a realização do cálculo para cada jogo, foi selecionado o jogo que apresentou o maior número de sujeitos para a obtenção do efeito. O jogo que necessitou de maior número de participantes foi o jogo Corredeiras, com 14 participantes em cada grupo.

Os dados demográficos e as características clínicas dos participantes dos dois grupos foram comparados por meio do teste t para amostras independentes.

Foram realizados testes de normalidade e homogeneidade de variância por meio do teste de *Kolmogorov-Smirnov* e *Levene*, respectivamente. E, como os pressupostos de normalidade, foi realizada análise inferencial dos momentos pré-teste, pós-teste, retenção a curto e a longo prazo por meio da Análise de Variância de Múltiplas Comparações (4x2).

Foi realizada, também, a análise inferencial das mudanças no controle postural e da cognição, no escore total e nos domínios específicos avaliados pelos testes, nos momentos pré-teste, pós-teste e seguimento por meio da Análise de Variância de Múltiplas Comparações (3x2), com post hoc de *Tukey* em ambas as condições, sendo medido o valor de p e tamanho do efeito (*effect size* – ES). O alfa de 0,05 foi utilizado como significância estatística.

6 Resultados

O estudo contou com 14 participantes em cada grupo. Apenas um participante do GE não concluiu o estudo devido a alterações clínicas, conforme ilustra a Figura 3.

Figura 3: Fluxograma do estudo

Legenda: GC: grupo controle; GE: grupo experimental; n: número de participantes; H&Y: Escala de Hoehn & Yahr modificada; MEEM: mini exame do estado mental.

Os 14 participantes de cada grupo realizaram avaliação inicial a fim de verificar as características específicas de cada grupo (Tabela 2). É possível verificar que os grupos não apresentaram diferença estatisticamente significativa para idade, escolaridade e cognição, porém apresentaram diferença estatisticamente significativa para o controle postural. Nota-se que o GE foi composto em sua maioria por homens, já o GC em sua maioria por mulheres; e que o GE foi composto por sujeitos moderadamente comprometidos, em sua maioria (GOETZ et al., 2004, 2008).

Tabela 2: Caracterização dos participantes do estudo.

	GE	GC	<i>p</i>
Sexo (F/M)	4/10	10/4	_____
Idade m (dp)	64.28 (6.35)	69.71 (5.91)	0.91
Escolaridade m (dp)	11.07 (4.61)	11.57 (2.92)	0.73
MoCA m (dp)	22.42 (3.41)	23.64 (3.17)	0.854
MiniBESTest m (dp)	20.78 (6.54)	27.35 (2.67)	0.032*
UPDRS m (dp)	20.5 (8.65)	_____	_____
	1: 14.28%;		
	1.5: 14.28%;		
H&Y	2: 7.14%;	_____	_____
	2.5: 21.42%;		
	3: 42.85%.		

Legenda: GE: Grupo Experimental; GC: Grupo Controle; H&Y: Escala de Hoehn & Yahr modificada; MoCA: Montreal Cognitive Assessment; MiniBESTest: Mini Balance Evaluation System Test F: feminino; M: masculino; m: média; DP: desvio padrão; *: $p \leq 0.05$.

6.1 Jogo “Bolhas Espaciais”

Como ilustrado na figura 4, foi possível observar que, para o jogo “Bolhas Espaciais”, os grupos são diferentes ($p=0,003$; $ES=0.856$) em todos os momentos, não havendo efeito de interação entre os fatores momento e grupo ($p=0.135$; $ES=0.411$).

Com relação à análise intragrupo, foi possível observar diferença entre os momentos pré-teste e pós-teste ($p=0.000$; $ES=1.000$) para ambos os grupos, sendo que ambos mantiveram seu desempenho do pós-teste para a retenção a curto prazo e do pós-teste para a retenção a longo prazo (Figura 4).

Figura 4: Pontuação Jogo Bolhas Espaciais.

Legenda: Ret CP: Retenção a curto prazo, Ret LP: Retenção a longo prazo, GE: grupo experimental, GC: grupo controle, * diferença intergrupo, #: diferença intragrupo no GE, €: diferença intragrupo no GC. $p \leq 0.05$.

6.2 Jogo “Corredeiras”

No jogo “Corredeiras”, também foi possível observar que os grupos são diferentes ($p=0,00$; $ES=0.972$) em todos os momentos analisados, não havendo efeito de interação entre os fatores momento e grupo ($p=0.155$; $ES=0.371$) (Figura 5).

Com relação à análise intragrupo, foi possível observar diferença entre os momentos pré-teste e pós-teste ($p=0.000$; $ES=1.000$) para ambos os grupos; e entre pós-teste e retenção a curto prazo ($p=0.008$; $ES=0.786$) apenas para o GC (Figura 5).

Figura 5: Pontuação Jogo Corredeiras

Legenda: Ret CP: Retenção a curto prazo, Ret LP: Retenção a longo prazo, GE: grupo experimental, GC: grupo controle, * diferença intergrupo, #: diferença intragrupo no GE, €: diferença intragrupo no GC. $p \leq 0.05$.

6.3. Jogo “Vazamentos”

Neste jogo, com duas variáveis dependentes tem-se que: para a variável pontuação, ilustrada na figura 6, foi possível observar que os grupos são diferentes ($p=0,000$; $ES=0.989$), em todos os momentos analisados, não havendo efeito de interação entre os fatores momento e grupo ($p=0.411$; $ES=0.207$).

Com relação à análise intragrupo, foi possível observar diferença entre os momentos pré-teste e pós-teste ($p=0.000$; $ES=1.000$) para ambos os grupos (Figura 6).

Figura 6: Pontuação Jogo Vazamentos.

Legenda: Ret CP: Retenção a curto prazo, Ret LP: Retenção a longo prazo, GE: grupo experimental, GC: grupo controle, * diferença intergrupo, #: diferença intragrupa no GE, €: diferença intragrupa no GC. $p \leq 0.05$.

Já para a variável número de acertos, também foi possível observar que os grupos são diferentes ($p=0,030$; $ES=0.598$), não havendo efeito de interação entre os fatores momento e grupo ($p=0.069$; $ES=0.512$) (Figura 7).

Com relação à análise intragrupa, foi possível observar diferença entre os momentos pré-teste e pós-teste ($p=0.000$; $ES=1.000$) em ambos os grupos (Figura 7).

Figura 7: Número de acertos Jogo Vazamentos

Legenda: Ret CP: Retenção a curto prazo, Ret LP: Retenção a longo prazo, GE: grupo experimental, GC: grupo controle * diferença intergrupo, #: diferença intragrupa no GE, €: diferença intragrupa no GC. $p \leq 0.05$.

6.4 Jogo “Cume dos Reflexos”

Já o jogo “Cume dos Reflexos” possui três variáveis dependentes, pontuação, número de acertos e tempo de execução.

Para a variável pontuação, ilustrado na figura 8, foi possível observar que os grupos são diferentes ($p=0,003$; $ES=0.893$), em todos os momentos analisados, não havendo efeito de interação entre os fatores momento e grupo ($p=0.624$; $ES=0.124$).

Com relação à análise intragrupo, foi possível observar diferença entre os momentos pré-teste e pós-teste ($p=0.000$; $ES=1.000$) para ambos os grupos (Figura 8).

Figura 8: Pontuação Jogo Cume dos Reflexos.

Legenda: Ret CP: Retenção a curto prazo, Ret LP: Retenção a longo prazo, GE: grupo experimental, GC: grupo controle, * diferença intergrupo, #: diferença intragrupo no GE, €: diferença intragrupo no GC. $p \leq 0.05$.

Para a variável número de acertos, nota-se que os grupos são diferentes ($p=0,018$; $ES=0.684$) em todos os momentos analisados com exceção do pós-teste, não havendo efeito de interação entre os fatores momento e grupo ($p=0.335$; $ES=0.248$) (Figura 9).

Com relação à análise intragrupo, foi possível observar diferença entre os momentos pré-teste e pós-teste ($p=0.000$; $ES=1.000$) para ambos os grupos (Figura 9).

Figura 9: Número de acertos Jogo Cume dos Reflexos

Legenda: Ret CP: Retenção a curto prazo, Ret LP: Retenção a longo prazo, GE: grupo experimental, GC: grupo controle, * diferença intergrupo, #: diferença intragrupo no GE, €: diferença intragrupo no GC. $p \leq 0.05$.

Já para a variável tempo de execução, foi possível observar que os grupos são diferentes ($p=0.001$; $ES=0.939$) em todos os momentos, não havendo efeito de interação entre os fatores momento e grupo ($p=0.151$; $ES=0.360$). Assim, o GE realiza o bloco de tentativas de forma mais lenta que o GC (Figura 10).

Com relação à análise intragrupo, não houve diferença entre os momentos ($p=0.136$; $ES=0.379$) (Figura 10).

Figura 10: Tempo de execução Jogo Cume dos Reflexos

Legenda: Ret CP: Retenção a curto prazo, Ret LP: Retenção a longo prazo, GE: grupo experimental, GC: grupo controle, * diferença intergrupo, #: diferença intragrupo no GE, €: diferença intragrupo no GC. $p \leq 0.05$.

6.5 Avaliação controle postural e cognição

O presente estudo também pretendeu investigar se um período de prática em ambiente controlado seria capaz de gerar mudanças relativamente permanentes. Nesse contexto, duas medidas foram selecionadas para as análises, uma motora, especificamente o controle postural, por meio do MiniBESTest (MAIA et al., 2013) e outra cognitiva, por meio da MoCA (NASREDDINE et al., 2005).

Para as mudanças no controle postural, foi possível observar que os grupos são diferentes ($p=0,001$; $ES=0.954$) em todos os momentos analisados, não havendo efeito de interação entre os fatores momento e grupo ($p=0.430$; $ES=0.189$) (Figura 11)

Com relação à análise intragrupo, foi possível observar diferença entre os momentos pré-teste e pós-teste ($p=0.007$; $ES=0.802$) apenas no GC (Figura 11).

Figura 11: Avaliação Controle postural

Legenda: GE: grupo experimental; GC: grupo controle; diferença intergrupo, €: diferença intragrupo no GC. $p \leq 0.05$.

A medida de avaliação utilizada para mensurar o controle postural, MiniBESTest, mensura quatro aspectos do mesmo, sendo eles APAs, respostas posturais, orientação sensorial e estabilidade da marcha (MAIA et al., 2013), a tabela 3 ilustra os resultados nas áreas específicas medidas pelo teste.

Tabela 3: Domínios do controle postural medidos pelo MiniBESTest

		Avaliação Inicial m (dp)	Avaliação Final m (dp)	Seguimento m (dp)	Análise Intragrupo	Análise Intergrupo
APAs	GE	5.69 (1.88)	5.92 (1.38)	5.92 (1.44)	p=0.15;	p=0.07;
	GC	6.64 (1.27)	7.21 (0.97)	7.28 (1.20)	ES=0.352	ES=0.810
Respostas Posturais	GE	4.53 (2.78)	5.07 (2.38)	5.84 (2.23)	p=0.04* ^a ;	p=0.08;
	GC	5.92 (1.77)	6.92 (1.38)	6.35 (1.69)	ES=0.602	ES=0.414
Orientação Sensorial	GE	4.03 (1.10)	5.00 (0.91)	4.76 (0.83)	p=0.53;	p=0.00*;
	GC	5.78 (0.42)	5.50 (0.75)	5.57 (0.51)	ES=0.119	ES=0.986
Estabilidade da Marcha	GE	6.69 (1.88)	7.46 (1.39)	7.38 (1.50)	p=0.05* ^{b,c} ;	p=0.00*;
	GC	9.00 (0.78)	9.78 (0.42)	9.35 (0.74)	ES=0.857	ES=1.00
Total	GE	20.84 (6.80)	22.92 (5.18)	23.46 (5.65)	p=0.00* ^b ;	p=0.00*;
	GC	27.35 (2.67)	29.42 (2.06)	26.57 (3.47)	ES=0.802	ES=0.954

Legenda: APAs: ajustes posturais antecipatórios; m:média; dp: desvio-padrão; GC: grupo controle; GE: grupo experimental *p≤0.05; ^a: diferença estatisticamente significativa entre avaliação inicial e final em ambos os grupos; ^b: diferença estatisticamente significativa entre avaliação inicial e final no GC; ^c: diferença estatisticamente significativa entre avaliação final e seguimento no GC

Na tabela 3 pode-se verificar que, apesar de no escore total do MiniBESTest, apenas o GC apresentar melhoras estatisticamente significante, quando se considera essa análise nos domínios específicos medidos pelo MiniBESTest verifica-se que os grupos apresentam diferenças estatisticamente significantes apenas nos domínios Orientação Sensorial e Estabilidade da Marcha.

Com relação a análise intragrupo, o GE apresentou diferença estatisticamente significativa entre avaliação inicial e final no domínio Respostas Posturais; e o GC apresentou melhora estatisticamente significativa entre avaliação inicial e final para os domínios Respostas Posturais e Estabilidade da Marcha. Além disso, houve piora estatisticamente significativa entre avaliação final e seguimento no domínio Estabilidade da Marcha (Tabela 3).

Para as mudanças cognitivas, não foi possível verificar diferença estatisticamente significativa entre os grupos (p=0.143; ES=0.307), não havendo efeito de interação entre os fatores momento e grupo (p=0.724; ES=0.075). Entre os momentos avaliação inicial e seguimento após um mês houve diferença (p=0.006; ES=0.823) para ambos os grupos (Figura 12).

Figura 12: Avaliação Cognição

Legenda: GE: grupo experimental; GC: grupo controle; diferença intergrupo, €: diferença intragrupa no GC. $p \leq 0.05$.

A medida de avaliação utilizada para mensurar o cognição, MoCA, mensura oito aspectos do mesmo, sendo eles visoespacial, nomeação, atenção, linguagem, abstração, memória e orientação (NASREDDINE et al., 2005), a tabela 4 ilustra os resultados nas áreas específicas medidas pelo teste.

Tabela 4: Domínios da cognição medidos pela MoCA

		Avaliação Inicial m (dp)	Avaliação Final m (dp)	Seguimento m (dp)	Análise Intragrupa	Análise Intergrupo
Visoespacial	GE	3.30 (1.25)	3.38 (1.44)	3.23 (1.30)	p=0.82;	p=0.03*;
	GC	4.00 (0.87)	4.07 (0.73)	4.28 (1.20)	ES=0.078	ES=0.567
Nomeação	GE	2.84 (0.55)	2.92 (0.27)	2.69 (0.85)	p=0.44;	p=0.88;
	GC	2.71 (0.82)	2.92 (0.26)	2.92 (0.26)	ES=0.182	ES=0.052
Atenção	GE	4.69 (1.37)	4.30 (1.54)	4.53 (1.50)	p=0.32;	p=0.36;
	GC	5.00 (1.03)	4.71 (1.43)	5.07 (0.99)	ES=0.241	ES=0.143
Linguagem	GE	1.61 (1.04)	1.84 (0.68)	1.92 (0.64)	p=0.37;	p=0.58;
	GC	1.78 (1.05)	2.14 (1.23)	1.92 (0.91)	ES=0.213	ES=0.083
Abstração	GE	1.00 (0.57)	1.07 (0.64)	1.23 (0.59)	p=0.38;	p=0.00*;
	GC	1.64 (0.49)	1.71 (0.46)	1.78 (0.57)	ES=0.209	ES=0.913
Memória	GE	2.61 (1.32)	3.23 (1.36)	3.53 (1.05)	p=0.04* ^a ;	p=0.54;
	GC	2.64 (1.27)	2.85 (1.23)	3.50 (1.65)	ES=0.213	ES=0.090
Orientação	GE	5.69 (0.63)	5.78 (0.42)	5.71 (0.46)	p=0.89;	p=0.01*;
	GC	6.00 (0.0)	6.00 (0.0)	6.00 (0.0)	ES=0.067	ES=0.768
Total	GE	22.30 (3.52)	23.23 (3.94)	23.61 (3.86)	p=0.00* ^a ;	p=0.14;
	GC	23.64 (3.17)	25.00 (3.41)	25.78 (2.88)	ES=0.823	ES=0.307

Legenda: m:média; dp: desvio-padrão; GC: grupo controle; GE: grupo experimental * $p \leq 0.05$;
^a: diferença estatisticamente significativa entre avaliação inicial e seguimento em ambos os grupos.

Na tabela 4 verifica-se que, apesar de no escore total da MoCA, os grupos não apresentarem diferença estatisticamente significativa, quando se considera a análise nos domínios específicos medidos pela MoCA, verifica-se que os grupos apresentam diferenças estatisticamente significantes nos domínios Visoespacial, Abstração e Orientação.

Com relação a análise intragrupo, apenas o domínio Memória apresentou diferença estatisticamente significativa entre avaliação inicial e seguimento para ambos os grupos (Tabela 4).

7 Discussão

O objetivo geral do estudo foi investigar a aprendizagem de tarefas que envolviam alta demanda de controle postural em ambiente de realidade virtual em indivíduos com DP quando comparados com idosos saudáveis. Como hipótese tinha-se que os indivíduos com DP teriam desempenho inferior aos idosos neurologicamente saudáveis durante a fase de aquisição. No entanto, apesar disso, os indivíduos com DP seriam capazes de aprender as quatro tarefas selecionadas, observadas por meio da melhora no desempenho nos testes de retenção a curto e a longo prazo.

Os achados principais confirmam a hipótese inicial, ou seja, os indivíduos com DP apresentaram desempenho inferior quando comparado aos idosos neurologicamente saudáveis nos quatro momentos avaliados, quais sejam: pré-teste, pós-teste, retenção a curto prazo e retenção a longo prazo. Apesar disso, foram capazes de aprender os quatro jogos selecionados, mantendo o desempenho aperfeiçoado após uma semana e após um mês.

A literatura já evidencia que indivíduos com DP apresentam desempenho inferior aos idosos neurologicamente saudáveis. Desse modo, o desempenho motor inferior já era esperado, já que a doença apresenta sintomas motores e cognitivos que afetam a realização de habilidades motoras (AARSLAND et al., 2017; DARWEEESH et al., 2017; HAMANI; LOZANO, 2003; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009).

Com relação a aprendizagem motora, foco principal deste estudo, alguns estudos na literatura já evidenciaram que indivíduos com DP são capazes de aprender diferentes habilidades motoras (AGOSTINO; SANES; HALLETT, 1996; CHIVIACOWSKY et al., 2012; FERNANDES; PARK; QUINCY, 2017; FOREMAN et al., 2013; JESSOP; HOROWICZ; DIBBLE, 2006; MENDES et al., 2012; MIRELMAN et al., 2011; MUSLIMOVIC et al., 2007; PETERSON; DIJKSTRA; HORAK, 2016; PLATZ; BROWN; MARSDEN, 1998; POMPEU et al., 2014; ROCHESTER et al., 2010; SOLIVERI et al., 1992). Quando se trata de tarefas que envolvem demanda de controle postural, apenas três estudos foram encontrados na literatura (JESSOP; HOROWICZ; DIBBLE, 2006; PETERSON; DIJKSTRA; HORAK, 2016; SOLIVERI et al., 1992), e esses estudos também evidenciam que indivíduos com DP são capazes de aprender tarefas com demanda de controle postural.

Porém, dentre os três estudos relacionados acima, o tempo entre o término de aquisição e a retenção é muito curto, variando de uma hora (SOLIVERI et al., 1992) a uma semana (JESSOP; HOROWICZ; DIBBLE, 2006), sendo esse um fator crítico para aprendizagem motora (KANTAK; WINSTEIN, 2012), principalmente quando se trata de uma doença neurodegenerativa (PAHWA; LYONS, 2010; RODRIGUEZ-OROZ et al., 2009).

De acordo com nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que evidencia que os diferentes intervalos de retenção em uma tarefa de demanda de controle postural, uma semana e um mês, não impactaram negativamente a aprendizagem motora dos indivíduos com DP. Apenas um estudo investigou essa questão, sendo Mendes et al. (2012), que realizaram dois testes de retenção, um a curto prazo, após uma semana sem prática e outro a longo prazo, 60 dias após o término da fase de aquisição. Ao contrário do presente estudo, os participantes reteram sete dos dez jogos praticados na fase de aquisição na retenção a curto prazo, que se manteve na retenção a longo prazo.

O presente estudo e o estudo de Mendes et al. (2012) possuem similaridades, pois foram realizados em ambiente de realidade virtual e incluíram indivíduos com idades bem similares. No entanto, diferenciam-se por incluírem indivíduos com gravidade da doença diferentes e, além da estrutura de prática oferecida. Já que no estudo de Mendes et al. (2012), os indivíduos praticavam dez jogos em realidade virtual, porém esses jogos foram divididos em sessões pares e ímpares, e portanto os indivíduos praticavam o mesmo jogo apenas uma vez por semana.

Outra questão que pode ser levantada com relação as tarefas propostas no presente estudo é que, de fato, as tarefas dos jogos propostos possuem altas demandas de controle postural, mas também possuem outras demandas tais como cognitivas, de coordenação, musculoesqueléticas e perceptuais (CAIROLI et al., 2017), as quais podem incrementar as demandas de controle postural, tornando-as maiores, já que são sempre realizadas em condição de dupla-tarefa.

Peterson, Dijkstra e Horak (2016) investigaram a aprendizagem de uma tarefa com demanda de controle postural isoladamente. Os autores verificaram que indivíduos com DP foram capazes de aprender respostas posturais de proteção anteroposteriores frente a perturbações externas, mas não foram capazes de transferir para respostas de proteção mediolaterais.

No presente estudo, o segundo objetivo foi verificar em caso de ocorrência da aprendizagem das tarefas propostas, o possível impacto no controle postural dos indivíduos.

Como hipótese relacionada a esse objetivo tinha-se que os indivíduos iriam aprender habilidades em ambiente de realidade virtual e isso impactaria de forma positiva no controle postural de indivíduos com DP, assim como de idosos neurologicamente saudáveis.

Como resultados da avaliação do controle postural realizada por meio do MiniBESTest (MAIA et al., 2013), foi possível verificar que apenas os idosos neurologicamente saudáveis foram capazes de melhorar seu desempenho do pré-teste para o pós-teste e manter esse desempenho do pós-teste para o seguimento após um mês.

Porém, quando analisamos os domínios específicos avaliados pelo teste, verificou-se que indivíduos com DP foram capazes apresentar melhora no domínio Respostas Posturais entre avaliação inicial e final; e os idosos neurologicamente saudáveis apresentaram melhora entre avaliação inicial e final para os domínios Respostas Posturais e Estabilidade da Marcha, além de piora entre avaliação final e seguimento no domínio Estabilidade da Marcha.

Na avaliação inicial foi possível verificar diferença entre os grupos sendo que os indivíduos com DP apresentaram-se piores nesta avaliação do que os idosos neurologicamente saudáveis, fato esse que era esperado, já que a literatura mostra que o controle postural é afetado com a doença que a instabilidade postural é maior em indivíduos com DP (DIBBLE et al., 2008; DONÁ et al., 2015; KING et al., 2012;

LEE et al., 2012; MAIA et al., 2013; VERVOORT et al., 2016). Além disso, King et al. (2012) relatam que pontuação abaixo de 20 no MiniBESTest é um preditor de quedas. Nesse sentido, alguns sujeitos com DP incluídos no estudo apresentam-se abaixo de 20 pontos, já que o desvio padrão da amostra é grande.

Sabe-se que o MiniBESTest apresenta alta confiabilidade teste re-teste (ICC = 0.92) (LEDDY; CROWNER; EARHART, 2011), o que assegura seu uso como instrumento para avaliação do controle postural, a fim de acompanhamento ao longo do tempo. Além disso, a mínima mudança detectável para esse teste em indivíduos com DP é de 17,1% ou 5.52 pontos (LEDDY; CROWNER; EARHART, 2011) e a mínima mudança clinicamente importante para indivíduos com alterações no controle postural é de 4 pontos (GODI et al., 2013). A partir destas medidas de referência pode-se verificar que os indivíduos com DP não apresentaram mudanças estatisticamente significantes nem tão pouco mudanças minimamente detectáveis e clinicamente importantes. Já os idosos, além de apresentarem mudanças estatisticamente significantes também apresentaram mínimas mudanças clinicamente importantes.

O estudo de Mendes et al., (2012) evidenciou que aprender tarefas de alta demanda de controle postural levam a mudanças no controle postural de indivíduos com DP em uma semana e 60 dias após a fase de aquisição. Sendo que o teste utilizado foi o teste de alcance funcional, no qual é solicitado que o indivíduo incline o corpo a frente o máximo que conseguir sem retirar os calcanhares do chão (SCALZO et al., 2009).

Porém, o teste de alcance funcional é pouco desafiador e não abrange a complexidade das tarefas que envolvem o controle postural, as quais foram treinadas na fase de aquisição em ambiente de realidade virtual. Além disso, tal teste avalia apenas o aspecto relacionado ao limite de estabilidade anterior. Já, o MiniBESTest, selecionado para avaliar o controle postural no presente estudo, avalia quatro aspectos do controle postural, sendo eles: (3) ajustes posturais antecipatórios, (4) respostas posturais, (5) orientação sensorial e (6) estabilidade na marcha.

Portanto, quando se trata de um teste de controle postural mais robusto, que engloba de forma abrangente seus diversos vários aspectos, a hipótese do presente estudo foi confirmada para indivíduos com DP apenas com relação as reações

posturais, e para os idosos neurologicamente saudáveis foi confirmada com relação ao escore total, respostas posturais e estabilidade da marcha.

A prática realizada durante a fase de aquisição exigiu com que os indivíduos reagissem frente a estímulos apresentados para atingir as metas das tarefas, e pode-se especular que esse seja o motivo de mudanças nas questões reativas do equilíbrio para ambos os grupos. Já os idosos neurologicamente saudáveis apresentavam movimentos mais amplos para atingir a meta da tarefa, levando a melhores desempenhos na fase de aquisição do que o GE, e esse pode ser o motivo pelo qual o GC apresentou melhora relacionada a estabilidade da marcha, porém após um mês sem a prática houve piora nesse domínio.

Sendo uma doença neurodegenerativa, pode-se questionar se algum tipo de prática/intervenção pode levar a mudanças positivas no controle postural. O treino específico de equilíbrio (MORRONE et al., 2016; SMANIA et al., 2010; VOLPE; GIANTIN; FASANO, 2014) leva a mudanças positivas no controle postural de indivíduos com DP moderados a graves.

Porém, outros tipos de treino podem levar a mudanças positivas no controle postural. Silva-Batista et al. (2016), verificaram melhoras no Timed up and go após o treino de força com instabilidade de músculos dos membros inferiores realizados 2x/por semana por 12 semanas de indivíduos com DP moderados. Shen e Mak (2012) verificaram que o treino de marcha estacionária realizado 3x/por semana por 4 semanas em indivíduos com DP leves a moderados levou ao aumento dos limites de estabilidade. E Zhang et al. (2015) verificaram que o treino multimodal realizado 2x/por semana por 12 semanas é capaz de melhorar o controle postural, medido através de escala de equilíbrio de Berg.

Portanto, com base nesses recentes estudos nota-se que algumas intervenções, sendo elas específicas ou não para o treino de equilíbrio podem levar a melhora do controle postural.

Por fim, o último objetivo do presente estudo foi investigar o impacto da prática em ambiente de realidade virtual na cognição de indivíduos com DP quando comparados com idosos neurologicamente saudáveis. Como hipótese tinha-se que os indivíduos iriam aprender habilidades em ambiente de realidade virtual e isso impactaria de forma positiva na cognição de indivíduos com DP, assim como de idosos neurologicamente saudáveis.

Com relação a avaliação da cognição que foi realizada por meio da MoCA (NASREDDINE et al., 2005), foi possível verificar que ambos os grupos apresentaram mudanças estatisticamente significantes da avaliação inicial para o seguimento. Em uma análise mais específica, podemos verificar mudanças apenas no domínio Memória, portanto conclui-se que a mudança no escore total da escala foi representada pelas mudanças apresentadas nesse domínio.

Apesar da literatura evidenciar que indivíduos com DP apresentam déficits cognitivos que pioram com o avanço da doença (AARSLAND et al., 2017), os indivíduos com DP incluídos no presente estudo não se diferenciaram dos idosos neurologicamente saudáveis na avaliação cognitiva inicial realizada através do escore total da MoCA (NASREDDINE et al., 2005). Segundo Nasreddine et al (2005), indivíduos sem alterações cognitivas apresentam escores acima de 26 pontos nessa escala de avaliação e, portanto, ambos os grupos apresentaram um déficit cognitivo leve no início do estudo. Apesar de não apresentarem diferenças estatisticamente significativas, quando verificamos os domínios específicos avaliados pela escala verificamos que os grupos apresentaram diferenças estatisticamente significativas para as questões visoespacial, de abstração e orientação espacial e temporal.

A MoCA apresenta alta confiabilidade teste re-teste ($ICC = 0.79$) para indivíduos com DP (GILL et al., 2008) que é considerado um índice excelente. Esse instrumento de avaliação não possui medidas psicométricas relacionadas a mudanças minimamente detectáveis ou clinicamente importantes para indivíduos com DP. Apesar de haver mudanças estatisticamente significantes, tanto o grupo controle quanto o experimental, ambos permanecem abaixo de 26 pontos e ainda podem ser classificados com alterações cognitivas leves.

Apesar de os indivíduos com DP ainda serem classificados com déficit cognitivo leve, estudos longitudinais mostram pioras anuais em avaliações cognitivas de indivíduos com DP (AARSLAND et al., 2017; CHEN et al., 2016) e o fato de a prática imposta levar a mudanças positivas em aspectos cognitivos, é de grande relevância para essa população.

O presente estudo é pioneiro em verificar se a aprendizagem de tarefas de controle postural leva a melhoras em aspectos cognitivos de indivíduos com DP. As intervenções motoras descritas na literatura que levam a mudanças cognitivas nessa população estão relacionadas ao treino aeróbio intenso por período prolongado e

têm mostrado aumento da ativação cortical (SCHENKMAN et al., 2012) e nos níveis séricos de BDNF (FRAZZITTA et al., 2014), sendo que a interpretação dos autores destes estudos é de que essas mudanças estruturais cerebrais podem ser indícios de mudanças cognitivas.

8 Limitações do estudo

O presente estudo possui algumas limitações. A primeira delas é não ter incluído indivíduos mais graves, com Hoehn e Yahr 4 e 5 (HOEHN; YAHR, 1967), porém para a inclusão de sujeitos mais graves a complexidade das tarefas necessitaria de ajustes significativos, já que esses indivíduos possuem muitos comprometimentos na realização de tarefas duplas (KELLY; EUSTERBROCK; SHUMWAY-COOK, 2012) e os dados não poderiam ser comparados.

Outra limitação do estudo foi não ter incluído a mesma quantidade de indivíduos nos diferentes estadiamentos da doença, o que possibilitaria uma análise mais aprofundada da aprendizagem motora durante a evolução da DP.

Com relação ao objetivo de verificar se o intervalo de retenção é impactante em indivíduos com DP, outra limitação é o fato de incluirmos apenas o teste de retenção para 1 mês, não o repetindo por um tempo mais prolongado, na tentativa de verificar qual o intervalo crítico para a aprendizagem de habilidades motoras.

9 Direcionamentos Futuros

O presente estudo deixa novos e promissores direcionamentos para o futuro. O primeiro deles é com relação ao intervalo de retenção, estudos futuros podem ser realizados com diferentes intervalos, após um mês, verificando o intervalo crítico da manutenção da aprendizagem motora para pessoas com DP.

Outra questão que se coloca é se a aprendizagem motora pode ser impactada ao longo da doença e, para isso, indivíduos em todos os graus de estadiamento precisam ser incluídos, além de considerações acerca das adaptações para a realização da tarefa em função dos diferentes níveis.

Por fim, sugere-se deixar as avaliações de controle postural e cognição ainda mais robustas e complexas utilizando-se medidas padrão-ouro para a avaliação do

controle postural e da cognição, tais como a posturografia em plataforma de força e testes neuropsicológicos ou neurofuncionais com imagem, respectivamente.

10 Conclusão

Indivíduos com DP são capazes de aprender tarefas com demanda de controle postural e as retêm a curto e a longo prazos, apesar de desempenho inferior dos idosos neurologicamente saudáveis.

A aprendizagem das tarefas propostas levou a melhora da cognição de idosos e indivíduos com DP, especificamente na memória, e nos aspectos reativos do controle postural para idosos e indivíduos com DP e na estabilidade de marcha somente para os idosos.

Referencias Bibliográficas

AARSLAND, D. et al. Cognitive decline in Parkinson disease. **Nature Reviews Neurology**, p. 1–15, 2017.

AGOSTINO, R.; SANES, J.; HALLETT, M. Motor skill learning in Parkinson's disease. **J Neurol Sci.**, v. 139, p. 218–226, 1996.

ALTMANN, L. J. P. et al. Unexpected dual task benefits on cycling in Parkinson disease and healthy adults: A neuro-behavioral model. **PLoS ONE**, v. 10, n. 5, p. 1–13, 2015.

AZULAY, J. et al. Increased visual dependence in Parkinson's disease. **Percept Mot Skills**, v. 95, n. 3, p. 1106–14, 2002.

BAKER, K.; ROCHESTER, L.; NIEUWBOER, A. The immediate effect of attentional, auditory, and a combined cue strategy on gait during single and dual tasks in Parkinson's disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 88, n. 12, p. 1593–1600, 2007.

BARBOSA, A. F. et al. The competition with a concurrent cognitive task affects posturographic measures in patients with Parkinson disease. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 73, n. 11, p. 906–12, 2015.

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

BARELA, J. A. Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. **Revista Paulista de Educação Física**, v. supl.3, n. 1996, p. 79–88, 2000.

BAZALGETTE, D. et al. Postural adjustments associated with rapid voluntary arm movements in patients with Parkinson's disease. **Adv Neurol.**, v. 45, p. 371–4., 1987.

BECK, E.; ALMEIDA, Q. J. Dopa-responsive balance changes depend on use of internal vs external attentional focus in Parkinson's disease. **Physical Therapy**, v. 97, n. 2, p. 208–216, 2017.

BECKLEY, D.; BLOEM, B.; REMLER, M. Impaired scaling of long latency postural reflexes in patients with Parkinson's disease. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol.**, v. 89, n. 1, p. 22–8, 1993.

BÉDARD, P.; SANES, J. N. Basal ganglia-dependent processes in recalling learned

- visual-motor adaptations. **Experimental brain research**, v. 209, p. 385–393, 2011.
- BERETTA, V. S. et al. Challenging postural tasks increase asymmetry in patients with Parkinson's disease. **PLoS ONE**, v. 10, n. 9, p. 1–11, 2015.
- BLEUSE, S. et al. Anticipatory postural adjustments associated with arm movement in Parkinson's disease: a biomechanical analysis. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 79, p. 881–888, 2008.
- BLOEM, B. et al. The multiple tasks test. Strategies in Parkinson's disease. **Experimental Brain Research**, v. 137, n. 4-5, p. 478–486, 2001.
- BLOEM, B. R. et al. The “posture second” strategy : a review of wrong priorities in Parkinson's disease. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 248, p. 196–204, 2006.
- BOONSTRA, T. et al. Gait disorders and balance disturbances in Parkinson's disease: clinical update and pathophysiology. **Curr Opin Neurol.**, v. 21, n. 4, p. 461–71, 2008.
- BOONSTRA, T. A. et al. Asymmetries in reactive and anticipatory balance control are of similar magnitude in Parkinson's disease patients. **Gait & Posture**, v. 43, p. 108–113, 2016.
- BRAAK, H. et al. Staging of brain pathology related to sporadic Parkinson's disease. **Neurobiol Aging**, v. 24, n. 2, p. 197–211, 2003.
- BRAUER, S. G. et al. Single and dual task gait training in people with Parkinson's disease: a protocol for a randomised controlled trial. **BMC neurology**, v. 11, n. 1, p. 1–6, 2011.
- BRAUER, S. G.; MORRIS, M. E. Can people with Parkinson's disease improve dual tasking when walking? **Gait and Posture**, v. 31, n. 2, p. 229–233, 2010.
- BURLEIGH-JACOBS, A. et al. Step initiation in Parkinson's disease: influence of levodopa and external sensory triggers. **Movement Disorders**, v. 12, n. 2, p. 206–215, 1997.
- CAIROLI, F. F. et al. Development and preliminary research on the measure properties of a perceptual and motor demands assessment protocol for virtual reality systems. **Motricidade**, v. 13, n. 1, p. 50–58, 2017.
- CARVALHO, R. L.; ALMEIDA, G. L. Aspectos sensoriais e cognitivos do controle postural. **Revista Neurociencias**, v. 17, n. 2, p. 156–160, 2009.
- CHEN, L. et al. Cognitive impairment in patients with Parkinson's disease: a 30-month follow-up study. **Clinical Neurology and Neurosurgery**, v. 151, p. 65–69,

2016.

CHIVIACOWSKY, S. et al. Motor learning benefits of self-controlled practice in persons with Parkinson's disease. **Gait and Posture**, v. 35, n. 4, p. 601–605, 2012.

COHEN, H.; POURCHER, E. Intact encoding, impaired consolidation in procedural learning in Parkinson's disease. **Experimental brain research**, v. 179, p. 703–708, 2007.

DARWEESH, S. K. L. et al. Trajectories of prediagnostic functioning in Parkinson's disease. **Brain**, v. 140, p. 429–441, 2017.

DEUTSCH, J. E.; FLUET, G. G. Virtual reality for sensorimotor rehabilitation post-stroke: the promise and current state of the field. **Curr Phys Med Rehabil Reports**, v. 1, n. 1, p. 9–20, 2013.

DIBBLE, L. E. et al. Diagnosis of fall risk in Parkinson disease: an analysis of individual and collective clinical balance test interpretation. **Physical therapy**, v. 88, n. 3, p. 323–332, 2008.

DOCKX, K. et al. Virtual reality for rehabilitation in Parkinson's disease (Review). **Cochrane database of systematic reviews**, n. 12, 2017.

DONÁ, F. et al. Changes in postural control in patients with Parkinson's disease: a posturographic study. **Physiotherapy**, p. 1–8, 2015.

EVANS, J. R. et al. The natural history of treated Parkinson's disease in an incident, community based cohort. **Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry**, v. 82, n. 10, p. 1112–1118, 2011.

FALAKI, A. et al. Impaired synergic control of posture in Parkinson's patients without postural instability. **Gait & Posture**, v. 44, p. 209–215, 2016.

FERNANDES, Â. et al. Influence of dual-task on sit-to-stand-to-sit postural control in Parkinson's disease. **Medical Engineering & Physics**, v. 37, n. 11, p. 1070–1075, 2015.

FERNANDES, Â. et al. The influence of a cognitive task on the postural phase of gait initiation in Parkinson's disease: an electromyographic based analysis. **Motor control**, v. 19, p. 1–28, 2016.

FERNANDES, H. A.; PARK, N. W.; QUINCY, J. Effects of practice and delays on learning and retention of skilled tool use in Parkinson's disease. **Neuropsychologia**, v. 96, p. 230–239, 2017.

FITTS, P. M.; POSNER, M. I. **Human performance**. [s.l.] Oxford, England: Brooks/Cole, 1967.

- FOK, P.; FARRELL, M.; MCMEEKEN, J. Prioritizing gait in dual-task conditions in people with Parkinson's. **Human Movement Science**, v. 29, n. 5, p. 831–842, 2010.
- FOREMAN, K. B. et al. The effects of practice on the concurrent performance of a speech and postural task in persons with Parkinson disease and healthy controls. **Parkinson's Disease**, v. 2013, p. 1–8, 2013.
- FRAZZITTA, G. et al. Intensive rehabilitation increases BDNF serum levels in parkinsonian patients: a randomized study. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 28, n. 2, p. 163–168, 2014.
- FULLER, R. L. et al. Dual task performance in Parkinson's disease: a sensitive predictor of impairment and disability. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 19, n. 3, p. 325–328, 2013.
- GILL, D. J. et al. The Montreal Cognitive Assessment as a screening tool for cognitive impairment in Parkinson's disease. **Movement disorders**, v. 23, n. 7, p. 1043–1046, 2008.
- GODI, M. et al. Comparison of reliability, validity and responsiveness of the Mini-BESTest and Berg Balance Scale in patients with balance disorders. **Physical Therapy**, v. 93, n. 2, p. 158–167, 2013.
- GOETZ, C. G. et al. Movement Disorder Society Task Force report on the Hoehn and Yahr staging scale: status and recommendations. **Movement Disorders**, v. 19, n. 9, p. 1020–1028, 2004.
- GOETZ, C. G. et al. Movement Disorder Society-sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS): Scale presentation and clinimetric testing results. **Movement Disorders**, v. 23, n. 15, p. 2129–2170, 2008.
- HAMANI, C.; LOZANO, A. Physiology and pathophysiology of Parkinson's disease. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 991, p. 15–21, 2003.
- HAUSDORFF, J.; BALASH, J.; GILADI, N. Effects of cognitive challenge on gait variability in patients with Parkinson's disease. **Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology**, v. 16, p. 53–58, 2003.
- HIRTZ, D. et al. How common are the "common" neurologic disorders ? **Neurology**, v. 68, p. 326–337, 2007.
- HOEHN, M.; YAHR, M. Parkinsonism: onset, progression and mortality. **Neurology**, v. 17, p. 427–442, 1967.
- HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? **Age and Ageing**, v. 35, n. SUPPL.2, p. 7–

11, 2006.

HORAK, F. B.; MACPHERSON, J. M. Postural orientation and equilibrium. In: ROWEL, L. B.; SHERPHERD, J. T. (Eds.). . **Handbook of physiology: a critical, comprehensive presentation of physiological knowledge and concepts**. New York: Oxford Ame, 1986. p. 255–292.

HORAK, F. B.; NUTT, J. G.; NASHNER, L. M. Postural inflexibility in parkinsonian subjects. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 111, n. 1, p. 46–58, 1992.

HORAK, F. B.; WRISLEY, D. M.; FRANK, J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits. **Physical Therapy**, v. 89, n. 5, p. 484 – 498, 2009.

ISAIAS, I. et al. Dopaminergic striatal innervation predicts interlimb transfer of a visuomotor skill. **Journal of Neuroscience**, v. 31, n. 41, p. 14458–14462, 2011.

JACOBS, J. V et al. Dual tasking during postural stepping responses increases falls but not freezing in people with Parkinson's disease. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 20, n. 7, p. 779–781, 2014.

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.

JANKOVIC, J. Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 79, n. 4, p. 368–376, 2008.

JESSOP, R. T.; HOROWICZ, C.; DIBBLE, L. E. Motor learning and Parkinson disease: refinement of movement velocity and endpoint excursion in a limits of stability balance task. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 20, n. 4, p. 459–467, 2006.

JUNIOR, A. P.; BONUZZI, G. M. G.; TANI, G. Controle postural: delimitações conceituais e mecanismos morfofuncionais. In: TANI, G. (Ed.). . **Comportamento motor: conceitos, estudos e aplicações**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. p. 233–238.

KANTAK, S. S.; WINSTEIN, C. J. Learning-performance distinction and memory processes for motor skills: a focused review and perspective. **Behavioural brain research**, v. 228, n. 1, p. 219–31, mar. 2012.

KELLY, V. E.; EUSTERBROCK, A. J.; SHUMWAY-COOK, A. A review of dual-task walking deficits in people with Parkinson's disease: motor and cognitive contributions, mechanisms, and clinical implications. **Parkinson's Disease**, v. 2012,

p. 1–14, 2012.

KING, L. A. et al. Comparing the Mini-BESTest with the Berg Balance Scale to evaluate balance disorders in Parkinson's disease. **Parkinson's Disease**, v. 2012, p. 1–7, 2012.

KONCZAK, J. et al. Proprioception and motor control in Parkinson's Disease. **Journal of Motor Behaviour**, v. 41, n. 6, p. 37–41, 2010.

KOUZMINE, I. Estudo de mecanismos dopaminérgicos, nicotínicos e adenosinérgicos em modelos de parkinsonismo induzido por 6-Hidroxidopamina e MPTP em ratos. **Dissertação - Mestre em Farmacologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.**, 2004.

LACOUR, M.; BERNARD-DEMANZE, L.; DUMITRESCU, M. Posture control, aging, and attention resources: models and posture-analysis methods. **Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology**, v. 38, n. 6, p. 411–421, dez. 2008.

LATASH, M. L. et al. Anticipatory postural adjustments during self inflicted and predictable perturbations in Parkinson's disease. **Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry**, v. 58, n. 3, p. 326–334, 1995.

LATT, M. D. et al. Clinical and physiological assessments for elucidating falls risk in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 24, n. 9, p. 1280–1289, 2009.

LAVER, K. et al. Virtual reality for stroke rehabilitation. **Cochrane database of systematic reviews**, n. 9, p. 1–73, 2011.

LAVER, K. E. et al. Virtual reality for stroke rehabilitation. **Cochrane database of systematic reviews**, v. 9, n. 2, p. 1–110, 2015.

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**, v. 35, n. 2, p. 90–97, 2011.

LEE, A.; GILBERT, R. Epidemiology of Parkinson disease. **Neurol Clin.**, v. 34, n. 4, p. 955–965, 2016.

LEE, J. M. et al. Postural instability and cognitive dysfunction in early Parkinson's disease. **The Canadian journal of neurological sciences.**, v. 39, n. 4, p. 473–82, 2012.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios? Conceitos Fundamentais de Neurociência.** 1. ed. São Paulo: Atheneu, 2010.

LIN, C.; CREATH, R. A.; ROGERS, M. W. Variability of anticipatory postural

adjustments during gait initiation in individuals with Parkinson disease. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 40, p. 40–46, 2016.

LIN, C.-H. J. et al. Effect of task practice order on motor skill learning in adults with Parkinson disease: a pilot study. **Physical therapy**, v. 87, n. 9, p. 1120–1131, 2007.

MAETZLER, W.; LIEPELT, I.; BERG, D. Progression of Parkinson's disease in the clinical phase: potential markers. **The Lancet Neurology**, v. 8, n. 12, p. 1158–1171, 2009.

MAGILL, R. A. **Aprendizagem e controle motor: conceitos e aplicações** -. 8. ed. São Paulo: Phorte Editora, 2011.

MAIA, A. C. et al. Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties of the balance evaluation systems test and MiniBESTest in the elderly and individuals with Parkinson's disease: application of the Rasch model. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 17, n. 3, p. 195–217, 2013.

MARCHESE, R.; BOVE, M.; ABBRUZZESE, G. Effect of cognitive and motor tasks on postural stability in Parkinson's disease: a posturographic study. **Mov Disord**, v. 18, n. 6, p. 652–8, 2003.

MARINELLI, L. et al. Learning and consolidation of visuo-motor adaptation in Parkinson's disease. **Parkinsonism & Related Disorders**, v. 15, n. 1, p. 6–11, 2009.

MARINELLI, L. et al. The many facets of motor learning and their relevance for Parkinson's disease. **Clinical Neurophysiology**, v. 128, n. 7, p. 1127–1141, 2017.

MELLONE, S. et al. The quality of turning in Parkinson's disease: a compensatory strategy to prevent postural instability? **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, p. 13–39, 2016.

MENDES, F. A. S. et al. Motor learning, retention and transfer after virtual-reality-based training in Parkinson's disease - effect of motor and cognitive demands of games: a longitudinal, controlled clinical study. **Physiotherapy**, v. 98, n. 3, p. 217–223, 2012.

MENDES, F. A. S. et al. Pacientes com a doença de Parkinson são capazes de melhorar seu desempenho em tarefas virtuais do Xbox Kinect®: “uma série de casos”. **Motricidade**, v. 11, n. 3, p. 68–80, 2015.

MIRELMAN, A. et al. Virtual reality for gait training: can it induce motor learning to enhance complex walking and reduce fall risk in patients with Parkinson's disease? **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 66 A, n. 2, p. 234–240, 2011.

- MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa eo centro de pressão. **Rev Port Cien Desp**, v. 3, n. 3, p. 77–83, 2003a.
- MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. As funções do controle postural durante a postura ereta. **Revista Fisioterapia**, v. 10, n. 1, p. 7–15, 2003b.
- MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. As informações sensoriais para o controle postural. **Fisioterapia e Movimento**, v. 19, n. 2, p. 11–18, 2006.
- MOCHIZUKI-KAWAI, H.; MOCHIZUKI, S.; KAWAMURA, M. A flexible sequential learning deficit in patients with Parkinson's disease: a 2 x 8 button-press task. **Experimental brain research**, v. 202, p. 147–153, 2010.
- MORRIS, M. et al. Postural instability in Parkinson's disease: a comparison with and without a concurrent task. **Gait Posture**, v. 12, n. 3, p. 205–16, 2000.
- MORRIS, R. G. et al. Planning and spatial working memory in Parkinson's disease. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, v. 51, p. 757–766, 1988.
- MORRONE, M. et al. Perceptive rehabilitation and trunk posture alignment in patients with Parkinson disease : a single blind randomized controlled trial. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, p. 1–30, 2016.
- MUSLIMOVIC, D. et al. Motor procedural learning in Parkinson's disease. **Brain**, v. 130, n. 11, p. 2887–2897, 2007.
- NASREDDINE, Z. et al. The Montreal Cognitive Assessment , MoCA : a brief screening tool for mild cognitive impairment. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 53, n. 4, p. 695–699, 2005.
- NIEUWBOER, A. et al. Motor learning in Parkinson's disease: limitations and potential for rehabilitation. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 15, n. SUPPL. 3, p. 53–58, 2009.
- PAHWA, R.; LYONS, K. E. Early diagnosis of Parkinson's disease: recommendations from diagnostic clinical guidelines. **The American journal of managed care**, v. 16 Suppl I, n. March, p. S94–9, 2010.
- PASTOR, M.; DAY, B.; MARSDEN, C. Vestibular induced postural responses in Parkinson's disease. **Brain**, v. 116, n. 5, p. 1177–90, 1993.
- PEREIRA, M. P.; BATISTELA, R. A.; SIMIELI, L. Fisiopatologia, sinais e sintomas da Doença de Parkinson. In: GOBBI, L. T. B.; BARBIERI, F. A.; VITÓRIO, R. (Eds.). . **Doença de Parkinson e exercício físico**. 1. ed. Curitiba: Editora CRV, 2014. p. 1–21.

- PETERSON, D. S.; DIJKSTRA, B. W.; HORAK, F. B. Postural motor learning in people with Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, n. May, p. 1–13, 2016.
- PETERSON, D. S.; HORAK, F. B. Neural control of walking in people with parkinsonism. **Physiology**, v. 31, n. 126, p. 95–107, 2016.
- PICHIERRI, G. et al. Cognitive and cognitive-motor interventions affecting physical functioning: a systematic review. **BMC Geriatrics**, v. 11, p. 29, 2011.
- PLATZ, T.; BROWN, R. G.; MARSDEN, C. D. Training improves the speed of aimed movements in Parkinson's disease. **Brain**, v. 121, n. 3, p. 505–514, 1998.
- PLOTNIK, M. et al. Effects of cognitive function on gait and dual tasking abilities in patients with Parkinson's disease suffering from motor response fluctuations. **Experimental Brain Research**, v. 208, p. 169–179, 2011.
- PLUMMER, P.; ESKES, G. Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice. **Frontiers in human neuroscience**, v. 9, p. 1–7, 2015.
- POMPEU, J. E. et al. Effect of Nintendo Wii-based motor and cognitive training on activities of daily living in patients with Parkinson's disease: a randomised clinical trial. **Physiotherapy**, v. 98, n. 3, p. 196–204, 2012.
- POMPEU, J. E. et al. Feasibility, safety and outcomes of playing Kinect Adventures! for people with Parkinson's disease: a pilot study. **Physiotherapy**, v. 100, n. 2, p. 162–168, 2014.
- ROCHESTER, L. et al. The effect of external rhythmic cues (auditory and visual) on walking during a functional task in homes of people with Parkinson's disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 86, n. 5, p. 999–1006, 2005.
- ROCHESTER, L. et al. Walking speed during single and dual tasks in Parkinson's disease: which characteristics are important? **Movement Disorders**, v. 23, n. 16, p. 2312–2318, 2008.
- ROCHESTER, L. et al. Evidence for motor learning in Parkinson's disease: acquisition, automaticity and retention of cued gait performance after training with external rhythmical cues. **Brain Research**, v. 1319, p. 103–111, 2010.
- ROCHESTER, L. et al. The nature of dual-task interference during gait in incident Parkinson's disease. **Neuroscience**, v. 265, p. 83–94, 2014.
- RODRIGUEZ-OROZ, M. C. et al. Initial clinical manifestations of Parkinson's disease: features and pathophysiological mechanisms. **The Lancet Neurology**, v. 8, n. 12, p. 1128–1139, 2009.

ROVNER, B. W.; FOLSTEIN, M. F. Mini-mental state exam in clinical practice.

Hospital practice (Office ed.), v. 22, n. 1A, p. 99, 103, 106, 110, jan. 1987.

SCALZO, P. L. et al. Validation of the brazilian version of the berg balance scale for patients with Parkinson's disease. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 67, n. 3 B, p. 831–835, 2009.

SCHENKMAN, M. et al. Spinal movement and performance of a standing reach task in participants with and without Parkinson disease. **Physical therapy**, v. 81, n. 8, p. 1400–11, 2001.

SCHENKMAN, M. et al. Research report exercise for people in early- or mid- stage Parkinson disease: a 16-month randomized controlled trial. **Journal of the American Physical Therapy Association**, v. 92, n. 11, p. 1395–1411, 2012.

SCHIEPPATI, M.; NARDONE, A. Free and supported stance in Parkinson's disease. The effect of posture and "postural set" on leg muscle responses to perturbation, and its relation to the severity of the disease. **Brain**, v. 114, n. 3, p. 1227–44, 1991.

SCHMIDT, R. A.; LEE, T. D. **Motor learning and performance: from principles to application**. Fifth edit ed. [s.l.] Humam Kinetics, 2014.

SCHMIDT, R.; LEE, T. **Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis**. 5. ed. [s.l.] Humam Kinetics, 1999.

SCHMIDT, R.; LEE, T. **Motor Control and Learning**. 5. ed. [s.l.] Human Kinect, 2011.

SCHÖNBERGER, A. R. et al. Joint principles of motor and cognitive dysfunction in Parkinson's disease. **Neuropsychologia**, v. 51, n. 8, p. 1417–1425, 2013.

SHEN, X.; MAK, M. K. Y. Repetitive step training with preparatory signals improves stability limits in patients with Parkinson's disease. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 44, n. 11, p. 944–949, 2012.

SIDAWAY, B. et al. Learning in older adults and in individuals with Parkinson's disease contextual interference can facilitate motor learning in older. **Journal of Motor Behavior**, v. 0, n. 0, p. 1–11, 2016.

SILVA-BATISTA, C. et al. Resistance training with instability is more effective than resistance training in improving spinal inhibitory mechanisms in Parkinson's disease. **J Appl Physiol**, 2016.

SMANIA, N. et al. Effect of balance training on postural instability in patients with idiopathic Parkinson's disease. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 24, n. 9, p. 826–834, 2010.

- SMILEY-OYEN, A.; WORRINGHAM, C. J.; CROSS, C. L. Motor learning processes in a movement-scaling task in olivopontocerebellar atrophy and Parkinson's disease. **Experimental brain research**, v. 152, n. 1, p. 453–465, 2003.
- SOLIVERI, P. et al. Effect of practice on performance of a skilled motor task in patients with Parkinson's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, v. 55, p. 454–460, 1992.
- STEGEMOLLER, E. L. et al. Associations between cognitive and gait performance during single- and dual-task walking in people with Parkinson disease. **Physical Therapy**, v. 94, n. 6, p. 757–766, 2014.
- STERN, Y. et al. Prism adaptation in Parkinson's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, v. 51, p. 1584–1587, 1988.
- SWANENBURG, J. et al. Compromising postural balance in the elderly. **Gerontology**, v. 55, n. 3, p. 353–360, 2009.
- TANI, G. O paradigma sistêmico e o estudo do comportamento motor humano. In: **Comportamento Motor - Aprendizagem E Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p. 45–57.
- TANI, G. et al. Pesquisa na área de comportamento motor: modelos teóricos, métodos de investigação, instrumentos de análise, desafios, tendências e perspectivas. **Revista da Educação Física/ UEM**, v. 21, n. 3, p. 329–380, 2010.
- TERPENING, Z. O. E. et al. The contribution of nocturnal sleep to the consolidation of motor skill learning in healthy ageing and Parkinson's disease. **Journal of sleep research**, v. 22, p. 398–405, 2013.
- TING, L. H.; MCKAY, J. L. Neuromechanics of muscle synergies for posture and movement. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 17, n. 6, p. 622–628, dez. 2007.
- TRAUB, M.; ROTHWELL, J.; MARSDEN, C. Anticipatory postural reflexes in Parkinson's disease and other akinetic-rigid syndromes and in cerebellar ataxia. **Brain**, v. 103, n. 2, p. 393–412, 1980.
- VERVOORT, G. et al. Progression of postural control and gait deficits in Parkinson's disease and freezing of gait: a longitudinal study. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 28, p. 73–79, 2016.
- VOLPE, D.; GIANTIN, M. G.; FASANO, A. A wearable proprioceptive stabilizer (Equistasi) for rehabilitation of postural instability in Parkinson's disease: a phase II randomized double-blind, double-dummy, controlled study. **PLoS ONE**, v. 9, n. 11, p. 1–10, 2014.

WATERSTON, J. A. et al. Influence of sensory manipulation on postural control in Parkinson's disease. **Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry**, v. 56, n. 12, p. 1276–81, 1993.

WINSTEIN, C.; REQUEJO, P. Innovative technologies for rehabilitation and health promotion: what is the evidence? **Physical Therapy**, v. 95, n. 3, p. 294–298, 2015.

WOOLLACOTT, M.; SHUMWAY-COOK, A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. **Gait & Posture**, v. 16, n. 1, p. 1–14, ago. 2002.

WULF, G. et al. External focus instructions reduce postural instability in individuals with Parkinson disease. **Physical Therapy**, v. 89, n. 2, p. 162–168, 2009.

YOGEV, G. et al. Dual tasking, gait rhythmicity, and Parkinson's disease: which aspects of gait are attention demanding? **European Journal of Neuroscience**, v. 22, p. 1248–1256, 2005.

YOGEV-SELIGMANN, G. et al. Effects of explicit prioritization on dual task walking in patients with Parkinson's disease. **Gait and Posture**, v. 35, p. 641–646, 2012.

ZHANG, T. Y. et al. Effects of Tai Chi and multimodal exercise training on movement and balance function in mild to moderate idiopathic Parkinson disease. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, n. November 2016, p. 1–10, 2015.

ANEXO I

ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos do treino de uma tarefa de controle postural em ambiente virtual com o sistema kinect na aprendizagem motora de pessoas com Doença de Parkinson

Pesquisador: Camila Torriani-Pasin

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 44795315.8.1001.5391

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.093.212

Data da Relatoria: 28/05/2015

Apresentação do Projeto:

Trata-se de pesquisa com dois grupos: um com Doença de Parkinson e outro saudável. Os sujeitos da pesquisa terão seus desempenhos avaliados enquanto participam de 4 jogos virtuais com uso da tecnologia Kinect. A hipótese é que os indivíduos com Doença de Parkinson serão capazes de aprender tarefas relacionadas ao controle postural.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo primário será analisar os efeitos do sistema Kinect na aprendizagem motora de tarefas que envolvam o controle postural em indivíduos com DP quando comparados com idosos saudáveis.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A pesquisa apresenta riscos mínimos. Serão realizados exercícios de equilíbrio, mas com a utilização de uma cinta de segurança para proteção. O pesquisador estará junto aos sujeitos da pesquisa, podendo intervir em caso de desequilíbrio. Não há benefício previsto, embora as atividades possam contribuir para melhoria do equilíbrio.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Atende adequadamente os critérios que possibilitam sua aprovação.

Endereço: Av. Profº Mello Moraes, 65

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-030

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-3097

Fax: (11)3812-4141

E-mail: cep39@usp.br

ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 1.093.212

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Excelente. Muito bem escrito, com linguagem adequada e informações detalhadas quanto aos procedimentos e riscos.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, recomendo a aprovação do projeto.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

SAO PAULO, 03 de Junho de 2015

Assinado por:
Edilamar Menezes de Oliveira
(Coordenador)

Endereço: Av. Profº Mello Moraes, 65

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-030

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-3097

Fax: (11)3812-4141

E-mail: cep39@usp.br

ANEXO II

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE
Comitê de Ética em Pesquisa

Formulário E

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

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

1. DADOS DO INDIVÍDUO

Nome completo _____

Sexo ☐ Masculino
☐ Feminino

RG _____

Data de nascimento _____

Endereço completo _____

CEP _____

Fone _____

e-mail _____

2. RESPONSÁVEL LEGAL

Nome completo _____

Natureza (grau de parentesco, tutor, curador, etc.) _____

Sexo ☐ Masculino
☐ Feminino

RG _____

Data de nascimento _____

Endereço completo _____

CEP _____

Fone _____

e-mail _____

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. Título do Projeto de Pesquisa

Efeitos do treino de uma tarefa de controle postural em ambiente virtual com o sistema kinect na aprendizagem motora de pessoas com Doença de Parkinson.

2. Pesquisador Responsável

Profa. Dra. Camila Torriani-Pasin

3. Cargo/Função

Docente da Escola de Educação Física e Esporte

4. Avaliação do risco da pesquisa:

☒ RISCO MÍNIMO ☐ RISCO BAIXO ☐ RISCO MÉDIO ☐ RISCO MAIOR
(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

5. Duração da Pesquisa

3 anos

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, DE FORMA CLARA E SIMPLES, CONSIGNANDO:

1. Justificativa e os objetivos da pesquisa;

Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que visa analisar os efeitos da prática de atividade física em jogos de videogame com o sistema Kinect em pessoas com doença

de Parkinson, comparando com pessoas sem a doença. A prática deste videogame possui características que podem melhorar seu equilíbrio e isso será verificado neste estudo.

2. Procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais;

Você fará o treino de quatro jogos do videogame e será auxiliado pelo pesquisador responsável na prática dos exercícios durante 14 sessões de 60 minutos de duração cada uma, duas vezes por semana. Como serão realizados exercícios de equilíbrio, você poderá sofrer desequilíbrios, mas será amparado pelo pesquisador a todo o momento. Você usará um cinto de segurança na sua cintura que o protegerá durante a prática dos exercícios no videogame. Além disso, o pesquisador estará ao seu lado durante todo o tempo para auxiliá-lo no equilíbrio. O treino ocorrerá na Escola de Educação Física e Esporte da USP (EEFE/USP). Você fará três avaliações, sendo uma antes do treino no videogame, a segunda logo depois das sessões de exercícios e a terceira após 30 dias do final das sessões. Será avaliado o seu equilíbrio por meio de testes como permanecer em pé sobre uma espuma com olhos abertos e fechados; permanecer num pé só; levantar de uma cadeira, andar e sentar novamente, entre outros. Também será avaliado o equilíbrio por meio de um equipamento chamado de Stable. Nele, o Sr. ficará em pé sobre uma plataforma que vai registrar as oscilações do seu corpo. Será solicitado ao Sr. que faça deslocamentos para frente, para trás e para os lados sem mover os pés do chão, para avaliar o quanto o Sr. é capaz de se deslocar sem perder o equilíbrio. Além disso, será solicitado que o Sr. desloque seus braços à frente o máximo possível sem retirar seus calcanhares do chão e que acompanhe um objeto que aparecerá na tela deslocando seu peso para os lados.

3. Desconfortos e riscos esperados;

Essa pesquisa possui riscos mínimos durante a sua realização. Como serão realizados exercícios de equilíbrio, você poderá sofrer desequilíbrios, mas utilizará uma cinta de segurança para proteção e será amparado pelo pesquisador.

4. Benefícios que poderão ser obtidos;

Não há oferecimento de benefícios diretos para a participação da pesquisa. Ressalta-se que é possível que você melhore seu equilíbrio, já que em todos os jogos você estará exercitando o seu equilíbrio corporal.

5. Procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo.

Não há procedimentos alternativos neste estudo.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

1. O(A) senhor(a) terá acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados a esta pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas;
2. O(A) senhor(a) tem liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência;

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE
 Comitê de Ética em Pesquisa

Formulário E

3. A pesquisa é confidencial e sigilosa, garantindo a privacidade dos participantes. Assim, o(a) senhor(a) não terá sua imagem ou seu nome publicado em qualquer via de comunicação como revistas, artigos, textos na internet, etc. Seus dados serão tratados sempre de maneira anônima.;

4. Se houver qualquer eventual dano à saúde decorrente desta pesquisa, o(a) senhor(a) será encaminhado para atendimento no Hospital Universitário ou no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina, ambos da Universidade de São Paulo;

5. Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é a Profa. Dra. Camila Torriani-Pasin, que pode ser encontrada no endereço Avenida Professor Melo Moraes, 65, Bloco D, Laboratório de Comportamento Motor, telefone 3091-8786.

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo
 Avenida Professor Mello Moraes, 65 – Cidade Universitária – São Paulo – CEP 05508-030

Professora Dra. Camila Torriani-Pasin / campasin@usp.br
 Tel.: (11) 3091-8786

Tatiana Beline de Freitas
 Tel: (11) 984574379

VI - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

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

São Paulo, ____/____/____

 assinatura do sujeito da pesquisa
 ou responsável legal

 assinatura do pesquisador
 (carimbo ou nome legível)

ANEXO III

[illegible]

ANEXO IV

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

Segundo a escala, para a avaliação da instabilidade postural, o paciente é empurrado para trás a partir dos ombros, sendo este considerado como o “teste do empurrão”. A resposta pode ser:

≤ 2: até três passos a resposta de recuperação do equilíbrio é normal;

2,5: mais de três passos, com recuperação do equilíbrio sem ajuda;

≥ 3: necessidade de auxílio do examinador para evitar que o paciente sofra queda

GOETZ et al., 2004

ANEXO VI

NOME DO EXAMINADOR _____ DATA ____/____/____
 INDIVÍDUO _____

MINIBESTest
Avaliação do Equilíbrio – Teste dos Sistemas

Os indivíduos devem ser testados com sapatos sem salto ou sem sapatos nem 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 independentemente
- (1) Moderado: Passa para de pé na primeira tentativa **COM** o uso das mãos
- (0) Grave: Impossível levantar de uma cadeira sem assistência – **OU** – várias tentativas com uso das mãos

2. FICAR NA PONTA DOS PÉS

- (2) Normal: Estável por 3 s com altura máxima
- (1) Moderado: Calcanhares levantados, mas não na amplitude máxima (menor que quando segurando com as mãos) **OU** instabilidade notável por 3 s
- (0) Grave: ≤ 3 s

3. DE PÉ EM UMA PERNA

Esquerdo

Tempo (em segundos) Tentativa 1: _____,
 Tentativa 2: _____.

- (2) Normal: 20 s
- (1) Moderado: <20 s
- (0) Grave: Incapaz

Direito

Tempo (em segundos) Tentativa 1: _____,
 Tentativa 2: _____.

- (2) Normal: 20 s
- (1) Moderado: <20 s
- (0) Grave: Incapaz

4. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – PARA FRENTE

- (2) Normal: Recupera independentemente com passo único e amplo (segundo passo para realinhamento é permitido)
- (1) Moderado: Mais de um passo usado para recuperar o equilíbrio
- (0) Nenhum passo, **OU** cairia se não fosse pego, **OU** cai espontaneamente

5. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – PARA TRÁS

- (2) Normal: Recupera independentemente com passo único e amplo
- (1) Moderado: Mais de um passo usado para recuperar o equilíbrio
- (0) Grave: Nenhum passo, **OU** cairia se não fosse pego, **OU** cai espontaneamente

6. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO - LATERAL

Esquerdo

- (2) Normal: Recupera independentemente com um passo (cruzado ou lateral permitido)
- (1) Moderado: Muitos passos para recuperar o equilíbrio
- (0) Grave: Cai, ou não consegue dar passo

Direito

- (2) Normal: Recupera independentemente com um passo (cruzado ou lateral permitido)
- (1) Moderado: Muitos passos para recuperar o equilíbrio
- (0) Grave: Cai, ou não consegue dar passo

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

- (2) Normal: 30 s
- (1) Moderado: <30 s
- (0) Grave: Incapaz

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

- (2) Normal: 30 s
- (1) Moderado: <30 s
- (0) Grave: Incapaz

9. INCLINAÇÃO – OLHOS FECHADOS (Tempo em segundos: _____)

- (2) Normal: Fica de pé independentemente 30 s e alinha com a gravidade
- (1) Moderado: Fica de pé independentemente <30 s OU alinha com a superfície
- (0) Grave: Incapaz de ficar de pé >10 s OU não tenta ficar de pé independentemente

10. MUDANÇA NA VELOCIDADE DA MARCHA

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

11. ANDAR COM VIRADAS DE CABEÇA – HORIZONTAL

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

12. ANDAR E GIRAR SOBRE O EIXO

- (2) Normal: Gira com pés próximos, RÁPIDO (≤ 3 passos) com bom equilíbrio
- (1) Moderado: Gira com pés próximos, DEVAGAR (≥ 4 passos) com bom equilíbrio
- (0) Grave: Não consegue girar com pés próximos em qualquer velocidade sem desequilíbrio

13. PASSAR SOBRE OBSTÁCULOS

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

14. "GET UP & GO" CRONOMETRADO (ITUG) COM DUPLA TAREFA (TUG: _____s; TUG dupla tarefa _____s)

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

INSTRUÇÕES PARA O MINIBESTEST

1. SENTADO PARA DE PÉ

Instruções para o examinador: Note o início do movimento e o apoio das mãos nos braços da cadeira ou nas coxas, ou o movimento de jogar os braços para frente.

Paciente: Cruze os braços na frente do peito. Tente não usar as mãos, a menos que você precise. Não deixe suas pernas encostarem na cadeira quando ficar de pé. Por favor, levante agora.

2. FICAR NA PONTA DOS PÉS

Instruções para o examinador: Permita que o paciente tente duas vezes. Registre a melhor pontuação. (Se suspeitar de que o indivíduo esteja usando menos que sua altura máxima, peça a ele que levante enquanto segura nas suas mãos). Certifique-se de que o indivíduo olha para um alvo fixo a 1,2 - 3,6 metros de distância.

Paciente: Posicione seus pés na largura dos seus ombros. Coloque suas mãos nos quadris. Tente se elevar o mais alto possível sobre a ponta dos pés. Eu contarei em voz alta até 3 segundos. Tente manter essa posição por, no mínimo, 3 segundos. Olhe diretamente para frente. Levante agora.

3. DE PÉ EM UMA PERNA

Instruções para o examinador: Permita que o paciente tente duas vezes e registre a melhor tentativa. Registre em segundos o quanto ele mantém a posição, até um máximo de 30 segundos. Pare de contar quando o indivíduo tirar suas mãos dos quadris ou colocar o pé no chão. Certifique-se de que o indivíduo olha para um alvo fixo a 1,2 - 3,6 metros de distância.

Paciente: Olhe diretamente para frente. Mantenha suas mãos nos quadris. dobre uma perna para trás. Não toque a perna levantada na outra perna. Fique de pé sobre uma perna o máximo de tempo que conseguir. Olhe diretamente para frente. Levante agora. (REPITA DO OUTRO LADO)

4. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – PARA FRENTE

Instruções para o examinador: Fique de pé em frente e ao lado do paciente com uma mão em cada ombro e peça a ele que empurre para frente. (Certifique-se de que há espaço para que ele dê um passo para trás). Peça a ele que se incline até que seus ombros e quadris estejam à frente dos seus pés. Solte subitamente seu apoio quando o indivíduo estiver posicionado. Mantenha pressão constante até antes dos calcanhares se levantarem. O teste deve elicitar um passo. Esteja preparado para segurar o paciente.

Paciente: Fique de pé com seus pés na largura dos ombros, braços ao lado do corpo. Incline para frente contra minhas mãos além dos seus limites anteriores. Quando eu soltar, faça o que for necessário, incluindo dar um passo para prevenir uma queda.

NOTA: Esteja preparado para segurar o paciente.

5. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – PARA TRÁS

Instruções para o examinador: Fique de pé atrás e do lado do paciente com uma mão em cada escápula e peça que ele se incline para trás. (Certifique-se de que há espaço para que ele dê um passo para trás). Peça a ele que se incline até que seus ombros e quadris estejam atrás dos seus calcanhares. Solte subitamente seu apoio quando o indivíduo estiver posicionado. Mantenha pressão constante até antes dos calcanhares se levantarem. O teste deve elicitar um passo. Esteja preparado para segurar o paciente.

Paciente: Fique de pé com seus pés na largura dos ombros, braços ao lado do corpo. Incline para trás contra minhas mãos além dos seus limites posteriores. Quando eu soltar, faça o que for necessário, incluindo dar um passo para prevenir uma queda.

NOTA: Esteja preparado para segurar o paciente.

6. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – LATERAL

Instruções para o examinador: Fique atrás do paciente, coloque uma mão no lado direito (ou esquerdo) da pelve, e peça a ele que incline seu corpo todo verticalmente na sua mão. Peça que ele incline até que a linha média da pelve esteja além do pé direito (ou esquerdo) e depois solte subitamente o apoio. Esteja preparado para segurar o paciente se necessário.

Paciente: Fique de pé com seus pés juntos, braços para baixo ao lado do corpo. Incline em direção à minha mão além do seu limite lateral. Quando eu soltar, dê um passo, se precisar, para evitar uma queda.

NOTA: Esteja preparado para segurar o paciente.

7. OLHOS ABERTOS, SUPERFÍCIE FIRME

Instruções para o examinador: Registre o tempo que o paciente for capaz de se manter de pé até um máximo de 30 segundos. Inclua inclinação ou estratégia do quadril como "instabilidade", pontuando uma categoria inferior.

Paciente: Coloque as mãos nos quadris. Coloque seus pés juntos, até quase se tocarem. Olhe diretamente para frente. A cada tempo, permaneça o mais estável possível até que eu diga pare.

8. OLHOS FECHADOS, SUPERFÍCIE DE ESPUMA

Instruções para o examinador: Use uma espuma Tempur® de média densidade, com 10cm de espessura. Ajude o indivíduo a subir na espuma. Diga ao paciente "Feche os olhos". Registre o tempo que o paciente foi capaz de manter a posição até um máximo de 30 segundos. Faça o paciente pisar fora da espuma entre as tentativas. Inclua inclinação ou estratégia do quadril como "instabilidade", pontuando uma categoria inferior.

(Shumway-Cook A and Horak RB. Assessing the influence of sensory interaction on balance. *Physical Therapy*. 66: 1548, 1550, 1986.)

9. INCLINAÇÃO, OLHOS FECHADOS

Instruções para o examinador: Ajude o paciente a subir na rampa. Assim que o paciente fechar os olhos, comece a cronometrar, registre e faça a média de duas tentativas. Note se a oscilação é maior que quando de pé com os olhos fechados em uma superfície firme e plana, ou se há um pobre alinhamento com a vertical. Assistência inclui uso de bengala ou toque leve a qualquer momento da testagem.

10. MUDANÇA NA VELOCIDADE

Instruções para o examinador: Permita que o paciente dê 2-3 passos na sua velocidade normal, e então diga "rápido", após 2-3 passos rápidos, diga "devagar". Permita 2-3 passos lentos antes que ele pare de andar.

11. ANDAR COM VIRADAS DE CABEÇA – HORIZONTAL

Instruções para o examinador: Permita que o paciente atinja sua velocidade normal e dê o comando "direita, esquerda" a cada 3-5 passos. Ponha-se observar problemas em cada direção. Se o paciente apresentar restrição cervical grave, permita movimentação combinada da cabeça e tronco (em bloco).

12. ANDAR E GIRAR SOBRE O EIXO

Instruções para o examinador: Demonstre um giro sobre o eixo. Uma vez que o paciente esteja andando em velocidade normal, diga "gire e pare". Conte os passos desde o giro até que o indivíduo esteja estável. Instabilidade é indicada por ampla largura de passo, passo extra ou movimentação de tronco e braço.

13. PASSAR SOBRE OBSTÁCULOS

Instruções para o examinador: Posicione a caixa (22,9 cm de altura) a 3 m de distância de onde o paciente começará a andar. Use um cronômetro para cronometrar a duração da marcha, para calcular a velocidade média ao dividir o número de segundos por 6 m. Procure por hesitação, passos curtos e toque no obstáculo.

14. "GET UP & GO" CRONOMETRADO COM DUPLA TAREFA

Instruções para o examinador: Use o escore do TUG para determinar os efeitos da dupla tarefa.

- 1) TUG: Comece com o paciente sentado com as costas apoiadas na cadeira. Marque o tempo a partir de quando você disser "vá" até ele voltar e sentar na cadeira. Pare de cronometrar quando as nádegas do indivíduo tocarem o assento da cadeira. A cadeira deve ser firme com braços para ele se empurrar se necessário.
- 2) TUG com dupla tarefa: Enquanto sentado, determine quão rápido e precisamente o paciente pode contar regressivamente de 3 em 3, a partir de um número entre 90 e 100. Então, peça a ele que conte a partir de um número diferente e, depois de alguns números, diga "vá". Cronometre a partir do momento que disser "vá" até que ele volte para a posição sentada.

Paciente: Coloque as mãos nos quadris. Coloque seus pés juntos, até quase se tocarem. Olhe diretamente para frente. A cada tempo, permaneça o mais estável possível até que eu diga pare.

Paciente: Eu irei cronometrar a próxima testagem. Por favor, fique de pé na rampa inclinada com os dedos dos pés apontados na direção do topo da rampa. Posicione seus pés na largura dos ombros. Coloque suas mãos nos seus quadris. Vou começar a cronometrar quando você fechar seus olhos.

Paciente: Comece andando na sua velocidade normal, quando eu disser "rápido", ande o mais rápido que conseguir. Quando eu disser "devagar", ande bem vagarosamente.

Paciente: Comece andando na velocidade normal, quando eu disser "direita", vire sua cabeça e olhe para a direita. Quando eu disser "esquerda", vire sua cabeça e olhe para a esquerda. Tente manter-se andando em uma linha reta.

Paciente: Comece andando na sua velocidade normal. Quando eu disser "gire e pare", gire o mais rápido que puder para olhar na direção oposta e pare. Após o giro, seus pés devem estar próximos.

Paciente: Comece andando na sua velocidade normal. Quando você chegar na caixa, passe por cima dela, não em volta dela, e continue andando.

Paciente:

- 1) TUG: Quando eu disser "vá", levante da cadeira, ande na sua velocidade normal através da fita no chão, gire e volte para sentar-se na cadeira.
- 2) TUG com dupla tarefa: Conte regressivamente de 3 em 3, começando em _____. Quando eu disser "vá", levante da cadeira, ande na sua velocidade normal através da fita no chão, gire e volte para sentar na cadeira. Continue contando regressivamente o tempo todo.