UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA
DEPARTAMENTO DE NEUROCIÊNCIAS E COMPORTAMENTO

JOSÉ EDUARDO POMPEU

**Melhora Funcional de Pacientes com Doença de Parkinson Após Treinamento em
Ambientes Real e Virtual**

SÃO PAULO

2012

JOSÉ EDUARDO POMPEU

**Melhora Funcional de Pacientes com Doença de Parkinson Após Treinamento em
Ambientes Real e Virtual**
(Versão Original)

Tese apresentada ao Instituto de Psicologia
da Universidade de São Paulo como
parte dos requisitos para a obtenção do título de
doutor em Psicologia.

Área de Concentração:
Neurociências e Comportamento

Orientadora:
Profa Dra. Maria Elisa Pimentel Piemonte

SÃO PAULO

2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES
TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA
FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação

Biblioteca Dante Moreira Leite

Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Pompeu, José Eduardo.

Melhora funcional de pacientes com Doença de Parkinson após
treinamento em ambientes real e virtual / José Eduardo Pompeu;
orientadora Maria Elisa Pimentel Piemonte. -- São Paulo, 2012.

134 f.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia.
Área de Concentração: Neurociências e Comportamento) – Instituto
de Psicologia da Universidade de São Paulo.

1. Doença de Parkinson 2. Realidade virtual 3. Equilíbrio postural 4.
Função executiva 5. Aprendizagem motora I. Título.

RC382

Nome: José Eduardo Pompeu

Título: Melhora Funcional de Pacientes com Doença de Parkinson Após Treinamento em Ambientes Real e Virtual

Teste apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Psicologia.

Aprovado em: __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este estudo a todos os pacientes voluntários que concordaram em contribuir para o avanço da ciência no que se refere à busca incessante pelo melhor tratamento para a doença de Parkinson.

AGRADECIMENTOS

À Profa Dra Maria Elisa Pimentel Piemonte pela oportunidade que foi me dada de poder realizar uma das minhas maiores metas como profissional. Foi muito gratificante ser orientado por uma pessoa extremamente competente, a qual serve de guia para os meus passos como docente.

A todos os funcionários da Associação Brasil Parkinson que me acolheram com muito carinho e dedicação durante estes quatro anos de convívio.

Aos colegas e amigos que contribuíram muitíssimo para a realização deste trabalho, sem os quais seria impossível a concretização do mesmo: Felipe Augusto dos Santos Mendes, Keyte Guedes da Silva, Alexandra Modenesi Lobo, Tatiana de Paula Oliveira e Andrea Peterson Zomignani.

À minha esposa Sandra e à minha filha Bianca por me apoiarem durante todo este período e entenderem a importância da minha ausência em alguns momentos. Vocês são a fonte de minha inspiração para a minha busca contínua de desenvolvimento pessoal e profissional.

Por fim, agradeço aos meus pais Cecília e Pompeu, à minha avó Neide e ao meu irmão Edgar, por sempre terem acreditado no meu potencial e pelo incentivo que recebi durante toda a minha vida.

RESUMO

POMPEU, J.E. Melhora Funcional de Pacientes com Doença de Parkinson Após Treinamento em Ambientes Real e Virtual [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Psicologia; 2012. 134 f.

O objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos de dois tipos de programas de treinamento de equilíbrio, um baseado no Nintendo Wii Fit e o outro baseado nos exercícios tradicionais sem a utilização de videogame, no equilíbrio, funcionalidade e cognição de pacientes com doença de Parkinson. Trata-se de um ensaio clínico cego e randomizado realizado na Associação Brasil Parkinson e no Centro de Docência e Pesquisa dos Cursos de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo. Participaram do estudo 32 pacientes com doença de Parkinson nos estágios 1 a 2,5 da escala Hoehn e Yahr. Os pacientes foram randomizados nos grupos controle e experimental, 16 em cada grupo. Ambos os grupos realizaram 14 sessões individuais de treinamento, duas vezes por semana, por sete semanas. Cada sessão foi composta por 30 minutos de exercícios globais, incluindo alongamento e fortalecimento musculares e mobilidade axial. Logo após, ambos os grupos realizaram mais 30 minutos de treinamento de equilíbrio: o treinamento do grupo controle foi realizado por meio de exercícios de equilíbrio sem a utilização de pistas externas, retroalimentação visual ou auditiva ou estimulação cognitiva associada; o grupo experimental realizou o treinamento de equilíbrio por meio de 10 jogos do Nintendo Wii Fit, os quais estimularam as funções motoras e cognitivas. As principais medidas do estudo foram (1) seção II da Escala Unificada da Doença de Parkinson, (UPDRS); (2) Escala de Equilíbrio de Berg (EEB); (3) *Unipedal Stance Test* (UST) e (4) *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA). A análise estatística foi realizada por meio da ANOVA de medidas repetidas e o pós hoc teste de Tukey para a verificação de possíveis diferenças entre os grupos e avaliações realizadas antes, depois e após 60 dias do final do treinamento. Ambos os grupos apresentaram melhora na seção II da UPDRS, na EEB, no UST e na MoCA. Conclui-se que os pacientes com doença de Parkinson apresentaram melhora no equilíbrio e na cognição com efeitos positivos sobre a funcionalidade relacionada com as atividades de vida diária após 14 sessões de treinamento de equilíbrio sem vantagens adicionais para o treinamento em ambiente virtual.

Palavras Chave: Doença de Parkinson, realidade virtual, equilíbrio postural, funções executivas, aprendizagem motora.

ABSTRACT

POMPEU, J.E. Functional improvement in patients with Parkinson's disease after training in real or virtual environment. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Psicologia; 2012. 134 f.

The objective of this work was to compare the effects of two balance training programs, one Nintendo Wii Fit-based and the other traditionally-based without the use of a gaming system, on the balance, functionality and cognition of patients with Parkinson's disease. It was a prospective, single blinded, randomized clinical trial performed at Brazil Parkinson Association and Center of Research of the courses of Speech Therapy, Physical Therapy and Occupational Therapy of São Paulo University. 32 patients with Parkinson's disease on stages 1 and 2,5 of Hoehn e Yahr participated of this work. Patients were randomized in control and experimental group, 16 each one. Both groups performed 14 training sessions, twice a week, for seven weeks. Each session was composed of a 30 minute-global-exercise series including stretching, muscle strengthen and axial mobility exercises. After this, both groups performed more 30 minutes of balance training: the control group performed balance exercises without external cues, visual or auditory feedbacks or cognitive stimulations; the experimental group performed the balance training with 10 Wii Fit games which stimulated motor and cognitive functions. The main outcome measures were: (1) Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS); (2) Berg Balance Scale (BBS); (3) Unipedal Stance Test (UST) and (4) Montreal Cognitive Assessment (MoCA). The statistical analysis was done by repeated measures ANOVA in order to assess the possible differences among the analyzed variables. Both groups showed improvement in the section II of UPDRS, BBS, UST and MoCA. Patients with Parkinson's disease showed balance and cognitive improvement with positive repercussion on daily living activities after 14 sessions of balance training without additional advantages to the virtual training.

Keywords: Parkinson disease, virtual reality, balance, executive function, motor learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Controles do Nintendo Wii, o console e a <i>Wii Balance Board</i>	44
Figura 2 - Fluxograma do Estudo.....	46
Figura 3 - Desempenho nas atividades de vida diária (seção II da UPDRS).....	71
Figura 4 – Ganhos individuais do GC na UPDRS-II depois do treino e no <i>follow up</i>	72
Figura 5 – Ganhos individuais do GE na UPDRS-II depois do treino e no <i>follow up</i>	73
Figura 6 - Desempenho na Escala de Equilíbrio de Berg (EEB).....	74
Figura 7 - Ganhos individuais do GC na EEB depois do treino e no <i>follow up</i>	75
Figura 8 - Ganhos individuais do GE na EEB depois do treino e no <i>follow up</i>	76
Figura 9 - Desempenho no <i>Unipedal Stance Test</i> com os olhos abertos.....	77
Figura 10 - Desempenho no <i>Unipedal Stance Test</i> com os olhos abertos em dupla tarefa	78
Figura 11 – Ganhos individuais do GC no UST OA depois do treino e no <i>follow up</i>	80
Figura 12 - Ganhos individuais do GE no UST OA depois do treino e no <i>follow up</i>	81
Figura 13 - Desempenho no <i>Unipedal Stance Test</i> com os olhos fechados.....	82
Figura 14 - Ganhos individuais do GC no UST OF depois do treino e no <i>follow up</i>	83
Figura 15 - Ganhos individuais do GE no UST OF depois do treino e no <i>follow up</i>	84
Figura 16 - Desempenho na <i>Montreal Cognitive Assessment</i> (MoCa).....	85
Figura 17 - Ganhos individuais do GC na MoCA depois do treino e no <i>follow up</i>	86
Figura 18 - Ganhos individuais do GE na MoCA depois do treino e no <i>follow up</i>	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Série I dos exercícios globais.....	50
Tabela 2 - Série II dos exercícios globais	52
Tabela 3 - Série III dos exercícios globais	54
Tabela 4 - Série IV dos exercícios globais.....	56
Tabela 5 - Descrição do treinamento dos grupos GE e GC das sessões pares.....	61
Tabela 6 - Descrição do treinamento dos grupos GE e GC das sessões ímpares.....	64
Tabela 7 - Dados demográficos e características clínicas dos pacientes.....	70
Tabela 8 - Mudanças na seção II da UPDRS.....	71
Tabela 9 - Mudanças na escala de equilíbrio de Berg.....	74
Tabela 10 - Mudanças no <i>Unipedal Stance Test</i> com os olhos abertos.....	77
Tabela 11 - Mudanças do <i>Unipedal Stance Test</i> com os olhos abertos em dupla tarefa...	79
Tabela 12 - Mudanças no <i>Unipedal Stance Test</i> com os olhos fechados.....	82
Tabela 13 - Mudanças na <i>Montreal Cognitive Assessment (MoCA)</i>	85

LISTA DE ABREVIATURAS

AT	Antes do Treino
AVDs	Atividades de Vida Diária
CG	Centro de Gravidade
COP	Centro de Pressão
CP	Controle Postural
DBS	Deep Brain Stimulation
Desv Pad	Desvio Padrão
DP	Doença de Parkinson
DT	Depois do Treino
EEB	Escala de Equilíbrio de Berg
GC	Grupo Controle
FU	Follow up
GDS-15	Escala de Depressão Geriátrica - 15
GE	Grupo Experimental
GPe	Globo Pálido Externo
GPi	Globo Pálido Interno
HY	Hoehn Yarh
MoCA	Montreal Cognitive Assessment
MEEM	Mini Exame do Estado Mental
NW	Nintendo Wii
NWF	Nintendo Wii Fit

NST	Núcleo Subtalâmico
OA	Olhos Abertos
OF	Olhos Fechados
RV	Realidade Virtual
TD	Tarefa Dupla
TS	Tarefa Simples
UPDRS	Unified Parkinson´s Disease Rating Scale
UST	Unipedal Stance Test
VA	Núcleo Ventro Anterior do Tálamo
VL	Núcleo Ventro Lateral do Tálamo
WBB	Wii Balance Board

Sumário

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	HISTÓRICO DA DOENÇA DE PARKINSON.....	19
2.2	EPIDEMIOLOGIA DA DP	19
2.3	ETIOLOGIA DA DP	20
2.4	FISIOPATOLOGIA DA DP	21
2.5	CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DA DP.....	22
2.6	TRATAMENTO DA DP.....	25
2.6.1	<i>Tratamento farmacológico.....</i>	<i>25</i>
2.6.2	<i>Tratamento cirúrgico e estimulação cerebral profunda</i>	<i>26</i>
2.7	CONTROLE POSTURAL NA DOENÇA DE PARKINSON	27
2.8	FISIOTERAPIA NA DOENÇA DE PARKINSON	29
2.9	A REALIDADE VIRTUAL APLICADA À REABILITAÇÃO	31
2.9.1	<i>Potenciais do NWF para a reabilitação da DP</i>	<i>34</i>
3	OBJETIVOS.....	39
3.1	OBJETIVO GERAL	39
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	39
4	MATERIAIS E MÉTODO	40
4.1	TIPO DE ESTUDO	40
4.2	CASUÍSTICA.....	40
4.2.1	<i>Crítérios de Inclusão.....</i>	<i>41</i>
4.2.2	<i>Crítérios de Exclusão.....</i>	<i>42</i>
4.3	LOCAL.....	42
4.4	MATERIAIS	42
4.4.1	<i>Nintendo Wii Fit Plus</i>	<i>44</i>
4.5	PROCEDIMENTO	45
4.5.1	<i>Avaliações realizadas antes, depois e após 60 dias do final do treinamento</i>	<i>45</i>
4.5.2	<i>Intervenção.....</i>	<i>47</i>
4.6	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	69
5	RESULTADOS	70
6	DISCUSSÃO	88
7	CONCLUSÃO	99
	REFERÊNCIAS	100
	APÊNDICE	120
	ANEXOS	124

1 INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa mais frequente, ficando atrás somente da doença de Alzheimer. A progressão da DP pode trazer como consequências a perda da independência nas atividades de vida diária (AVDs) e o comprometimento do controle postural (CP) e da cognição dos pacientes acometidos [1]. De acordo com a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde da Organização Mundial da Saúde, a DP influencia de modo negativo as funções de órgãos ou sistemas e estruturas do corpo e consequentemente, ocasiona limitações de atividades e da participação social do indivíduo acometido [2].

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. A DP é caracterizada pela tétrade clássica composta pelos seguintes sinais motores: (1) tremor de repouso, (2) bradicinesia, (3) rigidez e (4) instabilidade postural, além do comprometimento de funções cognitivas [3].

A instabilidade postural é um sintoma refratário ao tratamento baseado na reposição dopaminérgica, promovido pela levodopa e seus agonistas [4]. Por este motivo, novas propostas de tratamento são necessárias para a melhora do CP de pacientes com DP, no sentido de minimizar as perdas funcionais causadas pelo distúrbio do equilíbrio.

A fisioterapia, por meio de exercícios para o treinamento de equilíbrio, mobilidade e fortalecimento muscular pode contribuir para a melhora da instabilidade postural na DP [5]. Entretanto, as estratégias de tratamento fisioterápico aplicadas para a melhora da instabilidade postural na DP têm sido as mesmas utilizadas para o treinamento de equilíbrio de idosos, sem levar em consideração as alterações específicas da DP [6].

Devido ao comprometimento dos núcleos da base, estrutura importante para o processo de aprendizagem motora, é possível que pacientes com DP apresentem deficiências na aquisição de novas habilidades motoras. Deste modo, torna-se necessário o desenvolvimento de estratégias para a melhora do CP que considerem os fatores que contribuem para o processo de aprendizagem motora como as realimentações visual e auditiva [7, 8], o conhecimento do desempenho e dos resultados [8] e, especificamente para os pacientes com DP, a utilização de

pistas externas rítmicas [9] e maior número de repetições das tarefas treinadas [10-15] associados à variabilidade das condições de prática.

Recentemente, o treinamento cognitivo-motor [16] por meio da realidade virtual (RV) tem sido proposto como um novo instrumento para o tratamento e prevenção de disfunções motoras e cognitivas em idosos e pacientes com lesões no sistema nervoso [17]. A RV é definida como a simulação em tempo real de um ambiente, cenário ou atividade com os quais o usuário pode interagir por meio de seus múltiplos canais utilizando uma interface computadorizada [17]. Os videogames de última geração utilizam dispositivos para a captação dos movimentos corporais ou dos deslocamentos do centro de pressão (COP) do jogador. O registro destas informações é utilizado para o controle de um personagem (avatar) que é projetado num cenário virtual ou para oferecer a realimentação visual sobre os movimentos realizados pelo jogador. Além disso, os jogos exigem para a sua resolução diferentes habilidades cognitivas como atenção, tomada de decisão e memória.

Assim, estes videogames têm sido considerados como uma nova ferramenta para o treinamento de funções motoras e cognitivas de idosos e indivíduos com alterações neurológicas, entre elas o CP e a marcha [16]. Entretanto, não há estudos sobre os efeitos da utilização do videogame sobre a independência nas AVDs, o equilíbrio e a cognição de indivíduos com DP.

De acordo com o que foi exposto, este estudo propõe uma nova abordagem para o treinamento do CP, na qual tarefas que exigem equilíbrio estático e dinâmico são guiadas por meio de estímulos visuais e auditivos proporcionados por meio de um ambiente virtual gerado pelo videogame Nintendo Wii Fit (NWF). Deste modo, o treinamento proposto envolve tarefas virtuais complexas que exigem o controle da estabilidade postural e promovem a estimulação cognitiva e motora de pacientes com DP.

O objetivo deste estudo foi comparar os efeitos de dois programas de treinamento do CP, um deles realizado em ambiente virtual por meio do NWF, e o outro realizado em ambiente real, sobre (1) a independência nas AVDs, (2) o equilíbrio e (3) a cognição de pacientes com DP.

Para tanto, foi realizado um ensaio clínico cego e randomizado no qual 32 pacientes com DP foram divididos aleatoriamente em dois grupos: o grupo controle (GC) que realizou o treinamento de equilíbrio em ambiente real, sem o suporte da realidade virtual e nenhum tipo

de realimentação ou estimulação cognitiva adicional de modo pareado aos exercícios e o grupo experimental (GE) que realizou o treinamento em ambiente virtual por meio de jogos do videogame NWF.

Foram realizadas avaliações antes e depois do treinamento e após 60 dias do final das intervenções propostas e o desempenho dos grupos foi comparado por meio de avaliações da independência nas AVDs, do equilíbrio e da cognição.

De acordo com as evidências da literatura sobre as características dos pacientes com DP e dos treinamentos realizados em ambientes real e virtual, as hipóteses do presente estudo foram:

1 - o treinamento com o NWF propiciaria efeitos SUPERIORES ao treino realizado em ambiente real devido às possíveis oferecidas pelo treinamento em RV como: (a) condições de treino que favoreceriam a aprendizagem motora dos pacientes com DP, à medida que minimizariam as deficiências relacionadas à depleção dopaminérgica, levando a uma melhora superior nas habilidades motoras e cognitivas avaliadas pelos testes propostos; (b) estimulação do controle automático dos movimentos, pois exigem divisão da atenção entre a tarefa virtual e o movimento em ambiente real, o que levaria a uma melhora superior no teste proposto para avaliar o equilíbrio em TD; (c) estimulação não só de respostas motoras, mas sua integração com funções cognitivas, à medida que para atingir o objetivo do jogo é necessário o aprimoramento das respostas cognitivas e motoras, o que levaria a resultados superiores nos testes para funcionalidade e cognição propostos.

2 – o treinamento com o NWF propiciaria efeitos INFERIORES ao treino realizado em ambiente real devido: (a) a complexidade dos jogos em relação à velocidade e variabilidade das respostas motoras, a exigência constante da divisão da atenção e as demandas cognitivas para a sua resolução dificultam a aprendizagem dos pacientes com DP, à medida que extrapolam o seu potencial remanescente; (b) as competências motoras e cognitivas treinadas nos jogos não se transferem para as tarefas reais, avaliadas por meio dos testes propostos; (c) as características no treino em ambiente real onde a atenção é centrada nos movimentos, as demandas motoras em relação à velocidade e variabilidade de respostas são menores e a demanda cognitiva se limita a compreender e seguir as instruções do terapeuta, favorecem a aprendizagem dos pacientes à medida que oferecem menos complexidade, permitindo

melhora superior nos testes propostos, excluindo-se o teste realizado em TD e o que avalia a cognição, competências menos estimuladas nessa forma de treino.

3 - o treinamento com o NWF propiciaria efeitos **SIMILARES** ao treino realizado em ambiente real, considerando-se: (a) a similaridade das respostas motoras treinadas e no tempo de treino, pois foi propósito deste estudo manter a maior similaridade possível entre os movimentos exigidos entre os treinamentos de forma a isolar os demais benefícios oferecidos pelos jogos do NWF, que conforme essa hipótese, não acrescentariam ganhos ou por não terem sido eficientes em melhorar as demais competências treinadas ou por limitações na sua transferência para as tarefas reais avaliadas por meio dos testes propostos e (b) as limitações dos testes propostos em avaliar as competências adicionais treinadas pelo NWF.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico da doença de Parkinson

James Parkinson em 1817 descreveu pela primeira vez as características da DP, no seu ensaio intitulado *An Essay on the Shaking Palsy*, no qual descreve as características clínicas de seis pacientes com uma nova doença a qual denominou de “paralisia agitante”, caracterizada por tremores, tendência de inclinação do corpo para frente e alteração da marcha (festinação) [18]. Em 1879, Jean-Martin Charcot descreveu outras alterações causadas pela DP como as autonômicas e mentais. Em homenagem ao seu antecessor, Charcot propôs que esta síndrome fosse chamada de “Mal de Parkinson”. Em 1893 foi descoberta a relação entre a DP e a substância negra, porém, somente por volta de 1960 foi verificada a associação da dopamina com a fisiopatologia da doença, o que deu início aos estudos sobre o tratamento baseado na reposição deste neurotransmissor [3, 19].

2.2 Epidemiologia da DP

A prevalência nos Estados Unidos é de 329 casos a cada 100.00 indivíduos [20]. No Brasil, um estudo mostrou que 3,4% da população acima dos 64 anos são acometidos pela doença [21]. A incidência da DP aumenta consideravelmente com a idade, de 17,4 em 100.000 indivíduos com idade entre 50 e 59 anos para 93,1 em 100.00 pessoas com idade entre 70 e 79 anos. A média de idade para o início da DP é 60 anos e a duração média da doença entre o diagnóstico e a morte é de 15 anos, sendo a pneumonia a principal causa de óbito [20].

A projeção para 2030 é que o número de pessoas com mais de 50 anos irá dobrar, resultando numa estimativa de 9 milhões de indivíduos com DP [20].

2.3 Etiologia da DP

Assim como outras doenças neurodegenerativas, o envelhecimento é o maior fator de risco para a DP, embora 10% dos indivíduos com DP tenham idade inferior a 45 anos. A incidência parece diminuir na nona década de vida, o que pode estar relacionado com casos não diagnosticados ou não relatados da doença nos indivíduos desta faixa etária, ou mesmo pode haver um declínio real do número de casos, do mesmo modo que ocorre com outras doenças neurodegenerativas como a doença do neurônio motor [22].

Os fatores de risco da DP não estão bem estabelecidos, mas estudos sugerem que não fumantes poderiam apresentar até duas vezes mais chances de desenvolver a doença. Há evidências de que homens ou mulheres no período pós menopausa que não fazem reposição hormonal, que consomem baixa quantidade de cafeína diária, apresentam aproximadamente 25% a mais de risco de desenvolver a doença. Tanto a nicotina quanto a cafeína podem aumentar a liberação de dopamina no estriado e inibir a enzima monoamina oxidase responsável pelo aumento do estresse oxidativo [23].

Estudos têm reportado uma fraca associação entre a DP idiopática e o traumatismo craniocéfálico, a vida rural, a obesidade, o sedentarismo e a exposição a inseticidas e herbicidas. A exposição a toxinas ambientais como o MPTP pode produzir manifestações clínicas semelhantes, mas não idênticas da DP idiopática [24].

Estudos genéticos têm demonstrado que várias mutações em sete genes estão associadas ao parkinsonismo responsivo à levodopa [25].

No entanto, até o presente momento não há certeza sobre a etiologia da DP idiopática, o que inviabiliza o tratamento com o objetivo de atingir a cura para esta doença.

O diagnóstico da DP é feito por meio de critérios clínicos e não há nenhum teste definitivo para o mesmo [26]. Historicamente, a confirmação patológica da presença dos corpos de Lewy por meio da autópsia tem sido considerada como o critério padrão para o diagnóstico. Na prática clínica, o diagnóstico é tipicamente baseado na presença de uma combinação de sinais cardinais motores com boa resposta à levodopa [27].

2.4 Fisiopatologia da DP

A DP tem sido considerada como uma desordem motora decorrente da disfunção dos núcleos da base. É uma síndrome hipocinética causada pela degeneração da substância negra dos núcleos da base que traz como consequência a diminuição progressiva da síntese de dopamina, que acarreta na diminuição da ativação cortical pelo tálamo [28], o que produz os sinais clínicos como a bradicinesia, o tremor de repouso, a rigidez e a instabilidade postural [29]. Outras manifestações clínicas, descritas com menor frequência, mas que também podem ser notadas no momento do diagnóstico incluem sintomas sensoriais (exemplo, dor ou formigamento), hiposmia, alterações do sono, depressão e ansiedade, e anormalidades nas funções executivas e na memória de trabalho [19].

As manifestações clínicas da DP após o diagnóstico são consideradas como a somatória de efeitos diretamente relacionados à doença com as manifestações induzidas pelo tratamento medicamentoso, como as discinesias e alucinações [19].

Como citado previamente, a fisiopatologia da DP tem como característica marcante a degeneração dos neurônios dopaminérgicos da substância negra *pars compacta* e a depleção da dopamina no estriado. Os estudos sobre as mudanças da atividade dos núcleos da base de macacos tratados com MPTP demonstraram o aumento da atividade metabólica do globo pálido externo (GPe) e dos núcleos ventro-lateral (VL) e ventro-anterior (VA) do tálamo, enquanto que a atividade no núcleo subtalâmico (NST) e globo pálido interno (GPi) diminuiu. Estas alterações foram interpretadas como sendo em nível de atividade sináptica. Estudos eletrofisiológicos propuseram uma explicação para estas mudanças demonstrando uma redução da atividade no GPe e aumento no NST e GPi. A associação dos resultados destes estudos deu origem a um modelo (*rate model*) para as desordens do movimento. Aplicado para a DP, o *rate model* explica a redução da taxa de disparo do GPe como consequência do aumento da atividade ao longo da via inibitória indireta estriado-palidal, a qual pode resultar na desinibição do NST e facilitação do GPi. O aumento da taxa de disparo do GPi resulta na inibição dos neurônios de projeção tálamo-corticais, reduzindo a ativação do córtex e lentificando os movimentos. Entretanto, o *rate model* têm sido criticado, pois os procedimentos de talamotomia não resultam na piora do parkinsonismo (como esperado pelo modelo) e as lesões no GPi produzem bradicinesia em macacos normais, enquanto que lesões no GPe não produzem parkinsonismo [30]. Assim, as evidências disponíveis sugerem que

mudanças na taxa de disparo podem estar relacionadas com o desenvolvimento do parkinsonismo, mas não explica totalmente as suas manifestações.

2.5 Características clínicas da DP

A bradicinesia, sintoma motor cardinal da DP, é frequentemente usada como sinônimo de outros dois termos: a acinesia e a hipocinesia [31]. Os autores definem bradicinesia como a lentificação na execução dos movimentos, enquanto que a acinesia se refere à pobreza de movimentos espontâneos (por exemplo, as expressões faciais) ou movimentos associados (por exemplo, o balanço dos braços durante a marcha). Segundo os autores, outras manifestações da acinesia são o *freezing* e o tempo prolongado para se iniciar um movimento. A hipocinesia se refere ao fato de que, em adição a serem lentos, os movimentos são também menores que os desejados, como a micrografia de pacientes com DP

A bradicinesia se refere à lentificação dos movimentos sendo considerada a característica mais marcante da DP, embora possa ser encontrada também em outras desordens como na depressão [18]. Está relacionada com dificuldades no planejamento, iniciação e execução do movimento e com o desempenho de tarefas sequenciais ou simultâneas. Sua manifestação inicial é a lentificação na realização das AVDs, lentificação dos movimentos e no tempo de reação. Outras manifestações da bradicinesia incluem a perda dos movimentos espontâneos e gestuais, fala monótona, perda de expressões faciais (hipomímia), diminuição das piscadas e do balanço dos membros superiores durante a marcha.

O termo acinesia (estritamente definido como “perda do movimento”) compreende muitas alterações clínicas, as quais precisam ser diferenciadas para a discussão dos mecanismos fisiopatológicos [19]. Um tipo de acinesia, a hipocinesia, consiste na redução da frequência e amplitude dos movimentos espontâneos, que é particularmente notável nos movimentos automáticos. As manifestações típicas são a redução da frequência das piscadas e de expressões faciais, ausência ou redução do balanço dos membros superiores durante a marcha e a ausência de movimentos associados durante a realização de AVDs. A marcha dos pacientes com DP incluem muitas alterações hipocinéticas como a diminuição do

comprimento do passo e da elevação do membro na fase de balanço, o que acarreta em passos curtos e arrastados, que estão associados com a redução do balanço dos membros superiores e predominância da postura flexora. Segundo os mesmos autores, a bradicinesia é caracterizada pela redução na velocidade durante a iniciação e execução de um único movimento e progressiva redução de sua amplitude até a sua completa cessação durante movimentos repetitivos simples.

De acordo com o que foi exposto, os diferentes autores utilizam os termos acinesia e bradicinesia, em alguns momentos como sinônimos e em outros os diferenciam em relação aos sinais relacionados aos mesmos, porém ainda não existe um consenso sobre a terminologia relacionada à lentificação, atraso no início do movimento voluntário, redução dos movimentos espontâneos e diminuição da amplitude de movimento ativo presentes na DP. Porém, a maioria dos autores tem utilizado o termo acinesia ou hipocinesia para a descrição da redução dos movimentos espontâneos ou automáticos e o termo bradicinesia relacionado com a lentificação no início ou na execução dos movimentos voluntários.

O tremor de repouso na DP, frequentemente localizado nos membros e com predomínio distal, tem frequência característica de 4-6 Hz presente nos membros com predomínio distal. Os dedos são os mais comumente afetados, dando origem ao chamado “tremor em contar dinheiro ou rolar pílula”. Os músculos da mandíbula e da língua podem eventualmente ser acometidos, mas os músculos axiais (abdominais, paravertebrais e do quadril) são raramente afetados. O tremor aumenta sua amplitude, ou pode ser desencadeado por manobras tais como a realização de movimentos voluntários de outras partes do corpo, cálculo aritmético e estresse [18]. A característica marcante do tremor de repouso é o seu desaparecimento com o movimento voluntário do segmento afetado e durante o sono. Alguns pacientes relatam um tremor interno que não está associado com o tremor visível. Em adição, muitos pacientes têm o tremor postural que é mais proeminente e incapacitante que o tremor de repouso e pode ser a primeira manifestação da doença [18]. A ocorrência do tremor é variável entre os pacientes e durante o curso da doença. Um estudo que analisou 100 casos de pacientes com DP [32] observou que 69% dos pacientes com DP apresentaram tremor de repouso no início da doença e 75% durante o curso da DP.

A rigidez é caracterizada pelo aumento do tônus muscular à palpação no repouso, aumento da resistência ao estiramento passivo com o clássico sinal da roda denteada, representado pela resistência intermitente durante a mobilização passiva. Esta resistência é

dependente da velocidade sendo mais pronunciada durante a mobilização lenta, o estiramento rápido promove redução ou desaparecimento da rigidez [19]. A manobra de Froment, caracterizada pela solicitação do movimento voluntário do segmento contralateral ao examinado, geralmente aumenta a rigidez [18]. Afeta tanto os músculos flexores quanto os extensores, mas com predomínio nos músculos flexores dos membros nos estágios mais iniciais.

A presença de rigidez no pescoço e no tronco pode acarretar em desvios posturais como a protração da cabeça e escoliose. A postura simiesca ou em flexão do tronco e dos membros, geralmente está associada à rigidez. Entretanto, a postura flexionada geralmente ocorre nos estágios mais avançados. Outras alterações posturais podem ocorrer na DP como a camptocromia, caracterizada pela flexão extrema da coluna tóraco-lombar [18].

Além dos sinais motores, os pacientes com DP podem apresentar manifestações cognitivas que podem variar de disfunções executivas, presentes nos estágios intermediários, até a franca demência nos estágios mais avançados [19].

As funções executivas se referem ao processo envolvido no controle do comportamento de ordem superior, tais como o planejamento estratégico e resolução de problemas, manutenção e deslocamento da atenção e a regulação comportamental: a habilidade de iniciar, executar, inibir e monitorar a sequência de ações. Os déficits cognitivos podem estar presentes nos estágios iniciais da DP em 20 a 40% dos pacientes [19].

Pacientes com DP podem apresentar manifestações psiquiátricas mesmo antes do diagnóstico. A personalidade típica dos pacientes com DP é caracterizada pela inflexibilidade emocional e atitudinal, introversão e tendência depressiva. As manifestações psiquiátricas podem ocorrer em qualquer momento durante o curso da doença, mas são mais comuns e graves nos estágios mais avançados. Depressão, ansiedade e apatia são os sintomas mais prevalentes [18].

A instabilidade postural é um dos sintomas mais incapacitantes e pouco responsivos ao tratamento de reposição dopaminérgica, que se agrava com a evolução da doença e pode comprometer a independência nas AVDs dos pacientes. A instabilidade postural será discutida detalhadamente nos próximos capítulos, após uma breve apresentação dos conceitos sobre CP e o seu comprometimento pelo processo de envelhecimento, posto que os pacientes com DP são expostos aos efeitos da idade somados aos sintomas da doença.

2.6 Tratamento da DP

2.6.1 Tratamento farmacológico

Ainda não existe cura para a DP, mas o tratamento pode melhorar consideravelmente a qualidade de vida e a capacidade funcional. A levodopa combinada com inibidores periféricos da dopa descarboxilase, é considerada a terapia mais efetiva e pode ser a opção inicial de tratamento. A maioria dos pacientes apresenta boa resposta nos primeiros cinco anos da doença com a administração da dose diária de 300-600 mg de levodopa. Embora não seja possível se fazer uma previsão da resposta terapêutica de cada indivíduo, os sintomas motores geralmente apresentam melhora de 20 a 70%. Entre uma e duas semanas do início do tratamento, pode ocorrer diminuição da fadiga e após três meses há melhora da bradicinesia, rigidez e da marcha. O tremor é mais difícil de ser tratado e em alguns pacientes ele desaparece somente nos estágios finais da doença. A fala, a deglutição e a instabilidade postural podem apresentar melhora inicialmente, mas os sintomas axiais são geralmente menos responsivos e costumam se agravar com a progressão da doença [33].

Os agonistas dopaminérgicos são drogas eficazes que, ao contrário da levodopa, quando usados como monoterapia não provocam discinesias. Geralmente, estes medicamentos têm sido considerados como a primeira opção terapêutica para pacientes com início da doença antes dos 55 anos de idade, entretanto, a levodopa acaba sendo necessária após três anos de diagnóstico. Os agonistas dopaminérgicos também podem causar efeitos adversos como alterações gastro-intestinais e psiquiátricas [34, 35].

Os inibidores da enzima monoamina oxidase do tipo B, a selegelina e a rasagilina, são bem tolerados e podem ser administrados uma vez ao dia, mas são menos efetivos que a dopamina e seus agonistas. Entretanto, podem atrasar a progressão da doença quando a sua administração tem início nos primeiros estágios da DP [35].

A amantadina também é outra droga anti-parkinsoniana bem tolerada que pode ser utilizada nos estágios iniciais da doença [36].

Mesmo com o ajuste da dosagem e horário da medicação podem ocorrer flutuações motoras e disciniesias após longo prazo de tratamento. A terapia combinada (levodopa +

entacapone ou selegelina/rasagilina) e a redução parcial da levodopa podem contribuir para a redução destes efeitos tardios [37].

O uso da apomorfina subcutânea pode contribuir para a melhora do período *off* imprevisível. A amantadina, que tem propriedade antiglutamatérgica, tem uma boa resposta antidiscinética em alguns pacientes e as drogas anticolinérgicas podem reduzir as dores provenientes de fenômenos distônicos em pacientes com parkinsonismo de início precoce [38].

2.6.2 Tratamento cirúrgico e estimulação cerebral profunda

A maioria dos procedimentos neurocirúrgicos para a DP tem sido realizada no tálamo, globo pálido *pars* interna ou no núcleo subtalâmico, por meio da lesão destes núcleos ou da estimulação cerebral profunda de alta frequência (*deep brain stimulation* – DBS). Baseado nos conhecimentos adquiridos sobre a fisiologia dos núcleos da base a estimulação cerebral profunda do núcleo subtalâmico tem sido considerada a mais eficaz no tratamento dos sintomas motoras da DP. Um ensaio clínico randomizado que comparou os efeitos da DBS associado à terapia medicamentosa com os da terapia medicamentosa isolada [39]. Os autores randomizaram 366 pacientes em dois grupos: 183 pacientes receberam a DBS associada à terapia medicamentosa e 183 pacientes receberam a terapia medicamentosa isolada. Após um ano, a DBS associada à terapia medicamentosa promoveram melhora na qualidade de vida superior à terapia medicamentosa isolada.

Outro estudo avaliou os efeitos da DBS realizada simultaneamente e isoladamente nos núcleos pedunculopontino e subtalâmico em pacientes com DP em estágios avançados da doença. A estimulação combinada promoveu uma melhora superior no desempenho das AVDs e na marcha que a estimulação isolada de um dos núcleos [40].

Apesar dos resultados promissores a DBS é indicada em casos específicos e os resultados dos estudos sobre os efeitos da DBS ainda são heterogêneos e são necessários mais estudos controlados e com maior número de pacientes para a elucidação sobre o melhor local para a estimulação, bem como seus resultados em longo prazo.

A terapia de reposição celular é considerada atualmente com a grande promessa da medicina regenerativa na DP. O implante de tecido embrionário humano mesencefálico no corpo estriado pode promover aumento nos níveis de dopamina e consequente melhora motora. Entretanto, vários obstáculos necessitam ser ultrapassados para a utilização clínica da terapia de reposição celular, incluindo a identificação da melhor fonte de células para a geração do neurônio dopaminérgico e a eliminação do risco de formação de tumores [41].

2.7 Controle postural na doença de Parkinson

A instabilidade postural é um dos sintomas mais incapacitantes da DP, pois leva à limitação progressiva da independência do paciente nas AVDs [42]. Ainda não é completamente conhecida a fisiopatologia da instabilidade postural da DP [1], entretanto, há evidências do envolvimento do núcleo pedúnculo pontino com os sintomas axiais de pacientes com DP e a DBS bilateral neste local pode reduzir as alterações da marcha e a instabilidade postural [40]. Provavelmente, o envolvimento de outras estruturas na fisiopatologia da instabilidade postural possa explicar a refratariedade deste sintoma ao tratamento baseado na reposição dopaminérgica. Para minimizar as consequências da redução desse controle automático, pacientes com DP precisam de mais atenção que os indivíduos saudáveis para iniciar e controlar seus movimentos [43]. Isso explica porque os pacientes se tornam mais suscetíveis a quedas em condições de divisão de atenção, onde há uma competição entre a atenção necessária para controlar o movimento e a segunda tarefa [43-47].

Prejuízos na integração sensório-motora [48, 49] dificuldade em alternar as modalidades sensoriais [50] e dificuldades para desencadear passos [1] também contribuem para a alta incidência de quedas em pacientes com DP.

As lesões mais importantes relacionadas com as quedas são as fraturas de quadril e os traumatismos cranioencefálicos [49-56]. Os pacientes que sofreram quedas anteriores, frequentemente desenvolvem medo de cair novamente o que acaba agravando a perda da mobilidade, que favorece o desenvolvimento de fraqueza muscular, osteoporose e

deterioração do condicionamento físico [57-59]. Assim, o paciente se torna mais suscetível a doenças cardíaco-vasculares que podem reduzir sua sobrevida [60].

Estudos têm investigado as características das alterações de equilíbrio em pacientes com DP. Os ajustes antecipatórios, ou seja, aqueles que antecedem os deslocamentos do centro de massa gerados pelo movimento voluntário do indivíduo são os mais afetados [50]. Os ajustes compensatórios, ou seja, aqueles que são desencadeados após o indivíduo sofrer um deslocamento inesperado e desconhecido, em paciente com DP desenvolvem-se com maior latência, menor amplitude e apresentam um padrão de co-ativação muscular. Estas alterações são proporcionais à evolução clínica da doença. Este padrão de resposta prejudica a retomada do equilíbrio, pois dificulta a correção do deslocamento do centro de massa [1, 49, 53, 61].

Pacientes com DP apresentam alterações no controle da postura estática como o aumento das oscilações do centro de pressão do corpo, principalmente na fase *off*, ou seja, após a depleção dos efeitos da reposição dopaminérgica que ocorre entre uma dose e outra da medicação [60]. Além disso, os pacientes acometidos podem apresentar maior recrutamento muscular para a manutenção da postura e redução dos limites de estabilidade [62].

As alterações do CP na DP se acentuam em condições de tarefa dupla (TD) [43-47, 63-65], ou seja, quando o paciente necessita realizar duas tarefas concomitantes, por exemplo, andar e falar no telefone.

A atenção é definida como um processo de filtragem de informações relacionadas a estímulos internos e externos cujo propósito é priorizar o processamento de alguns estímulos em detrimento de outros [66, 67].

Além dos problemas no controle automático, deficiências próprias do controle da atenção também podem contribuir para os prejuízos de equilíbrio em TD [68, 69].

Deficiências nas funções executivas explicaram 12% da variância no escore de interferência (diferença entre as tarefas simples e dupla) em um estudo que investigou os impactos da TD sobre o desempenho da marcha em pacientes com DP [43].

Resultados de estudos recentes têm sugerido que o treinamento em condições de TD poderia contribuir para a melhora da marcha e diminuição da incidência de quedas em pacientes com DP [70, 71]. No entanto, não há estudos sobre os efeitos do treino de equilíbrio

em condições de TD, porém, de acordo com os resultados dos estudos sobre marcha, acredita-se que este tipo de intervenção possa contribuir para a melhora no controle automático da postura.

2.8 Fisioterapia na doença de Parkinson

A fisioterapia pode contribuir para a melhora dos sintomas motores da DP [5] realizaram uma análise baseada em evidências sobre a fisioterapia na DP com recomendações para a prática clínica. Os autores sugerem que após o diagnóstico da DP os objetivos da fisioterapia devem ser a prevenção da inatividade, do medo de se mover e sofrer quedas, além da manutenção ou melhora da capacidade física, por meio da realização de exercícios ativos para melhorar o equilíbrio, potência muscular, mobilidade articular e capacidade aeróbica. Sugerem ainda que, com a progressão da doença é necessário atuar na redução das incapacidades funcionais por meio da utilização de estratégias cognitivas e utilização de pistas visuais. Segundo os autores, os pacientes que estão no último estágio da doença devem receber cuidados paliativos.

Uma revisão da literatura sobre o impacto da fisioterapia na DP selecionou 23 ensaios clínicos randomizados que foram analisados por meio da escala de PEDro para a avaliação da qualidade dos estudos que abordaram as seis principais áreas de atuação da fisioterapia na DP, como o treinamento de transferências, postura, equilíbrio, alcance e preensão, marcha e condicionamento físico. De modo geral, os estudos apresentaram de moderada a forte evidência científica que os pacientes com DP podem se beneficiar da fisioterapia [6].

Uma recente revisão sistemática com meta-análise sobre a efetividade da intervenção baseada em exercícios para pacientes com DP sugere haver evidências de que os exercícios podem contribuir para a melhora na capacidade física, qualidade de vida, força, equilíbrio e velocidade da marcha de pacientes com DP. No entanto, os autores não encontraram estudos que analisaram o efeito dos exercícios nos diferentes estágios da doença e levantaram a necessidade de estudos com melhor qualidade metodológica [72].

De modo geral, a maioria dos estudos sobre a instabilidade postural de pacientes com DP utilizaram as mesmas estratégias de tratamento aplicadas no treinamento de equilíbrio de idosos sem considerar as características específicas da DP. Outra revisão de literatura sugeriu que o treinamento de equilíbrio no qual os pacientes são estimulados a usarem as aferências visuais e vestibulares, combinado com fortalecimento dos membros inferiores são mais efetivos que o treinamento de equilíbrio isolado [5].

Outra recente revisão de literatura localizou nove estudos sobre postura e equilíbrio que utilizaram como principais estratégias de tratamento exercícios ativos de rotação de tronco, de membros inferiores, para amplitude de movimento, fortalecimento muscular e treinamento de equilíbrio baseado na estimulação das reações posturais [6]. Nenhum estudo localizado considerou as especificidades da DP, no entanto, obtiveram melhora no equilíbrio dos pacientes treinados. Os métodos de avaliação do equilíbrio utilizados pelos estudos foram bastante heterogêneos, o que dificulta a comparação entre os resultados obtidos pelas diferentes intervenções. Além disso, nenhum estudo analisou os efeitos do treinamento de equilíbrio em condições de TD.

Um estudo recente [73] analisou os efeitos do treinamento de equilíbrio sobre a instabilidade postural de pacientes com DP. Os autores avaliaram 64 pacientes com DP idiopática antes e após a intervenção, utilizando como instrumentos a Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), a *Specific Balance Confidence Scale*, *Postural Transfer Test*, UPDRS e Hoehn e Yarh (HY), entre outros. Os pacientes foram randomizados em dois grupos: o grupo experimental (n=33) que realizou o treinamento de equilíbrio e o grupo controle (n=31) que praticou exercícios globais. Os grupos realizaram 21 sessões de tratamento de 50 minutos cada. O grupo experimental realizou exercícios com o objetivo de melhorar os ajustes posturais antecipatórios e compensatórios, por meio de deslocamentos do centro de massa auto-realizados. O segundo grupo de exercícios consistiu de deslocamentos externos inesperados. O terceiro grupo de exercícios exigia a coordenação entre membros superiores e inferiores durante a marcha. O GC realizou exercícios globais de mobilização articular, fortalecimento muscular e coordenação. Após a intervenção, os pacientes do grupo experimental apresentaram melhora em todos os instrumentos de avaliação utilizados, com exceção da HY, que perdurou após 30 dias de FU. O GC não apresentou melhora significativa. Infelizmente, os autores não testaram os efeitos do treinamento sobre o equilíbrio em condições de tarefa-dupla.

Outro estudo recente analisou a eficácia de um programa de treinamento motor baseado na utilização de pistas auditivas para a melhora do equilíbrio de pacientes com DP. Após o treinamento houve melhora significativa do equilíbrio avaliado por meio da EEB e do *Postural Stress Test* [74].

Outra forma de intervenção muito utilizada na prática clínica com o objetivo de melhorar a funcionalidade de pacientes com DP é a “Estratégia Cognitiva de Movimento” [75]. Morris, Iansek et al. [75] realizaram um ensaio clínico randomizado com o objetivo de comparar a terapia baseada na estratégia de movimento com exercícios para pacientes com DP. O treinamento de estratégias de movimento ensina os pacientes a usar o córtex frontal para moverem-se com maior facilidade, rapidez e com maior segurança usando o controle cognitivo. A estratégia de movimento promoveu melhora na maioria dos instrumentos utilizados pelos autores, inclusive na UPDRS, enquanto que os exercícios melhoraram a qualidade de vida.

2.9 A realidade virtual aplicada à reabilitação

A RV é definida como a simulação em tempo real de um ambiente, cenário ou atividade com os quais o usuário pode interagir por meio de seus múltiplos canais sensoriais utilizando uma interface computadorizada [17].

A RV tem sido proposta como um novo instrumento para o tratamento e prevenção de disfunções motoras e cognitivas em idosos e pacientes com lesões no sistema nervoso [17]. O equilíbrio e a marcha têm sido as habilidades mais investigadas entre as funções treinadas por meio da RV. Em uma recente revisão, dos dezenove estudos que utilizaram esse tipo de intervenção, 14 treinaram equilíbrio e marcha [16]. A conclusão dos autores foi que, apesar da qualidade dos estudos revisados ter sido considerada baixa, os resultados mostraram efeitos positivos consistentes, o que encoraja o desenvolvimento de novas pesquisas.

Entre os equipamentos de RV para o treinamento de equilíbrio, o Nintendo Wii FIT[®] (NWF), tem se mostrado uma alternativa de fácil uso, baixo custo e boa confiabilidade [76-79]. O videogame NWF utiliza como interface o Wii Balance Board (WBB), uma plataforma

com quatro transdutores de força que fornecem informações sobre a distribuição de força e permite que o jogador controle em tempo real os deslocamentos do seu centro de pressão corporal. Alguns estudos têm mostrado resultados positivos com o treinamento por meio do NWF para a melhora do equilíbrio de pacientes que sofreram acidente vascular encefálico [80, 81].

Há estudos publicados sobre a utilização de ambientes imersivos e não imersivos para o treinamento de marcha [82-85]. Um estudo [86] utilizou a RV para o treinamento de marcha de 10 indivíduos com DP, que consistiu de caminhada em esteira com obstáculos virtuais. As cenas foram projetadas na parede ou por meio de óculos 3-D. Os participantes apresentaram aumento no tempo de treinamento e na velocidade da marcha. Além disso, aumentaram a quantidade de obstáculos evitados e diminuíram os desequilíbrios durante a marcha.

Outro estudo [82] analisou os efeitos da utilização de pistas reais e virtuais sobre a marcha de 26 pacientes com DP no estágio intermediário, nas fases *on* e *off* da medicação, num laboratório que simulava desafios reais por meio de apresentações de cenas que poderiam desencadear o *freezing* dos pacientes. A intervenção baseada em pistas foi realizada de modo virtual por meio de um óculos que apresentava aos pacientes linhas virtuais e o treinamento real foi realizado por meio de linhas transversais reais colocadas no chão. Tanto o treinamento real quanto o virtual promoveram melhora na velocidade e cadência da marcha, com pequena vantagem para o treinamento real. No entanto, os autores ressaltam que o treinamento virtual possibilita maior versatilidade de condições de treinamento que o real.

Um estudo revisou o impacto das modalidades de treinamento cognitivo-motor sobre as funções de idosos e pacientes neurológicos [16]. Entre as modalidades de treinamento cognitivo-motor os autores destacam os treinamentos realizados por meio da intervenção computadorizada, destacando entre eles a utilização de videogames e de *biofeedback*.

Recentemente, vários estudos têm analisado os efeitos desta nova modalidade de RV não imersiva composta pelos videogames de última geração [76, 77, 79, 80, 87-95] que utilizam interfaces baseadas na captação dos movimentos dos jogadores por meio de acelerômetros, emissores e receptores de sinal infravermelho e *strain gauge*, como os controles utilizados pelo Nintendo Wii® e pelo Play Station®. Já o Kinect do X-Box 360® utiliza a captação direta dos deslocamentos corporais por meio de câmeras de vídeo infravermelho.

Na prática clínica, muitos fisioterapeutas têm utilizado o videogame para o treinamento da coordenação, do equilíbrio, da marcha e da função manual de pacientes com doenças neurológicas, ortopédicas, ou mesmo em idosos, entretanto, não há evidências científicas sobre a efetividade deste tipo de abordagem. A *Wii Rehabilitation*, ou *Wii Habilitation*, tem sido recentemente divulgada, mas sua utilização é feita de modo empírico e sem critérios.

Deutsch, Borbely et al. [88] foram os primeiros a publicarem um estudo sobre a utilização do NW para o tratamento de um indivíduo com paralisia cerebral. Utilizaram o Wii Sports® com os objetivos de melhorar o controle de tronco, a mobilidade e a atenção de um paciente diplégico espástico de 13 anos. Realizaram o treinamento intercalando as posturas sentada e em pé. Após o período de intervenção, os autores relataram que o participante do estudo apresentou melhora em vários aspectos, como na percepção visual, equilíbrio e marcha, controlados por meio de instrumentos de avaliação clínica.

Saposnik, Mamdani et al. [96] publicaram o primeiro ensaio clínico randomizado sobre a utilização do NW para o tratamento de indivíduos com disfunções neurológicas. O estudo comparou a terapia por realidade virtual, baseada nos jogos do NW, com a terapia convencional direcionada a indivíduos que sofreram acidente vascular encefálico (AVE). Participaram do estudo 20 indivíduos com tempo de AVE de até seis meses, com idade entre 18 e 85 anos. O grupo chamado de experimental foi submetido a oito sessões de 60 minutos de treinamento com os jogos *Wii Sports*® e *Cooking Mama*®. Os autores concluíram que a intervenção baseada na RV com os jogos do NW é aplicável, segura e promoveu melhora na função manual, avaliada por meio da *Wolf Motor Function Test* e do *Box and Block Teste*.

Alguns autores têm utilizado os sinais *Bluetooth* emitidos pela WBB para o desenvolvimento de jogos rodados em ambiente Windows ou para a avaliação do controle postural. Um estudo [97] desenvolveu um método para a captação dos sinais da WBB por meio de um *mini laptop* e um receptor *Bluetooth*. O dispositivo foi testado em duas crianças com paralisia cerebral quadriplégica espástica de 9 e 11 anos de idade. O *software* utilizado apresentava alvos visuais na tela de uma TV acoplada ao *mini laptop*, os quais deveriam ser seguidos pelos participantes por meio dos deslocamentos posturais. Os autores concluíram que o método pode ser utilizado para o treinamento de equilíbrio de indivíduos com alterações motoras.

Outro estudo utilizou [79] a WBB para avaliar e treinar o equilíbrio de idosos. Os autores utilizaram os sinais da WBB para calcular o COP dos participantes e incorporá-lo num ambiente virtual que fornecia retroalimentação sobre o seu deslocamento. Foram criados dois jogos para o treinamento de equilíbrio de seis idosos que participaram de 10 sessões de treinamento com duração de 20 minutos cada por quatro semanas. Os jogos estimulam os deslocamentos nos sentidos ântero-posterior e médio-lateral. Antes e após o treinamento as oscilações do COP foram avaliadas por meio do WBB com os olhos abertos e fechados. Houve diminuição das oscilações posturais após o treinamento.

Estudos têm investigado os efeitos do treino cognitivo por meio do videogame sobre habilidades cognitivas [98, 99] Um estudo comparou os efeitos de dois tipos de treinamentos sobre a cognição de idosos. Um treinamento foi realizado por meio de um jogo do NW chamado de *Big Brain Academy* e o outro através de 20 horas de leitura. Os participantes realizaram uma vasta bateria de testes cognitivos e perceptuais antes e após o treinamento que teve duração de um mês. Os idosos que praticaram o Big Brain Academy apresentaram melhora na potuação dos jogos, porém com limitações nas transferências para os testes cognitivos e perceptuais. Outros estudos têm mostrado melhora na memória operacional, alternância de tarefas, memória visual de curto prazo e raciocínio após o treinamento por meio de jogos virtuais [100]. Contudo, ainda não está bem estabelecido na literatura se o treinamento em ambiente virtual pode promover transferência das habilidades cognitivas treinadas por meio de jogos para os testes cognitivos clínicos.

2.9.1 Potenciais do NWF para a reabilitação da DP

Embora a maioria dos estudos sobre os efeitos terapêuticos do NWF tenha sido realizada com idosos, ainda não existem estudos sobre os efeitos do treinamento por meio do NWF em pacientes com DP, os quais poderiam ser particularmente beneficiados por esta nova modalidade terapêutica, que oferece com vantagem em comparação ao treinamento convencional:

1. **A grande oferta de estímulos visuais e auditivos que poderiam funcionar como pistas externas que facilitariam a aprendizagem motora:** em consequência à depleção de dopamina, pacientes com DP têm prejuízos mais acentuados em movimentos controlados por sinais internos [101]. Diversos estudos experimentais e clínicos mostram que pistas externas podem melhorar o desempenho motor de pacientes com DP [9, 102, 103]. Estudos com imageamento cerebral mostraram que na presença de pistas externas, há uma mudança no padrão de ativação encefálica, com um maior engajamento de áreas corticais, particularmente da área motora suplementar, o que pode, parcialmente, compensar a redução da ativação do estriato decorrente da DP [104, 105]. O fundamento do ambiente virtual é a simulação por meio de informações visuais e auditivas que dirigem o desempenho do jogador. Assim, sem dúvida, o NWF oferece um grande fluxo de pistas visuais e auditivas em comparação ao treino convencional.
2. **A realimentação do desempenho tentativa por tentativa oferecido pelo NWF poderia consistir em um fator facilitador da aprendizagem:** a DP leva a uma diminuição da ativação do núcleo subtálamico, estrutura dos núcleos da base que está envolvida na avaliação do desempenho tentativa por tentativa, fundamentalmente por realimentação visual, direcionando à seleção de parâmetros mais eficientes do próximo movimento. Isso acarreta em uma redução da habilidade de pacientes com DP melhorarem o seu desempenho ao longo de tentativas sucessivas [7]. Estudos sobre a aprendizagem motora na DP mostram que a realimentação de desempenho em 100% das tentativas leva a uma melhora na retenção da aprendizagem [106]. Uma característica cardinal dos jogos virtuais é o oferecimento de parâmetros visuais diretos (atingiu ou não o objetivo) e cumulativos (pontuação parcial e final); e auditivos (sinais sonoros diferentes para acerto e erro). Em conjunto, essas formas de realimentação de desempenho poderiam facilitar a avaliação do desempenho tentativa por tentativa, propiciando uma melhora no desempenho final e na sua retenção, de forma mais rápida e mais precisa em comparação ao treino convencional.
3. **O grande número de tentativas oferecido em cada jogo poderia facilitar a aprendizagem motora, particularmente a automatização:** vários estudos mostram que as deficiências de aprendizagem em pacientes com DP são mais acentuadas ou restritas às fases mais tardias do processo responsável pela automatização do desempenho [9-11, 13-15, 107]. Um estudo [104] mostrou que o treinamento pode minimizar essa deficiência,

permitindo que pacientes com DP consigam realizar movimentos de forma automática. Entretanto, os mesmos precisam de um número significativamente maior de tentativas em comparação aos idosos sem DP [4.7 + 1 h x 6.0 + 0.8 h). Nos jogos virtuais cada “partida” é composta por um número variável de tentativas determinadas pela demanda de cada jogo, o que favorece a melhora progressiva do desempenho até as fases mais tardias do processo de aprendizagem, o que pode ser particularmente favorável para pacientes com problemas nas fases mais tardia da aprendizagem.

4. **O alto número de estímulos motivadores pode favorecer a aprendizagem:** a depressão, caracterizada principalmente pela apatia, atinge a maioria dos pacientes com DP [19, 108-111]. Adicionalmente estudos mostram que a dopamina é um importante modulador da aprendizagem por recompensa e punição, sendo que a sua reposição em pacientes com DP interfere na aprendizagem de uma nova tarefa [112]. Como se trata de um equipamento com fins comerciais, uma das principais estratégias para a sua ampla utilização é oferecer condições motivadoras para o usuário. Assim, os jogos utilizam ambientes esteticamente elaborados, alta interatividade, dinamismo e reforços como prêmios e quebra de recordes. Como a motivação interfere no processo de aprendizagem mesmo em jovens saudáveis [113], essas características podem ser vantajosas particularmente para pacientes com DP, em comparação ao treino convencional.

5. **A divisão da atenção entre a demanda motora e a cognitiva dos jogos:** pacientes com DP apresentam prejuízos no desempenho motor em condições que exijam a divisão da atenção com outra tarefa motora [114, 115] e, principalmente, outra tarefa cognitiva [116-119]. Alguns autores defendem a necessidade de treinamento dessa habilidade por meio de treinos em condições de dupla-tarefa [9, 71]. Durante os jogos do NWF, o jogador precisa manter sua atenção no ambiente virtual projetado na tela, onde procura resolver com êxito uma tarefa usando movimentos corporais. Assim, a sua atenção está dividida entre a tarefa virtual e o controle dos movimentos realizados em ambiente real de forma sincronizada, caracterizando uma condição de dupla-tarefa motora e cognitiva. Além disso, alguns jogos exigem movimentos simultâneos, porém independentes, de tronco, membros inferiores e membros superiores, o que caracteriza uma condição de multi-tarefas motora-motora-cognitiva. O envolvimento de áreas corticais para a resolução da tarefa virtual poderia estimular a função de estruturas subcorticais envolvidas no controle automático dos movimentos [105, 120]. Essa característica poderia ser muito vantajosa

para o treino da divisão da atenção em comparação ao treino convencional, onde a atenção do paciente esta voltada quase que exclusivamente para a tarefa motora. Mesmo o treinamento em condição de dupla-tarefa em ambiente real apresenta uma demanda muito reduzida em comparação ao treino em ambiente virtual.

6. **A alta demanda cognitiva exigida para a resolução das tarefas virtuais podem melhorar as funções cognitivas:** as deficiências cognitivas, particularmente das funções executivas em pacientes com DP, contribuem para o declínio da funcionalidade [43, 66, 69, 114, 120-125]. Funções executivas como atenção, memória, tomada de decisão, auto-percepção e o monitoramento de resposta são fundamentais para o desempenho de tarefas motora do dia a dia de forma eficiente [125]. Todos os jogos no NWF exigem atenção sustentada na tarefa virtual, dividida entre a tarefa virtual e as respostas motoras em ambiente real e seletiva para os estímulos relevantes para resolução da tarefa virtual; auto percepção da relação entre os movimentos em ambiente real e suas consequências em ambiente virtual, monitorização de respostas para aperfeiçoamento da próxima tentativa. Além disso, alguns jogos exigem habilidades mais complexas como planejamento, memória operacional, tomada de decisão e inibição de respostas. Por essas características, videogames têm sido usados para a melhora de habilidades cognitivas em idosos. Desta forma, uma das principais vantagens do treinamento em jogos virtuais seria a possibilidade de melhorar paralelamente as habilidades motoras e cognitivas. Em pacientes com DP, onde as deficiências motoras e cognitivas se somam afetando a funcionalidade, esse tipo de treinamento poderia ser particularmente vantajoso em comparação ao treino convencional, voltado fundamentalmente para a melhora motora.

Por outro lado, a despeito de todas as vantagens acima listadas, estudos têm discutido as limitações na transferência dos ganhos obtidos em ambiente virtual para as habilidades cognitivas [126] e motoras [127] desempenhadas em ambiente real em indivíduos saudáveis. Pacientes com DP, mesmo apresentando aprendizagem normal, apresentaram deficiências em comparação aos idosos sem DP, na habilidade de transferir a aprendizagem entre o segmento treinado e o contralateral, não treinado [128]. Apresentam também dificuldades em transferir o desempenho adquirido pelo treino de marcha guiado por pistas externas para o desempenho da marcha sem as mesmas [13]. Assim, as limitações de transferência das habilidades

aprimoradas pelo treino em ambiente virtual para o ambiente cotidiano poderiam ser mais acentuadas em pacientes com DP, inviabilizando a sua utilização como recurso terapêutico.

3 Objetivos

3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo foi comparar os efeitos de dois programas de treinamento do CP, um deles realizado em ambiente virtual por meio do NWF, e o outro realizado em ambiente real, sobre (1) a independência nas AVDs, (2) o equilíbrio e (3) a cognição de pacientes com DP.

3.2 Objetivos Específicos

1 - Analisar o desempenho dos pacientes com DP ao longo de 14 sessões de treinamento realizados em ambiente de RV por meio do registro da pontuação obtida nos jogos;

2 - Comparar os efeitos de dois tipos de treinamento, um realizado em ambiente real e outro em ambiente virtual, sobre as seguintes funções de pacientes com DP:

2.1- a independência nas AVDs avaliada por meio da seção II da Escala Unificada de Avaliação de Doença de Parkinson (UPDRS);

2.2 - o equilíbrio funcional avaliado por meio da Escala de Equilíbrio de Berg (EEB);

2.3 - o equilíbrio em condições de tarefa simples (TS) e dupla (TD) avaliado por meio do *Unipedal Stance Test* (UST) desempenhado isoladamente (TS) ou em associação a uma tarefa de fluência verbal (TD);

2.4 - as habilidades cognitivas avaliadas pela *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA) como as funções visuoespacial e executiva, nomeação, memória, atenção, linguagem, abstração, evocação tardia e orientação.

4 MATERIAIS E MÉTODO

4.1 Tipo de Estudo

Trata-se de um ensaio clínico randomizado e cego.

4.2 Casuística

O cálculo do tamanho amostral foi realizado com base na medida primária, independência para as AVDs, avaliada pela pontuação da seção II da UPDRS. A média adotada com base em estudo piloto com pacientes no mesmo estágio de evolução da DP que o do presente estudo foi de 10, com desvio-padrão de 3, considerando-se 4 pontos como diferença entre o treino controle e o experimental. O resultado indicou que 24 pacientes (12 em cada grupo), seriam necessários para obter um poder de 90%. Foram recrutados 32 pacientes (16 em cada grupo) considerando-se possíveis perdas de pacientes ao longo do estudo.

Assim, participaram deste estudo 32 pacientes com DP, nos estágios 1 a 2,5 (média 1,75, desvio-padrão 0,5) da escala de Hoehn e Yahr modificada (HY) [62], com idade entre 60 e 85 anos (média 67,4 anos, desvio-padrão 8,1) de ambos os sexos (17 homens e 15 mulheres), em tratamento estável com levodopa, recrutados da Associação Brasil Parkinson. Os participantes foram randomizados em dois grupos de mesmo tamanho; os nomes dos pacientes foram colocados numa caixa e em seguida sorteados entre os dois grupos, por um voluntário não envolvido no estudo.

O grupo controle (GC), composto por 16 participantes, 8 homens e 8 mulheres, com média de idade de 66,25 anos, desvio-padrão de 8,3, recebeu a fisioterapia para o treinamento de equilíbrio sem o apoio de RV; o grupo experimental (GE), composto por 9 homens e 7

mulheres, com média de idade de 67,44 anos, desvio-padrão de 8,1 recebeu fisioterapia para o treinamento de equilíbrio associada ao NWF.

4.2.1 Critérios de Inclusão

Os critérios de inclusão no estudo foram: (1) diagnóstico de DP idiopática, nos estágios 1 a 2,5 da escala de HY, tratada com levodopa e ou seus sinergistas; (2) ausência de outras doenças neurológicas ou ortopédicas detectáveis; (3) ausência de demência determinada por pontuação superior a 23 no Mini Exame do Estado Mental (MEEM) [129], ou depressão, determinado por pontuação inferior a seis na Escala de Depressão em Geriatria (GDS-15) [130]; (4) pontuação superior a 46 na Escala de Equilíbrio de Berg (EEB); (5) acuidade visual normal ou corrigida e (6) boa acuidade auditiva, sendo estes dois últimos critérios avaliados clinicamente.

O MEEM é composto por sete categorias, cada uma delas planejada com o objetivo de avaliar funções cognitivas específicas. São elas: orientação para tempo, orientação para local, registro de três palavras, atenção e cálculo, recordação das três palavras, linguagem e praxia visuo-construtiva. O escore do MEEM varia de 0 a 30 pontos, sendo que valores mais baixos apontam para possível déficit cognitivo [129, 131].

A GDS-15 é um dos instrumentos mais frequentemente utilizados para a detecção de depressão em idosos, composta por 15 questões, para as quais os indivíduos respondem sim ou não, que exploram se o indivíduo apresenta ou não sinais de depressão. Para cada resposta indicativa de depressão acrescenta-se 1 ponto. A escala vai de 0 a 15 pontos, de modo que quanto maior a pontuação, maiores são os indícios de depressão [130].

Os participantes não tinham nenhuma experiência prévia com o sistema de jogos do NWF, e não frequentavam nenhum outro programa de reabilitação. Foi obtido o termo de consentimento de cada participante antes do início do estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Centro Universitário São Camilo (ANEXO A), para o uso de seres humanos em pesquisa (CAAE – 0166.0.166. 000-8).

4.2.2 Critérios de Exclusão

Não puderam participar deste estudo pessoas com história de alcoolismo, desordens psiquiátricas, ou outras doenças neurológicas, e com alterações da acuidade visual não corrigida.

4.3 Local

O estudo foi realizado em dois locais: no Departamento de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, localizado na Rua Cipotânea, 51, Cidade Universitária, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP; e na Associação Brasil Parkinson, localizado na Av. Bosque da Saúde, 1155, São Paulo, SP.

4.4 Materiais

Foram utilizados os seguintes materiais:

- um console do videogame Nintendo Wii®;
- um programa Nintendo Wii Fit Plus®;
- uma plataforma para registro das oscilações posturais (Balance Board® - Nintendo®) que serve de interface para os jogos do NWF;
- um projetor multimídia (Samsung® modelo SP-M200S);
- uma tela para projeção de 1,5m por 1,5m (Visograf®);
- um colchonete (Carci®);

- um bastão de madeira (Carci[®]);
- um step (Carci[®]);
- um disco de propriocepção (Carci[®]);
- uma bola de borracha de 10 cm de diâmetro (Carci[®]);
- uma bola terapêutica de 60 cm de diâmetro (Carci[®]);
- uma faixa elástica (Carci[®]);
- uma cadeira sem apoio para os braços;
- uma prancha de equilíbrio (Carci[®]).

4.4.1 Nintendo Wii Fit Plus

O videogame *Nintendo Wii*[®] (NW) foi lançado no final do ano de 2006, revolucionando a maneira de se jogar, substituindo os controles tradicionais que exigiam somente os movimentos das mãos para a interação com os jogos. Os controles do NW, os chamados *Wii Remote* e o *Nunchuk*, que utilizam acelerômetros, emissores e sensores de sinal infravermelho, para a detecção das mudanças de direção, velocidade e aceleração dos movimentos dos jogadores.

O *Wii Balance Board*[®] (WBB) é uma plataforma dotada de sensores (*strain gauge*) que detectam o sentido dos deslocamentos de peso dos jogadores (Figura-1). O NW possui jogos que exigem a reprodução de movimentos dos membros superiores relacionados a atividades esportivas, como o *Wii Sports*[®] que contém os jogos de tênis, boliche, golf, baseball e boxe.

O software *Nintendo Wii Fit Plus*[®] (NWF) apresenta jogos de equilíbrio, *Yoga*, exercícios aeróbicos, entre outros, que devem ser jogados sobre a WBB. No NWF o participante cria um avatar, cujas características físicas podem ser manipuladas para que o mesmo tenha a sua aparência. Os movimentos realizados pelo jogador são replicados pelo avatar na tela do jogo, em tempo real.

Figura-1: Console (à esquerda), controles (no centro) e o WBB (à direita) do NW.

Os jogos do NWF exigem deslocamentos controlados do centro de pressão do corpo, rápidos ou lentos, de grandes ou pequenas amplitudes, dependendo do jogo. O NWF oferece aos jogadores realimentação visual, auditiva e, em alguns casos, vibratórias, que podem facilitar o treinamento e a melhora no desempenho das tarefas propostas. O controle dos

níveis de dificuldade possibilita a utilização dos jogos por pacientes com disfunções motoras. O presente estudo utilizou 10 jogos do NWF para promover o treinamento de equilíbrio do GE.

4.5 Procedimento

4.5.1 Avaliações realizadas antes, depois e após 60 dias do final do treinamento

Os dois grupos foram avaliados antes do treinamento (AT), depois do treinamento (DT) e após 60 dias do final do treinamento (*follow up*) (FU). Todas as avaliações foram realizadas no período *on* da medicação de reposição dopaminérgica, no mesmo horário, sob as mesmas condições pelo mesmo examinador cego. A medida primária foi a independência para as AVDs, mensurada pela pontuação da seção II da UPDRS. As medidas secundárias foram o equilíbrio estático e dinâmico mensurado pela pontuação na EEB [132] e UST [133], o qual, para se investigar a influência do controle visual, foi realizado com os olhos abertos e fechados, e para investigar o controle automático, foi realizado em TD (concomitante a uma tarefa de fluência verbal). Para avaliar o desempenho cognitivo foi utilizada a pontuação na MoCA [134] (Figura-2).

Figura-2. Fluxograma do estudo: 32 pacientes com Doença de Parkinson (DP) foram randomizados em dois grupos. O grupo controle (GC) realizou 14 sessões de treinamento de equilíbrio sem a utilização do Nintendo Wii Fit (NWF), enquanto o grupo experimental (GE) realizou 14 sessões de treinamento de equilíbrio com a utilização do NWF. Ambos os grupos foram avaliados antes (AT), depois (DT) e após 60 dias do final do treinamento (*follow up* – FU). Os instrumentos de avaliação utilizados foram: (1) seção II da *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* (UPDRS); (2) Escala de Equilíbrio de Berg (EEB); (3) *Unipedal Stance Test* (UST) e (4) *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA).

Os pacientes com DP foram avaliados por meio da UPDRS que avalia os sinais e sintomas da doença e determinadas atividades por meio de uma entrevista com o paciente e da avaliação clínica. É composta por 42 itens, divididos em quatro domínios: atividade mental, comportamento e humor; AVDs; exploração motora e complicações da terapia

medicamentosa. Cada item é avaliado de 0 (normalidade) a 4 (maior comprometimento pela doença). O presente estudo utilizou a seção II da UPDRS, que corresponde à avaliação das AVDs, como medida primária.

A EEB consiste de 14 itens que avaliam a habilidade de adotar e manter a posição bípede [135]. Cada item recebe a pontuação de 0 a 4 e no final da avaliação o resultado dos 14 itens são somados. Quanto maior a pontuação obtida melhor é o equilíbrio do indivíduo avaliado. A nota de corte para o risco de quedas deste instrumento é 46, ou seja, os indivíduos que obtiverem pontuação inferior a este valor apresentam risco de quedas.

O UST é um teste de equilíbrio de fácil aplicação prática e de boa reprodutibilidade, cujos valores normativos estão bem estabelecidos e aceitos pela literatura científica [136]. Neste teste, o indivíduo foi solicitado a permanecer com apoio unipodal por 60 segundos, mantendo os braços cruzados à frente do tronco. O teste foi realizado em três condições: (1) olhos abertos; (2) olhos fechados e (3) olhos abertos concomitantemente a uma tarefa de fluência verbal, condição denominada de TD. Foram registrados o tempo de permanência do indivíduo na posição de teste e o número de palavras evocadas na tarefa de fluência verbal. O cronômetro era iniciado quando o indivíduo retirava um pé do chão e era parado quando ocorresse algum movimento brusco dos membros superiores ou o toque no solo do pé que estava suspenso. Cada paciente realizou três tentativas e foi feito o registro do tempo de cada uma para posterior cálculo da média de tempo em cada condição avaliada.

A MoCA foi desenvolvida com o objetivo de se detectar graus leves de alterações cognitivas. O instrumento avalia diferentes domínios cognitivos como as funções visuoespaciais e executiva, nomeação, memória, atenção, linguagem, abstração, evocação tardia e orientação. A pontuação total da escala é de 30 pontos e pontuações maiores ou iguais a 26 indicam desempenho normal [131, 134, 137-143].

4.5.2 Intervenção

Todos os pacientes realizaram 14 sessões individuais de treinamento, supervisionados por um fisioterapeuta, duas vezes por semana, durante sete semanas (Figura-2), no período *on* da medicação de reposição dopaminérgica. Cada sessão foi composta por 30 minutos de

exercícios globais similares para ambos os grupos, divididos em quatro séries diferentes de exercícios de alongamento, fortalecimento muscular e mobilidade axial, uma série por sessão (Tabelas 1, 2, 3 e 4). Após estes 30 minutos iniciais ambos os grupos realizaram mais 30 minutos de treinamento de equilíbrio (Tabelas 5 e 6).

O GC realizou o treinamento de equilíbrio em ambiente real sem a utilização de pistas externas, realimentação ou tarefas cognitivas e virtuais, composto por 10 exercícios diferentes, cinco por sessão, que estimularam o deslocamento do centro de gravidade sobre superfícies com diferentes níveis de estabilidade. Os exercícios do GC foram elaborados de modo a reproduzir as exigências motoras do treinamento de equilíbrio do GE, que foi realizado por meio de 10 jogos do NWF, cinco por sessão.

Os jogos foram selecionados de acordo com a demanda motora e cognitiva dos mesmos, com o objetivo de estimular os ajustes posturais envolvidos na resolução de tarefas perceptuais (visuais e auditivas) associadas a funções cognitivas como atenção, tomada de decisão, planejamento, inibição de resposta, entre outras (Figura 2). Os exercícios globais realizados pelos dois grupos e os exercícios de equilíbrio específicos de cada grupo foram serão apresentados nos capítulos subsequentes.

4.5.2.1 Exercícios globais realizados pelos dois grupos

Os participantes dos dois grupos realizaram quatro séries diferentes de exercícios globais, uma série por sessão, com duração de 30 minutos cada, acompanhados por um fisioterapeuta. Os objetivos destes exercícios foram melhorar o alongamento muscular, mobilidade axial e força muscular, além de promover o aquecimento necessário para o subsequente treino de equilíbrio. Segue abaixo a descrição de cada série de exercícios:

4.5.2.1.1 Série I dos exercícios globais

A série I foi composta pelos exercícios abaixo (Tabela-1):

1. Exercícios ativos da região cervical em padrões diagonais (cinco repetições para cada lado);
2. Exercícios ativos de rotação de tronco em padrões diagonais realizados em sedestação (cinco repetições para cada lado);
3. Exercícios ativos de rotação de tronco inferior realizados em decúbito dorsal (cinco repetições para cada lado);
4. Exercícios ativos de “ponte” com o paciente em decúbito dorsal com as pernas e coxas flexionadas e pés apoiados no solo. O participante tinha que realizar 10 movimentos de extensão das coxas;
5. Exercícios ativos de dorsiflexão e flexão plantar com os pés apoiados sobre o disco proprioceptivo (10 repetições para cada movimento);
6. Exercícios ativos de tríplex flexão com o participante em decúbito dorsal (10 movimentos em cada membro inferior).

Tabela-1. Série I dos exercícios globais

Exercício	Figura
1. Exercícios ativos da região cervical em padrões diagonais (cinco repetições para cada lado)
2. Exercícios ativos de rotação de tronco em padrões diagonais realizados em sedestação (cinco repetições para cada lado)
3. Exercícios ativos de rotação de tronco inferior realizados em decúbito dorsal (cinco repetições para cada lado)
4. Exercícios ativos de “ponte” com o paciente em decúbito dorsal com as pernas e coxas flexionadas e pés apoiados no solo. O participante tinha que realizar 10 movimentos de extensão das coxas
5. Exercícios ativos de dorsiflexão e flexão plantar com os pés apoiados sobre o disco proprioceptivo (10 repetições para cada movimento)
6. Exercícios ativos de tríplex flexão com o participante em decúbito dorsal (10 movimentos cada membro inferior)

4.5.2.1.2 Série II dos exercícios globais

A série II dos exercícios globais foi composta pelos exercícios abaixo (Tabela-2):

1. Alongamento do músculo trapézio mantendo a posição por cinco respirações para cada lado;
2. Exercício ativo de rotação do tronco inferior realizado com a região glútea apoiada sobre uma bola (cinco movimentos para cada lado);
3. Exercícios ativos de tríplice flexão de membros inferiores em decúbito dorsal (15 repetições para cada lado);
4. Exercícios de “ponte” com deslocamentos laterais da pelve (15 repetições para cada lado);
5. Exercício resistido de flexão plantar e dorsiflexão utilizando-se uma faixa elástica (10 movimentos cada lado);
6. Exercício ativo de flexão e extensão da perna associados à dorsiflexão e flexão plantar (15 vezes cada lado). O exercício foi realizado em sedestação com os pés apoiados sobre uma bola.

Tabela-2. Série II dos exercícios globais

Exercício	Figura
1. Alongamento do músculo trapézio mantendo a posição por cinco respirações para cada lado
2. Exercício ativo de rotação do tronco inferior realizado com a região glútea apoiada sobre uma bola (cinco movimentos para cada lado)
3. Exercícios ativos de tríple flexão de membros inferiores em decúbito dorsal (15 repetições para cada lado)
4. Exercícios de “ponte” com deslocamentos laterais da pelve (15 repetições para cada lado)
5. Exercício resistido de flexão plantar e dorsiflexão utilizando-se uma faixa elástica (10 movimentos cada lado)
6. Exercício ativo de flexão e extensão da perna associado com a dorsiflexão e flexão plantar (15 vezes cada lado). O exercício foi realizado em sedestação com os pés apoiados sobre uma bola

4.5.2.1.3 Série III dos exercícios globais

A série III dos exercícios globais foi composta pelos exercícios abaixo (Tabela-3):

1. Exercício ativo de rotação de tronco em sedestação (10 repetições para cada lado);
2. Exercício ativo de flexão do tronco e da coxa (10 repetições);
3. Exercício ativo-resistido de abdução da coxa utilizando-se de faixa elástica (15 repetições);
4. Exercício ativo de flexão e extensão da perna associado com a dorsiflexão e flexão plantar (15 vezes cada lado). O exercício foi realizado em sedestação com os pés apoiados sobre uma bola;
5. Exercício ativo de tríplex flexão de membros inferiores associado com flexão de tronco inferior, realizado com o paciente em decúbito dorsal com a perna apoiada sobre a bola terapêutica (15 repetições).

Tabela-3. Série III dos exercícios globais

Exercício	Figura
1. Exercício ativo de rotação de tronco em sedestação (10 repetições para cada lado)
2. Exercício ativo de flexão do tronco e da coxa (10 repetições)
3. Exercício ativo-resistido de abdução da coxa utilizando-se de faixa elástica (15 repetições)
4. Exercício ativo de flexão e extensão da perna associado com a dorsiflexão e flexão plantar (15 vezes cada lado). O exercício foi realizado em sedestação com os pés apoiados sobre uma bola
5. Exercício ativo de tríplice flexão de membros inferiores associado com flexão de tronco inferior, realizado com o paciente em decúbito dorsal com a perna apoiada sobre a bola terapêutica (15 repetições)

4.5.2.1.4 Série IV dos exercícios globais

A série IV dos exercícios globais foi composta pelos exercícios abaixo (Tabela-4):

1. Exercícios ativos de flexão, extensão e rotações da cervical (cinco repetições para cada movimento);
2. Exercícios ativos de flexão e rotação de tronco em decúbito dorsal para fortalecimento dos músculos abdominais oblíquos (15 repetições para cada lado);
3. Exercício ativo de tríplice flexão de membros inferiores associado com flexão de tronco inferior, realizado com o paciente em decúbito dorsal com a perna apoiada sobre a bola terapêutica (15 repetições);
4. Exercício ativo de flexão e extensão da perna associado com a dorsiflexão e flexão plantar (15 vezes cada lado). O exercício foi realizado em sedestação com os pés apoiados sobre uma bola;
5. Exercício ativo de tríplice flexão de membros inferiores associado com flexão de tronco inferior, realizado com o paciente em decúbito dorsal com a perna apoiada sobre a bola terapêutica. Ao final de cada extensão das pernas, o paciente tinha que realizar a extensão das coxas (15 repetições).

Tabela-4. Série IV dos exercícios globais

Exercício	Figura
1. Exercícios ativos de flexão, extensão e rotações da cervical (cinco repetições para cada movimento)
2. Exercícios ativos de flexão e rotação de tronco em decúbito dorsal para fortalecimento dos músculos abdominais oblíquos (15 repetições para cada lado)
3. Exercício ativo de tríplice flexão de membros inferiores associado com flexão de tronco inferior, realizado com o paciente em decúbito dorsal com a perna apoiada sobre a bola terapêutica (15 repetições)
4. Exercício ativo de flexão e extensão da perna associado com a dorsiflexão e flexão plantar (15 vezes cada lado). O exercício foi realizado em sedestação com os pés apoiados sobre uma bola
5. Exercício ativo de tríplice flexão de membros inferiores associado com flexão de tronco inferior, realizado com o paciente em decúbito dorsal com a perna apoiada sobre a bola terapêutica. Ao final de cada extensão das pernas, o paciente tinha que realizar a extensão das coxas (15 repetições)

4.5.2.2 Treinamento de equilíbrio do GE

Após a realização dos exercícios globais, os participantes do GE realizaram, com a assistência de um fisioterapeuta, mais 30 minutos de treinamento de equilíbrio por meio de 10 jogos do NWF, cinco por sessão (Tabelas 6 e 7). Os jogos foram selecionados de acordo com as exigências motoras de equilíbrio estático e dinâmico, desencadeadas e dirigidas por tarefas perceptuais (visuais e auditivas) associadas a funções cognitivas. O processo de seleção, com participação de três fisioterapeutas com especialização em fisioterapia em neurologia, se iniciou com o levantamento das características das deficiências no CP de pacientes com DP, identificando-se as principais competências a serem treinadas para uma melhora nesse controle. A seguir, foi realizada uma análise conjunta de todo o repertório de jogos oferecido pelo NWF, identificando-se os que poderiam oferecer condições de treino apropriadas para os objetivos traçados. Essa análise não considerou apenas as demandas motoras dos jogos, mas também a velocidade e variabilidade das respostas requeridas, a forma de controle da velocidade dos movimentos (auto-controlada ou determinada pela apresentação dos estímulos), possibilidade ou não de planejamento de respostas, nível de exigência de divisão de atenção, envolvimento da memória operacional, necessidade de tomada de decisões e inibição de respostas. Após essa etapa, foram selecionados 16 jogos potenciais. Em seguida, os jogos foram testados em pacientes com DP em estágios iniciais de evolução da DP, na presença dos três fisioterapeutas. Como critérios para a seleção final foram considerados que os jogos fossem exequíveis, mas desafiadores para a maioria dos pacientes. Como resultado final, foram selecionados 10 jogos que, em relação às demandas motoras, cinco deles exigiam o deslocamento do centro de gravidade nas direções ântero-posterior e látero-lateral, três deles exigiam a estabilização do centro de gravidade durante um intervalo de tempo e dois deles exigiam a alternância de passos. Em relação às demandas cognitivas, todos os jogos exigiam atenção voltada para a resolução da tarefa, memória operacional e monitoração de desempenho, três deles exigiam a inibição de respostas, tomada de decisão e mudança de estratégia, dois deles exigiam memória de curta duração, e dois deles exigiam a divisão de atenção entre movimentos com os membros superiores e inferiores. Os 10 jogos foram divididos em sessões pares e ímpares.

4.5.2.2.1 Descrição dos jogos selecionados para o treinamento de equilíbrio do GE das sessões pares

1. *Table Tilt* (TT): é um jogo no qual é projetada na tela uma plataforma com orifícios e bolas sobre ela (Tabela-5). O objetivo do jogador é encaixar as bolas nos orifícios no tempo predeterminado pelo jogo, por meio de inclinações na plataforma virtual, por meio de deslocamentos do peso corporal sobre o WBB, que fazem as bolas rolar em direção aos buracos. As bolas rolam de acordo com o sentido da inclinação. A primeira fase do jogo é composta por uma plataforma com um orifício e uma bola. À medida que o jogador avança de fase vão surgindo outras bolas e outros orifícios aumentando progressivamente o grau de dificuldade do jogo. O jogador só passava de fase se conseguisse encaixar todas as bolas no tempo determinado. Quanto antes o jogador encaixar as bolas, maior será o tempo da fase seguinte. A cada fase completada o jogador ganha pontos. O TT exige do jogador o deslocamento controlado do centro de massa para não acelerar demais as bolas e ultrapassar o alvo. Em outras circunstâncias o jogador deve gerar deslocamentos bruscos do centro de massa para impedir que a bola caia da plataforma pelas bordas. Toda a vez que uma bola cai da plataforma ocorre um giro aleatório da plataforma deslocando o orifício para outra posição, o que exige do jogador uma mudança rápida de estratégia para redirecionar o deslocamento da bola para outro sentido. Nas fases mais avançadas do jogo, quando duas ou mais bolas estão sobre a plataforma, o jogador precisa controlar o deslocamento de todas as bolas simultaneamente que se localizam em regiões diferentes da plataforma. Se o jogador prestar atenção somente numa das bolas, fatalmente as outras cairão. À medida que o tempo vai terminando, o cronômetro do jogo fica vermelho, começa a piscar e emitir um sinal sonoro. É muito comum o jogador neste momento aumentar a velocidade dos deslocamentos com o objetivo de encaixar as bolas antes de terminar o tempo. O jogo pode ser considerado uma tarefa complexa, pois o jogador precisa simultaneamente, controlar com precisão os deslocamentos do centro de massa em todas as direções sem perder o equilíbrio, inverter o plano motor quando a bola ultrapassa o alvo, elaborar uma estratégia na qual as bolas sobre a plataforma desloquem-se de maneira a se aproximarem do alvo e controlar o tempo para a finalização da tarefa. Deste modo, para avançar de fase o jogador precisa aprimorar o controle dos deslocamentos do centro de massa, o gerenciamento atento direcionado para alvos diferentes dentro da mesma tarefa. A pontuação do videogame se dá de maneira *online* toda a vez que o jogador acerta o alvo, o que pode favorecer a aprendizagem. Além das exigências motoras

citadas acima, o jogo exigia o planejamento dos movimentos para que os alvos fossem atingidos.

2. *Rhythm Parade* (RP): trata-se de um desfile de fanfarra virtual, no qual o jogador deve marchar sobre a WBB no ritmo determinado pela música e simultaneamente realizar movimentos com o *Wii Remote* com a mão direita e com o *Nunchuk* com a mão esquerda como se estivesse tocando um tambor (Tabela-5). O ritmo das batidas é determinado por alvos visuais na tela do jogo. A pontuação se dá de acordo com o ritmo da marcha e com os acertos dos movimentos com os controles manuais. O jogo exige a divisão de atenção entre a marcha e a tarefa de acertos de alvos aleatórios com um dos braços ou com ambos.

3. *Obstacle Course* (OC): é um jogo no qual um jogador virtual deve tentar atravessar um percurso no qual há grandes esferas em movimentos pendulares (Tabela-5). O participante real deve alternar os passos para controlar a velocidade do deslocamento do jogador virtual com o objetivo de desviar das bolas. O jogador virtual é arremessado para fora do percurso se uma das esferas se chocar contra ele. Além disso, durante o caminho o jogador virtual deverá saltar de uma plataforma para outra, por meio de movimentos de flexão e extensão dos membros inferiores do jogador real. A pontuação é proporcional à distância percorrida pelo jogador. O jogo exige a tomada de decisão sobre a melhor velocidade da marcha, quando interrompê-la e reiniciá-la.

4. *Single Leg Extension* (SLE): neste jogo o participante real deve permanecer em apoio unipodal enquanto realiza movimentos alternados do membro superior e do membro inferior contralateral. O objetivo do jogo é realizar os movimentos solicitados no ritmo determinado pelo instrutor virtual ao mesmo tempo em que controla a posição do centro de pressão representado por um ponto vermelho dentro de uma área amarela (Tabela-5). O jogo exige a sustentação da atenção no modelo virtual com o objetivo de reproduzir os movimentos realizados por ele.

5. *Tilt City* (TC): jogo no qual o participante real controla o deslocamento de uma plataforma por meio do *Wii Remote* e de outras três plataformas virtuais com deslocamentos feitos sobre a WBB (Tabela-5). A plataforma controlada pelo *Wii Remote* fica acima das outras três que ficam alinhadas. Na base da tela há três baldes coloridos, cada um abaixo de uma plataforma. O objetivo do jogador é direcionar as bolas para os baldes da mesma cor. As

bolas caem sobre a primeira plataforma que é movida com o controle manual. O jogador tem que direcioná-las para o lado correto e em seguida inclinar o corpo na direção do balde da mesma cor da bola. Quando a bola cai no balde correto o jogador marca pontos. Os jogadores tinham que identificar a cor do estímulo e planejar os movimentos do quadril para direcionar os alvos para os pontos de cor correspondente.

Tabela-5. Descrição do treinamento dos grupos GE e GC das sessões pares. O GE realizou o treinamento de equilíbrio com os jogos do NWF TT, RP, OC, SLE e TC. O GC realizou o treinamento baseado na demanda motora destes jogos.

Jogo	Exercício	Demanda Motora
Table Tilt		Exercício de transferência de peso auto-iniciada nos sentidos látero-lateral e ântero-posterior com ênfase na estimulação dos ajustes posturais antecipatórios. Este exercício correspondeu à demanda motora do jogo TT.
Rhythm Parade		Marcha estacionária associada aos movimentos de flexão e extensão do antebraço de modo alternado e sincronizado. Este exercício foi elaborado para corresponder à demanda motora do jogo RP.
Obstacle Course		Exercício de marcha estacionária com mudança de velocidade e simulação de saltos correspondente à demanda motora do jogo OC.
Single Leg Extension		Exercício de equilíbrio em apoio unipodal para a reprodução da demanda motora do jogo SLE.
Tilt City		Exercício de transferência de peso auto-iniciada no sentido látero-lateral associado ao deslocamento do quadril e à inclinação de tronco, combinados com movimentos de rotação dos braços, reproduzindo a demanda motora do jogo TC.

4.5.2.2.2 Descrição dos jogos selecionados para o treinamento de equilíbrio do GE das sessões ímpares

1. *Basic Step* (BS): neste jogo um jogador virtual projetado na tela deve subir e descer de uma plataforma virtual na sequência determinada pelas pistas visuais e no ritmo da música do jogo (Tabela-6). O jogador marca pontos toda vez que sobe e desce da WBB no tempo exigido e com o pé correto. O jogo exige coordenação de membros inferiores e ajustes posturais antecipatórios necessários para a transferência de peso constante exigida pelo jogo. O jogo exige a sustentação da atenção com o objetivo de seguir as pistas visuais e auditivas que direcionam os movimentos dos pés.
2. *Penguin* (PG): jogo no qual o participante real controla os movimentos de um pinguim virtual sobre uma pedra de gelo que está flutuando no mar com o objetivo de pegar o maior número de peixes que saltam sobre o gelo (Tabela-6). Quando o pinguim tenta se deslocar para um dos lados, o bloco de gelo inclina-se fazendo com que o pinguim deslize rapidamente para o lado da inclinação. Neste momento, o jogador deve deslocar o peso do corpo na direção oposta para evitar que o pinguim caia no mar. A pontuação é proporcional ao número de peixes coletados pelo pinguim. O jogo exige o planejamento dos deslocamentos do avatar na direção dos alvos.
3. *Heading Soccer* (HS): é projetado na tela um jogador que tem como objetivo cabecear o maior número de bolas que são lançadas em várias direções (Tabela-6). Esse jogador virtual replica os movimentos do jogador real. Em algumas ocasiões são chutadas cabeças de ursos de pelúcia e chuteiras em direção ao jogador virtual. Neste caso, o jogador real deve inclinar-se rapidamente para evitar o choque destes objetos contra ele, o que causaria perda de pontos. A cada bola cabeceada o jogador aumenta a sua pontuação. Bolas cabeceadas de modo sequencial fazem com que o jogador ganhe mais pontos. Este jogo exige basicamente deslocamentos no plano frontal, ou seja, deslocamentos do centro de massa no sentido látero-lateral. O pré-requisito para um bom desempenho é o tempo de reação curto, a previsibilidade do sentido do deslocamento da bola a partir do momento no qual ela é chutada pelos jogadores virtuais em direção ao representante virtual do jogador real. No começo as bolas são chutadas com uma velocidade menor e à medida que o tempo vai passando, as bolas são chutadas cada vez mais rapidamente e com menor intervalo entre uma e outra. No

final do jogo, aumenta-se a frequência de cabeças de ursos de pelúcia e chuteiras que funcionam como distratores e exigem do jogador uma mudança rápida da estratégia de movimento, ou seja, um re-processamento motor. O reforço positivo é oferecido pelo jogo, pois, toda vez que o jogador acerta a cabeçada é emitido um sinal sonoro e o jogador aumenta a sua pontuação. O jogo exige a identificação do estímulo e a tomada de decisão rápida sobre a direção dos movimentos realizados para acertar ou se esquivar do alvo.

4. *Basic Run* (BR): neste jogo o participante real precisa realizar a alternância de passos para fazer com que o seu jogador virtual conclua uma corrida em um percurso guiado por um gato projetado na tela (Tabela-6). Após completar o percurso o jogador precisa responder a três perguntas sobre detalhes do trajeto percorrido. A pontuação é proporcional ao ritmo do jogador e ao número de respostas corretas. O jogo exige a divisão de atenção entre a marcha e os estímulos do ambiente virtual que precisam ser memorizados, pois no final do trajeto são feitas perguntas sobre o percurso.
5. *Torso Twist* (TTW): jogo no qual o participante real deve replicar os movimentos de um instrutor virtual que realiza rotações do tronco para a esquerda e para a direita e em seguida associa rotações com flexões de tronco (Tabela-6). O objetivo do jogo é controlar o centro de pressão representado por um ponto vermelho dentro de uma área amarela, à medida que realiza os movimentos de rotação no ritmo determinado pelo instrutor virtual por meio de um apito. O jogo exige a sustentação da atenção no modelo virtual com o objetivo de reproduzir os movimentos realizados por ele.

Tabela-6. Descrição do treinamento dos grupos GE e GC das sessões ímpares. O GE realizou o treinamento de equilíbrio com os jogos do BS, PG, HS, RP e TTW. O GC realizou o treinamento baseado na demanda motora destes jogos.

Jogo	Exercício	Demanda Motora
Basic Step (BS)		Exercício de subir e descer um degrau para simular o jogo BS.
Penguin (PG)		Exercício de transferência de peso auto-iniciada sobre uma prancha de equilíbrio para simular a demanda motora do jogo PG.
Heading Soccer		Exercício de transferência de peso auto-iniciada sobre a prancha de equilíbrio para simular a demanda motora do jogo HS.
Basic Run (BR)		Exercício de corrida estacionária com balanço dos membros superiores para reproduzir os movimentos do jogo BR.
Torso Twist (TTW)		Exercícios de rotação do tronco e rotação associada com flexão e inclinação do tronco.

4.5.2.3 Treinamento de equilíbrio do GC

Após a realização dos exercícios globais os participantes do GC realizaram mais 30 minutos de treinamento de equilíbrio, composto por 10 exercícios, cinco por sessão. Os exercícios estimularam o controle da projeção do centro de gravidade sobre superfícies com diferentes níveis de estabilidade, o equilíbrio na marcha, a coordenação, o condicionamento cardíaco-respiratório, a flexibilidade e a força muscular. Os exercícios foram elaborados de modo a reproduzir movimentos semelhantes aos exigidos pelo treinamento do GE, realizados em frente a uma parede branca para que o indivíduo não recebesse retro-alimentação visual sobre os deslocamentos do corpo (Tabelas 5 e 6).

4.5.2.3.1 Descrição dos exercícios para o treinamento de equilíbrio do GC das sessões pares

Os exercícios das sessões pares do GC corresponderam à demanda motora dos jogos *Table Tilt* (TT), *Obstacle Course* (OC), *Rhythm Parade* (RP), *Tilt City* (TC) e *Single Leg Extension* (SLE). Os cinco exercícios correspondentes aos jogos foram descritos abaixo (Tabela-5):

1. Demanda motora do TT: o jogo TT exige deslocamentos do centro de gravidade em vários sentidos realizados em bipedestação. Assim, foi elaborado um exercício de transferência de peso auto-iniciada no qual os indivíduos realizavam deslocamentos do centro de gravidade nas direções látero-lateral e ântero-posterior com a base de apoio natural e sem movimentação dos pés, seguindo o comando de voz do terapeuta que incentivava a exploração máxima dos limites de estabilidade dos participantes, com o objetivo de estimular os ajustes posturais antecipatórios. Como o exercício gerava instabilidade à medida que os pacientes se aproximavam do limite de estabilidade, o restabelecimento do equilíbrio foi promovido pelos ajustes posturais compensatórios. Os deslocamentos em cada direção tiveram a duração de 1 minuto com intervalo de 20 segundos entre elas (Tabela-5).

2. Demanda motora da OC: O jogo OC exige a marcha estacionária do praticante, ou seja, o indivíduo tem que andar sem sair do lugar. No jogo, o participante necessita desviar de

obstáculos representados por pêndulos dispostos ao longo do percurso que oscilam em velocidades diferentes. Assim, a cada obstáculo o jogador precisa se mudar a velocidade da marcha estacionária. O jogo também exigia a simulação de saltos quando os jogadores necessitavam se deslocar de uma plataforma virtual para outra. Foi elaborado um exercício no qual os indivíduos realizaram uma marcha estacionária rítmica realizada em duas séries de dois minutos cada uma. Ao final de cada série os participantes simularam um salto por meio de flexão e extensão das pernas. O fisioterapeuta solicitava ao paciente que mudasse a velocidade da marcha da primeira para a segunda série. Este exercício estimulou o equilíbrio dinâmico, a coordenação de membros superiores e inferiores, a marcha e a troca postural de sentado para em pé (Tabela-5).

3. Demanda motora da RP: Os indivíduos realizaram o treino de marcha estacionária rítmica associada a movimentos alternados de flexão e extensão de antebraço por 2 minutos. Após pausa de 30 segundos reiniciaram a marcha com movimentação bilateral sincronizada por mais 2 minutos (Tabela-5).

4. Demanda motora do TC: O jogo TC exige deslocamentos do centro de gravidade no sentido látero-lateral ao mesmo tempo em que os jogadores realizam movimentos de rotações do braço. O exercício elaborado para reproduzir os movimentos deste jogo foi o de deslocamentos látero-laterais auto-iniciados de quadril, associados aos movimentos de rotação dos braços com os antebraços mantidos em extensão e supinação, segurando um bastão com as duas mãos. Os deslocamentos laterais do quadril foram realizados com a base de apoio natural dos participantes e sem movimentação dos pés objetivando a dissociação do tronco superior e inferior. Realizaram inicialmente inclinação lateral do tronco com movimentação do quadril para o mesmo lado por 2 minutos, e após pausa de 30 segundos, inclinação lateral do tronco com movimentação do quadril para o lado oposto. Este exercício promoveu a estimulação dos ajustes posturais antecipatórios e a melhora da mobilidade do tronco e do quadril no plano frontal (Tabela-5).

5. Demanda motora do SLE: O jogo SLE exigia do praticante a permanência em apoio unipodal enquanto o jogador realizava movimentos de flexão e extensão do membro inferior contralateral ao apoio. Assim, foi elaborado um exercício no qual os pacientes permaneceram em apoio unipodal (esquerdo e posteriormente, direito) e, após permanecerem estáveis na postura, associaram movimentos de flexão e extensão da coxa e da perna contralaterais

mantendo o tronco ligeiramente inclinado à frente em uma sequência de 6 repetições para cada membro inferior. O tempo do exercício foi de aproximadamente 2 minutos. Este exercício promoveu a estimulação de reações de equilíbrio, pois foi realizado com base de apoio reduzida e com deslocamentos contínuos auto-iniciados do centro de massa (Tabela-5).

4.5.2.3.2 Descrição dos exercícios para o treinamento de equilíbrio do GC das sessões ímpares

Os exercícios das sessões ímpares do GC correspondem à demanda motora dos jogos *Basic Step* (BS), *Penguin* (PG), *Heading Soccer* (HS), *Basic Run* (BR) e *Torso Twist* (TTW). Os cinco exercícios correspondentes aos jogos foram descritos abaixo (Tabela-6):

1. Demanda motora do BS: O jogo BS exige dos jogadores a subida e descida sobre o WBB de acordo com a realimentação visual apresentada de modo a acompanhar o ritmo de uma música. Para simular o BS, foi elaborado um exercício no qual os indivíduos realizaram o treino de subir e descer um degrau de altura semelhante à do WBB iniciando a subida com o pé direito ou esquerdo, seguindo o comando verbal do terapeuta. Cada sequência teve duração de 1 minuto e 20 segundos com pausa de 30 segundos entre elas (Tabela-6). Este exercício treinou a transferência de peso para o membro inferior de apoio associado com o movimento de flexão do membro inferior contra-lateral, além de trabalhar o tempo de reação e coordenação de membros inferiores.

2. Demanda motora do PG: O jogo PG exige deslocamentos látero-laterais auto-iniciados. Os indivíduos realizaram deslocamentos de pelve com base normal e sem movimentação dos pés, de forma lenta e controlada sobre um disco de propriocepção. Foram realizadas duas séries de 1,5 minutos com pausa de 30 segundos entre elas (Tabela-6).

3. Demanda motora do HS: O jogo HS exigiu dos jogadores deslocamentos látero-laterais rápidos e potencialmente desestabilizadores que estimularam ajustes posturais antecipatórios e compensatórios. Para reproduzir os movimentos requeridos pelo jogo, foi elaborado um exercício no qual os indivíduos realizaram o treino de deslocamento látero-lateral sobre uma

prancha de equilíbrio de forma rápida, com duração de 1 minuto cada uma das 2 séries com pausa de 30 segundos entre elas (Tabela- 6).

4. Demanda motora da BR: O jogo BR exigia do jogador a realização de uma corrida estacionária mantendo um ritmo constante com balanço dos membros superiores. Para reproduzir os movimentos realizados no jogo, foi elaborado um exercício no qual os indivíduos realizaram uma corrida estacionária, mantendo um ritmo constante e com balanço dos braços. Foram realizadas duas repetições de 3 minutos cada, com tempo total de 6 minutos (Tabela-6).

5. Demanda motora de TTW: No jogo TTW os participantes tinham que realizar rotações de tronco para a esquerda e para a direita e posteriormente, rotações associadas à flexão e inclinação do tronco. Para reproduzir a demanda motora do jogo foi elaborado um exercício no qual os indivíduos realizaram rotações de tronco com MMSS abduzidos em base normal e sem mover os pés, tentando manter o centro de gravidade (CG) o mais estável possível. E em seguida rotações de tronco associadas à flexão e inclinação do tronco tentando tocar o joelho contralateral, em base normal, sem mover os pés e sem flexionar as pernas tentando manter o CG o mais estável possível. Cada tentativa teve duração de 1 minuto e 30 segundos (Tabela-6).

4.6 Análise dos Resultados

Os dados demográficos e as características clínicas dos grupos GC e GE foram comparadas por meio do teste t não-pareado.

Para analisar o desempenho nos jogos do NWF, após testes de normalidade e homogeneidade, a média da pontuação dos 10 jogos na primeira sessão de treino do GE foi comparada com a média da última sessão de treino por meio de ANOVA one-way.

Para analisar os resultados das medidas primárias e secundárias, após testes de normalidade (teste de Kolmogorov-Smirnov) e homocedasticidade (teste de Levene) e análise de distribuição de resíduos, foram realizadas 6 análises de variância de medidas repetidas (RM-ANOVA), uma para cada variável dependente, utilizando como fator o grupo (GC e GE) e as três avaliações (AT, DT e FU), sendo a última medida repetida (2x3 RM-ANOVA).

Para os efeitos que alcançaram nível de significância, foi realizado o Teste Pós Hoc de Tukey para a verificação de eventuais diferenças entre os mesmos.

Para toda a análise o nível de significância adotado foi de 5%.

5 RESULTADOS

As características clínicas e demográficas dos grupos GC e GE estão apresentadas na Tabela-7. Nenhuma diferença estatística foi observada entre os dois grupos. Todos os participantes completaram o treinamento sem nenhum evento adverso.

Tabela-7. Dados demográficos e características clínicas dos pacientes.

	Total	Grupos, Média (Desv Pad)		Valor de <i>P</i>
		GC	GE	
Idade (anos)	67.44 (8.12)	66.25 (8.35)	68.63 (7.97)	0.38 ^a
DP (anos)	4.97 (4.47)	5.25 (3.40)	4.69 (5.43)	0.68 ^a
MEEM (escore)	26.84 (2.38)	27.31 (2.55)	26.38 (2.19)	0.28 ^a
GDS-15 (escore)	4.53 (2.24)	4.94 (2.52)	4.13 (1.93)	0.31 ^a
Escolaridade (anos)	7.19 (4.60)	7.63 (4.76)	6.75 (4.55)	0.57 ^a

Abreviações: Desv Pad, Desvio Padrão; DP, doença de Parkinson; GC, Grupo Controle; GE, Grupo Experimental; H&Y, Escala de Hoehn Yahr; MEEM, Mini-Exame do Estado Mental; GDS-15, Escala de Depressão Geriátrica – 15.

^a Teste *t* não-pareado (valor de *P*).

Para se testar as hipóteses deste estudo, o primeiro resultado importante foi o desempenho nos jogos do NWF, ou seja, se de fato os pacientes com DP foram capazes de melhorar o seu desempenho nas tarefas virtuais. A ANOVA mostrou uma melhora significativa da média da pontuação dos 10 jogos entre a primeira e última sessão ($p < 0,001$).

Neste estudo a medida tomada como principal foi o nível de independência para as AVDs avaliada pela pontuação da seção II da UPDRS. Os resultados obtidos (Figura-3) mostraram que houve um efeito significativo de avaliação [RM-ANOVA; $F(2,52) = 21,12$; $p < 0,001$, poder observado = 0,999], sem efeito de grupo ou interação entre fatores (Tabela-8). O pós hoc teste de Tukey mostrou uma melhora significativa entre AT X DT ($p < 0,001$) e AT X FU ($p < 0,001$).

Desempenho nas AVDs, de acordo com a seção II da UPDRS

Figura-3. Média dos escores e respectivas barras verticais do intervalo de confiança de 95% do desempenho nas AVDs de acordo com a seção II da Escala Unificada da Doença de Parkinson (UPDRS), antes do treinamento (AT), depois do treinamento (DT) e no *follow up* (FU) de 60 dias, dos grupos experimental (GE) e controle (GC).

Tabela-8. Mudanças na seção II da Escala Unificada para a Doença de Parkinson (UPDRS).

	AT	DT	FU
	Média (Desv Pad)	Média (Desv Pad)	Média (Desv Pad)
GE	10,08 (3,84)	8,15 (3,53)	8,31 (3,59)
GC	8,93 (2,94)	7,60 (2,95)	8,07 (3,22)
Total	9,46 (3,37)	7,86 (3,18) ^a	8,18 (3,34) ^a

Abreviações: Desv Pad, Desvio Padrão; GC, Grupo Controle; GE, Grupo Experimental; AT, antes do treinamento; DT, depois do treinamento; FU, *follow up*. Houve efeito de avaliação (RM-ANOVA; $p < 0,001$; poder observado = 0,999).

^a Pós hoc teste de Tukey; comparações: AT x DT e AT x FU, $p < 0,001$.

As figuras 4 e 5 representam, respectivamente, os valores dos ganhos individuais do GC e do GE obtidos na UPDRS-II após o treinamento e no FU. Os ganhos foram calculados

por meio da equação $(UPDRS-II \text{ DT}) - (UPDRS-II \text{ AT})$, onde, UPDRS-II DT significa Escala Unificada de Avaliação de Doença de Parkinson depois do treino e UPDRS-II AT, Escala Unificada de Avaliação de Doença de Parkinson antes do treino.

Figura-4. Apresentação dos ganhos individuais na UPDRS-II do GC calculados por meio da subtração da pontuação obtida na avaliação depois do treino (DT) da antes do treino (AT), por meio da equação $(UPDRS-II \text{ DT}) - (UPDRS-II \text{ AT})$, e da subtração da pontuação do *follow up* (FU) da pontuação AT, por meio da equação $(UPDRS-II \text{ FU}) - (UPDRS-II \text{ AT})$. O eixo X representa os valores do ganho da UPDRS-II; o eixo Y representa os 16 pacientes do GC.

Figura-5. Apresentação dos ganhos individuais na UPDRS-II do GE calculados por meio da subtração da pontuação obtida na avaliação depois do treino (DT) da antes do treino (AT), por meio da equação (UPDRS-II DT) – (UPDRS-II AT), e da subtração da pontuação do *follow up* (FU) da pontuação AT, por meio da equação (UPDRS-II FU) – (UPDRS-II AT). O eixo X representa os valores do ganho da UPDRS-II; o eixo Y representa os 16 pacientes do GE.

Para as respostas de equilíbrio avaliadas por meio da EEB, os resultados obtidos (Figura-6), mostraram que houve um efeito significativo de avaliação [RM-ANOVA; $F(2,56) = 7,7772$; $p < 0,005$, poder observado = 0,940] sem efeito de grupo ou interação entre fatores (Tabela-9). O pós hoc teste de Tukey mostrou uma melhora significativa entre AT X DT ($p < 0,01$) e DT X FU ($p < 0,01$).

Avaliação do Equilíbrio com a Escala de Equilíbrio de Berg (EEB)

Figura-6. Média dos escores e respectivas barras verticais do intervalo de confiança de 95% do desempenho na Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), antes do treinamento (AT), depois do treinamento (DT) e no *follow up* (FU) de 60 dias, dos grupos experimental (GE) e controle (GC).

Tabela-9. Mudanças na Escala de Equilíbrio de Berg

	AT	DT	FU
	Média (Desv Pad)	Média (Desv Pad)	Média (Desv Pad)
GE	52,87 (4,10)	54,40 (2,16)	54,07 (2,05)
GC	51,93 (4,65)	53,13 (3,38)	53,13 (3,14)
Total	52,4 (4,36)	53,77 (2,86) ^a	53,60 (2,80) ^a

Abreviações: Desv Pad, Desvio Padrão; GC, Grupo Controle; GE, Grupo Experimental; AT, antes do treinamento; DT, depois do treinamento; FU, *follow up*. Houve efeito de avaliação (RM-ANOVA; $p < 0,005$; poder observado = 0.940).

^a Pós hoc Teste de Tukey: comparações: AT x DT e AT x FU; $p < 0,005$.

As figuras 7 e 8 representam, respectivamente, os valores dos ganhos individuais do GC e do GE obtidos na EEB após o treinamento e no FU. Os ganhos foram calculados por meio da equação $EEBDT - EEBAT$, onde, $EEBDT$ significa Escala de Equilíbrio de Berg depois do treino e $EEBAT$, Escala de Equilíbrio de Berg antes do treino.

Figura-7. Apresentação dos ganhos individuais na Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) do grupo controle (GC) calculados por meio da subtração da pontuação obtida na avaliação depois do treino (DT) da antes do treino (AT), por meio da equação $EEBDT - EEBAT$, e da subtração da pontuação do *follow up* (FU) da pontuação AT, por meio da equação ($EEBFU - EEBAT$). O eixo X representa os valores do ganho da EEB; o eixo Y representa os 16 pacientes do GC.

Figura-8. Apresentação dos ganhos individuais na Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) do grupo experimental (GE) calculados por meio da subtração da pontuação obtida na avaliação depois do treino (DT) da antes do treino (AT), por meio da equação $EEBDT-EEBAT$, e da subtração da pontuação do *follow up* (FU) da pontuação AT, por meio da equação $(EEBFU-EEBAT)$. O eixo X representa os valores do ganho da EEB; o eixo Y representa os 16 pacientes do GE.

Para a avaliação das respostas de equilíbrio por meio do UST, os resultados obtidos no teste com os olhos abertos (Figura-9), mostraram que houve um efeito significativo de avaliação [RM-ANOVA; $F(2,60) = 5,6002$; $p < 0,01$, poder observado = 0,840], sem efeito de grupo ou interação entre fatores (Tabela-10). O pós hoc teste de Tukey mostrou uma melhora significativa entre AT X DT ($p < 0,05$) e AT X FU ($p < 0,05$).

Unipedal Stance Test (UST) realizado com os olhos abertos (OA)

Figura-9. Média do tempo e respectivas barras verticais do intervalo de confiança de 95% do desempenho no *Unipedal Stance Test* (UST) realizado com os olhos abertos (OA), antes do treinamento (AT), depois do treinamento (DT) e no *follow up* (FU) de 60 dias, dos grupos experimental (GE) e controle (GC).

Tabela-10. Mudanças no *Unipedal Stance Test* (UST) com os olhos abertos (OA).

	AT	DT	FU
	Média (Desv Pad)	Média (Desv Pad)	Média (Desv Pad)
GE	23,44 (22,02)	32,90 (22,64)	31,20 (23,14)
GC	21,12 (20,82)	25,24 (21,39)	23,36 (19,90)
Total	22,28 (21,11)	29,07 (22,01) ^a	27,28 (21,60) ^b

Abreviações: Desv Pad, Desvio Padrão; GC, Grupo Controle; GE, Grupo Experimental; AT, antes do treinamento; DT, depois do treinamento; FU, *follow up*. Houve efeito de avaliação (RM-ANOVA; $p < 0,01$; poder observado = 0,840).

^a Pós hoc Teste de Tukey; comparações: AT x DT, $p < 0,005$.

^b Pós hoc Teste de Tukey; comparações: AT x FU, $p < 0,05$.

Para o mesmo teste realizado concomitantemente a uma tarefa de fluência verbal (TD), os resultados obtidos (Figura-10), mostraram que não houve um efeito significativo de avaliação, grupo ou interação entre os fatores (RM-ANOVA; $p < 0,05$) sem efeito de grupo ou interação entre fatores (Tabela-11).

Unipedal Stance Test (UST) com os olhos abertos (OA) realizado em tarefa dupla (TD).

Figura-10. Média do tempo e respectivas barras verticais do intervalo de confiança de 95% do desempenho no *Unipedal Stance Test* (UST) realizado com os olhos abertos (OA), em condições de tarefa dupla (TD), antes do treinamento (AT), depois do treinamento (DT) e no *follow up* (FU) de 60 dias, dos grupos experimental (GE) e controle (GC).

Tabela-11. Mudanças do *Unipedal Stance Test* (UST) com os olhos abertos (OA) em condições de tarefa dupla (TD).

	AT	DT	FU
	Média (Desv Pad)	Média (Desv Pad)	Média (Desv Pad)
GE	23,81 (18,88)	26,03 (20,34)	24,96 (21,47)
GC	18,62 (16,55)	20,29 (19,81)	20,80 (18,12)
Total	21,21 (17,66)	23,16 (19,96)	22,88 (19,66)

Abreviações: Desv Pad, Desvio Padrão; GC, Grupo Controle; GE, Grupo Experimental; AT, antes do treinamento; DT, depois do treinamento; FU, *follow up*. Não houve efeito de avaliação, grupo ou interação entre as variáveis (RM-ANOVA; $p>0,05$).

As figuras 11 e 12 representam, respectivamente, os valores dos ganhos individuais do GC e do GE obtidos na UST OA após o treinamento e no FU. Os ganhos foram calculados por meio da equação $UST\ DT - UST\ AT$, onde, UST DT significa *Unipedal Stance Test* depois do treino e UST AT, *Unipedal Stance Test* antes do treino.

Figura-11. Apresentação dos ganhos individuais no UST OA do grupo controle (GC) calculados por meio da subtração da pontuação obtida na avaliação depois do treino (DT) da antes do treino (AT), por meio da equação $UST\ DT - UST\ AT$, e da subtração da pontuação do *follow up* (FU) da pontuação AT, por meio da equação $(UST\ FU - UST\ AT)$. O eixo X representa os valores do ganho do UST OA; o eixo Y representa os 16 pacientes do GC.

Figura 12. Apresentação dos ganhos individuais no UST OA do grupo experimental (GE) calculados por meio da subtração da pontuação obtida na avaliação depois do treino (DT) da antes do treino (AT), por meio da equação $UST\ DT - UST\ AT$, e da subtração da pontuação do *follow up* (FU) da pontuação AT, por meio da equação $(UST\ FU - UST\ AT)$. O eixo X representa os valores do ganho do UST OA; o eixo Y representa os 16 pacientes do GE.

Finalmente, quando o teste foi realizado com os olhos fechados, os resultados obtidos (Figura-13) mostraram que houve um efeito significativo de avaliação (RM-ANOVA, $[F(2,60) = 6,5262; p < 0,005]$, poder observado = 0,894], sem efeito de grupo ou interação entre fatores (Tabela-12). O pós hoc teste de Tukey mostrou uma melhora significativa entre AT X DT ($p < 0,05$) e AT X FU ($p < 0,01$).

Unipedal Stance Test (UST) realizado com os olhos fechados (OF).

Figura-13. Média do tempo e respectivas barras verticais do intervalo de confiança de 95% do desempenho no *Unipedal Stance Test* (UST) realizado com os olhos fechados (OF), antes do treinamento (AT), depois do treinamento (DT) e no *follow up* (FU) de 60 dias, dos grupos experimental (GE) e controle (GC).

Tabela-12. Mudanças no *Unipedal Stance Test* (UST) com os olhos fechados (OF).

	AT	DT	FU
	Média (Desv Pad)	Média (Desv Pad)	Média (Desv Pad)
GE	4,039 (2,92)	5,32 (5,04)	5,29 (4,97)
GC	3,07 (3,02)	4,24 (4,54)	4,53 (4,41)
Total	3,55 (2,96)	4,78 (4,75) ^b	4,91 (4,65) ^a

Abreviações: Desv Pad, Desvio Padrão; GC, Grupo Controle; GE, Grupo Experimental; AT, antes do treinamento; DT, depois do treinamento; FU, *follow up*. Houve efeito de avaliação (RM-ANOVA; $p < 0,005$; poder observado = 0,894).

^a Pós hoc Teste de Tukey; comparação: AT x FU, $p < 0,001$.

^b Pós hoc Teste de Tukey; comparação: AT x DT, $p < 0,05$.

As figuras 14 e 15 representam, respectivamente, os valores dos ganhos individuais do GC e do GE obtidos na UST OF após o treinamento e no FU. Os ganhos foram calculados por meio da equação $UST\ OF\ DT - UST\ OF\ AT$, onde, UST OF DT significa *Unipedal Stance Test* com olhos fechados depois do treino e UST OF AT, *Unipedal Stance Test* com olhos fechados antes do treino.

Figura 14. Apresentação dos ganhos individuais no UST OF do grupo controle (GC) calculados por meio da subtração da pontuação obtida na avaliação depois do treino (DT) da antes do treino (AT), por meio da equação $UST\ DT - UST\ AT$, e da subtração da pontuação do *follow up* (FU) da pontuação AT, por meio da equação $(UST\ FU - UST\ AT)$. O eixo X representa os valores do ganho do UST OF; o eixo Y representa os 16 pacientes do GC.

Figura 15. Apresentação dos ganhos individuais no UST OF do grupo experimental (GE) calculados por meio da subtração da pontuação obtida na avaliação depois do treino (DT) da antes do treino (AT), por meio da equação $UST\ DT - UST\ AT$, e da subtração da pontuação do *follow up* (FU) da pontuação AT, por meio da equação $(UST\ FU - UST\ AT)$. O eixo X representa os valores do ganho do UST OF; o eixo Y representa os 16 pacientes do GE.

Para o desempenho cognitivo avaliado por meio do MoCA, os resultados obtidos (Figura-16), mostraram que houve um efeito significativo de avaliação [RM-ANOVA; $F(2,58) = 8,6819$; $p < 0,001$, poder observado = 0,962], sem efeito de grupo ou interação entre fatores (Tabela-13). O pós hoc teste de Tukey mostrou uma melhora significativa entre AT X DT ($p < 0,005$) e AT X FU ($p < 0,005$).

Escores obtidos na *Montreal Cognitive Assessment* (MoCa)

Figura-16. Média dos escores e respectivas barras verticais do intervalo de confiança de 95% do desempenho na *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA), antes do treinamento (AT), depois do treinamento (DT) e no *follow up* (FU) de 60 dias, dos grupos experimental (GE) e controle (GC).

Tabela-13. Mudanças na *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA).

	AT	DT	FU
	Média (Desv Pad)	Média (Desv Pad)	Média (Desv Pad)
GE	20,56 (4,47)	22,19 (4,49)	21,81 (4,55)
GC	21,67 (4,65)	23,13 (4,60)	23,33 (3,39)
Total	21,10 (4,52)	22,64 (4,49) ^a	22,55 (4,04) ^a

Abreviações: Desv Pad, Desvio Padrão; GC, Grupo Controle; GE, Grupo Experimental; AT, antes do treinamento; DT, depois do treinamento; FU, *follow up*. Houve efeito de avaliação (RM-ANOVA; $p < 0.001$; poder observado = 0.962).

^a Pós hoc Teste de Tukey: comparações: AT x DT e AT x FU, $p < 0.005$.

As figuras 17 e 18 representam, respectivamente, os valores dos ganhos individuais do GC e do GE obtidos na MoCA após o treinamento e no FU. Os ganhos foram calculados por meio da equação $\text{MoCA DT} - \text{MoCA OF AT}$, onde, MoCA DT significa *Montreal Cognitive Assessment* depois do treino e MoCA AT, *Montreal Cognitive Assessment* antes do treino.

Figura-17. Apresentação dos ganhos individuais na *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA) do grupo controle (GC) calculados por meio da subtração da pontuação obtida na avaliação depois do treino (DT) da antes do treino (AT), por meio da equação $\text{MoCA DT} - \text{MoCA AT}$, e da subtração da pontuação do *follow up* (FU) da pontuação AT, por meio da equação $(\text{MoCA FU} - \text{MoCA AT})$. O eixo X representa os valores do ganho da MoCA; o eixo Y representa os 16 pacientes do GC.

Figura-18. Apresentação dos ganhos individuais na *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA) do grupo experimental (GE) calculados por meio da subtração da pontuação obtida na avaliação depois do treino (DT) da antes do treino (AT), por meio da equação $\text{MoCA DT} - \text{MoCA AT}$, e da subtração da pontuação do *follow up* (FU) da pontuação AT, por meio da equação $\text{MoCA FU} - \text{MoCA AT}$. O eixo X representa os valores do ganho da MoCA; o eixo Y representa os 16 pacientes do GE.

6 DISCUSSÃO

O declínio da eficiência do CP, particularmente do equilíbrio, associado ao envelhecimento tem sido tratado como um problema de saúde pública [24, 144], na medida em que leva a um aumento do risco de quedas e todas as suas consequências [145-149].

A DP por sua vez afeta o CP, sendo sua deficiência um dos quatro sintomas cardinais da doença [50, 57, 58, 150-152]. Assim, o idoso com DP, deve ser objeto prioritário dos programas de prevenção do declínio do controle postural, a fim de se retardar as complicações e perdas funcionais decorrentes do mesmo [153-156]. As comorbidades e as complicações secundárias da DP refletem um alto custo para o tratamento da DP [144].

A busca pela melhor estratégia de tratamento cognitivo-motor [16] para pacientes com DP é de extrema importância, já que a instabilidade postural e o comprometimento cognitivo tendem a se agravar com a progressão da DP e ambos os sintomas são pouco responsivos ao tratamento medicamentoso e cirúrgico [57, 157]. Além disso, o impacto negativo na independência funcional dos pacientes é muito alto [58]. A piora da instabilidade postural com o avanço da DP causa o aumento da incidência de quedas e consequentemente de lesões graves secundárias ao trauma [158]. As fraturas de quadril e o traumatismo cranioencefálico estão entre os problemas mais graves associados às quedas [159]. Outro problema frequentemente agravado pela instabilidade postural é o medo de cair e consequentemente, a piora do imobilismo e das perdas funcionais relacionadas ao mesmo [58].

O comprometimento cognitivo com a progressão da DP pode trazer consequências negativas para o desempenho motor do paciente [43, 69, 152]. A piora nas funções executivas [123, 124], do gerenciamento atento [114], o comprometimento da priorização da tarefa [160] e da tomada de decisão [161], impactam de modo negativo nas AVDs e nas funções motoras dos pacientes.

Os *guidelines* da fisioterapia na DP [5, 6, 72, 162-165] sugerem que o treinamento de equilíbrio deve ser iniciado o mais precoce possível, já que os sintomas da doença se manifestam clinicamente quando o paciente já esgotou todos os recursos compensatórios utilizados pelo sistema nervoso comprometido pela lesão nos núcleos da base [3, 19]. Deste modo, os estudos sugerem que o treinamento motor seja iniciado antes do paciente desenvolver altos riscos de quedas, com o objetivo de prevenir a ocorrência das mesmas, por

meio da otimização dos mecanismos compensatórios utilizados pelo paciente [5, 6, 72, 162, 164]. Contudo, esses estudos não abordaram estratégias específicas para combater a tendência progressiva de substituição do controle motor automático pelo consciente, presente na DP [44, 120], e o declínio de funções cognitivas, também marcante na doença [115, 134, 143, 157], que sabe-se que agravam o problemas de quedas em idosos [166] e pacientes com DP [151, 157].

Embora a prática invariavelmente melhore o desempenho, alguns tipos de prática são mais eficientes que outros [167]. Por este motivo, a busca pela melhor estratégia de treinamento deve ser um objeto de estudo infindável dos fisioterapeutas.

A terapia baseada na RV constitui uma das mais inovadoras e promissoras tecnologias aplicadas à reabilitação, sendo utilizada atualmente pelos fisioterapeutas como instrumento para o tratamento dos distúrbios motores decorrentes de lesões neurológicas, envolvendo o treinamento do equilíbrio e da marcha, bem como a correção da postura e das alterações funcionais dos membros superiores e inferiores [85, 86, 88, 94, 168, 169].

A RV aplicada à reabilitação possibilita o desenvolvimento de terapias altamente motivadoras realizadas em ambientes seguros que simulam atividades reais, as quais podem ser treinadas com a manipulação dos graus de dificuldade de acordo com o nível de controle dos pacientes [17, 80, 84, 92, 169-177]. Além disso, possibilita a variabilidade no treinamento por meio de modificações nos ambientes de treinamento, que pode ser observado em diferentes ângulos e distâncias. Assim, a RV possibilita ao paciente o treinamento de tarefas motoras virtuais que posteriormente serão realizados no mundo real.

Entretanto, não há estudos sobre os efeitos do treinamento em RV na funcionalidade de pacientes com DP. A proposta do presente estudo foi comparar os efeitos de dois programas de exercícios para a melhora no CP de pacientes com DP que se diferenciavam pelo aspecto predominante motor do treino chamado em ambiente real, tomado aqui como um treino controle, e um treino realizado por meio de jogos virtuais do NWF.

Sendo assim, o principal objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos de dois tipos de treinamento, um deles realizado em ambiente real e o outro em ambiente virtual sobre as AVDs, o equilíbrio e a cognição de pacientes com DP.

De acordo com a literatura sobre aprendizagem motora na DP, o NWF poderia oferecer vários fatores que poderiam contribuir para o desempenho motor dos pacientes com

DP. Assim, foi hipotetizado que os pacientes apresentariam melhora progressiva no desempenho dos jogos virtuais, devido a estes fatores que potencialmente contribuiriam para o desempenho motor como: (1) a grande oferta de estímulos visuais e auditivos que poderiam servir como pistas externas; (2) a realimentação do desempenho tentativa por tentativa; (3) o alto número de repetições das tarefas treinadas, (4) o aspecto lúdico do treinamento com vários estímulos motivadores; (5) o estímulo à divisão de atenção entre as tarefas motora e cognitiva dos jogos e (6) a alta demanda cognitiva dos jogos que poderiam contribuir para a melhora específica da cognição.

Os resultados do presente estudo comprovaram que os pacientes com DP são capazes de melhorar o desempenho de tarefas virtuais treinadas por meio do videogame NWF. Assim, sugere-se que, apesar dos jogos exigirem respostas motoras rápidas, dependentes de funções executivas, os fatores que provavelmente contribuíram para a melhora no desempenho das tarefas virtuais foram os estímulos visuais e auditivos que podem ter funcionado como pistas externas que minimizaram as deficiências em movimentos guiados por sinais internos, decorrentes da depleção de dopamina [7-10, 74, 101, 102, 178-184].

A retroalimentação visual do desempenho, tentativa por tentativa também pode ter sido importante para a melhora no desempenho nos jogos na medida em que facilitou o processo de avaliação de desempenho e seleção dos parâmetros do próximo movimento [7, 101]. Outro fator importante a ser considerado é que os pacientes do presente estudo estavam em estágios iniciais de evolução da doença e foram treinados em período *on* da medicação de reposição dopaminérgica.

Acredita-se que a melhora no desempenho dos jogos reflete a melhora nas habilidades exigidas pelas tarefas virtuais, como o controle dos deslocamentos do COP, aumento na velocidade dos movimentos, melhora no gerenciamento da atenção e na seleção de estímulos relevantes para a tarefa, diminuição do tempo de reação aos estímulos, melhora na tomada de decisão e nas funções visuo-motoras de modo geral, entre outras habilidades requeridas para um bom desempenho nos jogos, ou seja, que não seria possível aumentar a pontuação nos jogos sem a melhora nestas habilidades. A pontuação dos jogos está diretamente relacionada ao desempenho motor e cognitivo do paciente, sendo assim, podemos supor que estas habilidades melhoraram com a prática virtual.

A melhora progressiva no desempenho dos jogos pode ser considerada como uma premissa para um possível efeito positivo sobre a funcionalidade de pacientes com DP, posto

que a ausência de melhora na pontuação poderia significar a incapacidade de melhora nas habilidades motoras e cognitivas exigidas para o desempenho das tarefas virtuais.

Deste modo, foi proposto que a melhora no desempenho dos jogos poderia impactar numa melhora funcional, o que justificaria a utilização terapêutica deste novo recurso. Por este motivo, este estudo propôs a avaliação dos efeitos do treinamento em ambiente de virtual sobre as AVDS, o equilíbrio e a cognição de pacientes com DP. Posto que os resultados poderiam sugerir um potencial uso terapêutico do NWF fez-se necessária a comparação do treinamento em ambiente virtual com o realizado em ambiente real.

Ao contrário das evidências da literatura que sugeriam vantagens para o treino pelos jogos, os resultados mostraram que ambos os treinamentos propiciaram ganho da mesma magnitude nas AVDs, no equilíbrio e na cognição dos pacientes com DP. Ou seja, não houve superioridade do treinamento realizado em ambiente virtual sobre o treinamento realizado em ambiente real.

Deste modo, é necessária a discussão sobre as hipóteses que poderiam explicar como dois tipos de treinamento, realizados em condições diferentes de prática, um em ambiente real e outro em ambiente virtual, promoveram resultados semelhantes. Em outras palavras, faz-se necessário discutir porque o impacto do treinamento de habilidades cognitivas e motoras de pacientes com DP, foi o mesmo que o treino motor já que o GC treinou especificamente habilidades motoras e o GE realizou um treinamento cognitivo-motor. Com isso, é importante se comparar as possíveis vantagens e desvantagens de se realizar o treinamento com atenção focada na tarefa motora, com o treinamento que exige habilidades motoras pareadas a cognitivas.

Uma das prováveis causas para a ausência de superioridade do GE sobre o GC foi que os benefícios do treinamento ficaram restritos à estimulação motora imposta por ambos os tipos de treinamento, que foi propositalmente semelhante em ambos os grupos. Ou seja, o treinamento do GC foi elaborado de modo a reproduzir toda a demanda motora requerida pelos jogos, com a mesma intensidade e duração. Toda a melhora tanto motora quanto cognitiva ocorreu devido à estimulação motora de ambos os tipos de treinamento. Com isso, supõe-se que toda a estimulação cognitiva e os prováveis fatores que poderiam trazer superioridade do treinamento virtual sobre o realizado em ambiente real não foram, por algum motivo, aproveitados pelo GE.

A melhora motora apresentada pelos dois grupos pode ser facilmente explicada por meio de vários estudos que demonstraram que a fisioterapia convencional, por meio de exercícios de equilíbrio, entre outros, pode contribuir para a melhora da instabilidade de pacientes com DP [5, 72, 73, 162, 165, 185]. Ambos os grupos foram treinados com base em exercícios de equilíbrio, que exigiram o deslocamento controlado do centro de massa e consequentemente, o controle da estabilidade postural por meio de ajustes antecipatórios e compensatórios. Além disso, os 30 minutos iniciais de ambos os grupos foram compostos por exercícios de mobilidade, fortalecimento e alongamento musculares, que poderiam contribuir para a melhora do equilíbrio [72, 162].

Entretanto, a melhora cognitiva de ambos os grupos não pode ser explicada de modo tão intuitivo, já que o GC não recebeu nenhum tipo de estimulação cognitiva como a do treinamento realizado pelo GE.

Vários estudos têm demonstrado que os exercícios físicos podem promover melhora cognitiva em idosos, particularmente as funções executivas [186-188] e, provavelmente, a melhora cognitiva observada após ambos os tipos de treinamentos promovidos pelo presente estudo se deva aos efeitos inespecíficos do exercício físico sobre a cognição. Apesar de poucos estudos terem investigado os efeitos de exercícios na cognição de pacientes com DP [163, 189], os resultados sugerem efeitos positivos. Portanto, é plausível supor que a atividade física moderada desenvolvida ao longo de sete semanas, independentemente da forma de treinamento, pôde propiciar melhora nas funções cognitivas de pacientes com DP que se manteve após o término do treino.

Outro resultado que merece destaque dentro dessa discussão é a ausência de melhora em condições de TD para os dois grupos. A melhora nesse tipo de desempenho pode se dar por dois mecanismos: (1) pela repetição dos movimentos levando a automatização, o que permite liberação de recursos atentos para a resolução de outra tarefa [9, 10, 13, 14, 190], ou (2) pelo treino de tarefas simultâneas que levaria ao melhor gerenciamento dos recursos atentos [71, 191]. Considerando as características dos treinos, o treino controle só poderia ter levado a uma melhora pela repetição, enquanto o do NWF poderia ter levado a uma melhora pelos dois mecanismos. O fato de nenhum treino ter promovido efeitos positivos sobre essa habilidade sugere que pacientes com DP tenham de fato limitações para melhorar o controle automático e o gerenciamento de atenção, como mostram diversos estudos [9, 63, 104, 192].

Outra explicação para os resultados semelhantes dos tipos de treinamento seriam as limitações na transferência de aprendizagem. Vários estudos mostram que a dopamina tem papel fundamental na transferência de aprendizagem [12, 101, 128]. Desta forma, os pacientes do presente estudo, a despeito de terem apresentado boa aprendizagem nos jogos, foram capazes de transferir apenas uma parte das mesmas, igualando os seus efeitos ao treino controle.

Estudos sobre aprendizagem motora em ambiente virtual sugerem que os pacientes com DP apresentam limitações na transferência de aprendizagem do ambiente virtual para o real. Um estudo que treinou a marcha de pacientes com DP por meio de pistas externas reais e virtuais demonstrou que os pacientes apresentaram melhora na velocidade da marcha após o treinamento, porém estes efeitos foram superiores quando o paciente foi avaliado desempenhando a marcha com pistas externa [17, 82]. Os ganhos foram inferiores quando o paciente foi avaliado sem pistas externas, o que demonstra a dificuldade de transferência.

Outros estudos compararam o comportamento motor e a atividade neural correspondente a tarefas motoras desempenhadas em ambientes real e virtual [127, 193]. Estes estudos demonstraram que há diferenças tanto nas respostas motoras quanto na atividade neural ao se desempenhar tarefas similares nestes dois ambientes. Assim, as condições de prática no ambiente virtual não refletem exatamente as condições de prática do ambiente real, o que poderia justificar as limitações na transferência de aprendizagem do ambiente virtual para o real e vice-versa.

Um estudo que avaliou a atividade eletroencefálica de jogadores de golfe demonstrou que existe diferença na ativação cortical quando o indivíduo realiza a tacada no ambiente real quando comparada à mesma tarefa realizada por meio do jogo de golfe do NW [127]. Além disso, os jogadores apresentaram maior número de acertos no ambiente real que no virtual. Este estudo sugere que o ambiente virtual não consegue reproduzir com perfeição o ambiente real e que possíveis diferenças em relação à informação visual e somatossensorial poderiam promover diferenças no padrão de ativação cortical. Deste modo, a tecnologia empregada pelo NWF não seria capaz de reproduzir exatamente toda a demanda motora do ambiente real, além de não promover o mesmo tipo de realimentação visual, auditiva e somatossensorial do ambiente real, fato que, provavelmente, poderia limitar a transferência de aprendizagem devido às diferenças entre a condição de prática e o ambiente real.

Outro estudo foi realizado com o objetivo de comparar o desempenho do alcance de alvos estáticos e móveis em RV e na realidade física em pacientes com DP [193]. Os pacientes com DP demoraram mais tempo para atingir os alvos estáticos e apresentaram um pico de velocidade menor que os idosos saudáveis, tanto em RV quanto na PF. Nos alvos móveis o desempenho, tanto em RV quanto na realidade física, foi semelhante em pacientes com DP e idosos. Os autores concluíram que os estímulos virtuais rápidos promoveram melhora na velocidade dos movimentos dos pacientes com DP. Este estudo sugere que pistas externas móveis rápidas melhoram mais a bradicinesia que as pistas estáticas. A maioria dos jogos treinados pelos pacientes do GE apresenta estímulos visuais móveis rápidos, que de acordo com os achados de Wang et al. [193] poderiam contribuir para a melhora da bradicinesia dos pacientes. Entretanto, como não foi objetivo do presente estudo avaliar a bradicinesia, esta possível melhora não foi identificada pelos instrumentos de avaliação deste trabalho.

Além dos estudos sobre possíveis limitações na transferência motora discutidos acima, vários estudos discutem sobre as dificuldades específicas em transferir habilidades cognitivas treinadas por meio de videogames para tarefas reais [98-100]. Como um dos principais diferenciais entre os dois tipos de treinamentos propostos pelo presente estudo está a estimulação cognitiva associada à resolução das tarefas dos jogos. Uma parte importante das vantagens esperadas estava associada à ideia que fosse possível transferir esses ganhos. No entanto, como sugerem os resultados do MoCA, não houve efeitos adicionais desse treino cognitivo no desempenho dos testes.

Estudos com idosos mostraram que o treinamento virtual de funções cognitivas pode promover melhora específica nas tarefas cognitivas virtuais, porém existe uma limitação na transferência de aprendizagem para funções cognitivas avaliadas clinicamente [16, 126, 194]. Estes achados estão de acordo com os resultados deste estudo, pois os pacientes apresentaram melhora nas habilidades cognitivas exigidas pelos jogos avaliadas por meio da melhora no desempenho, porém, provavelmente, esta melhora não foi transferida para as habilidades cognitivas avaliadas pelo MoCA.

Outro estudo que comparou os efeitos de dois tipos de treinamentos cognitivos aplicados a idosos, um deles realizado por meio do jogo *Big Brain Academy* do NW e o outro através da leitura [126]. Os resultados demonstraram que os idosos apresentaram melhora na pontuação do jogo, mas que não repercutiu na melhora cognitiva global. Além disso, o grupo

que realizou a leitura também não apresentou melhora cognitiva. Os resultados deste estudo demonstram a limitação da transferência de aprendizagem de jogos virtuais para as habilidades cognitivas, o que poderia explicar a ausência de superioridade do GE experimental do presente estudo nos ganhos cognitivos. Provavelmente, a melhora cognitiva ficou restrita ao desempenho nos jogos, sem transferência para a função cognitiva global.

Por outro lado, um estudo sugere haver uma relação causal entre jogar videogames de ação e a melhora de habilidades visuais e ativas [195]. Boot et al. [196] afirmam que jogadores de videogame apresentam desempenho superior aos não jogadores em testes cognitivos. Os autores sugerem que estas diferenças poderiam estar relacionadas ao treinamento no videogame ou poderia ser uma diferença pré-existente dos jogadores que já teriam melhores habilidades para jogar antes do início da prática. Boot et al. [197] avaliaram várias habilidades cognitivas de jogadores e não jogadores de videogame. Os autores observaram que os jogadores de videogame apresentaram melhor desempenho nos testes cognitivos que os não jogadores. Após esta avaliação inicial, o grupo dos não jogadores foi submetido ao treinamento de 20 horas de videogames de ação após as quais foram novamente submetidos aos testes cognitivos. Os resultados deste estudo mostraram que 20 horas de prática de jogos de ação promoveram melhora na pontuação obtida nos jogos, mas não foram suficientes para promover melhora nos testes cognitivos após o treinamento. Os autores sugerem que a superioridade do grupo de jogadores de videogame se deve ao maior tempo de prática.

Os pacientes do GE do presente estudo participaram de 14 sessões de treinamento com duração de uma hora cada, sendo que os 30 minutos iniciais eram compostos por exercícios motores globais e nos 30 minutos restantes os pacientes treinavam os jogos do NWF. Com isso, o tempo total de treinamento cognitivo-motor foi de sete horas, ou seja, menos da metade do tempo de treinamento dos jovens não jogadores de videogame do estudo de Boot et al. [197] . Portanto, provavelmente o tempo de treinamento das habilidades cognitivas por meio do NWF não foi suficiente para promover o incremento da habilidade motora dos pacientes com DP. Além disso, estudos demonstram que pacientes com DP necessitam maior número de repetição para a aprendizagem, o que corrobora com a hipótese de que o tempo de treinamento cognitivo foi insuficiente para promover transferência das habilidades cognitivas treinadas para o teste cognitivo utilizado pelo presente estudo.

Outro estudo de Boot et al. [196] comparou dois métodos de treinamento por meio do videogame *Space Fortress*, jogo criado por psicólogos com o objetivo de ser utilizado como uma ferramenta para o estudo de aprendizagem e estratégias de treinamento. Os autores comparam o *Full Emphasis Training* (FET) ou o *Variable Priority Training* (VPT). O FET consiste no treinamento da tarefa como um todo. Segundo os autores, o VPT estimula a prática de toda a tarefa, mas foca a atenção na melhora de subcomponentes específicos da tarefa em momentos diferentes o que pode contribuir para a aceleração da aprendizagem e produção de um desempenho superior. Os resultados do estudo de Boot et al. [196] confirmaram a superioridade do VPT, porém a transferência de aprendizagem ficou restrita a habilidades cognitivas que foram mais similares às treinadas pelo *Space Fortress*. Assim, os resultados do estudo de Boot et al. [196] confirmam a hipótese de que as habilidades cognitivas apresentam limitações na possibilidade de transferência de aprendizagem.

Por fim, resta discutir a hipótese de uma possível superioridade dos pacientes do GE que não foi identificada pelos instrumentos de avaliação propostos pelo presente estudo. Como o objetivo final da fisioterapia é a melhora funcional do paciente com DP, propositalmente foram selecionados instrumentos de avaliação clínicos frequentemente utilizados para a avaliação funcional dos pacientes. Deste modo, o objetivo principal do trabalho foi avaliar a repercussão funcional do treinamento e não a melhora de habilidades específicas. Entretanto, provavelmente a melhora na pontuação reflete a melhora em habilidades específicas exigidas pelos jogos como o controle dinâmico da postura guiado por estímulos visuais rápidos e a tomada rápida de decisão de acordo com estes estímulos, ou mesmo a inibição de respostas com o objetivo de desviar de estímulos indesejados. Nenhum dos testes clínicos utilizados pelo presente estudo avalia de modo específico estas habilidades.

A EEB, por exemplo, avalia, de modo geral, a habilidade do paciente de adotar e manter a postura bípede e realizar movimentos sobre a mesma. No entanto, os movimentos solicitados no teste são auto-iniciados e não guiados por estímulos visuais ou pistas externas. Além disso, os testes não avaliam a habilidade do paciente de realizar estas tarefas de modo pareado a outras tarefas motoras ou cognitivas. Vários jogos do NWF requerem do jogador deslocamentos rápidos do centro de massa guiados por estímulos visuais ou pistas externas virtuais. Sendo assim, algumas habilidades de equilíbrio que foram treinadas apenas no NWF não foram avaliadas por este teste.

O outro teste de equilíbrio utilizado pelo presente estudo foi o UST, que avalia a habilidade do paciente se manter equilibrado sobre um pé só, ou seja, numa base estreita, o que avalia o equilíbrio estático do paciente. Como a grande maioria dos jogos promoveu a estimulação do equilíbrio dinâmico, muito provavelmente o UST não foi sensível para identificar esta melhora.

Em outras palavras, é plausível supor que o GE apresentou melhora de habilidades que não foram avaliadas pelos instrumentos de avaliação e, muito provavelmente, estas possíveis melhoras devem ter sido superiores à do GC devido às características específicas dos treinamentos.

A mesma hipótese pode ser utilizada para a discussão da ausência de vantagens do GE sobre o GC no desempenho cognitivo. O instrumento de avaliação cognitiva utilizado pelo presente estudo, o MoCA, não foi capaz de identificar melhoras superiores do GE. Muito provavelmente, as possíveis melhoras superiores ocorreram em domínios cognitivos não avaliados pela escala, como a seleção de estímulos relevantes, tempo de reação e tomada de decisão, entre outras habilidades treinadas pelos jogos.

É importante ressaltar que a casuística do presente estudo foi composta por pacientes com DP em estágios iniciais, 1 a 2,5 da HY, que ainda não desenvolveram alterações importantes de equilíbrio. A pontuação obtida na avaliação pré-treinamento na EEB sugere que os indivíduos do presente estudo apresentaram o CP equivalente ao de idosos da mesma faixa etária, ou seja, dentro do padrão de normalidade para a idade [198]. Mesmo apresentando bons níveis prévios de equilíbrio os pacientes apresentaram um aprimoramento no CP e melhora da estabilidade postural após o treinamento que se manteve após 60 dias sem intervenção. Este resultado também deve ser considerado muito expressivo, já que pode contribuir para a prevenção de quedas nesta população.

Além disso, alguns pacientes iniciaram o treinamento com a pontuação máxima na EEB, ou seja, com potencial nulo de obtenção de registro de melhora neste instrumento de avaliação, devido ao efeito teto da mesma que impediria o controle da progressão dos pacientes com melhora no CP após a intervenção. Por este motivo, o presente estudo utilizou outro instrumento de avaliação que pôde registrar possíveis ganhos no equilíbrio. O tempo médio de permanência em apoio unipodal antes do treinamento encontrava-se inferior aos valores de normalidade de idosos saudáveis da mesma faixa etária [133]. Porém, após a

intervenção o GC igualou e o GC superou os valores normativos do UST, com manutenção dos resultados após 60 dias sem intervenção.

O aumento no tempo de permanência em apoio unipodal pode contribuir para a melhora da estabilidade na fase de apoio simples da marcha e consequentemente reduzir a incidência de quedas durante a deambulação do paciente. Entretanto, como o objetivo do presente estudo foi analisar o equilíbrio e não a marcha são necessários novos estudos que utilizem instrumentos de avaliação da marcha e a incidência de quedas para confirmar esta hipótese.

Diante do exposto fica claro não ser possível atribuir os achados especificamente a nenhum das possibilidades, mas talvez ao conjunto das mesmas. Assim, são necessários outros estudos que investiguem cada uma delas como : (1) estudos que utilizem instrumentos de avaliação mais sensíveis para a identificação de habilidades motoras e cognitivas específicas; (2) estudos sobre a influência do treinamento cognitivo isolado do motor para a investigação da transferência de habilidades cognitivas na DP; (3) estudos comparando os efeitos de jogos simples com jogos complexos para a análise do efeito da complexidade da tarefa sobre a aprendizagem motora de pacientes com DP em ambiente virtual; (4) estudos com maior tempo de treinamento cognitivo motor para a verificação da hipótese sobre a necessidade de maior tempo de treinamento para possíveis transferências cognitivas e, finalmente (5) estudos que analisem a transferência de aprendizagem de tarefas virtuais treinadas em ambiente de realidade virtual para tarefas realizadas em ambiente real, por meio de tarefas semelhantes.

O presente estudo contribui para o desenvolvimento de uma nova linha de pesquisa e as dúvidas levantadas por ele serão consideradas como perguntas de futuras pesquisas.

Contudo, é importante ser destacado que os resultados do presente estudo deixaram claro que ambos os treinamentos promoveram melhora nas AVDS, no equilíbrio e na cognição de pacientes com DP e suportam a possibilidade do uso terapêutico tanto a fisioterapia convencional quanto do treinamento por meio da RV para a melhora do equilíbrio e da cognição dos pacientes. Devido ao caráter crônico e degenerativo da DP, os *guidelines* da fisioterapia sugerem que o tratamento deva ocorrer em longo prazo, o que poderia prejudicar a adesão do paciente no tratamento, já que os exercícios de fisioterapia poderiam tornar a reabilitação monótona e pouco motivadora. Sendo assim, o NWF pode ser utilizado como uma nova ferramenta associada à fisioterapia convencional com o objetivo de melhorar a

motivação e consequentemente a adesão do paciente no seu longo processo de reabilitação, colaborando para os ganhos funcionais e para a prevenção das perdas secundárias ao imobilismo.

7 CONCLUSÃO

Os pacientes com DP apresentaram melhora no desempenho após 14 sessões de treinamento realizados em ambiente de RV, analisado por meio do registro da pontuação obtida nos jogos.

Ambos os tipos de treinamento propostos pelo presente estudo, realizados tanto em ambiente de RV quanto no real, promoveram melhoras de mesmas magnitudes na independência nas AVDs avaliada por meio da seção II da UPDRS, no equilíbrio funcional avaliado por meio da EEB, no equilíbrio em condições de TS avaliado por meio do UST e nas habilidades cognitivas avaliadas pela *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA).

Ambos os treinamentos não promoveram melhora no equilíbrio avaliado por meio do UST em TD.

Conclui-se que tanto o treinamento por meio do NWF quanto a fisioterapia convencional podem ser utilizados para a prevenção dos distúrbios de equilíbrio decorrentes da progressão da DP. Além disso, os treinamentos propostos apresentaram efeitos positivos sobre a cognição dos pacientes com DP nos estágios iniciais que poderiam contribuir para a desaceleração do comprometimento cognitivo destes pacientes.

REFERÊNCIAS¹

1. Boonstra TA, van der Kooij H, Munneke M, Bloem BR. Gait disorders and balance disturbances in Parkinson's disease: clinical update and pathophysiology. *Current Opinion in Neurology*. 2008;21(4):461-71.
2. Krisciūnas A, Keizeris A, Urboniene A. [The International Classification of Functioning, Disability, and Health and experience of its implementation into practice]. *Medicina (Kaunas)*. 2010;46 Suppl 1:1-7.
3. Hamani C, Lozano AM. Physiology and pathophysiology of Parkinson's disease. In: Federoff HJ, Burke RE, Fahn S, Fiskum G, editors. *Parkinson's Disease: the Life Cycle of the Dopamine Neuron*. New York: New York Acad Sciences; 2003. p. 15-21.
4. Latt M, Lord S, Morris J, Fung V. Clinical and Physiological Assessments for Elucidating Falls Risk in Parkinson's Disease. *Movement Disorders*. 2009;1280-9.
5. Keus SHJ, Bloem BR, Hendriks EJM, Bredero-Cohen AB, Munneke M, Practice Recommendations Dev G. Evidence-based analysis of physical therapy in Parkinson's disease with recommendations for practice and research. *Movement Disorders*. 2007;22(4):451-60.
6. KwaKKel G. Impact of physical therapy for Parkinson's disease: A critical review of the literature. In: C.J.T. G, editor. *van Wegen EEH. Parkinsonism and Related Disorders: S1353802008700531*; 2007. p. S478-S87.
7. Brown P, Chen CC, Wang S, Kühn AA, Doyle L, Yarrow K, et al. Involvement of human basal ganglia in offline feedback control of voluntary movement. *Curr Biol*. 2006;16(21):2129-34.
8. Guadagnoli MA, Leis B, Van Gemmert AW, Stelmach GE. The relationship between knowledge of results and motor learning in Parkinsonian patients. *Parkinsonism Relat Disord*. 2002;9(2):89-95.
9. Rochester L, Baker K, Hetherington V, Jones D, Willems A, Kwakkel G, 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*. 2010;1319:103-11.

10. Buhlmeier J, Alt W. Motor Learning as a Therapy in Idiopathic Parkinson's Disease. *Deutsche Zeitschrift Fur Sportmedizin*. 2010;61(2):52-4.
11. Doyon J. Motor sequence learning and movement disorders. *Current Opinion in Neurology*. 2008;21(4):478-83.
12. Marinelli L, Crupi D, Di Rocco A, Bove M, Eidelberg D, Abbruzzese G, et al. Learning and consolidation of visuo-motor adaptation in Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*. 2009;15(1):6-11.
13. Alice N, Rochester L, Liesbeth M, Stephan SP. Motor Learning in Parkinson`s disease: limitations and potential for rehabilitation. *Parkinsonism and Related Disorders*. 2009:S53-S8.
14. Pendt L, Reuter I, Muller H. Motor Skill Learning, Retention, and Control Deficits in Parkinson's Disease. *Plos One*. 2011;6(7):-.
15. Stephan M, Meier B, Zaugg S, Kaelin-Lang A. Motor sequence learning performance in Parkinson's disease patients depends on the stage of disease. *Brain and Cognition*. 2011;75(2):135-40.
16. Giuseppe P, Peter W, Murer K, de BED. Cognitive and cognitive-motor interventions affecting physical functioning: A systematic review. *BMC Geriatrics*. 2011;11(29):1-19.
17. de Bruin E, Schoene D, Pichierri G, Smith S. Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly Some theoretical considerations. *Zeitschrift Fur Gerontologie Und Geriatrie*. 2010:229-34.
18. Jankovic J. Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*. 2008;79(4):368-76.
19. Rodriguez-Oroz MC, Jahanshahi M, Krack P, Litvan I, Macias R, Bezard E, et al. Initial clinical manifestations of Parkinson's disease: features and pathophysiological mechanisms. *Lancet Neurol*. 2009;8(12):1128-39.
20. Pahwa R, Lyons KE. Early diagnosis of Parkinson's disease: recommendations from diagnostic clinical guidelines. *Am J Manag Care*. 2010;16 Suppl Implications:S94-9.

21. Barbosa MT, Caramelli P, Maia DP, Cunningham MC, Guerra HL, Lima-Costa MF, et al. Parkinsonism and Parkinson's disease in the elderly: a community-based survey in Brazil (the Bambuí study). *Mov Disord*. 2006;21(6):800-8.
22. Taylor KS, Counsell CE, Gordon JC, Harris CE. Screening for undiagnosed parkinsonism among older people in general practice. *Age Ageing*. 2005;34(5):501-4.
23. Allam MF, Del Castillo AS, Navajas RF. Parkinson's disease, smoking, and gender. *Mov Disord*. 2007;22(12):1829-30.
24. Elbaz A, Tranchant C. Epidemiologic studies of environmental exposures in Parkinson's disease. *J Neurol Sci*. 2007;262(1-2):37-44.
25. Paisán-Ruíz C, Jain S, Evans EW, Gilks WP, Simón J, van der Brug M, et al. Cloning of the gene containing mutations that cause PARK8-linked Parkinson's disease. *Neuron*. 2004;44(4):595-600.
26. Rao G, Fisch L, Srinivasan S, D'Amico F, Okada T, Eaton C, et al. Does this patient have Parkinson disease? *JAMA*. 2003;289(3):347-53.
27. Hughes AJ, Ben-Shlomo Y, Daniel SE, Lees AJ. What features improve the accuracy of clinical diagnosis in Parkinson's disease: a clinicopathologic study. *Neurology*. 1992;42(6):1142-6.
28. Albin RL, Young AB, Penney JB. The functional-anatomy of disorders of the basal ganglia. *Trends in Neurosciences*. 1995;18(2):63-4.
29. McAuley J. The physiological basis of clinical deficits in Parkinson's disease. *Progress in Neurobiology*. 2003:27-48.
30. Wichmann T, DeLong MR, Guridi J, Obeso JA. Milestones in research on the pathophysiology of Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2011;26(6):1032-41.
31. Berardelli A, Rothwell JC, Thompson PD, Hallett M. Pathophysiology of bradykinesia in Parkinson's disease. *Brain*. 2001;124(Pt 11):2131-46.
32. Hughes AJ, Daniel SE, Blankson S, Lees AJ. A clinicopathologic study of 100 cases of Parkinson's disease. *Arch Neurol*. 1993;50(2):140-8.

33. Nyholm D, Johansson A, Lennernäs H, Askmark H. Levodopa infusion combined with entacapone or tolcapone in Parkinson disease: a pilot trial. *Eur J Neurol*. 2011.
34. Rodriguez-Oroz MC, Marin C, de Fabregues O. Continuous dopaminergic stimulation: clinical aspects and experimental bases. *Neurologist*. 2011;17(6 Suppl 1):S30-7.
35. Herrero MT, Pagonabarraga J, Linazasoro G. Neuroprotective role of dopamine agonists: evidence from animal models and clinical studies. *Neurologist*. 2011;17(6 Suppl 1):S54-66.
36. Luquin-Piudo MR, Sanz P. Dopamine receptors, motor responses, and dopaminergic agonists. *Neurologist*. 2011;17(6 Suppl 1):S2-8.
37. Wilson RE, Seeberger LC, Silver D, Griffith A, Conner JB, Salzman PM, et al. Rasagiline: time to onset of antiparkinson effect is similar when used as a monotherapy or adjunct treatment. *Neurologist*. 2011;17(6):318-24.
38. Antonini A, Odin P. Pros and cons of apomorphine and L-dopa continuous infusion in advanced Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord*. 2009;15 Suppl 4:S97-100.
39. Williams A, Gill S, Varma T, Jenkinson C, Quinn N, Mitchell R, et al. Deep brain stimulation plus best medical therapy versus best medical therapy alone for advanced Parkinson's disease (PD SURG trial): a randomised, open-label trial. *Lancet Neurology*. 2010;9(6):581-91.
40. Stefani A, Lozano A, Peppe A, Stanzione P, Galati S, Tropepi D, et al. Bilateral deep brain stimulation of the pedunclopontine and subthalamic nuclei in severe Parkinson's disease. *Brain*. 2007;130:1596-607.
41. Ganz J, Lev N, Melamed E, Offen D. Cell replacement therapy for Parkinson's disease: how close are we to the clinic? *Expert Rev Neurother*. 2011;11(9):1325-39.
42. Allen N, Sherrington C, Canning C, Fong V. Reduced muscle power is associated with slower walking velocity and falls in people with Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*. 2010;261-4.
43. Rochester L, Hetherington V, Jones D, Nieuwboer A, Willems A, Kwakkel G, et al. Attending to the task: Interference effects of functional tasks on walking in Parkinson's

disease and the roles of cognition, depression, fatigue, and balance. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2004;1578-85.

44. O'Shea S, Morris M, Iansek R. Dual task interference during gait in people with Parkinson disease: Effects of motor versus cognitive secondary tasks. *Physical Therapy*. 2002;888-97.

45. Rochester L, Nieuwboer A, Baker K, Hetherington V, Willems AM, Kwakkel G, et al. Walking Speed During Single and Dual Tasks in Parkinson's Disease: Which Characteristics Are Important? *Movement Disorders*. 2008;23(16):2312-8.

46. Speciali D, Oliveira E, Lucareli P, Pereira F, Santos N, Francini A. Three-dimensional analysis of gait of patients with Parkinson's disease during the accomplishment of the dual task. *Movement Disorders*. 2009:S313-S.

47. Yu L, Mak M. Gait performance during simple cognitive dual task in patient with Parkinson's disease. *Movement Disorders*. 2008:S212-S.

48. Konczak J, Corcos D, Horak F, Poizner H, Shapiro M, Tuite P, et al. Proprioception and Motor Control in Parkinson's Disease. *Journal of Motor Behavior*. 2009:543-52.

49. Jacobs JV, Horak FB. Abnormal proprioceptive-motor integration contributes to hypometric postural responses of subjects with Parkinson's disease. *Neuroscience*. 2006;141(2):999-1009.

50. Horak FB, Nutt JG, Nashner LM. Postural inflexibility in parkinsonian subjects. *Journal of the Neurological Sciences*. 1992;111(1):46-58.

51. Schneider J, Fink H, Ewing S, Ensrud K, Cummings S, Grp SR. The association of Parkinson's disease with bone mineral density and fracture in older women. *Osteoporosis International*. 2008:1093-7.

52. Voaklander D, Martin W, King-Jesso P, Ozegovic D, Jones A, Wieler M. Incidence of hip fracture in Parkinson disease: a population-based study in British Columbia, Canada. *Injury Prevention*. 2010:A254-A.

53. King LA, St George RJ, Carlson-Kuhta P, Nutt JG, Horak FB. Preparation for Compensatory Forward Stepping in Parkinson's Disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2010;91(9):1332-8.
54. Rocchi L, Chiari L, Mancini M, Carlson-Kuhta P, Gross A, Horak FB. Step initiation in Parkinson's disease: Influence of initial stance conditions. *Neuroscience Letters*. 2006;406(1-2):128-32.
55. Tagliabue M, Ferrigno G, Horak F. Effects of Parkinson's disease on proprioceptive control and reaching while standing. *Neuroscience*. 2009;158(4):1206-14.
56. Wright WG, Gurfinkel V, King L, Horak F. Parkinson's disease shows perceptuomotor asymmetry unrelated to motor symptoms. *Neuroscience Letters*. 2007;417(1):10-5.
57. Adkin A, Frank J, Jog M. Fear of falling and postural control in Parkinson's disease. *Movement Disorders*. 2003;496-502.
58. Franchignoni F, Martignoni E, Ferriero G, Pasetti C. Balance and fear of falling in Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*. 2005;427-33.
59. Mak M, Pang M. Fear of falling is independently associated with recurrent falls in patients with Parkinson's disease: a 1-year prospective study. *Journal of Neurology*. 2009;1689-95.
60. Beuter A, Hernandez R, Rigal R, Modolo J, Blanchet PJ. Postural sway and effect of levodopa in early Parkinson's disease. *Canadian Journal of Neurological Sciences*. 2008;35(1):65-8.
61. Brauer SG, Woollacott M, Shumway-Cook A. The influence of a concurrent cognitive task on the compensatory stepping response to a perturbation in balance-impaired and healthy elders. *Gait & Posture*. 2002;15(1):83-93.
62. Goetz C, Poewe W, Rascol O, Sampaio C, Stebbins G, Counsell C, et al. Movement disorder society task force report on the Hoehn and Yahr staging scale: Status and recommendations. *Movement Disorders*. 2004;1020-8.
63. Brauer S, Morris M. Can people with Parkinson's disease improve dual tasking when walking? *Gait & Posture*. 2010;229-33.

64. Brown L, de Bruin N, Doan J, Suchowersky O, Hu B. Novel Challenges to Gait in Parkinson's Disease: The Effect of Concurrent Music in Single- and Dual-Task Contexts. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2009;1578-83.
65. Radovanovic S, Spica V, Kresojevic N, Dragasevic N, Petrovic I, Kostic V. Dual task paradigm effect on gait compared in patients with progressive supranuclear palsy and Parkinson's disease ON and OFF states. *European Journal of Neurology*. 2009;548-.
66. Bouquet CA, Bonnaud V, Gil R. Investigation of supervisory attentional system functions in patients with Parkinson's disease using the Hayling task. *J Clin Exp Neuropsychol*. 2003;25(6):751-60.
67. Goetz CG, Emre M, Dubois B. Parkinson's disease dementia: definitions, guidelines, and research perspectives in diagnosis. *Ann Neurol*. 2008;64 Suppl 2:S81-92.
68. Bloem BR, Grimbergen YA, van Dijk JG, Munneke M. The "posture second" strategy: a review of wrong priorities in Parkinson's disease. *J Neurol Sci*. 2006;248(1-2):196-204.
69. Allcock LM, Rowan EN, Steen IN, Wesnes K, Kenny RA, Burn DJ. Impaired attention predicts falling in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord*. 2009;15(2):110-5.
70. Brauer SG, Morris ME. Can people with Parkinson's disease improve dual tasking when walking? *Gait Posture*. 2010;31(2):229-33.
71. Brauer SG, Woollacott MH, Lamont R, Clewett S, O'Sullivan J, Silburn P, et al. Single and dual task gait training in people with Parkinson's disease: a protocol for a randomised controlled trial. *BMC Neurol*. 2011;11:90.
72. Goodwin VA, Richards SH, Taylor RS, Taylor AH, Campbell JL. The effectiveness of exercise interventions for people with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Mov Disord*. 2008;23(5):631-40.
73. Smania N, Corato E, Tinazzi M, Stanzani C, Fiaschi A, Girardi P, et al. Effect of Balance Training on Postural Instability in Patients With Idiopathic Parkinson's Disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2010;826-34.

74. Capato F, Piemonte M. Global motor training with rythmical auditory cues improve and maintain balance control in Parkinson's disease (PD) patients. *Movement Disorders*. 2010;25(7):S292-S.
75. Morris ME, Iansek R, Kirkwood B. A Randomized Controlled Trial of Movement Strategies Compared with Exercise for People with Parkinson's Disease. *Movement Disorders*. 2009;24(1):64-71.
76. Gil-Gomez J, Llorens R, Alcaniz M, Colomer C. Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2011;8:-.
77. Gill C, Yanus S, VanSickle M, Fogle D, Treuth M. A Wii Fit Exercise Program in Healthy Community Dwelling Older Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2010;42(5):596-.
78. Rogers N, Slimmer M, Amini S, Park E. Wii Fit for Olders Adults: Comparison to a Traditional Program. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2010;42(5):593-4.
79. Young W, Ferguson S, Brault S, Craig C. Assessing and training standing balance in older adults: A novel approach using the 'Nintendo Wii' Balance Board. *Gait & Posture*. 2011;33(2):303-5.
80. Saposnik G, Mamdani M, Bayley M, Thorpe K, Hall J, Cohen L, et al. Effectiveness of Virtual Reality Exercises in STroke Rehabilitation (EVREST): Rationale, Design, and Protocol of a Pilot Randomized Clinical Trial Assessing the Wii Gaming System. *International Journal of Stroke*. 2010;5(1):47-51.
81. Sugarman H, Dayan E, Laudén A, Weisel-Eichler A, Tiran J. Investigating the use of force feedback joysticks for low-cost, robot-mediated therapy. *International Journal on Disability and Human Development*. 2008;7(1):95-100.
82. Griffin H, Greenlaw R, Limousin P, Bhatia K, Quinn N, Jahanshahi M. The effect of real and virtual visual cues on walking in Parkinson's disease. *Journal of Neurology*. 2011;258(6):991-1000.

83. Kaminsky T, Dudgeon B, Billingsley F, Mitchell P, Weghorst S. Virtual cues and functional mobility of people with Parkinson's disease: A single-subject pilot study. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2007;437-48.
84. Mirelman A, Patritti BL, Bonato P, Deutsch JE. Effects of virtual reality training on gait biomechanics of individuals post-stroke. *Gait Posture*. 2010;31(4):433-7.
85. Yang YR, Tsai MP, Chuang TY, Sung WH, Wang RY. Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. *Gait Posture*. 2008;28(2):201-6.
86. Mirelman A, Maidan I, Herman T, Deutsch JE, Giladi N, Hausdorff JM. Virtual reality for gait training: can it induce motor learning to enhance complex walking and reduce fall risk in patients with Parkinson's disease? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2011;66(2):234-40.
87. Clark R, Kraemer T. Clinical use of Nintendo Wii bowling simulation to decrease fall risk in an elderly resident of a nursing home: a case report. *J Geriatr Phys Ther*. 2009;32(4):174-80.
88. Deutsch J, Borbely M, Filler J, Huhn K, Guarrera-Bowlby P. Use of a Low-Cost, Commercially Available Gaming Console (Wii) for Rehabilitation of an Adolescent With Cerebral Palsy. *Physical Therapy*. 2008;88(10):1196-207.
89. Gokey H, Odland L. Balance Indices in Elderly Women Following 4 Weeks of Training with Nintendo's (R) "Wii Fit". *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2010;42(5):594-.
90. Mouawad M, Doust C, Max M, McNulty P. Wii-based movement therapy to promote improved upper extremity function post-stroke: a pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2011;43(6):527-33.
91. Nitz J, Kuys S, Isles R, Fu S. Is the Wii Fit (TM) a new-generation tool for improving balance, health and well-being? A pilot study. *Climacteric*. 2010;13(5):487-91.

92. Saposnik G, Bayley M, Cheung D, Willems J, Mamdani M, Cohen L, et al. Virtual reality technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized trial using Wii gaming system. *Journal of the Neurological Sciences*. 2009;285:S76-S.
93. Signorile J, Pluchino A, Lee S, Asfour S, Roos B. Wii Fit Balance Produces Similar Improvements in Balance and Postural Control to Formalized Training. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2011;59:S18-S.
94. Wuang YP, Chiang CS, Su CY, Wang CC. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in children with Down syndrome. *Res Dev Disabil*. 2011;32(1):312-21.
95. Yuen H, Holthaus K, Kamen DL, Sword D, Breland HL. Using Wii Fit to reduce fatigue among African American women with systemic lupus erythematosus: A pilot study. *Lupus*. 2011.
96. Saposnik G, Robert T, Mamdani M, Cheung D, Thorpe K, McIlroy B, et al. Effectiveness of Virtual Reality using Wii Gaming technology in STroke Rehabilitation (EVREST): a randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke*. 2010;41(7):E473-E.
97. Shih CH, Shih CT, Chiang MS. A new standing posture detector to enable people with multiple disabilities to control environmental stimulation by changing their standing posture through a commercial Wii Balance Board. *Res Dev Disabil*. 2010;31(1):281-6.
98. Ackerman PL, Kanfer R, Calderwood C. Use it or lose it? Wii brain exercise practice and reading for domain knowledge. *Psychol Aging*. 2010;25(4):753-66.
99. Padala KP, Padala PR, Burke WJ. Wii-Fit as an adjunct for mild cognitive impairment: clinical perspectives. *J Am Geriatr Soc*. 2011;59(5):932-3.
100. Basak C, Boot W, Voss M, Kramer A. Can Training in a Real-Time Strategy Video Game Attenuate Cognitive Decline in Older Adults? *Psychology and Aging*. 2008;23(4):765-77.
101. Kempf F, Brücke C, Kühn AA, Schneider GH, Kupsch A, Chen CC, et al. Modulation by dopamine of human basal ganglia involvement in feedback control of movement. *Curr Biol*. 2007;17(15):R587-9.

102. Ford M, Malone L, Nyikos I, Yelisetty R, Bickel C. Gait Training With Progressive External Auditory Cueing in Persons With Parkinson's Disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2010;91(8):1255-61.
103. Rochester L, Hetherington V, Jones D, Nieuwboer A, Willems AM, Kwakkel G, 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. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(5):999-1006.
104. Wu T, Hallett M. A functional MRI study of automatic movements in patients with Parkinson's disease. *Brain*. 2005;128:2250-9.
105. Wu T, Hallett M. Neural correlates of dual task performance in patients with Parkinson's disease. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*. 2008;79(7):760-6.
106. Guadagnoli MA, Leis B, Van Gemmert AWA, Stelmach GE. The relationship between knowledge of results and motor learning in Parkinsonian patients. *Parkinsonism & Related Disorders*. 2002;9(2):89-95.
107. Rostami H, Ashayeri H. Effects of motor skill practice on reaction time and learning retention in Parkinson's disease. *Neurology India*. 2009;57(6):768-71.
108. Louis ED, Huey ED, Gerbin M, Viner AS. Apathy in essential tremor, dystonia, and Parkinson's disease: A comparison with normal controls. *Movement Disorders*. 2012;27(3):432-4.
109. Kellison I, Krish-Darrow L, Lopez M, Crucian G, Do T, Fernandez H, et al. Apathy and executive function in non-demented Parkinson's disease. *Clinical Neuropsychologist*. 2006:597-.
110. Leroi I, Andrews M, McDonald K, Harbishettar V, Elliott R, Byrne EJ, et al. Apathy and impulse control disorders in Parkinson's disease: A direct comparison. *Parkinsonism & Related Disorders*. 2012;18(2):198-203.
111. Starkstein SE. Apathy in Parkinson's disease: Diagnostic and etiological dilemmas. *Movement Disorders*. 2012;27(2):174-8.

112. Colzato LS, van Wouwe NC, Hommel B, Zmigrod S, Ridderinkhof KR, Wylie SA. Dopaminergic modulation of the updating of stimulus-response episodes in Parkinson's disease. *Behavioural Brain Research*. 2012;228(1):82-6.
113. Abe M, Schambra H, Wassermann EM, Luckenbaugh D, Schweighofer N, Cohen LG. Reward Improves Long-Term Retention of a Motor Memory through Induction of Offline Memory Gains. *Current Biology*. 2011;21(7):557-62.
114. 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. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(12):1593-600.
115. Brown RG, Marsden CD. Dual task performance and processing resources in normal subjects and patients with Parkinson's disease. *Brain*. 1991;114 (Pt 1A):215-31.
116. Galletly R, Brauer SG. Does the type of concurrent task affect preferred and cued gait in people with Parkinson's disease? *Aust J Physiother*. 2005;51(3):175-80.
117. Hausdorff JM, Balash J, Giladi N. Effects of cognitive challenge on gait variability in patients with Parkinson's disease. *J Geriatr Psychiatry Neurol*. 2003;16(1):53-8.
118. LaPointe LL, Stierwalt JA, Maitland CG. Talking while walking: Cognitive loading and injurious falls in Parkinson's disease. *Int J Speech Lang Pathol*. 2010;12(5):455-9.
119. Lohnes C, Earhart G. The impact of attentional, auditory, and combined cues on walking during single and cognitive dual tasks in Parkinson disease. *Gait & Posture*. 2011;33(3):478-83.
120. Cameron IGM, Watanabe M, Pari G, Munoz DP. Executive impairment in Parkinson's disease: Response automaticity and task switching. *Neuropsychologia*. 2010;48(7):1948-57.
121. Culbertson W, Moberg P, Duda J, Stern M, Weintraub D. Assessing the executive function deficits of patients with Parkinson's disease - Utility of the Tower of London-Drexel. *Assessment*. 2004:27-39.
122. Foster E, Hershey T. Everyday Executive Function Is Associated With Activity Participation in Parkinson Disease Without Dementia. *Otjr-Occupation Participation and Health*. 2011:S16-S22.

123. Kanazawa A, Hirotaro N, Yoshikuni M. Executive function in Parkinson's disease. *Archives of Clinical Neuropsychology*. 2001;705-6.
124. Lord S, Rochester L, Hetherington V, Allcock LM, Burn D. Executive dysfunction and attention contribute to gait interference in 'off' state Parkinson's Disease. *Gait Posture*. 2010;31(2):169-74.
125. Yogev G, Giladi N, Gruendlinger L, Baltadjieva R, Simon E, Hausdorff J. Executive function, mental loading and gait variability in Parkinson's disease. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2004:S3-S.
126. Ackerman P, Kanfer R, Calderwood C. Use it or Lose it? Wii Brain Exercise Practice and Reading for Domain Knowledge. *Psychology and Aging*. 2010;25(4):753-66.
127. Baumeister J, Reinecke K, Cordes M, Lerch C, Weiss M. Brain activity in goal-directed movements in a real compared to a virtual environment using the Nintendo Wii. *Neuroscience Letters*. 2010;481(1):47-50.
128. Isaias IU, Moisello C, Marotta G, Schiavella M, Canesi M, Perfetti B, et al. Dopaminergic Striatal Innervation Predicts Interlimb Transfer of a Visuomotor Skill. *Journal of Neuroscience*. 2011;31(41):14458-62.
129. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. Mini-mental state - practical method for grading cognitive state of patients for clinician. *Journal of Psychiatric Research*. 1975;12(3):189-98.
130. Almeida O, Almeida S. Reliability of the Brazilian version of the geriatric depression scale (GDS) short form. *Arquivos De Neuro-Psiquiatria*. 1999:421-6.
131. Lessig S, Corey-Bloom J. Comparing the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) and Mini-Mental State Examination (MMSE) in Parkinson's disease. *Movement Disorders*. 2008:1633-4.
132. Scalzo PL, Nova IC, Perracini MR, Sacramento DRC, Cardoso F, Ferraz HB, et al. Validation of the Brazilian Version of the Berg Balance Scale for patients with Parkinson's disease. *Arquivos De Neuro-Psiquiatria*. 2009;67(3B):831-5.

133. Springer BA, Marin R, Cyhan T, Holly Roberts, MAJ Norman W. Gill. Normative Values for the Unipedal Stance Test with Eyes Open and Closed. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2007; 30: 1-07 2007.
134. Dalrymple-Alford J, MacAskill M, Nakas C, Livingston L, Graham C, Crucian G, et al. The MoCA Well-suited screen for cognitive impairment in Parkinson disease. *Neurology*. 2010:1717-25.
135. Chandler JM, Duncan PW, Studenski. Balance Performance on the Postural Stress Test: Comparison of Young Adults, Healthy Elderly, and Fallers. *Physical Therapy*. 1990; 70: 410-15.
136. Herman T, Inbar-Borovsky N, Brozgol M, Giladi N, Hausdorff J. The Dynamic Gait Index in healthy older adults: The role of stair climbing, fear of falling and gender. *Gait & Posture*. 2009:237-41.
137. Damian A, Jacobson S, Belden C, Shill H, Sabbagh M, Vedders L, et al. Comparison of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) with the Mini-Mental State Examination in Cognitively Impaired and Cognitively Normal Subjects as Assessed by Neuropsychological Testing. *Neurology*. 2010:A137-A.
138. Dong Y, Sharma V, Chan B, Venketasubramanian N, Teoh H, Seet R, et al. The Montreal Cognitive Assessment (MoCA) is superior to the Mini-Mental State Examination (MMSE) for the detection of vascular cognitive impairment after acute stroke. *Journal of the Neurological Sciences*. 2010:15-8.
139. Duro D, Simoes M, Ponciano E, Santana I. Validation studies of the Portuguese experimental version of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA): confirmatory factor analysis. *Journal of Neurology*. 2010:728-34.
140. Hoops S, Nazem S, Siderowf A, Duda J, Xie S, Stern M, et al. Validity of the MoCA and MMSE in the detection of MCI and dementia in Parkinson disease. *Neurology*. 2009:1738-45.
141. Lessig S, Jacobson M, Peavy G, Goldstein J, Lee A, Ho M, et al. Examination of the Montreal cognitive assessment (MoCA) and MMSE in Parkinson's disease (PD). *Annals of Neurology*. 2008:S54-S.

142. McLennan S, Mathias J, Brennan L, Stewart S. Validity of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) as a Screening Test for Mild Cognitive Impairment (MCI) in a Cardiovascular Population. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*. 2011;33-8.
143. Nazem S, Moberg P, Duda J, Ten Have T, Hurtig H, Stern M, et al. Montreal Cognitive Assessment (MoCA) performance in Parkinson's disease patients with intact cognition by Mini-Mental State Examination (MMSE) score. *Movement Disorders*. 2007;II-II.
144. Bach J-P, Riedel O, Klotsche J, Spottke A, Dodel R, Wittchen H-U. Impact of complications and comorbidities on treatment costs and health-related quality of life of patients with Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences*. 2012;314(1-2):41-7.
145. Oyetunji TA, Ong'uti SK, Bolorunduro OB, Gonzalez DO, Cornwell EE, Haider AH. Epidemiologic Trend in Elderly Domestic Injury. *Journal of Surgical Research*. 2012;173(2):206-11.
146. Etman A, Wijnhuizen GJ, van Heuvelen MJG, Chorus A, Hopman-Rock M. Falls incidence underestimates the risk of fall-related injuries in older age groups: a comparison with the FARE (Falls risk by Exposure). *Age and Ageing*. 2012;41(2):190-5.
147. van der Jagt-Willems HC, van Hengel M, Vis M, van Munster BC, van Campen JPCM, Tulner LR, et al. Why do geriatric outpatients have so many moderate and severe vertebral fractures? Exploring prevalence and risk factors. *Age and Ageing*. 2012;41(2):200-6.
148. Hanley A, Silke C, Murphy J. Community-based health efforts for the prevention of falls in the elderly. *Clinical Interventions in Aging*. 2011;6:19-25.
149. Stevens JA, Baldwin GT, Ballesteros MF, Noonan RK, Sleet DA. An Older Adult Falls Research Agenda from a Public Health Perspective. *Clinics in Geriatric Medicine*. 2010;26(4):767-+.
150. Chong R, Morgan J, Mehta S, Pawlikowska I, Hall P, Ellis A, et al. Rapid assessment of postural instability in Parkinson's disease (RAPID): a pilot study. *European Journal of Neurology*. 2011;260-5.

151. Morris M, Iansek R, Smithson F, Huxham F. Postural instability in Parkinson's disease: a comparison with and without a concurrent task. *Gait Posture*. 2000;12(3):205-16.
152. Plotnik M, Giladi N, Dagan Y, Hausdorff JM. Postural instability and fall risk in Parkinson's disease: impaired dual tasking, pacing, and bilateral coordination of gait during the "ON" medication state. *Exp Brain Res*. 2011;210(3-4):529-38.
153. Boesner S, Keller H, Woehner A, Woehner C, Soennichsen A, Baum E, et al. Prevention of falls by outdoor-walking in elderly persons at risk ("power") - a pilot study. *European Geriatric Medicine*. 2012;3(1):28-32.
154. Chang HF, Loe CW, Hung YN, Wei HF, Yang WC. The effects of falls event prevention in elderly ward of a psychiatric hospital. *International Journal of Nursing Practice*. 2012;18:147-.
155. Lajoie Y, Gallagher S. Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2004;38(1):11-26.
156. Wu L, Li Y, Hu X, Liao Z. The clinical pathway of fall prevention among the elderly in-patients. *International Journal of Nursing Practice*. 2012;18:146-.
157. Marchese R, Bove M, Abbruzzese G. Effect of cognitive and motor tasks on postural stability in Parkinson's disease: a posturographic study. *Mov Disord*. 2003;18(6):652-8.
158. Sattin RW. Falls among older persons: a public health perspective. *Annu Rev Public Health*. 1992;13:489-508.
159. Matinolli M, Korpelainen JT, Sotaniemi KA, Myllyla VV, Korpelainen R. Recurrent falls and mortality in Parkinson's disease: a prospective two-year follow-up study. *Acta Neurologica Scandinavica*. 2011;123(3):193-200.
160. Fok P, Farrell M, McMeeken J. Prioritizing gait in dual-task conditions in people with Parkinson's. *Hum Mov Sci*. 2010;29(5):831-42.

161. Nardone A, Schieppati M. The role of instrumental assessment of balance in clinical decision making. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2010;46(2):221-37.
162. Canning C, Sherrington C, Lord S, Fung V, Close J, Latt M, et al. Exercise therapy for prevention of falls in people with Parkinson's disease: A protocol for a randomised controlled trial and economic evaluation. *Bmc Neurology*. 2009:-.
163. Cruise KE, Bucks RS, Loftus AM, Newton RU, Pegoraro R, Thomas MG. Exercise and Parkinson's: benefits for cognition and quality of life. *Acta Neurol Scand*. 2011;123(1):13-9.
164. Keus SHJ, Munneke M, Nijkrake MJ, Kwakkel G, Bloem BR. Physical Therapy in Parkinson's Disease: Evolution and Future Challenges. *Movement Disorders*. 2009;24(1):1-14.
165. Stankovic I. The effect of physical therapy on balance of patients with Parkinson's disease. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2004:53-7.
166. Lamothe C, van Deudekom F, van Campen J, Appels B, de Vries O, Pijnappels M. Gait stability and variability measures show effects of impaired cognition and dual tasking in frail people. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2011:-.
167. Schmidt RA, Bjork RA. New conceptualizations of practice - common principles in 3 paradgms suggest new concepts for training. *Psychological Science*. 1992;3(4):207-17.
168. Sandlund M, Waterworth E, Hager C. Using motion interactive games to promote physical activity and enhance motor performance in children with cerebral palsy. *Developmental Neurorehabilitation*. 2011;14(1):15-21.
169. Yen C, Lin K, Hu M, Wu R, Lu T, Lin C. Effects of Virtual Reality-Augmented Balance Training on Sensory Organization and Attentional Demand for Postural Control in People With Parkinson Disease: A Randomized Controlled Trial. *Physical Therapy*. 2011;91(6):862-74.

170. Cameirao MS, Badia SBI, Zimmerli L, Oller ED, Verschure P, editors. A Virtual Reality System for Motor and Cognitive Neurorehabilitation. 9th European Conference for Advancement of Assistive Technology in Europe; 2007 Oct 03-05; San Sebastian, SPAIN.
171. Deutsch JE. Using virtual reality to improve walking post-stroke: translation to individuals with diabetes. *J Diabetes Sci Technol*. 2011;5(2):309-14.
172. Holper L, Muehlemann T, Scholkmann F, Eng K, Kiper D, Wolf M. Testing the potential of a virtual reality neurorehabilitation system during performance of observation, imagery and imitation of motor actions recorded by wireless functional near-infrared spectroscopy (fNIRS). *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2010;7:-.
173. Laver KE, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011;9:CD008349.
174. Levin M. Can virtual reality offer enriched environments for rehabilitation? *Expert Review of Neurotherapeutics*. 2011;11(2):153-5.
175. Saposnik G, Levin M, SORCan SORC. Virtual Reality in Stroke Rehabilitation A Meta-Analysis and Implications for Clinicians. *Stroke*. 2011;42(5):1380-6.
176. Snider L, Majnemer A, Darsaklis V. Virtual reality as a therapeutic modality for children with cerebral palsy. *Developmental Neurorehabilitation*. 2010;13(2):120-8.
177. Wang M, Reid D. Virtual Reality in Pediatric Neurorehabilitation: Attention Deficit Hyperactivity Disorder, Autism and Cerebral Palsy. *Neuroepidemiology*. 2011;36(1):2-18.
178. Griffin HJ, Greenlaw R, Limousin P, Bhatia K, Quinn NP, Jahanshahi M. The effect of real and virtual visual cues on walking in Parkinson's disease. *J Neurol*. 2011;258(6):991-1000.
179. Chernikova L. The biofeedback balance training in Parkinson's disease. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2004:301-.
180. Keitz M, Koerts J, Kortekaas R, Renken R, de Jong BM, Leenders KL. Prefrontal cortex and striatal activation by feedback in Parkinson's disease. *Brain Res*. 2008;1236:225-33.

181. Messier J, Adamovich S, Jack D, Hening W, Sage J, Poizner H. Visuomotor learning in immersive 3D virtual reality in Parkinson's disease and in aging. *Experimental Brain Research*. 2007;179(3):457-74.
182. Keus SHJ. Cueing training in the home improves mobility in Parkinson's disease. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2007;53(4):285-.
183. Lim I, van Wegen E, Jones D, Rochester L, Nieuwboer A, Willems A, et al. Does Cueing Training Improve Physical Activity in Patients With Parkinson's Disease? *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2010;24(5):469-77.
184. Nieuwboer A, Kwakkel G, Rochester L, Jones D, van Wegen E, Willems AM, et al. Cueing training in the home improves gait-related mobility in Parkinson's disease: the RESCUE trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2007;78(2):134-40.
185. Protas E, Mitchell K, Williams A, Qureshy H, Caroline K, Lai E. Gait and step training to reduce falls in Parkinson's disease. *Neurorehabilitation*. 2005:183-90.
186. Ahlskog JE, Geda YE, Graff-Radford NR, Petersen RC. Physical exercise as a preventive or disease-modifying treatment of dementia and brain aging. *Mayo Clin Proc*. 2011;86(9):876-84.
187. Hötting K, Reich B, Holzsneider K, Kauschke K, Schmidt T, Reer R, et al. Differential cognitive effects of cycling versus stretching/coordination training in middle-aged adults. *Health Psychol*. 2011.
188. Shubert TE, McCulloch K, Hartman M, Giuliani CA. The effect of an exercise-based balance intervention on physical and cognitive performance for older adults: a pilot study. *J Geriatr Phys Ther*. 2010;33(4):157-64.
189. Nocera JR, Altmann LJ, Sapienza C, Okun MS, Hass CJ. Can exercise improve language and cognition in Parkinson's disease? A case report. *Neurocase*. 2010;16(4):301-6.
190. Behrman AL, Cauraugh JH, Light KE. Practice as an intervention to improve speeded motor performance and motor learning in Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences*. 2000;174(2):127-36.

191. Ashburn A, Stack E, Pickering RM, Ward CD. A community-dwelling sample of people with Parkinson's disease: characteristics of fallers and non-fallers. *Age Ageing*. 2001;30(1):47-52.
192. Yogev-Seligmann G, Giladi N, Brozgov M, Hausdorff JM. A Training Program to Improve Gait While Dual Tasking in Patients With Parkinson's Disease: A Pilot Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2012;93(1):176-81.
193. Wang C-Y, Hwang W-J, Fang J-J, Sheu C-F, Leong I-F, Ma H-I. Comparison of Virtual Reality Versus Physical Reality on Movement Characteristics of Persons With Parkinson's Disease: Effects of Moving Targets. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2011;92(8):1238-45.
194. de Bruin ED, Schoene D, Pichierri G, Smith ST. Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly Some theoretical considerations. *Zeitschrift Fur Gerontologie Und Geriatrie*. 2010;43(4):229-34.
195. Green CS, Bavelier D. Action video game modifies visual selective attention. *Nature*. 2003;423(6939):534-7.
196. Boot WR, Basak C, Erickson KI, Neider M, Simons DJ, Fabiani M, et al. Transfer of skill engendered by complex task training under conditions of variable priority. *Acta Psychol (Amst)*. 2010;135(3):349-57.
197. Boot WR, Kramer AF, Simons DJ, Fabiani M, Gratton G. The effects of video game playing on attention, memory, and executive control. *Acta Psychologica*. 2008;129(3):387-98.
198. Muir SW, Berg K, Chesworth B, Speechley M. Use of the Berg Balance Scale for predicting multiple falls in community-dwelling elderly people: A prospective study. *Physical Therapy*. 2008;88(4):449-59.

APÊNDICE A – FICHA DE TRIAGEM

____/____/____

TRIAGEM - PARKINSON

Nome: _____

Data de Nas.: ____/____/____ Idade: _____ Sexo: () masc. () fem. Cor: _____

Estado Civil: _____ Naturalidade: _____ Procedência: _____

Escolaridade: _____ Profissão: _____ Informante: _____

Médico: _____ Data do 1º Diagnóstico: ____/____/____

Queixa Principal: _____

Realiza fisioterapia: () sim () não Tempo: _____ Frequência: _____

Outras terapias: () sim () não Qual: _____ Tempo: _____

Frequência: _____

Marcha Independente: () sim () não Auxílio: _____

Quedas: () sim () não Frequência: _____ Repercussão motora/psicológica: _____

Uso de lentes corretivas: () sim () não Teste de acuidade visual: _____

HMPA/HMA

Medicamento	Dosagem (medicamento)	Dosagem (administrada)	Horário	Ação	Efeitos Adversos

Escala de estadiamento de Hoehn e Yahr modificada

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

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

Mini-Exame do Estado Geral		Escala de Depressão Geriátrica de Yesavage – versão reduzida (GDS-15)	
Orientação			
___/ 5 pontos	Em que ano, dia/semana, dia/mês, mês e hora aproximada que estamos?		
___/ 5 pontos	Em que local específico (andar/setor), instituição (residência, hospital, clínica), bairro ou rua próxima, cidade e estado estamos?		
Memória Imediata			
___/ 3 pontos	REPITA AS PALAVRAS: VASO, CARRO, JANELA		
Atenção e Cálculo			
___/ 5 pontos	Subtrair: 100-7 (5 tentativas: 93-86-79-72-65) Alternativamente, soletrar MUNDO de trás para frente		
Evocação			
___/ 3 pontos	Repita as palavras ditas anteriormente		
Linguagem			
___/ 2 pontos	Nomear relógio e caneta		
___/ 3 pontos	Repetir: “Nem aqui, nem ali, nem lá”		
___/ 3 pontos	Siga as instruções: “Pegue este papel com a mão direita, dobre ao meio e jogue no chão”		
___/ 1 ponto	Ler e obedecer: “Feche os olhos”		
___/ 1 ponto	Escreva uma frase		
___/ 1 ponto	Copie o desenho

TOTAL: ___ / 30 pontos			
<p>1- Você está satisfeito com a sua vida? ☐ Sim ☐ Não</p> <p>2- Você deixou de lado muitos de suas atividades e interesses? ☐ Sim ☐ Não</p> <p>3- Você sente que sua vida está vazia? ☐ Sim ☐ Não</p> <p>4- Você sente-se aborrecido com frequência? ☐ Sim ☐ Não</p> <p>5- Está você de bom humor na maioria das vezes? ☐ Sim ☐ Não</p> <p>6- Você teme que algo de ruim lhe aconteça? ☐ Sim ☐ Não</p> <p>7- Você se sente feliz na maioria das vezes? ☐ Sim ☐ Não</p> <p>8- Você se sente frequentemente desamparado? ☐ Sim ☐ Não</p> <p>9- Você prefere permanecer em casa do que sair e fazer coisas novas? ☐ Sim ☐ Não</p> <p>10- Você sente que tem mais problemas de memória que antes? ☐ Sim ☐ Não</p> <p>11- Você pensa que é maravilhoso estar vivo? ☐ Sim ☐ Não</p> <p>12- Você se sente inútil? ☐ Sim ☐ Não</p> <p>13- Você se sente cheio de energia? ☐ Sim ☐ Não</p> <p>14- Você sente que sua situação é sem esperança? ☐ Sim ☐ Não</p> <p>15- Você pensa de que a maioria das pessoas estão melhores do que você? ☐ Sim ☐ Não</p>			

Fonte: Folstein et al, 1975

Fonte: Souza et al., 2007

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu.....

portador (a) do RG:.....

Residente:.....

..... do telefone:.....

Responsável

Legal:.....portador (a)

do RG:.....

Residente:.....

.....do telefone:.....

Concordo em participar do projeto de pesquisa “Utilização do videogame como recurso terapêutico para o treinamento de equilíbrio de indivíduos parkinsonianos”, que tem como objetivo verificar os efeitos da utilização do Nintendo® Wii Fit sobre o treinamento do equilíbrio de indivíduos parkinsonianos e verificar se o treinamento com Nintendo® Wii Fit pode contribuir para uma melhora da execução das atividades diárias que exigem o equilíbrio, como ficar em pé e andar. Fui informado que este estudo não irá interferir no meu tratamento fisioterapêutico.

Estou ciente de que posso correr os riscos de quedas, tonturas e de que não tenha melhora significativa quanto ao tratamento. Porém posso obter benefícios no equilíbrio, na realização de atividades de vida diária e no meu ato de caminhar.

O pesquisador terá a obrigação de conceder a qualquer momento informações sobre os procedimentos. Terei liberdade de recusar ou retirar o consentimento a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou perda de qualquer benefício, tenho a garantia de sigilo, privacidade e direito de esclarecer todas as dúvidas sempre que desejar. Terei acesso a todos os resultados e possíveis benefícios, riscos e desconfortos relacionados à pesquisa. Estou ciente de que serão formados dois grupos e de que estarei fazendo parte de um deles.

Eu e meu representante legal afirmamos que fomos convenientemente esclarecidos pelo pesquisador e que entendemos o que nos foi explicado, de modo que concordamos em participar da pesquisa.

Pesquisadores:

José Eduardo Pompeu- Graduado pela Universidade de São Paulo- (1995),
Aprimorando em Fisioterapia em Neurologia (HCMFUSP), Mestre Neurociências e
Comportamento pela Universidade de São Paulo (2003) e Doutorando em
Neurociências e Comportamento.

Felipe Augusto Mendes - Graduado pela Universidade de São Paulo- (1995),
Aprimorando em Fisioterapia em Neurologia (HCMFUSP) e Doutorando em
Neurociências e Comportamento.

Orientadora

Profa Dra Maria Elisa Pimentel Piemonte

Profa do Curso de Fisioterapia da Universidade de São Paulo

CoEP

Rua Raul Pompéia, 144

Bloco A- Térreo- Sala do CoEP

Telefone: (11) 3861-3469

São Paulo, _____, de _____ de _____.

Assinatura do paciente:.....

Assinaturas dos pesquisadores:

Nome:

Assinatura:

Nome:

Assinatura:

ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

Andamento do projeto - CAAE - 0166.0.166.000-08

Título do Projeto de Pesquisa				
Utilização de videogame como recurso terapêutico para o treinamento de equilíbrio de indivíduos parkinsonianos				
Situação	Data Inicial no CEP	Data Final no CEP	Data Inicial na CONEP	Data Final na CONEP
Aprovado c/ Recomendação no CEP	11/11/2008 16:08:10	13/01/2009 17:29:48		

Descrição	Data	Documento	Nº do Doc	Origem
3 - Envio do Protocolo Aprovado c/ Rec. para CONEP	13/01/2009 17:29:48	Folha de Rosto	229/08	CONEP
4 - Aguardando Protocolo chegar na CONEP	13/01/2009 17:29:48	Folha de Rosto	229/08	CONEP
2 - Recebimento de Protocolo pelo CEP (Check-List)	11/11/2008 16:08:10	Folha de Rosto	0166.0.166.000-08	CEP
1 - Envio da Folha de Rosto pela Internet	23/10/2008 15:33:13	Folha de Rosto	FR226511	Pesquisador

Voltar

ANEXO B – ESCALA DE EQUILÍBRIO DE BERG

BRAZILIAN-PORTUGUESE VERSION OF THE BERG BALANCE SCALE

Escala de equilíbrio funcional de Berg - Versão Brasileira

Nome _____ Data _____

Local _____ Avaliador _____

Descrição do Item ESCORE (0-4)

1. Posição sentada para posição em pé _____
2. Permanecer em pé sem apoio _____
3. Permanecer sentado sem apoio _____
4. Posição em pé para posição sentada _____
5. Transferências _____
6. Permanecer em pé com os olhos fechados _____
7. Permanecer em pé com os pés juntos _____
8. Alcançar a frente com os braços estendidos _____
9. Pegar um objeto do chão _____
10. Virar-se para olhar para trás _____
11. Girar 360 graus _____
12. Posicionar os pés alternadamente no degrau _____
13. Permanecer em pé com um pé à frente _____
14. Permanecer em pé sobre um pé _____

Total _____

Instruções gerais

Por favor, demonstrar cada tarefa e/ou dar as instruções como estão descritas. Ao pontuar, registrar a categoria de resposta mais baixa, que se aplica a cada item.

Na maioria dos itens, pede-se ao paciente para manter uma determinada posição durante um tempo específico.

Progressivamente mais pontos são deduzidos, se o tempo ou a distância não forem atingidos, se o paciente precisar de supervisão (o examinador necessita ficar bem próximo do paciente) ou fizer uso de apoio externo ou receber ajuda do examinador. Os pacientes devem entender que eles precisam manter o equilíbrio enquanto realizam as tarefas. As escolhas sobre qual pé ficar em pé ou qual distância alcançar ficarão a critério do paciente. Um julgamento pobre irá influenciar adversamente o desempenho e o escore do paciente.

Os equipamentos necessários para realizar os testes são um cronômetro ou um relógio com ponteiro de segundos e uma régua ou outro indicador de: 5, 12,5 e 25 cm. As cadeiras utilizadas para o teste devem ter uma altura adequada. Um banquinho ou uma escada (com degraus de altura padrão) podem ser usados para o item 12.

1. Posição sentada para posição em pé

Instruções: Por favor, levante-se. Tente não usar suas mãos para se apoiar.

- () 4 capaz de levantar-se sem utilizar as mãos e estabilizar-se independentemente
- () 3 capaz de levantar-se independentemente utilizando as mãos
- () 2 capaz de levantar-se utilizando as mãos após diversas tentativas
- () 1 necessita de ajuda mínima para levantar-se ou estabilizar-se
- () 0 necessita de ajuda moderada ou máxima para levantar-se

2. Permanecer em pé sem apoio

Instruções: Por favor, fique em pé por 2 minutos sem se apoiar.

- () 4 capaz de permanecer em pé com segurança por 2 minutos
- () 3 capaz de permanecer em pé por 2 minutos com supervisão
- () 2 capaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio
- () 1 necessita de várias tentativas para permanecer em pé por 30 segundos sem apoio
- () 0 incapaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio

Se o paciente for capaz de permanecer em pé por 2 minutos sem apoio, dê o número total de pontos para o item No. 3. Continue com o item No. 4.

3. Permanecer sentado sem apoio nas costas, mas com os pés apoiados no chão ou num banquinho

Instruções: Por favor, fique sentado sem apoiar as costas com os braços cruzados por 2 minutos.

- () 4 capaz de permanecer sentado com segurança e com firmeza por 2 minutos
- () 3 capaz de permanecer sentado por 2 minutos sob supervisão
- () 2 capaz de permanecer sentado por 30 segundos
- () 1 capaz de permanecer sentado por 10 segundos
- () 0 Incapaz de permanecer sentado sem apoio durante 10 segundos

4. Posição em pé para posição sentada

Instruções: Por favor, sente-se.

- () 4 senta-se com segurança com uso mínimo das mãos
- () 3 controla a descida utilizando as mãos
- () 2 utiliza a parte posterior das pernas contra a cadeira para controlar a descida
- () 1 senta-se independentemente, mas tem descida sem controle
- () 0 necessita de ajuda para sentar-se

5. Transferências

Instruções: Arrume as cadeiras perpendicularmente ou uma de frente para a outra para uma transferência

em pivô. Peça ao paciente para transferir-se de uma cadeira com apoio de braço para uma cadeira sem apoio de braço, e vice-versa. Você poderá utilizar duas cadeiras (uma com e outra sem apoio de braço) ou uma cama e uma cadeira.

- () 4 capaz de transferir-se com segurança com uso mínimo das mãos
- () 3 capaz de transferir-se com segurança com o uso das mãos
- () 2 capaz de transferir-se seguindo orientações verbais e/ou supervisão
- () 1 necessita de uma pessoa para ajudar
- () 0 necessita de duas pessoas para ajudar ou supervisionar para realizar a tarefa com segurança

6. Permanecer em pé sem apoio com os olhos fechados

Instruções: Por favor, fique em pé e feche os olhos por 10 segundos.

- () 4 capaz de permanecer em pé por 10 segundos com segurança
- () 3 capaz de permanecer em pé por 10 segundos com supervisão
- () 2 capaz de permanecer em pé por 3 segundos
- () 1 Incapaz de permanecer com os olhos fechados durante 3 segundos, mas mantém-se em pé
- () 0 necessita de ajuda para não cair

7. Permanecer em pé sem apoio com os pés juntos

Instruções: Junte seus pés e fique em pé sem se apoiar.

- () 4 capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com segurança
- () 3 capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com supervisão
- () 2 capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 30 segundos
- () 1 necessita de ajuda para posicionar-se, mas é capaz de permanecer com os pés juntos durante 15 segundos
- () 0 necessita de ajuda para posicionar-se e é incapaz de permanecer nessa posição por 15 segundos

8. Alcançar a frente com o braço estendido permanecendo em pé

Instruções: Levante o braço a 90°. Estique os dedos e tente alcançar a frente o mais longe possível.

(O examinador posiciona a régua no fim da ponta dos dedos quando o braço estiver a 90°. Ao serem esticados para frente, os dedos não devem tocar a régua. A medida a ser registrada é a distância que os dedos conseguem alcançar quando o paciente se inclina para frente o máximo que ele consegue.

Quando possível, peça ao paciente para usar ambos os braços para evitar rotação do tronco).

- () 4 pode avançar à frente mais que 25 cm com segurança
- () 3 pode avançar à frente mais que 12,5 cm com segurança
- () 2 pode avançar à frente mais que 5 cm com segurança
- () 1 pode avançar à frente, mas necessita de supervisão
- () 0 perde o equilíbrio na tentativa, ou necessita de apoio externo

9. Pegar um objeto do chão a partir de uma posição em pé

Instruções: Pegue o sapato/chinelo que está na frente dos seus pés.

- () 4 capaz de pegar o chinelo com facilidade e segurança
- () 3 capaz de pegar o chinelo, mas necessita de supervisão
- () 2 Incapaz de pegá-lo, mas se estica até ficar a 2-5 cm do chinelo e mantém o equilíbrio independentemente

- () 1 Incapaz de pegá-lo, necessitando de supervisão enquanto está tentando
 () 0 Incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair
- 10. Virar-se e olhar para trás por cima dos ombros direito e esquerdo enquanto permanece em pé**
 Instruções: Vire-se para olhar diretamente atrás de você por cima do seu ombro esquerdo sem tirar os pés do chão. Faça o mesmo por cima do ombro direito.
 (O examinador poderá pegar um objeto e posicioná-lo diretamente atrás do paciente para estimular o movimento)
- () 4 olha para trás de ambos os lados com uma boa distribuição do peso
 () 3 olha para trás somente de um lado, o lado contrário demonstra menor distribuição do peso
 () 2 vira somente para os lados, mas mantém o equilíbrio
 () 1 necessita de supervisão para virar
 () 0 necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair
- 11. Girar 360 graus**
 Instruções: Gire-se completamente ao redor de si mesmo. Pausa. Gire-se completamente ao redor de si mesmo em sentido contrário.
- () 4 capaz de girar 360 graus com segurança em 4 segundos ou menos
 () 3 capaz de girar 360 graus com segurança somente para um lado em 4 segundos ou menos
 () 2 capaz de girar 360 graus com segurança, mas lentamente
 () 1 necessita de supervisão próxima ou orientações verbais
 () 0 necessita de ajuda enquanto gira
- 12. Posicionar os pés alternadamente no degrau ou banquinho enquanto permanece em pé sem apoio**
 Instruções: Toque cada pé alternadamente no degrau/banquinho. Continue até que cada pé tenha tocado o degrau/banquinho quatro vezes.
- () 4 capaz de permanecer em pé independentemente e com segurança, completando 8 movimentos em 20 segundos
 () 3 capaz de permanecer em pé independentemente e completar 8 movimentos em mais que 20 segundos
 () 2 capaz de completar 4 movimentos sem ajuda
 () 1 capaz de completar mais que 2 movimentos com o mínimo de ajuda
 () 0 Incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair
- 13. Permanecer em pé sem apoio com um pé à frente**
 Instruções: (demonstre para o paciente) Coloque um pé diretamente à frente do outro na mesma linha; se você achar que não irá conseguir, coloque o pé um pouco mais à frente do outro pé e levemente para o lado.
- () 4 capaz de colocar um pé imediatamente à frente do outro, independentemente, e permanecer por 30 segundos
 () 3 capaz de colocar um pé um pouco mais à frente do outro e levemente para o lado, independentemente, e permanecer por 30 segundos
 () 2 capaz de dar um pequeno passo, independentemente, e permanecer por 30 segundos
 () 1 necessita de ajuda para dar o passo, porém permanece por 15 segundos
 () 0 perde o equilíbrio ao tentar dar um passo ou ficar de pé
- 14. Permanecer em pé sobre uma perna**
 Instruções: Fique em pé sobre uma perna o máximo que você puder sem se segurar.
- () 4 capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por mais que 10 segundos
 () 3 capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por 5-10 segundos
 () 2 capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por mais que 3 segundos
 () 1 tenta levantar uma perna, mas é incapaz de permanecer por 3 segundos, embora permaneça em pé independentemente
 () 0 Incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair
- () Escore total (Máximo = 56)

ANEXO C – MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT

Montreal Cognitive Assessment (MoCA) - Versão Experimental Brasileira

VISUOESPACIAL / EXECUTIVA				Copiar o cubo	Desenhar um RELÓGIO (onze horas e dez minutos) (3 pontos)	Pontos
		☐ Contorno ☐ Números ☐ Ponteiros		5		
NOMEAÇÃO

				3		
MEMÓRIA						
Leia a lista de palavras. O sujeito deve repetir li, faça duas tentativas. Escreva após 5 minutos		Rosto Veludo Igreja Margarida Vermelho		Sem Pontuação		
ATENÇÃO						
Leia a sequência de números (1 número por segundo)		O sujeito deve repetir a sequência em ordem direta O sujeito deve repetir a sequência em ordem inversa		☐ 2 1 8 5 4 ☐ 7 4 2		
				2		
Leia a série de letras. O sujeito deve traçar com a mão (na mesa) cada vez que ouvir a letra "R". Não se atribuem pontos se > 2 erros. ☐ F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B						
Subtração de 7 começando pelo 100 ☐ 93 ☐ 86 ☐ 79 ☐ 12 ☐ 65 4 ou 5 subtrações corretas: 3 pontos; 2 ou 3 corretas 2 pontos; 1 correta 1 ponto; 0 correta 0 ponto						
3						
LINGUAGEM						
Repete: Eu sou o senhor João quem está ajudando hoje.		☐		O gato sempre se esconde debaixo do sofá quando o cachorro está na sala.		
				2		
Fluência verbal: dizer o maior número possível de palavras que começam pela letra F (1 minuto). ☐ _____ (N ≥ 11 palavras)						
1						
ABSTRAÇÃO						
Semelhança, ex. entre banana e laranja = fruta		☐ trem - bicicleta ☐ relógio - água		2		
EVOCAÇÃO TARDIA						
Deve recordar as palavras SEM PISTAS		Rosto Veludo Igreja Margarida Vermelho		Pontuação apenas para evocação SEM PISTAS		
Pista de categoria						
Pista de múltipla escolha						
5						
ORIENTAÇÃO						
☐ Dia do mês ☐ Mês ☐ Ano ☐ Dia da semana ☐ Lugar ☐ Cidade				3		
3						
©Z. Nasreddine MD www.mocatest.org Versão experimental Brasileira: Ana Luisa Rosas Sarmiento Paulo Henrique Ferreira Bartolucci - José Roberto Wajman (UNIFESP-SP 2007)					TOTAL: Adicione 1 pt se ≤ 12 anos de escolaridade	
					30	

ANEXO D - UPDRS

ESCALA UNIFICADA DE AVALIAÇÃO PARA DOENÇA DE PARKINSON (UPDRS)

I. ESTADO MENTAL/COMPORTAMENTO/ESTADO EMOCIONAL

1. comportamento Intelectual

0= NENHUM

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

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

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

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

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

0= nenhum

1= sonhos vívidos

2= alucinações "benignas" com julgamento (Insight) mantido

3= ocasionais a freqüentes alucinações sem julgamento, podendo interferir com as atividades diárias.

4= alucinações freqüentes ou psicose evidente. Incapaz de cuidar-se.

3. depressão

1= ausente

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

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

4= depressão permanente com sintomas vegetativos. Pensamento ou tentativa de suicídio.

4. motivação/iniciativa

0= normal

1= mais passivo, menos interessado que o habitual

2= perda da iniciativa ou desinteresse por atividades fora do dia-a-dia

II. ATIVIDADES DA VIDA DIÁRIA

5. fala

0= normal

1= comprometimento superficial. Nenhuma dificuldade em ser entendido.

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

3= comprometimento grave. Solicitado freqüentemente a repetir frases.

4= retraído, perda completa da motivação.

6. salivação

0= normal

1= excesso mínimo de saliva, mas perceptível. Pode babar à noite.

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

3= excesso acentuado de saliva. Baba freqüentemente.

4= baba continuamente. Precisa de lenço constantemente.

7. deglutição

0= normal

1= engasgos raros

2= engasgos ocasionais

3= deglute apenas alimentos moles.

4= necessita de sonda nasogástrica ou gastrostomia.

8. escrita

- 0= normal
- 1= um pouco lenta ou pequena.
- 2= menor e mais lenta, mas as palavras são legíveis.
- 3= gravemente comprometida. Nem todas as palavras são comprometidas.
- 4= a maioria das palavras não são legíveis.

9. cortar alimentos ou manipular

- 0= normal
- 1= lento e desajeitado, mas não precisa de ajuda.
- 2= capaz de cortar os alimentos, embora desajeitado e lento. Pode precisar de ajuda.
- 3= alimento cortado por outros, ainda pode alimentar-se, embora lentamente.
- 4= precisa ser alimentado por outros.

10. vestir

- 0= normal.
- 1= lento mas não precisa de ajuda.
- 2= necessita de ajuda para abotoar e colocar os braços em mangas de camisa.
- 3= necessita de bastante ajuda, mas consegue fazer algumas coisas sozinho.
- 4= não consegue vestir-se (nenhuma peça) sem ajuda.

11. higiene

- 0= normal.
- 1= lento mas não precisa de ajuda.
- 2= precisa de ajuda no chuveiro ou banheira, ou muito lento nos cuidados de higiene.
- 3= necessita de assistência para se lavar, escovar os dentes, pentear-se, ir ao banheiro.
- 4= sonda vesical ou outra ajuda mecânica.

12. girar no leito e colocar roupas de cama.

- 0= normal.
- 1= lento e desajeitado mas não precisa de ajuda.
- 2= pode girar sozinho na cama ou colocar os lençóis, mas com grande dificuldade.
- 3= pode iniciar, mas não consegue rolar na cama ou colocar lençóis.
- 4= não consegue fazer nada.

13. quedas (não relacionadas ao freezing)

- 0= nenhuma
- 1= quedas raras.
- 2= cai ocasionalmente, menos de uma vez por dia.
- 3= cai, em média, uma vez por dia.
- 4= cai mais de uma vez por dia.

14. freezing quando anda

- 0= nenhum
- 1= raro freezing quando anda, pode ter hesitação no início da marcha.
- 2= freezing ocasional, enquanto anda.
- 3= freezing freqüente, pode cair devido ao freezing.
- 4= quedas freqüentes devido ao freezing.

15. marcha

- 0= normal.
- 1= pequena dificuldade. Pode não balançar os braços ou tende a arrastar as pernas.
- 2= dificuldade moderada, mas necessita de pouca ajuda ou nenhuma.
- 3= dificuldade grave na marcha, necessita de assistência.
- 4= não consegue andar, mesmo com ajuda.

16. tremor

- 0= ausente.
- 1= presente, mas infrequente.
- 2= moderado, mas incomoda o paciente.
- 3= grave, interfere com muitas atividades.
- 4= marcante, interfere na maioria das atividades.

17. queixas sensitivas relacionadas ao parkinsonismo

- 0= nenhuma.
- 1= dormência e formigamento ocasional, alguma dor.
- 2= dormência, formigamento e dor freqüente, mas suportável.
- 3= sensações dolorosas freqüentes.
- 4= dor insuportável.

III. EXAME MOTOR**18. fala**

- 0= normal.
- 1= perda discreta da expressão, volume ou dicção.
- 2= comprometimento moderado. Arrastado, monótono mas compreensível.
- 3= comprometimento grave, difícil de ser entendido.
- 4= incompreensível.

19. expressão facial

- 0= normal.
- 1= hipomímia mínima.
- 2= diminuição pequena, mas anormal, da expressão facial.
- 3= hipomímia moderada, lábios caídos/afastados por algum tempo.
- 4= fáceis em máscara ou fixa, com perda grave ou total da expressão facial. Lábios afastados ¼ de polegada ou mais.

20. tremor de repouso

- 0= ausente.
- 1= presente mas infrequente ou leve.
- 2= persistente mas de pouca amplitude, ou moderado em amplitude mas presente de maneira intermitente.
- 3= moderado em amplitude mas presente a maior parte do tempo.
- 4= com grande amplitude e presente a maior parte do tempo.

21. tremor postural ou de ação nas mãos

- 0= ausente
- 1= leve, presente com a ação.
- 2= moderado em amplitude, presente com a ação.
- 3= moderado em amplitude tanto na ação quanto mantendo a postura.
- 4= grande amplitude, interferindo com a alimentação.

22. rigidez (movimento passivo das grandes articulações, com paciente sentado e relaxado, ignorar roda dentada)

- 0= ausente
- 1= pequena ou detectável somente quando ativado por movimentos em espelho de outros.
- 2= leve e moderado.
- 3= marcante, mas pode realizar o movimento completo da articulação.
- 4= grave e o movimento completo da articulação só ocorre com grande dificuldade.

23. bater dedos continuamente – polegar no indicador em seqüências rápidas com a maior amplitude possível, uma mão de cada vez.

0= normal

1= leve lentidão e/ou redução da amplitude.

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

3= comprometimento grave. Hesitação freqüente para iniciar o movimento ou paradas durante o movimento que está realizando.

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

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

0= normal

1= leve lentidão e/ou redução da amplitude.

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

3= comprometimento grave. Hesitação freqüente para iniciar o movimento ou paradas durante o movimento que está realizando.

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

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

0= normal

1= leve lentidão e/ou redução da amplitude.

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

3= comprometimento grave. Hesitação freqüente para iniciar o movimento ou paradas durante o movimento que está realizando.

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

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

0= normal

1= leve lentidão e/ou redução da amplitude.

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

3= comprometimento grave. Hesitação freqüente para iniciar o movimento ou paradas durante o movimento que está realizando.

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

27. levantar da cadeira (de espalho reto, madeira ou ferro, com braços cruzados em frente ao peito).

0= normal

1= lento ou pode precisar de mais de uma tentativa

2= levanta-se apoiando nos braços da cadeira.

3= tende a cair para trás, pode tentar se levantar mais de uma vez, mas consegue levantar

4= incapaz de levantar-se sem ajuda.

28. postura

0= normal em posição ereta.

1= não bem ereto, levemente curvado para frente, pode ser normal para pessoas mais velhas.

2= moderadamente curvado para frente, definitivamente anormal, pode inclinar-se um pouco para os lados.

3= acentuadamente curvado para frente com cifose, inclinação moderada para um dos lados.

4= bem fletido com anormalidade acentuada da postura.

29. marcha

0= normal

1= anda lentamente, pode arrastar os pés com pequenas passadas, mas não há festinação ou propulsão.

2= anda com dificuldade, mas precisa de pouca ajuda ou nenhuma, pode apresentar alguma festinação, passos curtos, ou propulsão.

3= comprometimento grave da marcha, necessitando de ajuda.

4= não consegue andar sozinho, mesmo com ajuda.

30. estabilidade postural (respostas ao deslocamento súbito para trás, puxando os ombros, com paciente ereto, de olhos abertos, pés separados, informado a respeito do teste)

0= normal

1= retropulsão, mas se recupera sem ajuda.

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

3= muito instável, perde o equilíbrio espontaneamente.

4= Incapaz de ficar ereto sem ajuda.

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

0= nenhum.

1= lentidão mínima. Podia ser normal em algumas pessoas. Possível redução na amplitude.

2= movimento definitivamente anormal. Pobreza de movimento e um certo grau de lentidão.

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

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

IV. COMPLICAÇÕES DA TERAPIA (NA SEMANA QUE PASSOU)

A. DISCINESIAS

32. duração. Que percentual do dia acordado apresenta discinesias?

0= nenhum

1= 25% do dia.

2= 26 - 50% do dia.

3= 51 - 75% do dia.

4= 76 - 100% do dia.

33. incapacidade. Quão incapacitante é a discinesia?

0= não incapacitante.

1= incapacidade leve.

2= incapacidade moderada.

3= incapacidade grave.

4= completamente incapaz.

34. discinesias dolorosas. Quão dolorosas são as discinesias?

0= não dolorosas.

1= leve.

2= moderada.

3= grave.

4= extrema.

35. presença de distonia ao amanhecer.

0= não

1= sim

B. FLUTUAÇÕES CLÍNICAS

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

0= não 1= sim

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

0= não 1= sim

38. algum período off se instala subitamente? Em poucos segundos?

0= não 1= sim

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

0= nenhum

1= 25% do dia.

2= 26 - 50% do dia.

3= 51 - 75% do dia.

4= 76 - 100% do dia.

C. OUTRAS COMPLICAÇÕES

40. o paciente apresenta anorexia, náusea ou vômito?

0= não 1= sim

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

0= não 1= sim

42. o paciente apresenta hipotensão ortostática sintomática?

0= não 1= sim