



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Ciências da Saúde

# Potencial Terapêutico do Exercício Físico na Doença de Parkinson

**Ângela Magda dos Santos França**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Medicina**  
(ciclo de estudos integrado)

Orientador: Professora Doutora Graça Maria Fernandes Baltazar

Covilhã, maio de 2017

## Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, que desde sempre me incentivaram a lutar pelos meus sonhos e a alcançar os meus objetivos.

Dedico à restante família e amigos por acreditarem em mim e me apoiarem.

Dedico, ainda, a todos os parkinsonianos, que diariamente batalham pela sua autonomia e independência.

## Agradecimentos

Não poderia deixar de agradecer em primeiro lugar aos meus pais, que me ensinaram a não desistir e sempre me apoiaram incondicionalmente ao longo da minha vida.

Um especial agradecimento para a minha orientadora, Professora Doutora Graça Baltazar, por ter aceitado o meu pedido para orientação deste projeto, por toda a disponibilidade, dedicação e sabedoria transmitida.

A todos os professores e profissionais de saúde que generosamente partilharam o seu conhecimento e contribuíram para a minha formação.

Ao Professor Doutor José Guerreiro pelo seu bondoso coração, altruísmo e amabilidade.

Ao Pedro Ferro, por todo o apoio prestado. Agradeço a tua companhia, amor e compreensão.

Aos meus amigos pelo carinho e companheirismo demonstrado ao longo deste percurso.

## Prefácio

*“You cannot control what happens to you,  
but you can control your attitude towards what happens to you,  
and in that, you will be mastering change rather than allowing it to master you”*

Brian Tracy

## Resumo

A Doença de Parkinson é a segunda doença neurodegenerativa mais frequente. Dado que o envelhecimento é o principal fator de risco desta patologia, a sua incidência tende a aumentar, em paralelo com o envelhecimento da população mundial. Do ponto de vista fisiopatológico, caracteriza-se pela degenerescência dos neurónios dopaminérgicos presentes na substância *nigra*, uma região do sistema nervoso central cuja função é essencial para a coordenação motora. Assim, esta patologia cursa, sobretudo, com uma série de sintomas motores, sendo os principais o tremor de repouso, rigidez, bradicinesia e a instabilidade postural. Contudo, sintomas não motores estão também presentes, tais como distúrbios do sono, alterações de humor, alterações sensoriais e declínio cognitivo.

Esta patologia é uma doença crónica, sendo o seu tratamento apenas sintomático e não curativo. A terapêutica consiste, fundamentalmente, na administração de fármacos que colmatam a deficiência de dopamina a nível central, visando a minimização dos sintomas motores. Porém, com a toma continuada da medicação, o efeito terapêutico vai diminuindo e surgem efeitos secundários não desejáveis, tais como flutuações na resposta motora e discinesias.

Por estas razões, a fim de melhorar a qualidade de vida destes doentes, torna-se crucial encontrar outras estratégias, sobretudo não farmacológicas e que controlem também os sintomas não motores. Atualmente, os diversos estudos desenvolvidos têm demonstrado que a prática de exercício físico pode constituir uma opção eficaz para o tratamento das doenças relacionadas com o envelhecimento como é o caso da Doença de Parkinson.

## Palavras-chave

“Doença de Parkinson”; “Exercício físico”; “Sintomas motores”; “Sintomas não motores”; “Mecanismos biológicos”.

## Abstract

Parkinson's disease is the second most common neurodegenerative disease. As aging is the main risk factor for this pathology, its incidence tends to increase, in parallel with the aging of the world population. From the pathophysiological point of view, it is characterized by the loss of dopaminergic neurons within the *substantia nigra*, a central nervous system region which function is essential for motor coordination. Thus, this disease presents a range of motor symptoms, mainly rest tremor, rigidity, bradykinesia and gait instability. However, non-motor symptoms, such as sleep disturbances, mood disorders, autonomic dysfunction and cognitive impairment are also present.

This pathology is a chronic disease and its treatment is only symptomatic, not curative. Therapy consists essentially in drugs that enhance intracerebral dopamine concentrations, aiming to minimize the motor symptoms. However, with time the therapeutic effect decreases and adverse effects such as fluctuations in motor response and dyskinesias emerge.

For these reasons, to improve quality of life of these patients it is crucial to find other strategies, especially non-pharmacological approaches capable also of controlling the non-motor symptoms. Currently, several studies have demonstrated that the practice of physical exercise may be effective in improving different symptoms of age-related diseases such as Parkinson's disease.

## Keywords

“Parkinson's Disease”; “Exercise”; “Motor symptoms”; “Non-motor symptoms”; “Biological mechanisms”.

# Índice

Dedicatória	ii
Agradecimentos	iii
Prefácio	iv
Resumo	v
Abstract	vi
Índice	vii
Lista de Acrónimos	ix
1. Introdução	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Objetivos	2
2. Metodologia	3
3. Doença de Parkinson	4
3.1. Epidemiologia	4
3.2. Etiologia e patogénese	4
3.3. Manifestações clínicas	5
3.4. Patofisiologia	6
3.5. Diagnóstico	6
3.6. Tratamento	7
3.6.1. Tratamento farmacológico	7
3.6.2. Tratamento não farmacológico	9
3.6.3. Exercício físico	10
4. Tipos de exercício físico e os seus efeitos sobre os sintomas parkinsonianos	12
4.1. Exercício de resistência	12
4.2. Exercício aeróbio	17
4.2.1. Marcha	17
4.2.2. Ciclismo	24
4.3. Treino de equilíbrio	26
4.4. Outras modalidades e técnicas inovadoras	28
4.4.1. Tai chi	28
4.4.2. Tango argentino	32
4.4.3. Tecnologia e realidade virtual	34
5. Mecanismos biológicos subjacentes aos efeitos do exercício físico no Parkinson	37
5.1. Neuroquímica	37
5.2. Neuroinflamação	40
5.3. Neurotrofinas	41
6. Conclusões Finais	43
6.1. Perspetivas futuras	44

6.2. Limitações do presente trabalho	45
7. Bibliografia	46
Anexos	55
Anexo I - Tabela resumo dos estudos incluídos na secção “Tipos de exercício físico e os seus efeitos sobre os sintomas parkinsonianos”	55
Anexo II - Escalas e testes de avaliação	65
Anexo III - Unified Parkinson’s Disease Rating Scale	74

## Lista de Acrónimos

1RM	One repetition maximum
6-OHDA	6-hidroxidopamina
6MWT	Six-minute walk test
9HPT	Nine-hole peg test
AAC	Active-assisted cycling
ABC	Activities-specific balance confidence
ACSM	American College of Sports Medicine
AINE'S	Anti-inflamatórios não esteroides
BBS	Berg balance scale
BDI-II	Beck depression inventory II
BDNF	Fator neurotrófico derivado do cérebro, do inglês Brain derived neurotrophic factor
BESTest	Balance evaluation systems test
BHE	Barreira hematoencefálica
BST	Back scratch test
BTA	Brief test of attention
BWSTT	Body weight support treadmill training
COMT	Catecol O-metiltransferase
DAT	Transportador de dopamina, do inglês Dopamine active transporter
DGI	Dynamic gait index
DP	Doença de Parkinson
EF	Exercício forçado
ET	Exercícios tradicionais
EV	Exercício voluntário
FAP	Functional ambulation profile
FES	Falls efficacy scale
FOG_Q	Freezing of gait questionnaire
FRT	Functional reach test
GDNF	Fator neurotrófico derivado de uma linhagem de células gliais, do inglês Glial cell line-derived neurotrophic factor
GDS	Geriatric depression scale
GFAP	Proteína fibrilar glial ácida, do inglês Glial fibrillary acidic protein
HiBalance	Highly challenging balance training
H&Y	Hoehn & Yarh scale for staging of Parkinson Disease
IFN- $\gamma$	Interferão- $\gamma$ , do inglês Interferon- $\gamma$
IL-1 $\beta$	Interleucina-1 $\beta$
iNOS	Óxido nítrico sintase induzida, do inglês Inducible nitric oxide synthase

LPS	Lipopolissacarídeo
MAO-B	Monoaminoxidase tipo B
mFC	Modified fitness counts
MFE	Modified figure-of-eight test
MMSE	Mini mental state examination
MPO	Mieloperoxidase
mPPT	Modified physical performance test
MPTP	1-metil-4-fenil-1,2,3,6-tetrahidropiridina
NADH	Dinucleótido de nicotinamida e adenina, do inglês Nicotinamide adenine dinucleotide
NFκB	Fator nuclear kappa beta, do inglês Nuclear factor kappa beta
NMSS	Non-motor symptoms scale
NW	Nordic walking
OLS	One leg stance test
PDQ-39	The 39-item Parkinson's Disease questionnaire
PET	Tomografia por emissão de positrões, do inglês Positron emission tomography
PFS-16	Parkinson Disease fatigue scale
PRE	Progressive resistance exercise
PWT	Power-based resistance training
SAS	Starkstein apathy scale
SEADLS	Schwab and England activities of daily living scale
Snc	Parte compacta da substância nigra, do inglês Substantia nigra pars compacta
SOT	Sensory organization test
SPECT	Tomografia por emissão de fóton único, do inglês Single-photon emission computed tomography
SPPB	Short physical performance battery
SRT	Sit and reach test
STS	The five time sit to stand test
sVCAM-1	Molécula de adesão celular vascular-1 solúvel, do inglês Soluble vascular cell adhesion molecule-1
T10MWT	Timed ten-meter walk test
T15MWT	Timed fifteen-meter walk test
TH	Tirosina hidroxilase
TLR	Toll-like receptors
TNF-α	Fator de necrose tumoral alfa, do inglês Tumor necrosis factor alpha
TS	Tandem stance test
TUG	Timed up and go test
UPDRS	Unified Parkinson's Disease rating scale

$VO_{2peak}$	Pico de consumo de oxigénio, do inglês Peak oxygen consumption
$VO_{2max}$	Consumo máximo de oxigénio, do inglês Maximal oxygen uptake
VRWii	Virtual reality-based Wii Fit exercise

# 1. Introdução

## 1.1. Contextualização

De acordo com o relatório “*World Population Prospects - the 2015 Revision*”, nos últimos doze anos, a população mundial sofreu um acréscimo de aproximadamente mil milhões de pessoas, atingindo um total de 7,3 mil milhões em meados de 2015. Embora seja expectável que a população global continue a aumentar até 2050, atualmente verifica-se um abrandamento no ritmo de crescimento, devido ao declínio na fecundidade (número médio de filhos por mulher).(1) Por outro lado, a esperança de vida ao nascer tem aumentado globalmente, sendo de 70 anos a nível mundial.(1) A diminuição da fecundidade e aumento da longevidade têm contribuído para o envelhecimento populacional, que se caracteriza pelo aumento da proporção de idosos e diminuição da proporção de jovens.(1) Atualmente, 12% da população mundial tem mais de 60 anos e a Europa é o continente com maior percentagem de idosos (24%).(1)

Da união europeia, Portugal é o quarto país com maior proporção de idosos e o quinto com maior índice de envelhecimento.(2) Dos seus 10 milhões e 350 mil habitantes, 27,1% tem 60 ou mais anos.(1) A esperança de vida ao nascer em Portugal corresponde aos 80,1 anos e estima-se que subirá para os 86,7 anos até 2050.(1) Apesar do contínuo aumento da longevidade, como resultado do declínio acentuado e persistente da fecundidade, verifica-se que a população portuguesa tem vindo a diminuir, agravando-se o seu envelhecimento.(3)

O prolongamento da vida e o envelhecimento das pessoas advêm de enormes progressos da sociedade, sendo por isso um aspeto muito positivo. Contudo, paralelamente a esta situação surgiram inúmeros desafios, nomeadamente na área da saúde e a nível socioeconómico. Com a diminuição da população ativa ocorre decréscimo da força de trabalho, o que conduz à diminuição do crescimento económico e ao aumento da despesa relativa aos sistemas de pensões e cuidados de saúde, resultando em fortes constrangimentos na sustentabilidade do estado social.(4) Embora o aumento da esperança de vida seja uma importante conquista, constata-se um aumento da prevalência de doenças crónicas e neurodegenerativas à medida que as pessoas atingem idades mais avançadas.(4)

A Doença de Parkinson (DP) é uma das doenças neurodegenerativas mais comum, afetando cerca de 5 milhões de pessoas em todo o mundo.(5) A sua prevalência e incidência aumentam com a idade.(6) Face às projeções demográficas, espera-se que o número de indivíduos afetados aumente de forma significativa nas próximas décadas.(7) Clinicamente, esta patologia caracteriza-se pela presença de sintomas motores clássicos, nomeadamente o tremor de repouso, a rigidez, a bradicinesia e o comprometimento da marcha.(5) Estes sintomas resultam fundamentalmente da perda progressiva de neurónios dopaminérgicos da substância *nigra* compacta (SNc) associada à presença de inclusões proteicas intracelulares, denominadas de corpos de Lewy.(8) Os pacientes podem, ainda, apresentar uma série de

sintomas não motores, tais como, alterações cognitivas, anosmia, transtornos de humor, alterações do sono, distúrbios sensoriais e autonómicos.(5) Estas manifestações frequentemente acompanham os sintomas motores e resultam, provavelmente, da degeneração que ocorre em grupos de neurónios não dopaminérgicos.(8) Esta doença tem um curso progressivo, habitualmente lento, mas irreversível, dado que até ao momento nenhum tratamento se mostrou capaz de retardar ou travar a neurodegeneração.(8) Por isso, o tratamento é apenas sintomático e, geralmente, consiste na administração de fármacos que repõem os níveis de dopamina a nível do sistema nervoso central.(7) A levodopa constitui o tratamento “*gold-standard*”, sendo a terapia mais efetiva.(5) Contudo, com o seu uso continuado ocorre diminuição do seu efeito e aparecimento de complicações motoras, tais como, flutuações na resposta motora e discinesias.(5) Para além dos efeitos colaterais possíveis, outra limitação do tratamento farmacológico prende-se com o facto da maioria dos pacientes continuar a apresentar sintomas, mesmo após a otimização da terapêutica.(9) A presença de sintomas, sejam motores ou não motores, prejudica as atividades de vida diárias do paciente, bem como a sua qualidade de vida.(9)

Por estas razões, torna-se crucial a adoção de estratégias, sobretudo não farmacológicas, que sejam capazes de controlar os sintomas de difícil tratamento. O exercício físico tem sido proposto como uma opção eficaz no controlo sintomático da doença. Com o presente trabalho pretende-se reunir e analisar de forma crítica os dados existentes sobre as intervenções de exercício físico disponíveis, os seus efeitos sobre os sintomas e o seu modo de atuação sobre o sistema nervoso.

## 1.2. Objetivos

O principal objetivo desta dissertação é compreender a influência do exercício físico no controlo sintomático da DP, analisando a informação publicada na literatura científica neste âmbito. De modo a atingir este objetivo, são analisados os efeitos produzidos pelos diferentes tipos de exercício físico a nível dos sintomas parkinsonianos motores e não motores. Além disso, este trabalho pretende explorar os mecanismos biológicos que se encontram subjacentes aos efeitos obtidos pela prática de exercício na DP. Para um melhor enquadramento da temática abordada, este trabalho engloba uma descrição geral da DP, nomeadamente da sua patofisiologia, diagnóstico e terapêuticas disponíveis.

## 2. Metodologia

A pesquisa bibliográfica que serviu de base a este trabalho foi efetuada mediante consulta de manuais de referência das áreas de Neurologia e do Desporto e de artigos científicos acedidos a partir das bases de dados informatizadas “PubMed” e “B-on”.

A pesquisa bibliográfica para obtenção de informação relativa aos efeitos do exercício físico na DP foi realizada entre Setembro de 2016 a Outubro de 2016. Esta pesquisa foi efetuada a partir das bases de dados mencionadas, utilizando as seguintes palavras-chave: “Exercise”, “Physical activity” e “Parkinson’s Disease”. Foram pesquisados artigos classificados como “clinical trials” e “reviews”, escritos em inglês ou português e publicados nos últimos 10 anos. Como resultado da pesquisa efetuada foram obtidos, no total, 190 artigos científicos. A posterior leitura dos seus resumos ou textos completos permitiu selecionar os de maior relevância para a temática abordada nesta monografia. Além disso, a seleção deu prioridade a publicações feitas em revistas com fatores de impacto superiores a 3 ou classificadas no 1º ou 2º quartil. A partir dos artigos encontrados pelo método anteriormente descrito, foram ainda consultados outros neles referenciados.

Para a obtenção de informação mais geral, nomeadamente sobre a DP, fez-se pesquisa em manuais, bem como nas bases de dados. A pesquisa foi realizada usando as palavras-chave adequadas e sem imposição de restrições temporais.

## 3. Doença de Parkinson

### 3.1. Epidemiologia

A Doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa mais comum, ultrapassada apenas pela Doença de Alzheimer.(6) A taxa de incidência estimada desta patologia corresponde a 8 a 18 novos casos em cada 100 000 pessoas por ano.(6) Estima-se que a sua prevalência nos países industrializados seja 0,3% na população geral e cerca de 1% nas pessoas com idade superior a 60 anos.(6) O aparecimento desta patologia antes dos 50 anos é raro.(6) A sua prevalência e incidência aumentam quase exponencialmente com a idade, dado que a idade é o principal fator de risco.(7) Assim, devido ao envelhecimento demográfico, é expectável que número de indivíduos afetados duplique até 2030.(7)

Vários estudos evidenciam uma incidência mais elevada no sexo masculino do que no feminino.(6) À semelhança da incidência, alguns estudos reportam que a prevalência é superior no sexo masculino.(6) Contudo, outros estudos revelaram que não existem diferenças significativas na prevalência entre o género feminino e masculino.(6)

### 3.2. Etiologia e patogénese

A DP pode ser esporádica ou ter origem familiar. A grande maioria dos casos desta patologia (cerca de 85% a 90%) correspondem a formas esporádicas, sendo a sua causa desconhecida.(5) Apenas 10% a 15 % dos casos pertencem à forma familiar, apresentando uma transmissão autossómica que pode ser recessiva ou dominante.(5,7)

Esta patologia parece resultar da interação complexa entre fatores ambientais e fatores genéticos, que induzem suscetibilidade para o desenvolvimento da doença.(5,7)

Certos fatores ambientais têm sido associados a um risco aumentado de DP, nomeadamente a exposição a pesticidas, residência em zonas rurais, ingestão de água de poços, uso de betabloqueadores e traumatismo craniano prévio.(6,7) Por outro lado, determinados fatores têm sido associados à diminuição do risco, tais como, o tabagismo, consumo de café ou de álcool, uso de anti-inflamatórios não esteróides (AINE'S) e de fármacos bloqueadores dos canais de cálcio.(6,7) Todavia, até ao momento nenhum fator ambiental foi estabelecido como causa desta patologia.(5)

A contribuição genética é sugerida pelo risco aumentado da patologia no caso de existir história familiar de DP ou história familiar de tremor.(6,7) Diversas mutações específicas e várias associações genéticas têm sido identificadas.(5) Dentro das formas monogénicas da DP incluem-se as formas autossómicas dominantes, associadas a genes como o *SNCA* e *LRRK2*, e as formas autossómicas recessivas, associadas aos genes de *Parkin*, *PINK2* e *DJ-1*.(8) O gene *SNCA*, que codifica a proteína alfa-sinucleína, foi o primeiro a ser associado à DP hereditária.(8) As mutações do gene *LRRK2* constituem a causa mais comum de doença

familiar.(5) Tanto o gene *SNCA* como o *LRRK2* têm sido, também, associados a formas esporádicas da doença.(8) As mutações no gene *parkin* constituem a causa mais frequente de doença precoce, com início antes dos 40-50 anos.(8) As mutações no gene *GBA* representam o fator de risco genético mais importante para o desenvolvimento da doença.(10) Este gene codifica a glicocerebrosidase, uma enzima lisossomal que está em déficit na doença de Gaucher.(10) As alterações na função lisossomal podem prejudicar o processamento e eliminação da alfa sinucleína, o que explica a associação desta mutação com a DP.(10)

Tanto os fatores ambientais como genéticos podem afetar processos celulares fundamentais.(7) Diversos fatores foram implicados na patogénese da morte celular na DP, incluindo stress oxidativo, inflamação, disfunção mitocondrial e stress proteolítico.(5)

### 3.3. Manifestações clínicas

Os achados clínicos desta patologia foram descritos pela primeira vez, em 1817, numa monografia elaborada por James Parkinson.(5,7) A DP apresenta um curso progressivo e manifesta-se através de vários sintomas motores e não motores.(5,7)

Dentro dos sintomas motores, a rigidez, o tremor de repouso, a bradicinesia e o comprometimento da marcha/instabilidade postural são considerados os sintomas clássicos.(5,7) Estas manifestações iniciam-se de forma focal, num segmento de um membro, e estão relacionadas com a perda de dopamina no putamen posterior e no circuito motor.(11) O desempenho motor dos pacientes com DP é bastante prejudicado, visto que ocorre redução da frequência e amplitude dos seus movimentos (hipocinesia), bem como redução da velocidade (bradicinesia).(11) A marcha parkinsoniana caracteriza-se por uma postura predominantemente flexora, pela diminuição do comprimento dos passos, redução da elevação dos pés e diminuição do balanço normal dos braços.(11) Estes doentes apresentam dificuldade em iniciar a marcha e, com a evolução da doença, podem mesmo manifestar congelamento dos movimentos.(12) Por outro lado, após o início da marcha, podem demonstrar dificuldades em parar o movimento, dando origem a uma caminhada com passos cada vez mais rápidos e mais pequenos.(12) Assim, estes pacientes apresentam um risco elevado de queda. Até 68% das pessoas com DP apresenta um episódio de queda por ano e cerca de 50% apresenta quedas recorrentes.(13) Os efeitos subsequentes de uma queda podem ser avassaladores, dado que a mesma pode resultar em fraturas ósseas, em medo de cair novamente, no aumento da dependência e na redução da qualidade de vida.(13)

Tem-se tornado evidente que a DP apresenta um estadio prodromal, isto é, um período em que não se verifica a presença dos sintomas motores clássicos, apesar de a neurodegeneração já ter iniciado.(14) Este pródromo é frequentemente caracterizado pela presença de importantes sintomas não motores, tais como hiposmia, distúrbios de sono, disfunção autonómica, distúrbios de humor e alterações cognitivas.(14) Desde o aparecimento dos sintomas não motores até ao início dos sintomas motores podem decorrer vários anos.(14)

Os sintomas não motores parecem influenciar de forma mais significativa a qualidade de vida destes pacientes, comparativamente aos sintomas motores.(15)

### 3.4. Patofisiologia

Do ponto de vista patológico, a DP caracteriza-se pela perda de neurónios dopaminérgicos na parte compacta da substância *nigra* (SNc).(5,7) A camada ventrolateral da SNc é o local habitualmente mais afetado.(7) Esta região contém neurónios que se projetam para a zona dorsal do putamen e, por isso, ocorre diminuição dos níveis de dopamina a nível estriatal.(7) Tipicamente, os sintomas motores iniciam-se quando se verifica uma redução de 60% a 70% na concentração de dopamina estriatal.(11) A degeneração neuronal pode, também, ocorrer noutras partes do sistema nervoso, nomeadamente nos neurónios noradrenérgicos do *locus ceruleus*, nos neurónios colinérgicos do núcleo basal de Meynert e nos neurónios serotoninérgicos do núcleo de rafe.(5,8) Esta degeneração não dopaminérgica está, provavelmente, na base do aparecimento de sintomas não motores.(5,8)

Outra característica crucial desta patologia é a presença de inclusões proteicas intracitoplasmáticas, fenómeno que se denomina de patologia de Lewy.(5,7) A proteína envolvida é a alfa-sinucleína.(5,7) Em resultado de alterações conformacionais esta proteína torna-se insolúvel, formando inclusões citoplasmáticas (corpos de Lewy).(7) Segundo o modelo de Braak e seus colaboradores, a patologia de Lewy apresenta 6 estadios de evolução, iniciando-se a nível do sistema nervoso periférico e avançando sequencialmente, em direção caudo-encefálica, para o sistema nervoso central.(7) Esta hipótese parece explicar o curso clínico da DP.(7) Isto porque, de acordo com a mesma, a degeneração dopaminérgica surge apenas nos estadios intermédios (entre o 3º e o 4º estadio).(7) Os estadios iniciais seriam os responsáveis pelos sintomas não motores da doença e, de facto, estes frequentemente precedem o surgimento dos sintomas motores.(7)

### 3.5. Diagnóstico

Tradicionalmente, o diagnóstico da DP é feito com base na presença de sintomas clínicos, sendo necessária a manifestação de pelo menos dois dos seguintes sintomas cardinais: tremor de repouso, bradicinesia e rigidez.(16) A instabilidade postural não é habitualmente incluída, uma vez que normalmente não está presente nas fases mais precoces da doença.(16) O diagnóstico requer, ainda, a exclusão de causas de parkinsonismo secundário e de outras lesões do sistema nervoso central.(16)

Estes critérios clínicos conduzem a um diagnóstico provável de DP, porém só o estudo *post mortem* pode estabelecer o diagnóstico definitivo.(6) Os primeiros estudos clinico-patológicos revelaram que apenas uma pequena percentagem dos diagnósticos realizados com base nestes critérios era confirmada na autópsia.(16) Estudos subsequentes mostraram que o início assimétrico dos sintomas e a boa resposta à levodopa suportam o diagnóstico desta

patologia e constituem os fatores mais importantes para a diferenciar de outra doença.(16) Indicaram, ainda, que tremor de repouso e a ausência de sintomas piramidais ou oculomotores são também preditores significativos.(16)

A tomografia por emissão de positrões (PET) ou a tomografia por emissão de fóton único (SPECT) podem revelar uma redução da captação de marcadores dopaminérgicos estriatais, refletindo a degeneração dos neurónios dopaminérgicos.(5) Estes exames podem ser úteis em casos de incerteza diagnóstica ou em estudos de investigação, mas não são usados de forma rotineira na clínica.(5) A sua utilidade em rastreios da população continua limitada, apesar destes se encontrarem amplamente disponíveis e serem fáceis de usar.(6)

Os testes genéticos podem ser úteis para a deteção das mutações associadas à doença, mas à semelhança dos exames imagiológicos não são usados por rotina.(5)

Atualmente, não está disponível um teste ou um marcador fiável e aplicável para o diagnóstico desta patologia.(6) A descoberta de exames que permitam o diagnóstico definitivo em fases precoces da doença constitui um dos grandes desafios das investigações atuais na área da DP.(7)

### 3.6. Tratamento

As terapêuticas que podem ser oferecidas nesta doença têm apenas o intuito de controlar os sintomas.(7,17) Atualmente não existe nenhum tratamento com capacidade de modificar o curso natural da doença, isto é, que possa retardar a progressão da neurodegeneração ou mesmo cessá-la.(7,17) A descoberta de uma terapia com este potencial constitui o alvo major dos trabalhos de investigação no âmbito da DP.(7)

#### 3.6.1. Tratamento farmacológico

O tratamento deve ser iniciado quando os sintomas causam incapacidade ou desconforto no paciente.(7) Para o controlo sintomático são usados fármacos que aumentam a concentração de dopamina intracerebral ou que estimulam os recetores dopaminérgicos.(7) Assim, a terapêutica inclui medicamentos como a levodopa, os agonistas da dopamina, os inibidores da monoaminoxidase tipo B (MAO-B) e, menos frequentemente, a amantadina.(7)

A levodopa é um precursor da dopamina e é considerada o “*gold standard*” do tratamento da DP.(5) A levodopa é absorvida no intestino delgado e, posteriormente, transportada pela corrente sanguínea até ao cérebro, onde é convertida em dopamina.(17) A dopamina não pode ser dada como tratamento desta patologia, uma vez que, ao contrário da levodopa, não consegue atravessar a barreira hematoencefálica (BHE).(5,17) A levodopa é a terapêutica mais efetiva até à data, melhorando as manifestações motoras clássicas, a capacidade de trabalho, a qualidade de vida e a sobrevivência dos pacientes.(5) Quase todos os doentes revelam melhorias com este tratamento e a ausência de resposta adequada deve colocar em causa o diagnóstico.(5) No entanto, este fármaco apresenta efeitos colaterais importantes. Estes incluem sintomas dopaminérgicos agudos, tais como náuseas, vômitos e

hipotensão ortostática.(5,17) O aparecimento dos referidos sintomas deve-se à ativação dos recetores dopaminérgicos na área postrema, uma região que não é protegida pela BHE.(5) Por esta razão, a levodopa é geralmente administrada com um inibidor da descarboxilase periférica, como a carbidopa, de modo a reduzir o seu metabolismo periférico em dopamina e evitar esta sintomatologia.(5,17) A titulação gradual do fármaco é, também, uma estratégia utilizada para minimizar os sintomas dopaminérgicos agudos.(5,17) A administração da levodopa às refeições também pode ser útil, uma vez que reduz a intensidade e a frequência dos efeitos gastrointestinais.(17) Adicionalmente, com o uso prolongado de levodopa podem surgir complicações motoras, nomeadamente flutuações na resposta motora e discinesias.(5,7) As flutuações na resposta motora correspondem à alternância entre períodos “on”, durante os quais o fármaco surte o seu efeito, e períodos “off”, durante os quais estão presentes características parkinsonianas.(5) As discinesias são movimentos involuntários, geralmente de natureza coreiforme.(5) A causa subjacente às complicações motoras não está totalmente esclarecida, mas informações atuais sugerem que as mesmas se devem à estimulação pulsátil dos recetores dopaminérgicos estriatais.(5,7) Em condições normais, os níveis estriatais de dopamina mantêm-se relativamente constantes.(5) Na DP, uma vez que os neurónios dopaminérgicos degeneram, a dopamina estriatal passa a depender da disponibilidade periférica de levodopa.(5) Contudo, este fármaco apresenta uma semi-vida de 60-90 minutos, o que resulta em oscilações na concentração de dopamina a nível cerebral.(17) De modo a reduzir essas flutuações pode-se optar por associar à levodopa um agonista dopaminérgico, um inibidor da MAO-B ou um inibidor da catecol O-metiltransferase (COMT).(7,17) Uma outra abordagem possível consiste na utilização de formulações de levodopa de libertação prolongada.(7) Outra estratégia para manter os níveis plasmáticos de levodopa constantes passa pela infusão contínua de levodopa/carbidopa em gel (Duodopa) a nível duodenal através de uma gastrostomia endoscópica percutânea.(5,7,17) Além disso, o uso de doses baixas de levodopa (<600 mg/dia) parece ser um fator fundamental para retardar o aparecimento destas complicações.(18) Secundariamente ao tratamento, os pacientes podem ainda apresentar alterações comportamentais e transtornos de controlo de impulsos, apesar destes distúrbios serem mais comuns com os agonistas da dopamina.(5)

Os agonistas da dopamina atuam diretamente sobre os recetores de dopamina e, ao contrário da levodopa, não necessitam de metabolismo a um produto ativo.(5,17) Estes fármacos podem ser usados em monoterapia, em fases precoces da doença, ou como adjuvantes da terapia com levodopa.(5,17) Em comparação com a levodopa, estes apresentam uma tendência inferior para induzir discinesias.(5,17) Por este motivo, pode optar-se por iniciar a terapia com um agonista da dopamina, embora a levodopa suplementar seja posteriormente necessária em quase todos os pacientes.(5) Quando em combinação com a levodopa, estes fármacos reduzem os períodos “off” e potenciam o efeito da mesma.(17) À semelhança da levodopa, a administração destes fármacos pode originar sintomas dopaminérgicos agudos e transtornos de controlo de impulsos. Além disso, o seu uso crónico está associado a alucinações e défice cognitivo.(5)

Os inibidores da MAO-B, como é o caso da selegilina e a rasagilina, bloqueiam o metabolismo central da dopamina e aumentam as concentrações sinápticas deste neurotransmissor.(5,17) Estes fármacos também podem ser utilizados em monoterapia, no início da doença, ou como adjuvantes da terapêutica com levodopa, contribuindo para a redução dos períodos “*off*” e aumento dos períodos “*on*”.(17) Os seus efeitos colaterais mais comuns são as náuseas, tonturas, boca seca e obstipação.(17) Além disso, quando em associação com a levodopa, estes fármacos podem aumentar as discinesias, mas normalmente este problema é ultrapassado com a redução da dose de levodopa.(5)

Quando a levodopa é associada a um inibidor da descarboxilase periférica, a mesma é primariamente metabolizada pela enzima COMT (5). Assim, os inibidores da COMT aumentam a disponibilidade da levodopa, contribuindo para a redução dos períodos “*off*”.(5,17) De realçar que se não estiverem em combinação com a levodopa, estes fármacos não apresentam qualquer efeito sobre os sintomas da DP.(17) Os seus principais efeitos colaterais são os sintomas dopaminérgicos, que podem ser controlados com a redução da dose de levodopa. Além disso, podem conduzir a diarreia intensa e a alterações da coloração da urina. A tolcapona pode provocar hepatotoxicidade, sendo necessária monitorização regular da função hepática.(5)

Dos sintomas motores clássicos, a bradicinesia e a rigidez parecem apresentar uma boa resposta à terapia de reposição dopaminérgica. Pelo contrário, o tremor apresenta uma resposta inconsistente. Medicamentos anticolinérgicos ou a clozapina constituem opções terapêuticas eficazes para o controlo deste sintoma.(7) A amantadina também é particularmente útil para controlar o tremor, bem como as discinesias induzidas pela levodopa. Contudo, o seu efeito é frequentemente transitório.(5,17)

### 3.6.2. Tratamento não farmacológico

A estimulação cerebral profunda constitui uma opção cirúrgica para o controlo sintomático desta patologia.(19) Diversos estudos sugerem que a estimulação ao nível do núcleo subtalâmico ou ao nível do globo pálido interno pode ser efetiva na DP moderada a severa.(19) Nem todos os pacientes são candidatos a este tipo de cirurgia. Esta está indicada para aqueles pacientes que apresentam flutuações e discinesias incapacitantes, apesar dos seus sintomas motores cardinais continuarem a responder favoravelmente à levodopa.(19) A cirurgia pode ser realizada entre 11 a 13 anos após o estabelecimento do diagnóstico.(19) Os pacientes submetidos a esta intervenção apresentam uma excelente melhoria dos sintomas motores e os efeitos da cirurgia podem permanecer por vários anos.(19) A intervenção consiste na implementação de um elétrodo na zona alvo, que é conectado a um estimulador inserido no tecido subcutâneo da parede torácica.(5) Esta opção terapêutica pode apresentar efeitos colaterais relacionados com o procedimento cirúrgico (hemorragia, enfarte e infeção), com o sistema de estimulação (infeção, rutura do fio e ulceração da pele) ou com a própria estimulação (anormalidades oculares, da fala, musculares e depressão).(5)

Mesmo após a otimização do tratamento, a maioria dos pacientes continua a apresentar sintomas motores e sintomas não motores que influenciam significativamente a sua qualidade de vida e interferem com as atividades quotidianas.(9) As alterações na fala, instabilidade postural e o congelamento da marcha constituem exemplos de sintomas motores que apresentam uma resposta insuficiente ao tratamento farmacológico ou cirúrgico.(9) Além disso, os sintomas não motores são, também, insuficientemente controlados com as terapias disponíveis.(9) Desta forma, com o intuito de aliviar os sintomas de difícil tratamento, têm sido propostas diversas opções alternativas, tais como, a terapia ocupacional, terapia da fala, intervenções cognitivas e comportamentais, fisioterapia e o exercício físico.(9)

### 3.6.3. Exercício físico

Os pacientes parkinsonianos revelam uma forte tendência a adquirir um estilo de vida sedentário.(20) Um estudo de coorte demonstrou que as pessoas com DP são menos ativas, despendendo menos 29% de quilocalorias durante as atividades físicas diárias relativamente a indivíduos sem esta patologia.(21) Tal facto é explicado pela incapacidade motora inerente à progressão da doença, bem como pelas alterações cognitivas e de humor que frequentemente a acompanham.(20,21)

Segundo declarações da “*American Heart Association*”, o estilo de vida sedentário constitui uma das principais causas de morte preveníveis e a quantidade de atividade física correlaciona-se inversamente com a mortalidade por todas as causas.(22) Além do impacto na mortalidade, a inatividade física também influencia negativamente o curso da DP, uma vez que parece exercer um efeito pró-degenerativo e favorecer a sua evolução.(23)

A prática regular de exercício físico deve ser fortemente incentivada nas pessoas com DP. Isto porque, o exercício físico não só previne as complicações decorrentes da inatividade física, como também parece controlar eficazmente inúmeras manifestações presentes na DP. A prática de exercício conduz à diminuição do risco de doenças cardiovasculares, doenças oncológicas, diabetes mellitus tipo 2, obesidade e osteoporose.(22) A prevenção de osteoporose é particularmente importante nos pacientes com DP, visto que apresentam um risco acrescido de quedas e, conseqüentemente, de fraturas decorrentes das quedas.(20) Adicionalmente, o exercício minimiza os défices motores característicos da patologia, dado que melhora a marcha, o equilíbrio, a postura, a flexibilidade e a aptidão física.(17) O exercício também melhora a função cognitiva, a qualidade do sono e reduz a depressão e ansiedade.(17) Além disso, a prática de exercício físico está associada a uma melhor qualidade de vida destes doentes e a menores encargos para os seus cuidadores.(9)

Dada a evidência crescente dos benefícios do exercício físico na DP, diversas instituições já o incluem no repertório de opções terapêuticas desta patologia, como é o caso da “*National Parkinson Foundation*” e “*Movement Disorder Society*”.(17,24)

É pertinente esclarecer que atividade física e exercício físico são conceitos diferentes, apesar de sobreponíveis. Atividade física corresponde a todo o movimento que é produzido pela contração dos músculos esqueléticos e que induz gasto energético.(25,26)

Apesar do exercício físico ser considerado um tipo de atividade física, este caracteriza-se por ser uma atividade programada, estruturada e repetitiva com o objetivo de melhorar ou manter a aptidão física.(25,26) Dentro do exercício físico podemos distinguir quatro classes diferentes: exercício aeróbio, treino de resistência, flexibilidade e treino de equilíbrio. O exercício aeróbio corresponde ao movimento de forma rítmica e prolongada dos grandes músculos do corpo.(25,26) A marcha, a corrida, o ciclismo, a natação e o remo constituem exemplos de atividades aeróbias.(25) O treino de resistência consiste no trabalho muscular contra uma força aplicada ou contra uma carga externa.(25,26) Este contribui para o fortalecimento músculo-esquelético e pode ser praticado através de máquinas de musculação, bandas elásticas, pesos externos ou aplicando o próprio peso.(25) O treino de flexibilidade destina-se a preservar ou a aumentar a amplitude dos movimentos em torno das articulações.(25,26) Por último, o treino de equilíbrio tem como objetivo aumentar a força corporal inferior e reduzir a probabilidade de queda.(26)

Segundo a “*American College of Sports Medicine*” (ACSM) (27), os pacientes com DP devem realizar, semanalmente, todos os tipos de exercício explicitados. Esta instituição recomenda que o exercício aeróbio seja realizado 3 vezes por semana numa intensidade leve a moderada (40-60% da frequência cardíaca de reserva ou do consumo de oxigénio de reserva). Cada treino deve conter 30 minutos de exercício, que podem ser contínuos ou acumulados. O exercício de resistência deve ser efetuado 2 a 3 vezes por semana numa intensidade correspondente a 40-60% de “*One repetitium maximum*” (1RM), para principiantes, e 60-70% de 1RM, para os mais avançados. O valor de 1RM corresponde à carga máxima, em kg, que um indivíduo consegue mover numa repetição de determinado exercício, executado num movimento completo e com postura adequada. Os exercícios realizados durante este treino devem trabalhar os músculos extensores do tronco e do quadril, para prevenir a disfunção postural, e devem exercitar todos os principais músculos das extremidades inferiores, de modo a manter a mobilidade. Esta instituição também recomenda a realização de treino de flexibilidade 1 a 7 dias por semana. Este treino inclui exercícios de extensão, flexão, rotação ou alongamento. Estes devem ser efetuados até ao ponto de leve desconforto e mantidos durante 10 a 15 segundos. O objetivo é trabalhar todos os principais grupos musculares, mas sobretudo exercitar a mobilidade do tronco, extremidades superiores, coluna e do pescoço. Por último, é recomendado a realização de treino de equilíbrio. Este pode ser executado através de inúmeras atividades funcionais, tais como, subir e descer degraus, sentar e levantar e contornar obstáculos. A prática de Tai Chi e de Tango constituem outras opções para trabalhar o equilíbrio. De modo a garantir a segurança durante as atividades de treino, é sugerida a adoção de algumas medidas, tais como a utilização de barras de apoio ou de um cinto de segurança ao redor do abdómen. De acordo com esta instituição, é sempre importante avaliar as limitações impostas pela patologia e adaptar a prescrição individualmente consoante a gravidade das limitações presentes. Uma vez que a DP é uma patologia crónica, a ACSM recomenda que o exercício seja efetuado de forma regular e sustentada de modo a preservar os benefícios alcançados.(27)

## 4. Tipos de exercício físico e os seus efeitos sobre os sintomas parkinsonianos

A investigação nesta área tem crescido substancialmente nos últimos anos. Os diversos estudos publicados recentemente na literatura revelam que a prática de exercício pode influenciar positivamente os sintomas parkinsonianos, quer sejam motores ou não motores. Nesta secção serão analisados alguns dos estudos que aplicaram programas de exercício físico em pessoas com DP, explorando a influência de cada tipo de exercício nos vários sintomas. Importa referir que os ensaios clínicos realizados neste campo apresentam inúmeras diferenças entre si, nomeadamente o tipo de intervenção que utilizam, duração da intervenção, tamanho da população estudada, sintomas analisados e escalas de avaliação aplicadas (consultar Anexo II, onde consta uma lista das escalas utilizadas e sua breve explicação). Por estas razões, torna-se difícil compará-los. No entanto, no seu conjunto estes estudos permitem evidenciar o impacto do exercício nos sintomas da DP (consultar Anexo I, onde consta uma tabela resumo dos estudos analisados nesta secção).

### 4.1. Exercício de resistência

A atividade física das pessoas com DP está frequentemente comprometida.(28) Para além dos sintomas parkinsonianos, já por si limitantes, a maioria das pessoas com DP experienciam simultaneamente declínios relacionados com o envelhecimento, tal como perda da força muscular e diminuição da densidade mineral óssea.(28) Além disso, estes declínios parecem ocorrer de forma mais acentuada nas pessoas com esta patologia, o que contribui ainda mais para o prejuízo da sua mobilidade.(28) A evidência existente sugere que o exercício físico é uma boa forma de atenuar estas perdas, especialmente quando contém a componente de resistência.(28) No treino de resistência os músculos são exercitados contra uma resistência externa e, por isso, este tipo de treino é usado para melhorar a aptidão muscular.(27) Os seus benefícios são transversais a todas as faixas etárias e, entre outras vantagens, este tipo de exercício é útil para combater a perda de massa muscular e prevenir a osteoporose.(27) Desta forma, o treino de resistência parece ter potencial para melhorar o desempenho motor das pessoas com DP. Nos últimos anos, diversos ensaios clínicos têm sido elaborados com o intuito de analisar a validade deste tipo de exercício na reabilitação de pessoas com DP. Várias abordagens diferentes dentro do exercício de resistência têm sido estudadas e comparadas.

Em 2009, L. Dibble *et al.* (29) analisaram os efeitos de um programa de resistência de alta intensidade sobre a bradicinesia, a força muscular e a qualidade de vida de pessoas com DP. Este estudo contou com a participação de 20 pacientes com DP ligeira a moderada

(estádios 1 a 3 na escala de *Hoehn & Yahr* - H&Y) e com idades compreendidas entre os 40 e os 85 anos. Estes foram agrupados consoante a idade, género e severidade da doença, sendo posteriormente distribuídos entre o grupo experimental e o grupo de controlo ativo. Ambos os grupos realizaram, durante 12 semanas, exercícios de flexibilidade, marcha, bicicleta ergométrica e exercícios de resistência. No entanto, enquanto o grupo de controlo realizou exercícios de resistência tradicionais usando máquinas e pesos, o grupo experimental efetuou exercícios de contração excêntrica do quadríceps num ergómetro próprio, envolvendo um elevado grau de força. As variáveis analisadas neste estudo foram testadas num período “*on-medication*” (1h a 1,5h após a toma da medicação), tanto no momento inicial como após a finalização da intervenção. O grau de bradicinesia foi avaliado pela prestação no teste “*Timed Up and Go Test*” (TUG) e pela determinação da velocidade da marcha, usando o “*Timed 10-Meter Walk Test*” (T10MWT). A força muscular foi mensurada por um dinamómetro, durante a contração isométrica do músculo quadríceps. A qualidade de vida foi examinada pelo questionário “*The 39-item Parkinson’s Disease Questionnaire*” (PDQ-39). Por último, foi analisada a severidade dos défices motores através da aplicação da terceira parte da escala “*Unified Parkinson’s Disease Rating Scale*” (UPDRS-III) - consultar anexo III. (29)

No final da investigação, os resultados obtidos pelo grupo experimental superaram os resultados obtidos pelo grupo de controlo. Ao contrário do grupo de controlo, o grupo experimental aumentou a velocidade de marcha (+12% vs +2%) e reduziu o tempo de realização da prova TUG (-17% vs -2%). O grupo experimental aumentou de forma mais significativa a força muscular, comparativamente ao grupo de controlo, quer para o membro mais afetado (+18% vs +4%) como para o membro menos afetado (+13% vs +9%). O grupo experimental produziu uma redução superior nas pontuações do questionário PDQ-39 (-15% vs -2%), refletindo uma melhoria mais significativa da qualidade de vida. Relativamente aos défices motores, os resultados indicam que o grupo experimental teve um efeito mais positivo, porque originou uma redução maior nas pontuações de UPDRS-III (-16% vs -8%). No entanto, estes dados apresentam pouco poder estatístico, porque refletem apenas as pontuações de UPDRS de 8 participantes em cada grupo, devido à impossibilidade de obtenção dos dados de alguns pacientes. Os resultados obtidos demonstram que um programa de resistência de alta intensidade melhora a bradicinesia, a força muscular e a qualidade de vida. Por esta razão, os autores consideram que os resultados apoiam a inclusão deste tipo de exercício em programas de reabilitação para pessoas com DP. (29)

Os benefícios do treino de resistência progressivo (“*Progressive Resistance Exercise*” - PRE) foram investigados num ensaio clínico de longa duração, conduzido entre Setembro de 2007 e Julho de 2011. (30) Neste estudo, o programa PRE foi comparado com um programa de fitness (“*modified Fitness Counts*” - mFC), dado que este último é um dos programas recomendados pela “*National Parkinson Foundation*”. O programa mFC caracteriza-se pela combinação de exercícios de flexibilidade, de equilíbrio, de respiração e exercícios de resistência não progressivos. O programa PRE é composto por exercícios de resistência que utilizam cargas que vão sendo gradualmente aumentadas ao longo do tempo. Para inclusão

nesta investigação os pacientes deveriam cumprir os seguintes critérios: DP com severidade moderada, idade entre os 50 e os 67 anos, realização de uma terapia dopaminérgica estável e capacidade de caminhar por 6 minutos. Os 48 pacientes selecionados com base nestes critérios foram distribuídos entre os programas, ambos com uma duração de 24 meses.(30) Durante este longo ensaio clínico, foram estudados os efeitos de cada programa de exercício sobre diferentes variáveis. Todas as variáveis foram analisadas antes do início da intervenção e aos 6, 12, 18 e 24 meses. Em cada momento de avaliação, as variáveis foram testadas no período “*off-medication*” (12h após administração de levodopa) e no período “*on-medication*” (60 minutos após a administração do fármaco).(30) Deste ensaio clínico resultaram várias publicações.

Uma das publicações é de autoria de D. Corcos *et al.* (30). Estes autores analisaram os efeitos das intervenções nos sintomas motores, performance física, velocidade dos movimentos, força muscular e na qualidade de vida. Os sintomas motores foram avaliados pela escala UPDRS-III (consultar anexo III) e a performance física foi analisada pelo teste “*modified Physical Performance Test*” (mPPT). Um equipamento manipulável com sensores próprios foi usado para medir a força muscular e a velocidade dos movimentos do músculo flexor do cotovelo. Por fim, a qualidade de vida foi avaliada pelo questionário PDQ-39.(30)

Os resultados indicam que nos primeiros 6 meses de acompanhamento, ambos os grupos melhoraram os sintomas motores, a força e a velocidade dos movimentos de forma idêntica. Nos restantes meses de seguimento, os resultados relativos ao período de “*on medication*” continuaram sem diferir entre os grupos. Contudo, os resultados referentes ao período “*off medication*” mostraram-se diferentes, verificando-se disparidades importantes no final do seguimento. Aos 24 meses, o grupo mFC não demonstrou melhorias ao nível dos sintomas motores. Pelo contrário, o grupo PRE registou uma descida média de 7,4 pontos nas pontuações de UPDRS-III, diferença que é estatisticamente significativa e que traduz uma melhoria considerável dos sintomas motores. No grupo mFC verificou-se uma diminuição da força muscular relativamente ao valor basal, enquanto o treino PRE contribuiu positivamente para o reforço músculo-esquelético dos pacientes. Apesar do grupo mFC ter originado melhorias na velocidade dos movimentos, o grupo PRE registou um aumento superior desse parâmetro. Ambas as intervenções produziram uma melhoria equivalente do desempenho físico, dado que ocorreu, em cada um dos grupos, um aumento médio de aproximadamente 4 pontos nas classificações de mPPT. Relativamente à qualidade de vida, não foi possível observar alterações valorizáveis para nenhuma das intervenções no final do estudo.(30) Estes dados permitiram concluir que o programa PRE foi mais eficaz na redução dos sintomas motores e no aumento da força muscular. Os autores acreditam que um dos fatores determinantes deste resultado é o facto do grupo PRE utilizar doses superiores de força relativamente ao grupo mFC, uma vez que inclui um maior número de exercícios de resistência e que aumenta progressivamente a carga aplicada. Referem que outra explicação poderá estar relacionada com o constante desafio que um exercício progressivo impõe, o que pode contribuir para a motivação e empenho dos participantes.(30) Apesar de demonstrar que

o treino progressivo de resistência tem efeitos mais benéficos a nível dos sintomas motores, este estudo não conseguiu comprovar que este tipo de exercício melhora a performance física quando comparado a um programa de fitness.(30)

Uma outra publicação é de autoria de J. Prodoehl *et al.*(31) Segundo estes autores, a escala mPPT, utilizada por D. Corcos *et al.* (30), avalia de uma forma geral o desempenho físico.(31) Contudo, afirmam que a performance física é afetada por inúmeros fatores, incluindo aspetos relacionados com o equilíbrio e mobilidade. Por esta razão, consideraram que um estudo mais pormenorizado desta variável poderia revelar diferenças entre o grupo PRE e o grupo mFC. Assim, avaliaram a performance física não só pelo teste mPPT, mas também pelos seguintes testes: “*The Five Time Sit to Stand Test*” (STS), “*Functional Reach Test*” (FRT), “*Time Up and Go*” (TUG), “*Berg Balance Scale*” (BBS) e “*6-Minute Walk Test*” (6MWT). Além disso, foi determinada a velocidade da marcha durante uma prova de marcha de 15 metros, efetuada na velocidade mais rápida possível.(31)

Os resultados demonstram que ambas as intervenções conduziram a melhorias significativas de todos os parâmetros avaliados, quer no período “*off*” quer no período “*on*”. Contudo, os dados não apontam diferenças significativas entre as intervenções. Face à evidência revelada por D. Corcos *et al.* (30), os autores esperariam que o grupo PRE melhorasse mais significativamente os vários parâmetros avaliados, o que não se confirmou. Assim, ao contrário de D. Corcos *et al.* (30), estes autores concluíram que não parece existir benefício acrescido do programa PRE comparativamente ao exercício de mFC.(31)

Nos dois últimos trabalhos os autores focaram a sua atenção maioritariamente nos efeitos a nível das manifestações motoras da doença. Com base no mesmo trabalho F. David e seus colaboradores (32) publicaram um estudo sobre a influência destes exercícios na função cognitiva, dado que o défice cognitivo é uma manifestação não motora frequentemente presente na DP. De modo a analisar a parte cognitiva foram aplicadas as seguintes escalas de avaliação: “*Digit Span Forwards and Backwards*”, que avalia a memória de trabalho; “*Stroop Color-Word Interference*”, que analisa a atenção seletiva e a resolução de conflitos; “*Brief Test of Attention*” (BTA), que também avalia a atenção seletiva. Como descrito anteriormente, todos os testes foram realizados quer no período “*off-medication*” quer no “*on-medication*”. Contudo, apenas os dados relativos ao período “*off-medication*” foram publicados e esta decisão tem por base várias razões. Primeiro, não é bem esclarecido o efeito da medicação antiparkinsoniana sobre a parte cognitiva. Depois, a ação da medicação poderia mascarar o efeito do exercício. Por último, os resultados dos testes do período “*on*” poderiam ser influenciados pelo cansaço, dado que estes só são efetuados após a conclusão de todos os testes no período “*off*”.(32)

Os resultados indicam que tanto o grupo PRE como o grupo mFC melhoraram o desempenho nos testes “*Digit Span Forwards and Backwards*” e “*Stroop Color-Word Interference*”. O grupo PRE também melhorou o desempenho no teste BTA. Contudo, não se considera que existam diferenças significativas entre os grupos relativamente aos efeitos produzidos. Assim, os autores concluíram que um programa de exercício de longa duração,

quer seja PRE ou de mFC, contribui para a melhoria da atenção e memória de trabalho em pessoas com DP não demenciadas.(32) Após a obtenção dos resultados, os autores analisaram se existiria alguma relação entre as alterações cognitivas, as alterações nas pontuações UPDRS-III e as alterações no desempenho motor. Concluíram que as melhorias no teste “*Digit Span Forwards and Backwards*” parecem estar associadas à melhoria da velocidade da marcha, sendo esta a única relação valorizável que encontraram. Os autores concluíram, ainda, que estes programas poderão conduzir à redução do risco de demência, visto que aumentaram as pontuações da escala “*Stroop Color-Word Interference*”. Isto porque, pontuações baixas nesta escala têm sido associadas a um risco acrescido de demência subsequente. Os autores admitem que a aplicação repetida dos testes de cognição pode conduzir a melhorias nas pontuações devido à prática adquirida, influenciando dessa forma os resultados obtidos. No entanto, pensam que os resultados sobre os parâmetros cognitivos refletem, pelo menos parcialmente, o efeito do exercício e não o efeito da repetição. Uma vez que a cognição declina com o avançar da idade e dado que esse declínio é mais pronunciado em pessoas com DP, seria de esperar que houvesse piores resultados ou, pelo menos, resultados semelhantes nos testes ao longo da intervenção. Porém, quer aos 12 quer aos 24 meses verificaram-se melhorias significativas, o que apoia a influência positiva exercida pelo exercício.(32)

O “*power-based resistance training*” (PWT) é um treino de resistência composto por exercícios de elevada velocidade e carga reduzida.(33) Face às suas características, este tipo de treino parece ser uma boa estratégia para melhorar a lentificação dos movimentos e a fraqueza muscular, manifestações que frequentemente comprometem a atividade motora dos doentes parkinsonianos.(33) Assim, com o propósito de avaliar os efeitos do PWT sobre estas manifestações, M. Ni *et al.* (33) desenvolveram um ensaio clínico envolvendo a participação de 26 pessoas com DP ligeira a moderada (estádios 1 a 3 na escala de H&Y). Estes pacientes, com idades entre os 60 e os 90 anos, não apresentavam défice cognitivo (“Mini Mental State Examination” - MMSE  $\geq$  24) e possuíam alguma mobilidade, tendo capacidade de se levantar do chão e de andar cerca de 15 metros com ou sem auxílio. Durante um período de 3 meses, 14 pacientes realizaram o programa de PWT e 12 pacientes receberam sessões educacionais (grupo de controlo). O grau de bradicinesia dos participantes foi estudado pela aplicação da escala UPDRS-III (consultar anexo III). A força muscular foi avaliada através da realização de 5 exercícios diferentes (“*biceps curl*”, “*chest press*”, “*leg press*”, “*hip abduction*” e “*seated calf*”). Para cada um dos exercícios, uma máquina pneumática computadorizada forneceu o valor de 1RM. Esta máquina forneceu também o valor de potência muscular em *watts*. Por fim, a qualidade de vida foi analisada pelo questionário PDQ-39.(33)

Após a finalização da intervenção, o PWT melhorou de forma significativa a bradicinesia dos membros superiores (redução média de 3 pontos nas classificações dos itens 23, 24 e 25 de UPDRS-III) e dos membros inferiores (redução média de 1,6 pontos nas classificações dos itens 26, 27, 29 e 31 de UPDRS-III). Apenas este programa aumentou a força e a potência muscular, verificando-se melhoria destes parâmetros nos 5 exercícios avaliados.

Além disso, apenas o PWT reduziu as pontuações de PDQ-39 (redução média de 2,5 pontos), refletindo melhorias na qualidade de vida. Os autores afirmam que apesar de se verificar um aumento importante na força muscular dos participantes, este aumento foi inferior aos valores obtidos noutros estudos com exercícios de resistência. No entanto, acreditam que esta diferença se deva ao facto deste tipo de treino utilizar cargas menores, condicionando um impacto inferior na força muscular. Os autores acrescentam que esperariam encontrar uma correlação significativa entre a melhoria da força muscular e do grau de bradicinesia. Contudo, tal relação não se verificou. Porém, os autores afirmam que dado o tamanho reduzido do grupo em estudo continua inconclusivo se existe ou não tal relação.(33)

Os estudos referenciados parecem demonstrar que o exercício de resistência apresenta efeitos benéficos sobre a mobilidade das pessoas com DP, visto que reduz a severidade dos défices motores, contribui para o fortalecimento muscular e melhora a velocidade dos movimentos.(29-31,33) Além disso, parece apresentar também efeitos positivos sobre a cognição, que frequentemente se encontra afetada nestes pacientes.(32) Por último, o treino de resistência parece contribui para a melhoria da qualidade de vida das pessoas com DP.(29,33)

## 4.2. Exercício aeróbio

### 4.2.1. Marcha

A. Nadeau e seus colaboradores (34) elaboraram um ensaio clínico com o objetivo de avaliar os efeitos de um programa de 24 semanas de “*treadmill training*” (TT) de alta intensidade, com ou sem inclinação, sobre a marcha, a mobilidade e a qualidade de vida de pessoas com DP. No estudo participaram 34 pacientes, com idades compreendidas entre os 40 e os 80 anos, não demenciados (MMSE >24) e com um grau de severidade ligeiro a moderado da doença (estadio 1,5 a 2 da escala de H&Y). Estes foram aleatoriamente distribuídos por 3 grupos: TT *speed* (aumento gradual da velocidade ao longo da intervenção), TT *mixed* (aumento gradual da velocidade e da inclinação da passadeira) e grupo controlo (exercícios de baixa intensidade). Os efeitos sobre a marcha e a mobilidade dos pacientes foram avaliados através da prova 6MWT e pela determinação dos parâmetros espaciotemporais. Foram, ainda, testadas outras variáveis, nomeadamente a qualidade de vida (PDQ-39), sintomas clínicos (UPDRS) e estado de humor (“*Beck Depression Inventory II*”, BDI-II).(34)

No final da intervenção, todos os programas de exercício contribuíram para a melhoria considerável dos sintomas clínicos e influenciaram positivamente o estado de humor. No entanto, apenas os grupos TT melhoraram significativamente os parâmetros espaciotemporais da marcha, sem diferenças significativas entre eles (aumento da velocidade, cadência, comprimento da passada, tempo em suporte único e diminuição do tempo de suporte duplo durante o ciclo de marcha). Os grupos TT também foram os únicos que aumentaram a resistência da marcha, conduzindo a aumentos equivalentes da distância

percorrida no 6MWT. Apenas o grupo TT *mixed* melhorou significativamente a qualidade de vida, verificando-se uma redução de 25,4% nas pontuações de PDQ-39, sobretudo à custa dos parâmetros da mobilidade e estigmatização. Após a obtenção dos resultados, verificou-se que os indivíduos com piores desempenhos no momento inicial foram os que mais beneficiaram com a intervenção.(34) Os autores concluíram que o TT de alta intensidade é eficaz na melhoria da marcha na DP, mas a inclinação não parece produzir benefícios adicionais. Uma vez que caminhar sobre uma superfície inclinada parece aumentar a atividade de certos músculos do membro inferior, os autores esperariam que o grupo TT *mixed* se mostrasse superior a TT *speed*, o que não se verificou. Os autores consideram que um período de 6 meses de estudo é, provavelmente, insuficiente para observar diferenças importantes. Referem, ainda, que a fadiga gerada pela intensidade de TT *mixed* poderá ter contribuído para a diminuição do potencial deste programa. Por outro lado, TT *mixed* mostrou-se bastante eficaz a melhorar a qualidade de vida. Possivelmente os ajustes constantes na inclinação e na velocidade fazem com que os pacientes se sintam com maior mobilidade e, portanto, menos inferiorizados. O grupo de controlo não demonstrou melhorias, mas também não sofreu agravamento da performance motora. Tal pode significar que um programa de exercício, mesmo de baixa intensidade, ajuda a manter a condição física. Porém, esta constatação pode derivar, simplesmente, do tempo escasso de estudo, isto é, pode ter sido insuficiente para observar os agravamentos inerentes à progressão da doença.(34)

T. Herman *et al.* (35) estudaram também a eficácia de um programa intensivo e progressivo de TT, verificando melhorias a nível da marcha equivalentes ao estudo anterior. Neste ensaio clínico participaram 9 pacientes com DP ligeira a moderada (estádios 1,5 a 3 da escala H&Y), com uma média de 70 anos de idade. Diversas variáveis foram analisadas no momento antes da intervenção, no final da intervenção e após 4 semanas. A marcha foi avaliada através da determinação dos parâmetros espaciotemporais e os sintomas motores foram testados pela escala UPDRS-III. De modo a avaliar a performance motora e o equilíbrio foram utilizados os seguintes testes: “*Short Physical Performance Battery*” (SPPB) e “*Activities-specific Balance Confidence*” (ABC). Além disso, foi analisado o estado de humor através da escala “*Geriatric Depression Scale*” (GDS) e a qualidade de vida através do questionário PDQ-39.(35)

Após 6 semanas de TT de alta intensidade, verificou-se melhoria dos parâmetros espaciotemporais da marcha (aumento da velocidade, comprimento da passada e redução da variabilidade da fase de balanço no ciclo de marcha). Observou-se, também, melhoria dos sintomas motores (redução das pontuações de UPDRS-III), qualidade de vida (redução das pontuações obtidas no questionário PDQ-39) e performance motora (aumento das pontuações de SPPB). Não se detetaram alterações significativas na preocupação dos participantes em relação às quedas (ABC) e no seu estado de humor (GDS). Os benefícios obtidos mantiveram-se pelo menos nas 4 semanas de seguimento após o término da intervenção.(35)

Resultados concordantes foram obtidos num outro estudo, conduzido por B. Fisher *et al.* (36), que analisou os efeitos do TT de alta intensidade na performance motora. Este tipo

de treino foi comparado com um programa de exercícios de baixa intensidade e um programa sedentário de sessões educacionais, todos com uma duração de 8 semanas. Nesta investigação participaram 30 pessoas, selecionadas com base nos seguintes critérios: idade igual ou superior a 18 anos, diagnóstico de DP nos últimos 3 anos e um grau de severidade da doença ligeiro a moderado (estádios 1 a 2 da escala H&Y). A avaliação da performance física dos participantes incluiu a determinação dos parâmetros espaciotemporais da marcha e a realização do teste STS. Os parâmetros espaciotemporais da marcha foram determinados através de uma prova de marcha de 10 metros, realizada na velocidade usual e na velocidade máxima de cada participante. Durante a realização do teste STS, para além de ter sido cronometrado o tempo de execução do mesmo, foi efetuada uma análise biomecânica dos movimentos (forças de reação com o solo, momentos e potências articulares). Foram também analisados os sintomas clínicos da doença através da aplicação da escala UPDRS.(36)

O TT de alta intensidade melhorou a maioria dos parâmetros testados, sendo essa melhoria mais significativa que a apresentada por outros grupos. Os resultados das provas realizadas na velocidade auto-selecionada revelaram que o grupo TT de alta intensidade aumentou de forma mais relevante a velocidade da marcha (+4,4%), comprimento da passada (+4,7%), comprimento do passo (+5,8%) e a amplitude articular da anca e tornozelo (+7,5% e +4,6%, respetivamente). Além disso, diminuiu mais significativamente o tempo de suporte duplo durante o ciclo de marcha (-6,3%). Resultados similares foram, também, obtidos nas provas realizadas na velocidade máxima do participante. Apenas o TT de alta intensidade conduziu ao aumento da simetria das forças de reação com o solo (+33,3%) durante a prova STS, sugerindo uma distribuição mais equitativa do peso do corpo entre os membros inferiores. Ao contrário do que aconteceu nos estudos anteriores, nenhuma das intervenções alterou de forma valorizável as pontuações na escala UPDRS.(36) Este estudo provou que um programa de TT de alta intensidade é superior a outros programas de exercícios de baixa intensidade no tratamento da DP. Os autores consideram que os bons resultados obtidos por este programa estão exatamente relacionados com a sua elevada intensidade, concluindo que os benefícios alcançados através do exercício são dependentes da intensidade.(36) Porém, outras investigações, que estudaram o impacto de diferentes intensidades de TT, chegaram a conclusões distintas.

Na investigação conduzida por L. Shulman *et al.* (37), participaram 67 pacientes com DP, selecionados com base nos seguintes critérios: idade igual ou superior a 40 anos, gravidade da doença ligeira a moderada (estádio 1 a 3 na escala de H&Y), pontuação do MMSE igual ou superior a 23 e comprometimento moderado da marcha ou do equilíbrio (pontuação de 1 a 2 nos itens 29 ou 30 da escala UPDRS, respetivamente). Após a seleção, os participantes foram distribuídos por 3 grupos distintos: TT de alta intensidade, TT de baixa intensidade e exercícios de resistência e flexibilidade. Assim, este estudo analisou diferentes intensidades de TT e, além disso, comparou este tipo de treino com um programa de exercício físico distinto. De modo a avaliar os efeitos das intervenções sobre a marcha foram realizados os testes 6MWT, T10MWT e “*Timed 15-Meter Walk test*” (T15MWT). Aspectos

relacionados com as quedas foram analisados pela escala “*Falls Efficacy Scale*” (FES). A força muscular, expressa pelo valor de 1RM, foi avaliada durante a realização dos exercícios “*leg press*” e “*leg extension*”. A aptidão cardiovascular foi examinada através da medição do pico de consumo de oxigénio por unidade de tempo ( $VO_{2peak}$ ), durante uma prova de marcha. Foi avaliado o grau de atividade física através dos seguintes recursos: teste TUG, aplicação da escala “*Schwab and England Activities of Daily Living Scale*” (SEADLS) e determinação do número de passos em 48h através de um equipamento próprio. Foram, ainda, analisadas outras variáveis, incluindo a gravidade dos sintomas clínicos (UPDRS), alterações de humor (BDI-II), fadiga (“*Parkinson Disease Fatigue Scale*”- PFS-16) e qualidade de vida (PDQ-39).(37)

Após os 3 meses de intervenção, todos os grupos melhoraram a distância percorrida no 6MWT, com aumentos mais significativos no grupo TT de baixa intensidade (aumento de 12% no TT de baixa intensidade, 6% no TT de alta intensidade e 9% no treino de resistência e flexibilidade). O TT de baixa intensidade foi o único que melhorou também a prestação nos outros testes de avaliação da marcha. Apenas os grupos TT aumentaram a aptidão cardiovascular, sem diferenças valorizáveis entre os grupos (melhoria de  $VO_{2peak}$  em 7% no TT de baixa intensidade e 8% no TT de alta intensidade). Apenas o treino de resistência e flexibilidade melhorou significativamente a força muscular (+16%). Nenhum dos grupos alterou a pontuação total de UPDRS. No entanto, o treino de resistência e flexibilidade reduziu as pontuações da terceira parte da escala (-3,5 pontos). Nenhum dos grupos produziu efeitos sobre a atividade física ambulatória, depressão, fadiga, aspetos relacionados com as quedas nem sobre a qualidade de vida dos participantes.(37) Após a obtenção dos resultados, os autores concluíram que não é necessário aumentar a intensidade do TT para se obter benefícios superiores. Uma explicação possível para este facto é que o aumento da velocidade conduz a uma maior exaustão do paciente e isso poderá comprometer a manutenção do ritmo da marcha. Desta forma, os autores consideram que o TT de baixa intensidade, para além de ser suficiente para melhorar a mobilidade, apresenta a vantagem de ser acessível e poder ser praticado por um maior número de pacientes. Curiosamente, apesar das melhorias produzidas na marcha e na aptidão física, não se verificaram melhorias na atividade física ambulatória. Os autores consideram que o grau de melhoria obtido a nível da marcha e da aptidão física possa ser insuficiente para aumentar o desempenho diário. Por outro lado, consideram que os testes aplicados possam não apresentar a sensibilidade necessária para detetar as mudanças produzidas no desempenho diário.(37)

M. Pohl *et al.* (38) analisaram também os efeitos dos programas de TT de alta intensidade e de baixa intensidade, comparando-os com um programa de terapia convencional da marcha e com um grupo de controlo sedentário. O objetivo do estudo era avaliar os efeitos imediatos das intervenções (após 4 dias consecutivos de treino) sobre os parâmetros espaciotemporais da marcha. Neste ensaio clínico foram incluídos 17 pacientes com DP, apresentando uma média de 62 anos de idade. Para inclusão neste estudo os pacientes cumpriram os seguintes critérios: gravidade da doença ligeira a moderada (estádios 1 a 3 da escala H&Y), realização de uma terapia estável, condição cardiovascular estável e

presença de comprometimento da marcha (pontuação igual ou superior a 1 no item referente à marcha da escala UPDRS). A avaliação dos participantes incluiu a determinação dos parâmetros biomecânicos da marcha, através da prova T10MWT e do estudo das forças de reação com o solo no ciclo de marcha.(38)

Os autores verificaram que o grupo de treino convencional da marcha e o grupo de controlo não produziram alterações significativas dos parâmetros avaliados. Pelo contrário, verificou-se que ambos os grupos de TT (alta e baixa intensidade) conduziram a melhorias imediatas na velocidade da marcha, no comprimento da passada e no tempo de suporte duplo durante o ciclo de marcha. Não foram detetadas diferenças valorizáveis entres os grupos de TT nos parâmetros da velocidade da marcha e comprimento da passada. Contudo, o grupo TT de alta intensidade reduziu de forma mais significativa o tempo de suporte duplo. Ainda assim, à semelhança de Shulman *et al.* (37), os autores consideram que os efeitos produzidos pelo TT de alta e de baixa intensidade são equivalentes, referindo que resultados obtidos não demonstram a superioridade de uma intervenção em relação à outra.(38) No entanto, é importante salientar que as intervenções de exercício físico foram colocadas em prática por um período muito reduzido de tempo, o que pode ter influenciado as conclusões alcançadas.

Vários estudos analisaram os benefícios de uma outra abordagem, o “*Body Weight Support Treadmill Training*” (BWSTT). Este tipo de TT caracteriza-se pela sustentação parcial do peso do participante durante a marcha, através de um arnês.

I. Miyai *et al.* (39) compararam os efeitos deste tipo de treino com um programa de terapia física convencional. No grupo BWSTT, os participantes receberam uma sustentação até 20% do seu peso e a velocidade da marcha foi gradualmente aumentada ao longo da intervenção. No programa de terapia física convencional foram realizados exercícios para trabalhar a marcha, a amplitude dos movimentos e treinar as atividades da vida diária. Esta investigação, com uma duração de 4 semanas, contou com a participação de 24 pessoas com DP ligeira a moderada (estadios 2,5 a 3 na escala H&Y), não demenciadas (MMSE > 27) e com idades compreendidas entre os 67 e os 71 anos. Foram analisados os efeitos produzidos sobre os sintomas clínicos (avaliados pela escala UPDRS) e sobre os parâmetros espaciotemporais da marcha (avaliados pelo teste T10MWT). Os testes foram efetuados no momento antes da intervenção e após 1, 2, 3 e 6 meses do seu começo.(39)

O programa BWSTT produziu melhores resultados que a terapia física convencional, quer após a finalização da intervenção, quer nos 5 meses seguintes de acompanhamento. No término da intervenção, o programa BWSTT conduziu a uma maior redução do tempo de execução da prova T10MWT, refletindo uma melhoria mais significativa na velocidade da marcha. Este programa foi o único que registou uma redução significativa no número de passos dados durante essa prova, refletindo o aumento do comprimento da passada. Ambos os grupos conduziram a uma redução nas pontuações de UPDRS, não havendo diferenças consideráveis entre eles. Apesar de se verificar um ligeiro declínio, os efeitos positivos originados pelo grupo BWSTT foram também visíveis nos seguintes 5 meses.(39) Estes autores já tinham anteriormente demonstrado a superioridade do programa BWSTT, relativamente à

terapia física convencional, na melhoria a curto prazo da mobilidade de pessoas com DP. (40) Este estudo, para além de confirmar os efeitos positivos a curto prazo, revelou que este programa apresenta benefício também a longo prazo. (39) Os autores consideram que os bons resultados do BWSTT se deverão sobretudo à sustentação do peso e não propriamente pelo tipo de exercício usado (marcha na passadeira). (39) Isto porque, na avaliação efetuada antes do início da intervenção, se verificou que os pacientes eram capazes de caminhar a uma velocidade superior quando estavam sustentados parcialmente. (39)

Contudo, num estudo posterior T. Toole *et al.* (41) chegaram a conclusões diferentes. Estes autores comparam 3 grupos de treino diferentes: o “*unweighted group*”, o “*weighted group*” e o “*treadmill control group*”. No primeiro grupo, os participantes caminhavam sobre a passadeira com uma sustentação de 25% do seu peso. No segundo grupo, os pacientes usavam um cinto pesado de modo a aumentar 5% do seu peso. No grupo controlo, os participantes caminhavam na passadeira sem sustentação nem sobrecarga de peso. Esta investigação envolveu a participação de 23 pessoas com DP (estádios de 2 a 5 na escala H&Y) e com uma média de 71,5 anos de idade. A avaliação dos participantes envolveu a análise da gravidade dos sintomas clínicos (UPRDS) e a determinação dos parâmetros espaciotemporais da marcha. Além disso, foi testado o equilíbrio através da realização de uma posturografia dinâmica e da aplicação da escala BBS. Por último, foi mensurada a força das junções musculares e a amplitude dos movimentos dos membros inferiores, por um sistema computadorizado próprio. (41)

Após 6 semanas de intervenção, todos os grupos originaram melhorias equivalentes a nível dos sintomas motores, da amplitude dos movimentos e dos parâmetros espaciotemporais da marcha (aumento de 2,5 cm/s na velocidade, de 4,5 cm no comprimento do passo e diminuição do tempo de suporte único da perna esquerda). Todas as intervenções produziram também melhorias similares nos testes de equilíbrio. Nestes testes, “*unweighted group*” foi o que obteve pontuações mais elevadas e o “*treadmill control group*” o que obteve pontuações inferiores. Contudo, esses mesmos grupos apresentavam, respetivamente, as pontuações mais altas e mais baixas no momento antes da intervenção. Por esta razão, considera-se que não existem diferenças valorizáveis entre os grupos. Verificou-se, inclusivamente, que os participantes mais severamente afetados no início da intervenção foram os que mais beneficiaram com a mesma. (41) Conclusões semelhantes foram obtidas no estudo de A. Nadeau *et al.* (34). Por fim, nenhuma das intervenções produziu alterações sobre a força muscular. (41) Após a análise dos resultados, os autores concluíram que a marcha na passadeira é uma abordagem eficaz no tratamento da DP, independentemente do grau de suporte aplicado. (41) Estas conclusões diferem das realizadas no estudo de I. Miyai *et al.* (39), em que o suporte de peso é considerado o principal determinante dos resultados obtidos. Porém, o estudo de Miyai *et al.* (39) não comparou o treino BWSTT com um treino de TT sem suporte de peso, o que pode ter influenciado as ilações retiradas.

Os diversos estudos de TT analisados diferem entre si na sua duração de intervenção, na intensidade de exercício aplicada e até no tipo de treino efetuado, incluindo treinos de TT

com sustentação, TT com sobrecarga e TT sem sustentação nem sobrecarga de peso. Porém, os estudos têm revelado de forma consistente que o TT é útil para melhorar o desempenho motor, qualidade de vida e a estabilidade da marcha dos pacientes com DP. Este treino acaba, também, por contribuir para a redução do risco de queda, uma vez que diminui a variabilidade da marcha.(34,35) Um outro aspeto positivo é que os benefícios obtidos parecem manter-se mesmo após a finalização do programa de treino.(34,35,39-41)

Tanto o exercício de resistência como o TT parecem melhorar a marcha, mas os mecanismos pelos quais o fazem são aparentemente diferentes.(37) O TT, ao contrário do exercício de resistência, não parece melhorar significativamente a força muscular dos membros inferiores.(37,41) Por esta razão, a estabilidade da marcha alcançada no TT deve-se a outros fatores que não a força muscular, como por exemplo ao aumento da velocidade, do comprimento da passada, da cadência, e à diminuição do tempo de suporte duplo no ciclo de marcha.(34,35,39-41) Uma vez que o exercício de resistência e o TT apresentam mecanismos diferentes, é possível que a sua combinação seja mais efetiva a melhorar a marcha, mas são necessários estudos para comprovar este possível efeito sinérgico.(37)

A “*Nordic Walking*” (NW) é uma modalidade de exercício aeróbio que consiste na marcha com o auxílio de dois bastões semelhantes aos utilizados pelos esquiadores.(20) A utilização destes bastões permite trabalhar um maior número de músculos relativamente à marcha tradicional, uma vez que exercita não só os músculos dos membros inferiores, mas também do tronco e membros superiores.(20) Assim, esta modalidade tem vindo a ganhar popularidade nos últimos anos e algumas investigações têm avaliado o seu potencial na reabilitação de pessoas com DP.

Num dos ensaios clínicos desenvolvidos neste âmbito, de autoria de F. Eijkeren *et al.* (20), foi avaliado o impacto deste exercício sobre a mobilidade de pessoas com DP ligeira a moderada (estádios 1 a 3 na escala H&Y). Neste estudo, 19 pacientes, com idades compreendidas entre os 58 e 76 anos, cumpriram um programa de 6 semanas de NW. De modo a analisar os efeitos produzidos por este programa foram realizados os testes T10MWT, TUG e 6MWT e aplicado o questionário PDQ-39.(20)

Imediatamente após a finalização do programa e comparativamente ao momento inicial, verificou-se uma redução no tempo necessário para completar as provas 10MWT e TUG e um aumento da distância percorrida durante o 6MWT. Tais resultados refletem a melhoria produzida por este exercício sobre a velocidade da marcha e na resistência durante a marcha. Além disso, efeitos positivos foram também visíveis na qualidade de vida dos participantes. Um subgrupo de 9 participantes foi reavaliado 5 meses após o final da intervenção, constatando-se que os efeitos benéficos permaneceram durante este período de tempo.(20)

Uma investigação posterior, conduzida por L. Cugusi *et al.* (42), para além de apoiar os benefícios desta modalidade sobre o desempenho motor, revelou que a mesma apresenta efeitos positivos sobre os sintomas não motores e a nível da constituição corporal. Este estudo comparou um programa de 12 semanas de NW com um grupo de controlo sedentário, o que não foi feito no estudo anterior. Foram distribuídas aleatoriamente, entre os grupos, 20

peças com DP ligeira a moderada (estádios 1 a 3 da escala H&Y) e com idades compreendidas entre os 40 e 80 anos. Diversas variáveis foram examinadas: mobilidade (6MWT e TUG), força dos membros superiores (força do flexor dos dedos avaliada com um dinamómetro), força dos membros inferiores (STS), flexibilidade da parte superior do corpo (“*Back Scratch Test*” -BST), flexibilidade lombar e isquiotibial (“*Sit and Reach Test*” - SRT), equilíbrio (BBS), gravidade da doença (escala H&Y), sintomas motores (UPDRS-III), sintomas não motores (PFS-16; BDI-II; “*Starkstein Apathy Scale*” - SAS e “*Non-Motor Symptoms Scale*” - NMSS) e constituição corporal (medidas antropométricas e análise por impedância).(42)

Após a intervenção, a NW melhorou significativamente a maioria dos parâmetros avaliados, ao contrário do grupo de controlo que não revelou alterações significativas. A NW conduziu ao aumento da distância percorrida no teste 6MWT e reduziu o tempo necessário para completar a prova TUG. Esta intervenção melhorou o equilíbrio (aumento das pontuações de BBS), a força dos membros inferiores (redução do tempo de execução da prova STS) e a flexibilidade lombar e isquiotibial (aumento da distância alcançada no teste SRT). Conduziu, também, à redução das pontuações da escala UPDRS-III, refletindo uma melhoria considerável dos sintomas motores. Os sintomas não motores foram também melhorados pela NW, verificando-se redução das pontuações obtidas nos testes PFS-16, SAS, BDI-II e NMSS. Este tipo de marcha conduziu a alterações na constituição corporal dos participantes, verificando-se um aumento da massa muscular, massa celular e da quantidade de água intracelular. Por último, reduziu algumas medidas antropométricas, nomeadamente do perímetro da cintura abdominal, da anca e do tornozelo.(42)

Os estudos referenciados parecem sugerir que a NW é uma abordagem segura e efetiva para reduzir a inatividade física e melhorar a aptidão motora dos pacientes com DP, bem como a sua qualidade de vida.

#### 4.2.2. Ciclismo

O ciclismo é uma excelente forma de exercício aeróbio e o seu potencial no tratamento da DP tem disso analisado recentemente em ensaios clínicos. Um tipo específico de ciclismo, o “*tandem cycling*”, tem suscitado o interesse de alguns investigadores. O “*tandem cycling*” é uma das modalidades paralímpicas de ciclismo, praticada por pessoas invisuais.(43) Este desporto utiliza uma bicicleta de dois lugares (bicicleta “*tandem*”), permitindo que o atleta invisual compita com o auxílio de um atleta normovisual que ocupa o lugar da frente.(43) Programas de “*tandem cycling*” adaptados têm sido testados em pessoas com DP. Neste programa, os pacientes pedalam em simultâneo com um instrutor, numa bicicleta “*tandem*” estacionária. Desta forma, com a ajuda do instrutor, o paciente consegue adquirir um ritmo superior ao seu ritmo preferencial. Assim, este programa proporciona um treino de ciclismo de alta cadência.(44)

Uma das investigações realizadas neste âmbito, de autoria de A. Ridgel *et al.* (45), contou com a participação de 10 pacientes com DP ligeira a moderada (estádios 1 a 3 na escala H&Y) e com uma média de 61,2 anos de idade. Os pacientes foram aleatoriamente

distribuídos para um dos seguintes programas de ciclismo: programa de exercício voluntário (EV) e programa de exercício forçado (EF). No grupo EV, os pacientes pedalavam numa bicicleta estacionária simples ao seu ritmo preferencial. No grupo de EF, os pacientes pedalavam num ritmo 30% superior ao seu preferencial, com o auxílio do monitor, numa bicicleta “*tandem*”. O intuito do estudo era analisar os efeitos das intervenções sobre a aptidão cardiovascular e a função motora dos participantes. A aptidão cardiovascular foi avaliada através do consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2max}$ ). A função motora foi analisada pela avaliação dos sintomas motores (UPDRS-III) e da destreza manual (testada numa prova em que os pacientes separam dois objetos unidos por um íman, usando as duas mãos). A função motora foi testada num período “*off-medication*” (12h após a última toma da medicação).(45)

Após as 8 semanas de intervenção, verificou-se que ambos os programas de exercício melhoraram a capacidade aeróbia dos participantes (aumento do  $VO_{2max}$  de 17% no grupo EV e 11% no grupo EF). Contudo, apenas o grupo de EF melhorou as pontuações na escala UPDRS-III, verificando-se uma redução de 35% na pontuação total e redução de 41%, 38% e 28% nas pontuações dos itens referentes à rigidez, tremor e bradicinesia, respetivamente. Também somente este grupo melhorou a destreza manual (melhoria da coordenação das mãos, aumento da força produzida para separar os objetos e redução da área utilizada durante essa manipulação). Os ganhos obtidos pelo EF mantiveram-se mesmo após 4 semanas do final da intervenção, sugerindo que os seus efeitos não são transitórios.(45)

E. McGough *et al.* (44) estudaram também a validade e os benefícios de um programa de ciclismo de alta cadência (80 a 90 rotações por minuto), usando a bicicleta “*tandem*”. Para ingressar neste estudo, os pacientes deveriam conseguir caminhar por 100 metros com ou sem auxílio e apresentar uma idade compreendida entre os 45 e os 75 anos. Assim, 41 pessoas com DP (estadio 0 a 4 na escala H&Y) participaram nesta investigação, realizando 10 semanas deste tipo de exercício. De modo a avaliar a performance física dos participantes foram analisados os parâmetros espaciotemporais da marcha e foram aplicados os testes BBS, SPPB, STS e TUG (44). As variáveis foram todas testadas num período “*on-medication*” (2h após a toma da medicação) para minimizar o efeito das flutuações motoras.(44)

No final da intervenção, verificou-se que este programa de treino aumentou as pontuações dos testes BBS (aumento médio de 1,5 pontos) e SPPB (aumento médio de 0,8 pontos). Além disso, reduziu o tempo de execução das provas STS (redução média de 1,25 segundos) e TUG (redução média de 0,33 segundos). Estes resultados refletem melhorias a nível do equilíbrio, da força dos membros inferiores e da mobilidade. Adicionalmente, este treino produziu melhorias na marcha em ritmo usual, verificando-se um aumento relevante da velocidade (aumento médio de 0,04 m/s) e da cadência (aumento médio de 2,24 passos/segundo). Contudo, o aumento no comprimento da passada não foi estatisticamente significativo e não ocorreram alterações valorizáveis em nenhum dos parâmetros espaciotemporais durante a marcha em ritmo rápido.(44) Esta investigação demonstrou que este tipo de exercício apresenta efeitos positivos sobre a performance física de pessoas com

DP. Para além disso, o estudo sugere que este programa é uma opção viável e apelativa, visto que os participantes foram assíduos, grande parte deles alcançou os alvos de intensidade propostos e todos completaram o programa de treino. Por último, esta abordagem parece ser segura, dado que não ocorreu nenhum evento adverso durante a intervenção.(44)

Apesar dos efeitos positivos revelados pelos estudos referenciados, este tipo de programa de ciclismo tem a desvantagem de necessitar de um treinador para cada interveniente, o que dificulta, por exemplo, a realização deste tipo de exercício em casa e dificulta o seu estudo em ensaios clínicos de larga escala.(46) Por esta razão, uma outra investigação analisou os efeitos de uma alternativa, denominada de “*Active-Assisted Cycling*” (AAC).(46) O AAC é um programa de ciclismo também de elevada cadência (mínimo de 75 rotações por minuto), mas utiliza uma bicicleta motorizada, não sendo necessário um treinador por pessoa.(46) O estudo pretendia averiguar se uma única sessão de AAC (40 minutos) poderia agir positivamente sobre o tremor e a bradicinesia em pessoas com DP. Nesta sessão única participaram 10 pessoas com um grau de severidade da doença ligeiro a moderado (estádios 1 a 3 na escala H&Y) e com idades entre os 45 e 74 anos. De modo a avaliar a bradicinesia e o tremor do membro superior mais afetado foi utilizado o programa *Kinesia*. Ao contrário da escala UPDRS que realiza uma avaliação subjetiva destes parâmetros, este programa permite obter uma avaliação quantitativa mais objetiva. Este sistema mede alguns parâmetros espaciotemporais durante a realização de tarefas que pretendem testar o tremor e de tarefas que pretendem avaliar a bradicinesia. Numa primeira visita ao laboratório, antes da sessão de treino, os pacientes foram testados quer em período “*off-medication*” (Pré-AAC OFF) quer em “*on-medication*” (Pré-AAC ON). Numa segunda visita, os pacientes realizaram o treino de AAC e foram testados de seguida, em período “*off-medication*” (Pós-AAC OFF).(46)

Após a sessão de treino e comparativamente com o momento Pré-AAC OFF, verificou-se a redução da amplitude e da frequência (de 6Hz para 4Hz) do tremor de repouso e aumento da velocidade e da amplitude dos movimentos. No entanto, os resultados obtidos em Pós-AAC OFF não diferem dos obtidos em Pré-AAC ON. Deste modo, os resultados indicam que uma única sessão de AAC consegue produzir melhorias a nível do tremor e da bradicinesia, similares às obtidas num estado “*on-medication*”.(46)

### 4.3. Treino de equilíbrio

Os efeitos de um programa de treino de equilíbrio foram recentemente analisados num ensaio clínico efetuado por I. Wong-Yu *et al.*(47) Este estudo envolveu a participação de 84 pacientes com DP ligeira a moderada (estádios 2 a 3 na escala H&Y) e com uma média de 61 anos de idade. Os pacientes selecionados encontravam-se a realizar medicação antiparkinsoniana de forma estável e possuíam capacidade de caminhar 30 metros com ou sem auxílio. Além disso, não apresentavam história de queda ou apresentavam apenas uma queda nos últimos seis meses. Os participantes foram aleatoriamente distribuídos por dois

programas de treino, ambos com 8 semanas de duração: programa de treino de equilíbrio (grupo experimental) e programa com exercícios para os membros superiores (grupo de controlo). Ambos os grupos foram, ainda, incentivados a realizar exercício físico em casa, quer durante as 8 semanas da intervenção quer nos seguintes meses de seguimento. O objetivo da investigação era estudar os efeitos a curto e a longo prazo das intervenções a nível da marcha e da estabilidade postural de pessoas com DP. Para tal, os pacientes foram sujeitos a diversos testes, quer no momento antes da intervenção, como no final da intervenção e, também, aos 6 e aos 12 meses de acompanhamento. De modo a analisar os efeitos sobre a marcha foi realizado o teste *dual-task* TUG, aplicada a escala ABC e determinada a velocidade usual de marcha numa prova de marcha de 7 metros. Para avaliar o equilíbrio foi efetuado o teste “*Balance Evaluation Systems Test*” (BESTest).(47)

No final da intervenção, o grupo de controlo não demonstrou alterações relevantes, ao contrário do grupo experimental, que evidenciou melhorias significativas em todas as variáveis analisadas. Este grupo conduziu a um aumento da pontuação total do BESTest (aumento médio de 10,7%), à custa da melhoria das pontuações nas suas seis subdivisões. Este grupo produziu um aumento na velocidade de marcha dos participantes (aumento médio de 0,09m/s) e na pontuação obtida na escala ABC (aumento médio de 5,5%). As melhorias a nível da marcha originadas por este grupo foram, também, evidenciadas pela diminuição do tempo necessário para completar a prova *dual-task* TUG (redução média de 3,5s).(47) Nos seguintes 12 meses de acompanhamento, o grupo de controlo continuou sem produzir alterações valorizáveis e verificou-se um ligeiro declínio dos ganhos obtidos pelo grupo experimental. Apesar disso, o grupo experimental continuou a evidenciar desempenhos significativamente superiores, na maioria dos testes efetuados, comparativamente com o momento inicial de avaliação.(47) Os autores concluíram que o treino de equilíbrio promove a estabilidade postural e melhora o desempenho motor das pessoas com DP. Além disso, consideram que é uma abordagem aplicável e segura, visto que se verificou uma boa adesão por parte dos participantes e não ocorreram eventos adversos associados à intervenção.(47)

Outros investigadores, D. Conradsson *et al.* (48), estudaram os efeitos de um programa de 10 semanas de treino de equilíbrio, denominado “*Highly challenging balance training*” (*HiBalance*). Este programa é considerado altamente desafiador essencialmente por duas razões. A primeira é a utilização de exercícios que obrigam os pacientes a realizar, frequentemente, ajustes posturais de modo a manterem o equilíbrio. A segunda é pela utilização de exercícios de dupla tarefa, isto é, que combinam o trabalho motor com o trabalho cognitivo (exemplo: carregar um objeto e recitar os números simultaneamente). Este estudo envolveu 100 pessoas com DP ligeira a moderada (estádios 2 a 3 na escala H&Y), com idade igual ou superior a 60 anos, não demenciadas ( $MMS \geq 24$ ), com capacidade de caminhar sem auxílio e a realizar uma medicação antiparkinsoniana estável há pelo menos 3 semanas. Os participantes foram distribuídos por dois grupos: o grupo *HiBalance* e o grupo de controlo sem intervenção. De modo a avaliar o equilíbrio dos intervenientes foram realizados os testes Mini-BESTest e o “*Modified Figure-of-Eight test*” (MFE). Foram determinados os parâmetros

espaciotemporais da marcha (velocidade, cadência e comprimento da passada), durante uma prova de marcha normal e numa prova de marcha com uma tarefa cognitiva concomitante (recitar continuamente a segunda letra do alfabeto sueco). Para avaliar a cognição foram contabilizados os erros cometidos no desempenho dessa tarefa cognitiva, realizada quer durante a marcha quer com os pacientes sentados. O grau de atividade física foi analisado pela determinação do número de passos por dia, medidos por um acelerómetro. A aplicação da segunda parte da escala UPDRS permitiu avaliar as atividades de vida diária. Por último, para analisar alguns aspetos relacionados com as quedas foi aplicada a escala FES. Todos os testes foram realizados antes e após a finalização da intervenção, num período “*on-medication*”.(48)

Após a finalização da intervenção e comparativamente ao grupo de controlo, o grupo de HiBalance obteve melhores resultados na maioria das variáveis testadas. O programa HiBalance produziu melhorias mais significativas sobre o equilíbrio, uma vez que aumentou de forma relevante a pontuação do exame Mini-BESTest (aumento médio de 3 pontos). Apenas o HiBalance melhorou os parâmetros espaciotemporais da marcha durante a caminhada normal, verificando-se aumento da velocidade (aumento médio de 0,1m/s) e do comprimento da passada (aumento médio de 0,04m). Apenas este grupo melhorou o desempenho cognitivo durante a prova de caminhada de dupla tarefa. Este grupo foi, também, o único a melhorar significativamente o desempenho nas atividades de vida diária, com uma diminuição média de 1,7 pontos na escala UPDRS-II. O HiBalance demonstrou, ainda, uma tendência a melhorar o grau de atividade física, apesar de essa melhoria não ter sido significativa (aumento médio de 282 passos por dia). Não foram detetadas diferenças entre os grupos nos testes FES e MFE, no desempenho da marcha durante a prova de dupla tarefa e no desempenho cognitivo com os pacientes sentados.(48) Os resultados deste ensaio clínico apoiam as conclusões do estudo anteriormente referenciado, de autoria de I. Wong-Yu *et al.* (47), dado que comprovam que o treino de equilíbrio beneficia a postura e a marcha das pessoas com DP. O estudo anterior utilizou o BESTest para avaliar o equilíbrio e este estudo utilizou o Mini-BESTest, que contém apenas 4 das 6 secções do BESTest. Relativamente apenas a essas 4 secções, o estudo anterior revelou um aumento superior ao obtido nesta investigação (+4,7 vs +3 pontos). Contudo, esta investigação revelou um aumento superior na velocidade usual de marcha (+0,1m/s vs +0,09m/s). Adicionalmente, esta investigação demonstrou que o treino de equilíbrio influencia positivamente a cognição, a atividade física e as atividades de vida diárias.

## 4.4. Outras modalidades e técnicas inovadoras

### 4.4.1. Tai chi

O Tai chi é uma arte oriental, com séculos de existência, que combina exercícios das artes marciais tradicionais com a meditação.(49,50) A sua prática envolve movimentos lentos, suaves e contínuos de modo a adquirir certas posturas corporais.(49) A sua execução requer

exercício mental, com a atenção focalizada na respiração e no relaxamento do corpo e, por isso, esta modalidade é considerada um exercício para corpo e mente.(50,51) O Tai chi contribui para o bem-estar físico, mental e espiritual e apresenta vantagens a nível de saúde, incluindo a redução do stress, da dor osteoarticular e melhoria do sistema cardiovascular e imunológico.(49,50) Além disso, tem-se mostrado eficaz a melhorar a qualidade de vida de pessoas com doenças crónicas, tais como, doenças cardiovasculares, oncológicas e fibromialgia.(49) Esta modalidade é uma excelente forma de melhorar o equilíbrio e a flexibilidade e, por esta razão, é uma das principais intervenções recomendadas para a prevenção de quedas em idosos.(50) Devido às suas características, o Tai chi tem sido sugerido como sendo uma opção útil para melhorar a disfunção de equilíbrio presente na DP. Assim, esta modalidade tem constituído o alvo de estudo de diversas investigações.

Um estudo piloto, conduzido por M. Hackney *et al.* (52), revelou que esta modalidade beneficia não só o equilíbrio, mas também a mobilidade de pessoas com DP. Neste estudo foram envolvidas 33 pessoas com esta patologia, que cumpriram os seguintes critérios: idade igual ou superior a 40 anos, estadio 1,5 a 3 na escala de H&Y, capacidade de permanecer em pé por 30 minutos e capacidade de caminhar 3 metros com ou sem auxílio. Os participantes foram distribuídos aleatoriamente entre o grupo de Tai chi e o grupo de controlo sem intervenção. De modo a avaliar o défice motor foi aplicada a escala UPDRS-III e o equilíbrio foi avaliado através dos testes BBS, “*Tandem Stance Test*” (TS) e “*One Leg Stance Test*” (OLS). Para analisar a mobilidade funcional dos participantes foram determinados parâmetros espaciotemporais da marcha e o “*Functional Ambulation Profile*” (FAP), durante a marcha para a frente e para trás, na velocidade usual do participante. Além disso, foram realizadas as provas TUG e 6MWT. Todos os testes foram aplicados antes e após as 13 semanas de intervenção, num período “*on-medication*”.(52)

No final do estudo, o grupo de Tai chi obteve resultados superiores aos do grupo de controlo para a grande maioria das variáveis analisadas. O grupo de Tai chi, em relação ao grupo de controlo, reduziu de forma mais significativa o tempo de execução da prova TUG (redução média de 10,2% vs 1,15%) e aumentou de forma mais significativa a distância percorrida no 6MWT (aumento médio de 10,3% vs 0,2%). Apenas o grupo de Tai chi aumentou o tempo suportado na prova TS (aumento médio de 34,8%) e melhorou as pontuações registadas nas escalas BBS (aumento médio de 7,0%) e UPDRS-III (redução média de 5,6%). O grupo de Tai chi também foi o único que melhorou os resultados do FAP (aumento médio de 10,9%), a velocidade da marcha (aumento médio de 25,1%) e o comprimento da passada (aumento médio de 18,3%), durante a marcha para trás. Nenhum dos grupos conduziu a alterações dos parâmetros testados na marcha para a frente nem na performance do teste OLS.(52) O programa de Tai chi produziu melhorias visíveis a nível do equilíbrio, da mobilidade e da marcha dos pacientes. Além disso, os intervenientes demonstraram-se satisfeitos relativamente a este programa de treino e referiram que notaram melhorias na sua performance física. Por estas razões e apesar da reduzida duração e amostra populacional do

estudo, os autores consideram que o Tai chi parece ser uma modalidade efetiva e segura na DP leve a moderada.(52)

Q. Gao *et al.* (53), para além de estudarem os efeitos do Tai chi no equilíbrio e na mobilidade funcional, averiguaram o seu efeito na prevenção de quedas, que constituem um problema importante entre as pessoas com DP. Esta investigação contou com a participação de 76 pessoas com DP, com idades superiores a 40 anos, capazes de caminhar independentemente e com história de pelo menos uma queda nos últimos 12 meses. Estes participantes foram distribuídos pelo grupo de Tai chi, que realizou treinos durante 12 semanas, e pelo grupo de controlo sem intervenção. De modo a avaliar o equilíbrio dos intervenientes foi aplicada a escala BBS e para avaliar a função motora foi aplicada a escala UPDRS-III. A mobilidade funcional foi analisada através da prova TUG. Estes testes foram realizados antes e após o final da intervenção. Nos seguintes 6 meses, os pacientes continuaram a ser acompanhados de modo a monitorizar a ocorrência de quedas.(53)

Após a finalização dos treinos, verificou-se que o grupo de Tai chi melhorou mais significativamente as pontuações na escala BBS, comparativamente ao grupo de controlo (aumento médio de 4,16 vs 0,38 pontos). Tal achado é concordante com os resultados do estudo anteriormente referenciado, de autoria de M. Hackney *et al.* (52). Contudo, ao contrário desse estudo, nesta investigação não foram detetadas diferenças significativas entre os grupos nos efeitos produzidos sobre as pontuações de UPDRS-III e TUG.(53) Após meio ano de seguimento, apenas 21,6% das pessoas pertencentes ao grupo de Tai chi registaram um ou mais episódios de queda, o que constitui uma percentagem bastante inferior à registada no grupo de controlo, que foi de 48,7%. Além disso, o número médio de quedas por pessoa foi também inferior no grupo de Tai chi (0,30 vs 0,64). Deste modo, conclui-se que a prática de Tai chi contribuiu de forma considerável para a diminuição da incidência de quedas.(53) Esta investigação revelou que o Tai chi influencia positivamente o equilíbrio e que é eficaz na prevenção de quedas na DP. No entanto, não conseguiu demonstrar benefícios sobre a função motora e mobilidade. Segundo os autores, tal deve-se provavelmente à duração limitada da intervenção.(53)

Num outro ensaio clínico o Tai chi foi comparado com o treino de resistência e com o treino de flexibilidade de baixa intensidade, com o objetivo de analisar os seus efeitos a nível do equilíbrio. Nesta investigação, conduzida por F. Li *et al.* (54), ingressaram 195 pessoas com DP, que realizaram 24 semanas de um dos 3 programas de treino. Para inclusão no estudo os participantes cumpriram os seguintes critérios: idades compreendidas entre os 40 e 85 anos, estadio de 1 a 4 na escala H&Y, realização de terapia medicamentosa estável, capacidade para se levantar sem ajuda, capacidade de caminhar com ou sem auxílio e pontuação igual ou superior a 2 nos itens referentes ao tremor, rigidez, estabilidade postural ou bradicinesia da escala UPDRS-III. O equilíbrio foi avaliado através de uma posturografia dinâmica, com a determinação dos parâmetros de excursão máxima e de controlo direcional. Ainda para testar o equilíbrio foi realizada a prova FRT. Além disso, foram determinados os parâmetros espaciotemporais da marcha e a força muscular dos flexores e extensores dos

joelhos. Foi ainda realizado o teste TUG para avaliar a mobilidade e aplicada a escala UPDRS-III para analisar os sintomas motores. Por fim, foi registado o número de quedas que os pacientes sofreram durante o período de estudo.(54)

No final da intervenção, o Tai chi melhorou o equilíbrio de forma mais significativa que os restantes grupos. Isto porque, o grupo de Tai chi revelou um aumento médio de 9,56% na excursão máxima e 8,02% no controlo direcional. Já o grupo de resistência relevou um aumento médio de 4,02% na excursão máxima, mas não alterou o controlo direcional. Por fim, o grupo de flexibilidade não produziu alterações relevantes nestes parâmetros. O grupo de Tai chi superou o grupo de resistência no aumento do comprimento da passada (aumento médio de 10,3 vs 4,3cm) e da distância alcançada no teste FRT. Contudo, estes dois grupos produziram melhorias equivalentes nos seguintes parâmetros: velocidade da marcha (aumento médio de 10,4 vs 10,0cm/s), força muscular dos extensores dos joelhos (aumento médio de 13,9 vs 14,6Nm), força muscular dos flexores dos joelhos (aumento médio de 5,1 vs 8,9Nm), tempo de execução da prova TUG (redução média de 1,05 vs 1,00s) e pontuações de UPDRS-III (aumento médio de 6,42 vs 5,07 pontos). O grupo de flexibilidade não produziu quaisquer melhorias nas variáveis testadas, à excepção da velocidade da marcha (aumento médio de 4,5cm/s) e das pontuações de UPDRS-III (descida média de 1,4 pontos). Contudo, estas melhorias são menos significativas que as obtidas nos grupos de Tai chi e resistência. Durante os 6 meses de intervenção, o grupo de Tai chi foi o que registou um menor número de quedas em comparação com os grupos de resistência e flexibilidade (62 vs 133 vs 186 quedas). Os ganhos obtidos pelo grupo de Tai chi permaneceram, pelo menos, nos seguintes 3 meses de acompanhamento.(54) À semelhança dos estudos anteriores, os achados encontrados neste ensaio clínico apoiam que o Tai chi é eficaz a melhorar a estabilidade postural em pessoas com DP ligeira a moderada. Segundo os autores, as melhorias verificadas na posturografia sugerem que os participantes adotaram estratégias efetivas para manter o equilíbrio e/ou que melhoraram o controlo dos seus movimentos. Na opinião dos autores, estas mudanças são clinicamente importantes, porque aumentam o desempenho funcional na rotina diária e reduzem a probabilidade de queda.(54) De facto, os resultados deste estudo revelaram que o Tai chi reduziu a incidência de quedas,(54) o que é concordante com o obtido no estudo de Q. Gao *et al.*(53)

Esta modalidade é, também, um dos tipos de exercícios recomendados pela “*National Parkinson Foundation*”.(51) Segundo esta instituição, o Tai chi apresenta inúmeras vantagens, tais como (51):

- Melhoria da flexibilidade;
- Aumento da força muscular;
- Aperfeiçoamento do controlo respiratório;
- Restabelecimento da sensação de bem-estar;
- Promoção da consciencialização dos movimentos e da postura corporal;
- Melhoria do equilíbrio e, conseqüentemente, redução do risco de queda;

- Promoção do relaxamento corporal, o que minimiza os sintomas parkinsonianos (tremor e rigidez) e os efeitos secundários da medicação (discinesias);
- Contribuição para o fortalecimento ósseo, uma vez que utiliza exercícios de suporte de peso, ajudando a prevenção da osteoporose.

#### 4.4.2. Tango argentino

O tango argentino parece ser uma forma de exercício eficaz a minimizar os défices motores presentes na DP. Isto porque, o tango é uma dança a pares que envolve iniciação e cessação frequente de movimentos, mudanças direcionais repentinas e passos a diferentes velocidades.(55) Estas características parecem ser particularmente úteis para ultrapassar as dificuldades em iniciar os movimentos, em realizar movimentos de rotação e a melhorar a bradicinesia.(55) R. Duncan e M. Earhart (56) analisaram os efeitos deste tipo de dança sobre a severidade da doença e a nível do desempenho físico. Esta investigação envolveu a participação de 62 pessoas com DP (estádios 1 a 4 na escala H&Y), com uma média de 69 anos de idade. Os participantes foram aleatoriamente distribuídos entre o grupo de tango e o grupo de controlo (sem intervenção). As aulas de tango foram efetuadas 2 vezes por semana, durante 12 meses. Durante as aulas, os pares eram frequentemente trocados, de modo a que os participantes pudessem dançar com diferentes pessoas. Além disso, cada participante pode desempenhar o papel de líder e o papel de seguidor no par de dança. Ao longo da intervenção, novos passos iam sendo ensinados e os passos já aprendidos iam sendo integrados. De modo a avaliar a severidade da patologia, foi aplicada a escala UPDRS (parte I a III). O equilíbrio dos participantes foi testado através do BESTest. A marcha foi avaliada através do questionário “*Freezing of Gait Questionnaire*” (FOG\_Q), pelo teste 6MWT e pela determinação da velocidade de marcha em 4 provas distintas: marcha para a frente e marcha para trás em ritmo confortável, marcha para a frente no ritmo mais rápido possível e prova de marcha com dupla tarefa (marcha em ritmo normal e nomeação de palavras). Por último, foi testada a destreza manual através da prova “*Nine-Hole Peg Test*” (9HPT). Todos os testes foram efetuados num período “*off-medication*” (12h após a toma de medicação), no início da intervenção e aos 3,6 e 12 meses após o seu começo.(56)

No final da intervenção, o grupo de tango revelou melhorias significativas a nível dos sintomas motores (redução das pontuações de UPDRS-III), ao contrário do grupo de controlo que não demonstrou alterações relevantes. Nenhum dos grupos produziu melhorias nos sintomas não motores (UPDRS-I) nem nas atividades da vida diária (UPDRS-II). O tango argentino exerceu efeitos positivos a nível do equilíbrio, dado que produziu elevação das pontuações obtidas no BESTest. Não se verificaram alterações das classificações de FOG\_Q neste grupo. Porém, no grupo de controlo observou-se aumento das mesmas, indicando agravamento do congelamento da marcha. A resistência durante a marcha foi melhorada apenas no grupo de tango, onde se observou aumento da distância percorrida na prova 6MWT. Pelo contrário, observou-se diminuição dessa distância no grupo de controlo. O grupo de tango também foi o único que aumentou a velocidade de marcha dos participantes. Esse

aumento foi visível em quase todas as provas efetuadas, exceto na prova de marcha rápida, onde não se detetaram diferenças relevantes entre os grupos. O tango melhorou, ainda, a destreza manual, ao contrário do grupo de controlo, onde se verificou agravamento desse parâmetro.(56) Segundo os autores, os resultados obtidos sugerem que um programa de longa duração de tango argentino pode modificar a progressão da patologia. Os autores consideram que este efeito modificador é evidenciado através das melhorias consideráveis obtidas nos *scores* da escala UPDRS-III, dado que esta foi aplicada num estado de “*off-medication*”. Os autores esperariam que o tango melhorasse, também, os sintomas não motores e as atividades de vida diária, mas os resultados foram decepcionantes neste sentido. Contudo, consideram que tais resultados se devem, em parte, à variabilidade existente entre participantes. Isto porque, a primeira e a segunda parte da escala são questionários respondidos pelos participantes, ao contrário da terceira parte que foi avaliada por um único indivíduo treinado. No grupo de controlo, verificou-se aumento das classificações obtidas no FOG\_Q, o que na perspetiva dos autores não é surpreendente, dado que com a progressão da doença o congelamento da marcha tende a intensificar-se. Contudo, consideram interessante não terem ocorrido alterações nas pontuações do grupo de tango, sugerindo que esta intervenção pode retardar a progressão da patologia.(56)

Numa outra investigação o tango argentino foi comparado com as danças de salão Valsa/*Foxtrot*.(55) Este estudo envolveu a participação de 58 pessoas com DP ligeira a moderada (estadio 1 a 3 na escala H&Y), com idade igual ou superior a 40 anos, demonstrando capacidade de permanecer em pé pelo menos 30 minutos e de caminhar pelo menos 3 metros com ou sem auxílio. Os pacientes foram aleatoriamente distribuídos entre o grupo de tango, o grupo de Valsa/*Foxtrot* e o grupo de controlo (sem intervenção). Os participantes dos grupos de dança realizaram 20 lições (1 hora cada), ao longo de 13 semanas. Ambas as danças envolvem interação com um parceiro, controlo postural, iniciação e cessação de movimentos e rotação. No tango, a conjugação de passos é realizada de uma forma mais variável e improvisada, o que proporciona mudanças de direções e variações rítmicas imprevisíveis ao seguidor. Em contrapartida, as danças Valsa/*Foxtrot* seguem um padrão mais rigoroso, envolvendo passos mais complexos, mas com mudanças de direções mais previsíveis e menos variações rítmicas. Ao longo das aulas, ambos os géneros desempenharam o papel de líder e de seguidor. Ambas as aulas foram lecionadas pelo mesmo professor, para minimizar as diferenças nas técnicas pedagógicas utilizadas. De modo a avaliar a severidade da patologia foi aplicada a escala UPDRS. O equilíbrio foi testado através da escala BBS e a mobilidade foi avaliada pela realização do teste TUG. Por último, a marcha dos participantes foi analisada através da aplicação do questionário FOG\_Q, da prova 6MWT e pela determinação de parâmetros espaciotemporais durante a marcha para a frente e para trás (comprimento da passada, velocidade de marcha e tempo de suporte único). Os testes foram efetuados antes do início da intervenção e uma semana depois da sua finalização. Na sessão de testes pós- intervenção, os participantes dos grupos de dança responderam, ainda, a um questionário que visava avaliar a satisfação dos mesmos perante esta experiência.(55)

No final da intervenção, o grupo de controlo não revelou qualquer melhoria dos parâmetros avaliados, verificando-se, inclusive, agravamento da severidade da patologia e do congelamento da marcha e aumento do tempo de suporte único. Pelo contrário, o tango e Valsa/Foxtrot melhoraram de forma considerável as pontuações obtidas na escala UPDRS e na escala BBS, a distância percorrida no 6MWT e o comprimento da passada na marcha para trás. Também foram observadas melhorias na prestação do teste TUG, no grupo de tango, e nos outros parâmetros espaciotemporais da marcha, em ambos os grupos, embora estatisticamente não significativas. Porém, o tango foi a única dança que produziu melhorias relevantes ao nível do congelamento da marcha, com a diminuição das pontuações obtidas no questionário FOG\_Q. Por último, os pacientes de ambos os grupos de dança revelaram ter gostado da participação nas aulas e referem ter observado melhorias a diversos níveis. Muitos dos participantes indicaram, inclusivamente, que continuariam nas aulas de dança se tal fosse possível.(55) Os resultados alcançados revelam que ambas as danças podem apresentar efeitos benéficos no equilíbrio e na locomoção das pessoas com DP. Contudo, na perspetiva dos autores, o tango envolve um trabalho que parece ser mais dirigido a certas dificuldades das pessoas com DP. A marcha para trás é uma tarefa difícil para estes pacientes, conduzindo frequentemente a quedas. Embora ambas as danças tenham revelado melhoria da marcha para trás, os autores consideram que o tango pode ser especialmente útil para melhorar este aspeto. Em ambas as danças, os bailarinos utilizam a caminhada para trás, sendo instruídos a colocar o pé o mais distante possível. Contudo, no tango argentino os bailarinos passam mais tempo a caminhar para trás do que na Valsa/Foxtrot. Além disso, o tango incorpora movimentos que são similares às estratégias usadas na terapia de reabilitação para a melhoria do congelamento da marcha. Por esta razão, o tango foi a única intervenção que melhorou significativamente este parâmetro.(55)

#### 4.4.3. Tecnologia e realidade virtual

Nas últimas décadas, a tecnologia tem sofrido uma enorme e rápida evolução. A tecnologia passou a estar cada vez mais presente no quotidiano das pessoas e, hoje em dia, encontra-se cada vez mais acessível. As suas potencialidades têm sido exploradas nas diversas áreas científicas, o que tem contribuído fortemente para o desenvolvimento das mesmas. Também no âmbito da reabilitação das pessoas com DP, a tecnologia e a realidade virtual parecem apresentar um papel promissor. Recentemente, têm sido desenvolvidos estudos com o intuito de analisar os benefícios que podem ser obtidos através dos meios tecnológicos.

Y.Liao *et al.* (57) analisaram os efeitos do exercício físico, efetuado num ambiente virtual, sobre o desempenho no contorno de obstáculos e equilíbrio dinâmico. Neste estudo, ingressaram 36 pessoas com DP com uma média de 65,7 anos de idade. Para inclusão nesta investigação os participantes cumpriram os seguintes critérios: estadios de 1 a 3 na escala H&Y, capacidade para caminhar sem qualquer auxílio, realização de terapia medicamentosa estável e pontuação igual ou superior a 24 no MMSE. Os participantes foram aleatoriamente

distribuídos por 3 grupos: grupo de exercícios do jogo “Wii Fit” (VRWii), grupo de exercícios tradicionais (ET) e grupo de controlo. O grupo de controlo recebeu uma sessão educacional sobre a prevenção de quedas. Os grupos de treino realizaram 12 sessões de exercício, durante 6 semanas. A cada sessão, ambos grupos efetuavam 45 minutos de exercícios de flexibilidade, resistência e equilíbrio, seguidos de 15 minutos de TT. Ambos os programas eram semelhantes, mas no grupo VRWii os exercícios eram efetuados num ambiente virtual, em que o participante imitava a personagem projetada num visor. Este tipo de intervenção providencia um feedback visual e auditivo e possibilita que o participante ajuste os seus movimentos, de acordo com esse feedback. O desempenho dos participantes no contorno de obstáculos foi avaliado numa prova de marcha de 10 metros, em que os mesmos tinham que ultrapassar uma barreira posicionada no meio do percurso. Nessa prova foram determinados alguns parâmetros espaciotemporais: comprimento da passada de contorno (distância entre a posição do pé antes do contorno do obstáculo e a posição desse mesmo pé após o contorno do obstáculo); velocidade de contorno; distância na vertical entre o pé e a barreira, quando o pé se encontra imediatamente acima desta. De modo a avaliar o equilíbrio dinâmico, foi realizado o teste dos limites de estabilidade, onde se determinaram os valores da velocidade do movimento, excursão máxima e direção de controlo. Para avaliar a capacidade de integração sensorial foi efetuado o teste “Sensory Organization Test” (SOT). Foram, ainda, avaliadas outras variáveis: qualidade de vida (PDQ-39), aspetos relacionados com as quedas (FES) e a mobilidade (TUG). Todos os testes foram realizados num período “on-medication”, antes da intervenção, no final da intervenção e após 30 dias.(57)

No final da intervenção, os grupos VRWii e ET produziram melhorias em todos os parâmetros testados e de forma mais significativa que o grupo de controlo. Não se observaram diferenças consideráveis entre os grupos VRWii e ET nas seguintes variáveis: comprimento da passada de contorno, velocidade de contorno, excursão máxima, controlo direcional, prestação no TUG e pontuações no SOT, FES e PDQ-39. Contudo, o grupo VRWii, em comparação com o grupo ET, melhorou de forma mais considerável a velocidade dos movimentos (para a frente: +1,6 vs +0,8%; para o lado: +1,7 vs +0,8%). Os benefícios obtidos pelos grupos de treino mantiveram-se, pelo menos, nos 30 dias seguintes ao término da intervenção.(57) Após a obtenção dos resultados, os autores verificaram que as melhorias no equilíbrio dinâmico e integração sensorial estão relacionadas com a melhoria no contorno de obstáculos. Esta tarefa requer apoio de uma só perna e deslocamento do centro de massa, atividades que ajudam a melhorar o equilíbrio. A melhoria do equilíbrio contribui para o aumento da mobilidade, da confiança perante certas tarefas e da qualidade de vida, o que é evidenciado pelos resultados obtidos. Segundo os autores, o TT foi incluído nos programas de treino para potenciar os efeitos obtidos, mas admitem que os bons resultados podem dever-se, em parte, a este. O grupo VRWii apenas se revelou superior ao grupo ET em relação à velocidade dos movimentos. Ainda assim, os autores acreditam que os benefícios obtidos com este tipo de treino podem exceder os do treino tradicional. Isto porque, consideram que o TT poderá ter diluído as diferenças entre eles. Os autores concluem que o VRWii, como parte

integrante de um programa multifacetado, parece ser efetivo, apoiando a sua inclusão em programas de exercício para a DP.(57)

Outros investigadores estudaram a viabilidade e segurança dos jogos “*Kinect Adventures*” da *Microsoft* em doentes parkinsonianos e analisaram os efeitos a nível clínico obtidos com a sua utilização.(58) Neste estudo participaram 7 pessoas com DP, que cumpriram os seguintes critérios: estadio de 2 a 3 na escala H&Y, idade compreendida entre os 60 e os 85 anos, pontuação igual ou superior a 20 no MMSE e pontuação igual ou superior a 46 na escala BBS. Tal como os jogos da “*Nintendo Wii*”, os jogos “*Kinect*” foram desenvolvidos para pessoas sem défices neurológicos e, por isso, a sua utilização exige movimentos rápidos e de todas as partes do corpo. Dentro da gama de jogos “*Kinect*”, foram selecionados 4, com base no estímulo motor e cognitivo que providenciam. Os jogos escolhidos trabalham, a nível motor, as transferências de peso, os deslocamentos do centro de massa, inclinações do tronco e agachamentos. A nível cognitivo, estes jogos trabalham a atenção, as tomadas de decisão, o planeamento, execução imediata e o tempo de reação. Os participantes realizaram 14 sessões de treino, de 60 minutos cada, onde executavam 3 vezes cada jogo. A viabilidade deste tipo de intervenção foi analisada através do registo das classificações obtidas pelos pacientes no final de cada jogo. A segurança do jogo foi avaliada pelo registo dos eventos adversos relacionados com a intervenção e dos eventos adversos graves ocorridos no período do estudo. Foram, também, testados alguns parâmetros clínicos: resistência durante a marcha (6MWT), equilíbrio (BESTest e “*Dynamic Gait Index*” -DGI) e qualidade de vida (PDQ-39). Os testes foram realizados num período “*on-medication*” (2h após a toma da medicação), antes e após o término da intervenção.(58)

No final do estudo, verificou-se aumento das classificações obtidas pelos participantes nos 4 jogos selecionados, apoiando a viabilidade deste tipo de intervenção. Ao longo da intervenção não ocorreram efeitos adversos, demonstrando a segurança destes jogos. Além disso, observaram-se melhorias também a nível clínico. Verificou-se aumento da distância percorrida na prova 6MWT (aumento médio de 30,3m), refletindo melhoria da resistência de marcha. Registou-se aumento das pontuações obtidas nos testes BESTest (aumento médio de 14,1 pontos) e DGI (aumento médio de 2,4 pontos), refletindo melhorias a nível do equilíbrio. A qualidade de vida foi outro parâmetro melhorado, verificando-se diminuição das pontuações obtidas no questionário PDQ-39 (redução média de 5,5 pontos).(58) Os autores acreditam que o feedback visual e auditivo proporcionado durante os jogos é o principal fator determinante dos resultados obtidos, dado que este ambiente parece fomentar a aprendizagem motora dos participantes. Segundo os autores, este estudo comprova que os jogos “*Kinect*” são uma estratégia exequível e segura, podendo ser utilizada no âmbito da reabilitação das pessoas com DP. (58)

## 5. Mecanismos biológicos subjacentes aos efeitos do exercício físico no Parkinson

Anteriormente foram referenciados diversos ensaios clínicos que evidenciaram os efeitos benéficos do exercício físico nos sintomas parkinsonianos. Estes benefícios podem resultar de efeitos neuro-protetores e neuro-reparadores do exercício.(59) O efeito neuro-protetor é evidenciado em estudos epidemiológicos, que têm relatado uma associação inversa entre o exercício físico de intensidade moderada a vigorosa e o risco de desenvolver DP.(59) Se, por um lado, o exercício físico parece diminuir a ocorrência da doença, por outro lado, a inatividade física parece favorecer a neurodegeneração, facilitando a progressão da doença.(59) Este efeito foi demonstrado num ensaio em roedores, conduzido por J. Tillerson *et al.*(23) Neste estudo, 42 roedores foram expostos a uma dose moderada de 6-hidroxdopamina (6-OHDA) a nível estriatal, que normalmente resultaria numa redução de 20% de dopamina e não causaria assimetrias comportamentais. Parte destes roedores usaram um molde imobilizante no membro dianteiro contralateral nos 7 dias seguintes, enquanto a outra parte pode mover-se sem restrições. Os animais que se moveram sem restrição não diferiram do grupo de controlo (ausência de exposição a 6-OHDA). Contrariamente, os animais com restrição de movimentos apresentaram uma assimetria comportamental significativa e exacerbação da depleção dopaminérgica a nível estriatal (60%). Estes resultados sugerem que o exercício protege os neurónios contra a ação de 6-OHDA e que a inatividade pode ter um efeito pró-degenerativo.(23)

Os mecanismos subjacentes aos efeitos neuro-protetores e neuro-reparadores não estão totalmente esclarecidos, mas possivelmente estes efeitos devem-se a uma série de alterações na plasticidade neuronal induzidas pela atividade física, tais como: aumento da disponibilidade de dopamina, diminuição da neurotransmissão glutamatérgica, redução da ativação microglial e astrocitária e aumento da produção de fatores neurotróficos.

### 5.1. Neuroquímica

Como mencionado anteriormente, a DP caracteriza-se pela perda de neurónios dopaminérgicos na parte compacta da substância *nigra* (SNc).(7) A camada ventrolateral da SNc é a zona habitualmente mais afetada.(7) Esta região contém neurónios que se projetam em direção ao corpo estriado e, por isso, nesta patologia ocorre diminuição dos níveis de dopamina a nível estriatal.(7) Dentro do corpo estriado, nos neurónios espinhosos médios, as aferências dopaminérgicas da substância *nigra* convergem com as aferências excitatórias glutamatérgicas provenientes do córtex cerebral.(60) A dopamina, ao estimular os recetores

D2 presentes nos terminais corticoestriatais, inibe diretamente a liberação de glutamato nesta região.(60) Deste modo, com a diminuição da concentração de dopamina ocorre elevação dos níveis de glutamato, promovendo um estado de hiperexcitabilidade corticoestriatal.(60) Vários estudos, sobretudo em modelos animais da DP, têm evidenciado que o exercício físico parece mitigar este estado de hiperatividade por modular a transmissão dopaminérgica e/ou reduzir a neurotransmissão glutamatérgica.

Um estudo elaborado por G. Petzinger *et al.* (61) revelou que os benefícios do exercício físico a nível comportamental são acompanhados pelo aumento da disponibilidade sináptica de dopamina, devido ao incremento da sua liberação e redução da sua eliminação. Nesta investigação foram utilizados modelos animais da DP induzidos pela 1-metil-4-fenil-1,2,3,6-tetrahidropiridina (MPTP). Esta neurotoxina foi administrada numa dose que originou a perda de 60% a 70% dos neurónios dopaminérgicos nigroestriatais. Após 5 dias da administração da MPTP, alguns roedores iniciaram um plano de TT de alta intensidade, que se prolongou por 28 dias. No final da intervenção, verificaram-se melhorias significativas no equilíbrio e na velocidade dos movimentos nos animais que realizaram o plano de treino. Apesar de não terem sido detetadas diferenças significativas nos níveis totais de dopamina estriatal entre os animais lesionados treinados e não treinados, verificou-se um aumento da liberação da dopamina apenas nos que cumpriram o plano de treino. Além disso, também se observou redução dos níveis do transportador de dopamina (DAT), responsável pela eliminação da dopamina, e dos níveis de tirosina hidroxilase (TH), enzima que participa na biossíntese da dopamina. Uma vez que o DAT é responsável pela eliminação da dopamina do espaço extracelular, a sua diminuição é outro fator que contribui para o aumento da disponibilidade sináptica deste neurotransmissor.(61)

Um outro estudo, dirigido por Y. Ouchi *et al.* (62), investigou as alterações nos níveis de DAT induzidas pelo exercício de marcha de longa duração, em 6 indivíduos normais e em 7 pessoas com DP. As alterações nos níveis de DAT foram estudadas através da tomografia de emissão de positrões (PET), comparando a ligação de um ligando de DAT marcado radioactivamente num momento de repouso e no momento após o exercício de marcha. Após a marcha, verificou-se que a absorção do ligando de DAT foi significativamente reduzida a nível estriatal, especialmente no putamen, nos indivíduos normais. Nas pessoas com DP não foi possível observar essa redução a nível do putamen, mas verificou-se uma redução considerável no núcleo caudado e no córtex orbitofrontal. Assim, em concordância com o estudo anterior, esta investigação evidencia que os níveis de DAT nas projeções nigroestriatais são diminuídos com o exercício físico, o que contribui para o aumento da disponibilidade de dopamina.(62)

Uma outra investigação revelou que o exercício físico, efetuado logo após a lesão nigroestriatal, minimiza os consequentes défices comportamentais e neuroquímicos.(63) Este estudo, conduzido por J. Tillerson *et al.* (63), utilizou 2 modelos animais da DP, um induzido pela 6-OHDA e outro induzido pela MPTP. Logo após a administração de uma destas neurotoxinas, verificou-se que os roedores lesionados foram igualmente afetados. Nos 10 dias

seguintes, parte destes roedores realizou 2 treinos diários de corrida numa passadeira motorizada. No final da intervenção, observou-se que os roedores lesionados sedentários apresentavam perdas significativas da função motora e défices consideráveis a nível neuroquímico. Pelo contrário, naqueles que cumpriram o plano de treino, verificou-se uma recuperação significativa do desempenho motor e dos níveis de dopamina e de TH. Estes resultados mantiveram-se nas 4 semanas seguintes à indução da lesão, mesmo após a finalização do plano treino. Além disso, à semelhança dos estudos anteriores, foi possível verificar uma redução dos níveis de DAT nos animais lesionados treinados.(63)

B. Fisher e seus colaboradores (64) demonstraram que o exercício apresenta um efeito modulador não só sobre a transmissão dopaminérgica, mas também sobre a transmissão glutamatérgica. Nesta investigação, dos 40 roedores, metade recebeu solução salina (controlo) e outra metade foi administrada com MPTP, numa dose que conduziu à perda de 60% a 70% dos neurónios dopaminérgicos nigroestriatais. Após 4 dias da administração destas substâncias, 10 roedores de cada grupo (MPTP ou solução salina) iniciaram um programa de corrida, que foi realizado durante 30 dias. Inicialmente, os animais do grupo MPTP sujeitos a exercício corriam a uma velocidade inferior e por um período de tempo menor comparativamente aos animais do grupo controlo (não lesionados) sujeitos a exercício. Contudo, após a finalização da intervenção, ambos os grupos apresentavam níveis de desempenho motor equivalentes. Segundo os autores, a melhoria comportamental verificada nos animais lesionados treinados poderá ser explicada pelas alterações encontradas a nível neuroquímico. Primeiro, verificou-se uma redução significativa nos níveis de DAT estriatais, o que contribui para o aumento da disponibilidade de dopamina. Segundo, observou-se um aumento da transcrição do mRNA do recetor D2, que é um importante modulador da libertação glutamatérgica nos terminais corticoestriatais. Além disso, verificou-se que o exercício conseguiu reverter o aumento da densidade dos terminais glutamatérgicos que ocorreu aquando da lesão com MPTP.(64)

O efeito modulador do exercício sobre a neurotransmissão glutamatérgica foi também investigado por J. VanLeeuwen *et al.* (65) Estes autores estudaram as alterações causadas pelo TT de alta intensidade sobre o recetor AMPA (AMPA) em modelos animais da DP induzidos pela MPTP. O AMPAR é um recetor ionotrópico pós-sináptico localizado nos neurónios espinhosos médios e é responsável pela neurotransmissão excitatória mais rápida do sistema nervoso central. Este recetor é constituído por 4 tipos de subunidades, de GluR1 a GluR4. A sua composição e o estado de fosforilação das suas subunidades regulam a conectividade e a força sináptica e, portanto, este recetor é um importante modulador da transmissão glutamatérgica. Nesta investigação verificou-se que o exercício conduziu ao aumento da expressão da subunidade GluR2 e ao aumento da fosforilação desta subunidade na serina 880 nos roedores lesionados. Segundo os autores, estas modificações têm sido associadas à redução da força sináptica e da neurotransmissão glutamatérgica e consideram que os resultados obtidos na sua investigação parecem apoiar esta evidência. Isto porque, se observou redução da excitabilidade corticoestriatal nos animais lesionados treinados,

demonstrada pela redução das correntes pós-sinápticas excitatórias geradas pela estimulação cortical.(65)

## 5.2. Neuroinflamação

Os dados fornecidos por vários estudos em modelos animais da DP sugerem que a inflamação é um dos principais mecanismos subjacentes à patogênese da doença, contribuindo para a perda progressiva dos neurónios dopaminérgicos.(66) De acordo com estudos epidemiológicos, o uso de anti-inflamatórios não esteroides está associado a um menor risco de desenvolvimento de DP, o que apoia o papel crucial da inflamação na progressão da doença.(66)

As respostas inflamatórias presentes na DP são inicialmente mediadas pelas células gliais e, subsequentemente, mediadas também pela participação do sistema imune adaptativo.(66) Esta neuroinflamação parece ser induzida por fatores solúveis que são secretados pelos neurónios dopaminérgicos em degeneração como, por exemplo, a alfa-sinucleína.(66) Estudos recentes têm sugerido que a alfa-sinucleína ativa diretamente as células microgliais e os astrócitos, através da sinalização pelos recetores “*toll-like receptors*” (TLR).(66) Em consequência da ativação das células gliais ocorre aumento da produção de inúmeras citocinas pró-inflamatórias, tais como interleucina-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ), fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) e interferão- $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ).(66) Por sua vez, estas citocinas conduzem ao aumento da transcrição do fator nuclear kappa beta (NF $\kappa$ B), que estimula as funções deletérias da microglia e dos astrócitos.(66) Adicionalmente, a ativação glial aumenta a expressão de diversas enzimas, tais como a NADH oxidase, sintase do óxido nítrico induzida (iNOS) e mieloperoxidase (MPO). Estas enzimas estão envolvidas na produção de radicais livres que contribuem para um ambiente de stress oxidativo, nomeadamente espécies reativas de oxigénio e nitrogénio.(66) A disfunção glial contribui, ainda, para a excitabilidade neuronal, devido à desregulação dos mecanismos de produção e eliminação do glutamato.(66) Em condições normais, os astrócitos são responsáveis pela eliminação deste neurotransmissor excitatório, contudo, em condições patológicas este mecanismo torna-se limitado.(66) Além disso, a ativação da microglia conduz à produção excessiva deste neurotransmissor.(66)

O exercício físico tem sido descrito como sendo um modulador eficaz deste estado inflamatório, promovendo um estado anti-inflamatório e, portanto, neuro-protetor. Alguns estudos têm sido desenvolvidos no sentido de esclarecer os mecanismos do exercício físico sobre a ativação microglial. Uma das investigações realizadas neste âmbito foi conduzida por Y. Sung *et al.* (67) e utilizou modelos animais da DP induzidos por MPTP. Este estudo demonstrou que o TT, para além de prevenir a perda de neurónios dopaminérgicos e minimizar as disfunções de equilíbrio e de coordenação, conduz à redução da ativação microglial e à supressão da expressão da enzima iNOS.(67) Um outro ensaio, que usou um modelo de inflamação induzida por lipopolissacarídeo (LPS), apesar de revelar que o TT tem um efeito protetor sobre as células dopaminérgicas, não conseguiu comprovar alterações na

ativação da microglia e na expressão de citocinas induzidas pelo exercício.(68) Contudo, neste ensaio, a administração de LPS promoveu uma resposta inflamatória do sistema nervoso e perda de neurónios dopaminérgicos muito rapidamente,(68) o que não reproduz de forma ideal a situação da DP. Por isso, os autores admitem que a dose administrada pode ter originado efeitos tão potentes que podem ter antagonizado os efeitos do exercício físico.(68)

Além da diminuição da ativação microglial, o exercício parece minimizar a ativação dos astrócitos. Quando os astrócitos estão ativados aumentam a expressão de uma proteína, denominada de proteína fibrilar glial ácida (GFAP).(69) Os resultados de uma investigação parecem sugerir que o exercício tem capacidade para reduzir a ativação astrocitária, uma vez que revelaram a redução dos níveis de GFAP em animais lesionados com 6-OHDA, após cumprirem 4 semanas de TT.(69) Neste estudo verificou-se, ainda, melhoria da função motora dos animais. Segundo os autores, esta melhoria está relacionada com diminuição da proliferação dos astrócitos, dado que não houve alterações na expressão de TH quando comparados os animais sedentários com os treinados.(69)

### 5.3. Neurotrofinas

Na literatura científica têm surgido inúmeras evidências que indicam que os fatores neurotróficos são uns dos principais responsáveis pelos efeitos neuro-protetores e neuro-reparadores obtidos através da prática de exercício físico. Os fatores neurotróficos, tal como fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), são essenciais para a neurogênese, diferenciação celular, plasticidade neuronal e para a sobrevivência de diversas populações neuronais, como os neurónios dopaminérgicos.(70) Tem sido demonstrada uma redução na expressão de BDNF no soro de pessoas com DP e, também, a nível cerebral em estudos *post-mortem*.(71,72) Várias investigações têm sugerido que o exercício é capaz de restabelecer os níveis de BDNF, tanto em modelos animais da DP como em pacientes parkinsonianos.

Um dos estudos desenvolvidos neste âmbito, de autoria de Y. Lau *et al.* (73), utilizou modelos animais da DP crónica, que foi induzida pela injeção de 10 doses de MPTP, administradas num período de 5 semanas. Neste ensaio, parte dos roedores realizaram um programa de TT durante 18 semanas. Este programa iniciou-se uma semana antes da lesão nigroestriatal, foi continuado durante as 5 semanas de administração de MPTP e prolongou-se pelas 12 semanas seguintes. Após a finalização do plano de treino, verificou-se melhoria do equilíbrio e da coordenação motora dos roedores lesionados treinados relativamente aos não treinados. Verificou-se, também, uma perda inferior de neurónios dopaminérgicos, bem como da quantidade de dopamina, TH e DAT a nível estriatal. Além disso, o exercício minimizou o stress oxidativo induzido pela lesão com MPTP, uma vez que reduziu os níveis de proteínas carboniladas, restaurou a função mitocondrial e repôs os níveis de ATP e de substâncias antioxidantes a nível estriatal. Adicionalmente, detetou-se um aumento nos níveis do BDNF e do fator neurotrófico derivado de uma linhagem de células gliais (GDNF). Assim, esta investigação demonstrou que o exercício minimiza os défices motores e neuroquímicos,

melhora a função mitocondrial e, ainda, promove a atividade neurotrófica nos neurónios nigroestriatais.(73)

J. Zoladz *et al.* (74) elaboraram um ensaio clínico com o objetivo de examinar os efeitos do exercício físico nos níveis séricos de BDNF em pessoas com DP. Neste estudo ingressaram 12 pacientes com DP ligeira a moderada (estádios 1,5 a 3 na escala H&Y), com uma média de 70 anos de idade, que cumpriram um programa de treino aeróbio efetuado numa bicicleta ergométrica estacionária. Os intervenientes realizaram 3 treinos semanais, durante 8 semanas, pedalando numa velocidade 30% superior à sua velocidade preferencial. Após a finalização da intervenção, observou-se que a prática de exercício físico conduziu ao aumento dos níveis de BDNF sérico. Além disso, o exercício originou atenuação do estado inflamatório, uma vez que reduziu os níveis séricos da molécula de adesão celular vascular-1 solúvel (sVCAM-1) e do TNF- $\alpha$ . Estas alterações foram, ainda, acompanhadas pela melhoria dos défices motores, verificando-se diminuição das pontuações obtidas na escala UPDRS.(74)

J. Marusiak *et al.* (75) também investigaram as alterações nos níveis séricos de BDNF induzidas pela prática de exercício físico em pessoas com DP. Neste estudo foram envolvidas 11 pessoas com DP ligeira a moderada e 11 pessoas saudáveis (controlo). À semelhança da investigação anterior, os pacientes parkinsonianos foram submetidos a 8 semanas de treino aeróbio numa bicicleta estacionária. Após a finalização do programa de treino, verificou-se melhoria da rigidez muscular (UPDRS) e redução do tónus muscular e da frequência do tremor na miometria do bíceps braquial. Adicionalmente, em concordância com o estudo anterior, observou-se incremento dos níveis séricos de BDNF. Por fim, verificou-se que este aumento correlaciona-se positivamente com as melhorias detetadas na rigidez, no tónus muscular e na frequência do tremor.(75)

Frazzita *et al.* (76) desenvolveram um ensaio clínico com o intuito de analisar os efeitos de um tratamento de reabilitação intensiva sobre a função motora e os níveis séricos de BDNF em pessoas com DP. Neste ensaio clínico participaram 30 pessoas com DP em estádios precoces, tratadas com rasagilina, que foram aleatoriamente distribuídas pelo grupo de intervenção (28 dias de tratamento de reabilitação intensiva com exercícios aeróbios) e pelo grupo de controlo sem intervenção. Os resultados obtidos neste estudo revelaram um aumento significativo dos níveis séricos de BDNF apenas nos pacientes do grupo de intervenção. Além disso, estes pacientes demonstraram melhorias a nível do desempenho motor e do equilíbrio, uma vez que se verificou um aumento da distância percorrida no teste 6MWT e redução das pontuações obtidas nas escalas UPDRS e BBS. Contudo, ao contrário do estudo anterior, nesta investigação não foi possível detetar uma correlação significativa entre os níveis de BDNF e as alterações a nível comportamental.(76)

## 6. Conclusões Finais

A DP é a segunda doença neurodegenerativa mais comum e a sua incidência tende a aumentar, em paralelo com o envelhecimento da população mundial. Esta doença é progressiva e bastante debilitante, apresentando um forte impacto socioeconómico na vida dos pacientes e seus familiares. Atualmente, esta patologia não tem cura e o seu tratamento baseia-se apenas no controlo sintomático. A levodopa é considerada a terapia mais efetiva para o controlo dos sintomas motores. Contudo, este fármaco falha em controlar os sintomas não motores, origina efeitos secundários indesejáveis e a sua eficácia diminui ao longo do tempo. Tais factos têm motivado a procura de novas abordagens terapêuticas e sua investigação. O exercício físico foi uma das abordagens propostas e, por isso, nos últimos anos têm sido desenvolvidos diversos estudos a fim de analisar o seu potencial terapêutico na DP.

Os estudos realizados diferem entre si em vários aspetos, nomeadamente no que toca à duração das intervenções, à dimensão da população analisada, às características dos doentes incluídos e ao tipo de exercício testado. Apesar das disparidades, os estudos têm demonstrado, de forma consistente, que a prática de exercício físico apresenta efeitos benéficos, em maior ou menor grau, sobre inúmeras manifestações da DP, bem como na qualidade de vida dos pacientes. Os ensaios clínicos têm revelado melhorias importantes a nível motor, com redução da severidade dos défices motores, aumento da mobilidade, melhoria do desempenho nas atividades de vida diária, melhoria dos parâmetros espaciotemporais da marcha, melhoria do equilíbrio, redução da incidência de quedas e aumento da força muscular. Os resultados obtidos evidenciam, também, efeitos positivos a nível das manifestações não motoras, nomeadamente sobre a depressão, as alterações cognitivas e a fadiga.

Relativamente aos tipos de exercício analisados, todos parecem ser benéficos na reabilitação das pessoas com DP. Contudo, cada tipo de exercício parece ter efeitos mais significativos sobre determinados aspetos em detrimento de outros. A título exemplificativo, o treino de resistência parece ser superior a melhorar a força muscular, enquanto o exercício aeróbio parece ser superior a melhorar os parâmetros espaciotemporais da marcha e a aptidão cardiovascular. Já o treino de equilíbrio parece melhorar de forma mais considerável o controlo postural. Por esta razão, alguns autores têm sugerido que a combinação de várias formas de exercício físico possa ser uma estratégia mais eficaz no controlo sintomático da doença, contudo são necessários estudos que comprovem este efeito sinérgico. As modalidades que envolvam uma maior interação social, como é o caso da dança ou do ciclismo “*tandem*”, aparentam ser mais apelativas para os doentes e, portanto, contribuem para um maior empenho dos mesmos, além de os motivar a praticar exercício físico de forma regular e sustentada no tempo.

Os dados disponíveis não permitem retirar recomendações precisas relativamente à duração, à periodicidade e à intensidade de exercício que é necessária para alcançar maiores benefícios sobre os sintomas da patologia. Todavia, da análise feita pode-se concluir que os exercícios de intensidade progressiva parecem ser superiores a melhorar a qualidade de vida dos participantes. Isto porque, estes exercícios são altamente desafiadores, impondo ao longo do tempo novas metas e objetivos, o que motiva os pacientes a trabalhar e a melhorar continuamente. Ao ultrapassar estes desafios, os pacientes sentem-se mais realizados, mais gratificados e menos inferiorizados e, portanto, assumem uma atitude mais positiva perante a sua vida e perante a doença.

Em termos gerais, as investigações incluem pessoas com DP ligeira a moderada, não se conhecendo os potenciais efeitos do exercício físico em fases mais avançadas da doença. No entanto, vários estudos demonstram que, dos pacientes incluídos, aqueles com défices mais acentuados inicialmente são os que obtêm maiores benefícios com as intervenções. Posto isto, seria interessante testar a viabilidade do exercício físico também em pacientes com DP severa.

Por último, os efeitos produzidos pelo exercício físico parecem dever-se a uma série de processos biológicos, a nível neuronal, induzidos com a sua prática, tais como, aumento da disponibilidade de dopamina, diminuição da neurotransmissão glutamatérgica, redução da ativação microglial e astrocitária e aumento da produção de neurotrofinas.

## 6.1. Perspetivas futuras

Apesar das conclusões retiradas, é importante ressaltar que os ensaios clínicos no âmbito desta temática apresentam uma série de limitações. Em termos gerais, estes estudos envolvem um número muito reduzido de pacientes e as intervenções são postas em prática por um período de tempo limitado. Além disso, algumas das investigações analisadas não incluíram um grupo de controlo ou de comparação, o que pode influenciar as conclusões obtidas. Com a realização do trabalho, também foi possível detetar que não existe uniformidade relativamente aos métodos aplicados. Isto porque, ao longo dos estudos são usados múltiplos testes de avaliação para estudar o mesmo parâmetro. Apesar de as ferramentas utilizadas serem validadas cientificamente, estas podem não ser equivalentes entre si, o que dificulta a comparação dos resultados e pode conduzir a interpretações incorretas. Adicionalmente, em alguns dos estudos, os testes de avaliação são aplicados exclusivamente durante o período “*on-medication*”, não existindo comparação com o período “*off-medication*”. O efeito da medicação pode mascarar certas manifestações da doença, o que pode conduzir, mais uma vez, a conclusões falaciosas. Os programas de exercício físico aplicados nas pessoas com DP correspondem a intervenções comportamentais e, portanto, os seus efeitos podem ser influenciados por fatores biopsicossociais dependentes de cada indivíduo. Como os ensaios clínicos falham em controlar este tipo de fatores, os seus resultados podem estar enviesados e não refletirem o efeito isolado do exercício físico. No

entanto, uma vez que se trata de uma intervenção em humanos, torna-se extremamente difícil de controlar todos os aspetos que poderão interferir nos resultados.

O exercício físico parece constituir uma estratégia viável na reabilitação motora e não motora das pessoas com DP, bem como na melhoria da qualidade de vida destes pacientes. Além dos seus efeitos promissores, o exercício é uma intervenção pouco dispendiosa e bastante acessível aos pacientes, podendo ser praticada até ao ar livre. Uma vez que se trata de uma opção bastante aliciante a nível custo-benefício, espera-se que a investigação nesta área seja fomentada, de modo a obter resultados cada vez mais objetivos e consistentes. Desenvolver um estudo onde se consiga, de facto, avaliar isoladamente a influência do exercício físico nos sintomas parkinsonianos é uma tarefa extremamente difícil, como já referido. No entanto, devem ser reunidos esforços para uniformizar os futuros estudos, para que a informação obtida seja cada vez mais precisa. Os ensaios clínicos deverão apresentar, sobretudo, estratégias intervencionais bem definidas, metodologias mais homogêneas e englobar uma amostra populacional estaticamente significativa.

## **6.2. Limitações do presente trabalho**

O presente trabalho teve como objetivo compreender os efeitos do exercício físico sobre as manifestações da DP, através da análise da informação científica existente. Assim, para elaboração desta monografia foi realizada uma pesquisa bibliográfica com o intuito de reunir o máximo de dados publicados. Contudo, durante esta pesquisa, foram impostas limitações linguísticas, temporais e quanto ao tipo de publicação, o que pode ter colocado de parte informação importante para a temática a abordar. Além disso, a posterior seleção dos artigos incluídos nesta monografia foi feita de forma subjetiva. Isto porque, após a leitura dos resumos ou textos completos dos artigos encontrados, foram selecionados aqueles que, na nossa visão, seriam mais pertinentes para o tema do trabalho. Esta seleção deu também prioridade às publicações feitas em revistas com fatores de impacto igual ou superiores a 3 ou classificadas no 1º ou 2º quartil. Apesar de este critério ter como intenção selecionar informação de maior qualidade, poderá também ter excluído dados relevantes. Assim, a metodologia utilizada neste trabalho não é isenta de falhas e, portanto, pode ter condicionado as conclusões que foram retiradas com o mesmo.

## 7. Bibliografia

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables. New York; 2015. Report No.: ESA/P/WP.241.
2. Instituto Nacional de Estatística (INE). Envelhecimento da população residente em Portugal e na União Europeia. Destaque Informação à Comun Soc [Internet]. 2015;1-8. Available from: [www.ine.pt](http://www.ine.pt)
3. Instituto Nacional de Estatística (INE). População residente em Portugal com tendência para diminuição e envelhecimento. Destaque Informação à Comun Soc [Internet]. 2014;1-10. Available from: [www.ine.pt](http://www.ine.pt)
4. Portugal, Direção-Geral da Saúde, Direção de Serviços de Informação e Análise. Portugal, Idade Maior Em Números -2014: A Saúde da População Portuguesa com 65 ou mais anos de idade. Direção-Geral da Saúde, Lisboa. 2014.
5. Kasper DL, Hauser SL, Jameson JL, Fauci AS, Longo DL, Loscalzo J. Harrison's Principles of Internal Medicine. 19th ed. Mc Graw Hill Education. 2015. Chapter 449; p. 2609-2626.
6. Lau L, Breteler M. Epidemiology of Parkinson's disease. *Lancet Neurol*. 2006;5(6):525-35.
7. Kalia L, Lang A. Parkinson's disease. *Lancet* [Internet]. 2015;386(9996):896-912. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61393-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61393-3)
8. Corti O, Lesage S, Brice A. What genetics tells us about the causes and mechanisms of Parkinson's disease. *Physiol Rev*. 2011;91:1161-218.
9. Bloem BR, de Vries NM, Ebersbach G. Nonpharmacological treatments for patients with Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2015;30(11):1504-20.
10. Sidransky E, Lopez G. The link between the GBA gene and parkinsonism. *Lancet Neurol* [Internet]. 2012;11(11):986-98. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(12\)70190-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(12)70190-4)
11. 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* [Internet]. 2009;8(12):1128-39. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(09\)70293-5](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(09)70293-5)
12. Colledge NR, Walker BR, Ralston SH. Davidson's Principles & Practice of Medicine. 21st ed. Churchill Livingstone Elsevier. 2010. Chapter 26; 1153-1154.
13. Wood BH, Bilclough JA, Bowron A, Walker RW. Incidence and prediction of falls in

- Parkinson's disease: a prospective multidisciplinary study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2002;72(6):721-5.
14. Postuma RB, Aarsland D, Barone P, Burn DJ, Hawkes CH, Oertel W, et al. Identifying prodromal Parkinson's disease: Pre-Motor disorders in Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2012;27(5):617-26.
  15. Hammarlund CS, Hagell P, Nilsson MH. Motor and non-motor predictors of illness-related distress in Parkinson's disease. *Park Relat Disord* [Internet]. 2012;18(3):299-302. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.parkreldis.2011.10.015>
  16. Litvan I, Bhatia KP, Burn DJ, Goetz CG, Lang AE, McKeith I, et al. SIC task force appraisal of clinical diagnostic criteria for parkinsonian disorders. *Mov Disord*. 2003;18(5):467-86.
  17. Houghton D, Hurtig H, Metz S, Giroux M, Petzinger G, Fisher B, et al. Parkinson's Disease Medications [Internet]. National Parkinson Foundation; Available from: <http://www3.parkinson.org/site/DocServer/Medications.pdf?docID=185>
  18. Pahwa R, Lyons KE. Treatment of early Parkinson's disease. *Curr Opin Neurol* [Internet]. 2014;27(4):442-9. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00019052-201408000-00011>
  19. Kalia SK, Sankar T, Lozano AM. Deep brain stimulation for Parkinson's disease and other movement disorders. *Curr Opin Neurol* [Internet]. 2013;26(4):374-80. Available from: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=23817213](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=23817213)
  20. van Eijkeren FJM, Reijmers RSJ, Kleinveld MJ, Minten A, ter Bruggen JP, Bloem BR. Nordic walking improves mobility in Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2008;23(15):2239-43.
  21. Nimwegen M Van, Speelman AD, Hofman-Van Rossum EJM, Overeem S, Deeg DJH, Borm GF, et al. Physical inactivity in Parkinson's disease. *J Neurol*. 2011;258(12):2214-21.
  22. Marcus BH, Williams DM, Dubbert PM, Sallis JF, King AC, Yancey AK, et al. Physical Activity Intervention Studies What We Know and What We Need to Know: A Scientific Statement From the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity); Council on Cardiovascular. *Circulation* [Internet]. 2006;114(24):2739-52. Available from: <http://circ.ahajournals.org/content/114/24/2739%5Cnhttp://circ.ahajournals.org/content/114/24/2739.full.pdf>
  23. Tillerson JL, Cohen AD, Caudle WM, Zigmond MJ, Schallert T, Miller GW. Forced nonuse in unilateral parkinsonian rats exacerbates injury. *J Neurosci*.

2002;22(15):6790-9.

24. Fox S, Katzenschlager R, S-y L, Barton B, Rma DB, Seppi K, et al. Update for Website 2015 [Internet]. Movement disorder society. 2015. Available from: [http://www.movementdisorders.org/MDS-Files1/PDFs/EBM-Papers/UPDATEFORWEBSITEMOTORTREATMENTFORPD\\_TEXT\\_9FEB2015\\_FINALTEXT.pdf](http://www.movementdisorders.org/MDS-Files1/PDFs/EBM-Papers/UPDATEFORWEBSITEMOTORTREATMENTFORPD_TEXT_9FEB2015_FINALTEXT.pdf)
25. Mendes R, Sousa N, Barata JLT. Physical activity and public health: recommendations for exercise prescription. Acta Med Port [Internet]. 2011;24:1025-30. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22713198>
26. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. Exercise and physical activity for older adults. Med Sci Sports Exerc. 2009;41(7):1510-30.
27. Pescatello LS, Arena R, Riebe D, Thompson PD. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 9th ed. Lippincott Williams & Wilkins. 2013.
28. Falvo MJ, Schilling BK, Earhart GM. Parkinson's disease and resistive exercise: Rationale, review, and recommendations. Mov Disord. 2008;23(1):1-11.
29. Dibble LE, Hale TF, Marcus RL, Gerber JP, LaStayo PC. High intensity eccentric resistance training decreases bradykinesia and improves quality of life in persons with Parkinson's disease: A preliminary study. Park Relat Disord [Internet]. 2009;15(10):752-7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.parkreldis.2009.04.009>
30. Corcos DM, Robichaud JA, David FJ, Leurgans SE, Vaillancourt DE, Poon C, et al. A two-year randomized controlled trial of progressive resistance exercise for Parkinson's disease. Mov Disord. 2013;28(9):1230-40.
31. Prodoehl J, Rafferty MR, David FJ, Poon C, Vaillancourt DE, Comella CL, et al. Two-year exercise program improves physical function in Parkinson's disease: the PRET-PD randomized clinical trial. Neurorehabil Neural Repair [Internet]. 2015;29(2):112-22. Available from: <http://ezproxy.ithaca.edu:2048/login?qurl=http%3A%2F%2Fsearch.ebscohost.com%2Flogin.aspx%3Fdirect%3Dtrue%26db%3Dcmedm%26AN%3D24961994%26site%3Dhost-live%26scope%3Dsite%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24961994%5Cnhttp://www.pubmedcentral.nih.gov/art>
32. David FJ, Robichaud JA, Leurgans SE, Poon C, Kohrt WM, Goldman JG, et al. Exercise improves cognition in Parkinson's disease: The PRET-PD randomized, clinical trial. Mov Disord. 2015;30(12):1657-63.
33. Ni M, Signorile JF, Balachandran A, Potiaumpai M. Power training induced change in bradykinesia and muscle power in Parkinson's disease. Park Relat Disord [Internet]. 2016;23:1-8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.parkreldis.2015.11.028>

34. Nadeau A, Pourcher E, Corbeil P. Effects of 24 wk of treadmill training on gait performance in parkinson's disease. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(4):645-55.
35. Herman T, Giladi N, Gruendlinger L, Hausdorff JM. Six Weeks of Intensive Treadmill Training Improves Gait and Quality of Life in Patients With Parkinson's Disease: A Pilot Study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(9):1154-8.
36. Fisher BE, Wu AD, Salem GJ, Song J, Lin CH (Janice), Yip J, et al. The Effect of Exercise Training in Improving Motor Performance and Corticomotor Excitability in People With Early Parkinson's Disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(7):1221-9.
37. Shulman LM, Katzel LI, Ivey FM, Sorkin JD, Favors K, Anderson KE, et al. Randomized clinical trial of 3 types of physical exercise for patients with Parkinson disease. *JAMA Neurol* [Internet]. 2013;70(2):183-90. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4574905&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
38. Pohl M, Rockstroh G, Rückriem S, Mrass G, Mehrholz J. Immediate Effects of Speed-Dependent Treadmill Training on Gait Parameters in Early Parkinson's Disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84(12):1760-6.
39. Miyai I, Fujimoto Y, Yamamoto H, Ueda Y, Saito T, Nozaki S, et al. Long-term effect of body weight-supported treadmill training in Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(10):1370-3.
40. Miyai I, Fujimoto Y, Ueda Y, Yamamoto H, Nozaki S, Saito T, et al. Treadmill training with body weight support: Its effect on Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81(7):849-52.
41. Toole T, Maitland CG, Warren E, Hubmann MF, Panton L. The effects of loading and unloading treadmill walking on balance, gait, fall risk, and daily function in Parkinsonism. *NeuroRehabilitation.* 2005;20(4):307-22.
42. Cugusi L, Solla P, Serpe R, Carzedda T, Piras L, Oggianu M, et al. Effects of a Nordic Walking program on motor and non-motor symptoms, functional performance and body composition in patients with Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation.* 2015;37(2):245-54.
43. Comité Paralímpico de Portugal. Guia de iniciação à Classificação Paralímpica [Internet]. Available from: [https://www.comiteparalimpicoportugal.pt/Documentos/Classificacao/Classificacao\\_Guia\\_de\\_iniciacao.pdf](https://www.comiteparalimpicoportugal.pt/Documentos/Classificacao/Classificacao_Guia_de_iniciacao.pdf)
44. McGough EL, Robinson CA, Nelson MD, Houle R, Fraser G, Handley L, et al. A Tandem Cycling Program: Feasibility and Physical Performance Outcomes in People with Parkinson's Disease. *J Neurol Phys Ther* [Internet]. 2016;40(4):223-9. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=0125308>

6-201610000-00002

45. Ridgel AL, Vitek JL, Alberts JL. Forced, Not Voluntary, Exercise Improves Motor Function in Parkinson ' s Disease Patients. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(6):600-8.
46. Ridgel AL, Peacock CA, Fickes EJ, Kim CH. Active-assisted cycling improves tremor and bradykinesia in Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2012;93(11):2049-54. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2012.05.015>
47. Wong-Yu ISK, Mak MKY. Multi-dimensional balance training programme improves balance and gait performance in people with Parkinson's disease: A pragmatic randomized controlled trial with 12-month follow-up. *Parkinsonism Relat Disord* [Internet]. 2015;21(6):1-7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25899544><http://ezproxy.ithaca.edu:2048/login?qurl=http%3A%2F%2Fsearch.ebscohost.com%2Flogin.aspx%3Fdirect%3Dtrue%26db%3Dcmedm%26AN%3D25899544%26site%3Dehost-live%26scope%3Dsite>
48. Conradsson D, Löfgren N, Nero H, Hagströmer M, Ståhle A, Lökk J, et al. The Effects of Highly Challenging Balance Training in Elderly With Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2015;29(9):1-10. Available from: <http://nrr.sagepub.com/cgi/content/long/29/9/827>
49. U.S. Department of Health & Human Services, National Institutes of Health, National Center for Complementary and Integrative Health. Tai Chi and Qi Gong [Internet]. 2015. Available from: [https://nccih.nih.gov/sites/nccam.nih.gov/files/Tai\\_Chi\\_and\\_Qi\\_Gong\\_09-11-2015.pdf](https://nccih.nih.gov/sites/nccam.nih.gov/files/Tai_Chi_and_Qi_Gong_09-11-2015.pdf)
50. American College of Sports Medicine. Mind / Body Exercise : What Is It ? ACSM Fit Society Page [Internet]. 2008;6. Available from: [https://www.acsm.org/docs/fit-society-page/2008-fall-fspn\\_mind-body-exercise.pdf?sfvrsn=0](https://www.acsm.org/docs/fit-society-page/2008-fall-fspn_mind-body-exercise.pdf?sfvrsn=0)
51. National Parkinson Foundation. Tai Chi and Yoga : Improving the Mind-Body Connection. 2000.
52. Hackney Madeleine E. GME. Tai Chi Improves Balance and Mobility in People with Parkinson Disease. *Gait Posture*. 2008;28(3):456-60.
53. Gao Q, Leung A, Yang Y, Wei Q, Guan M, Jia C, et al. Effects of Tai Chi on balance and fall prevention in Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2014;28(8):1-6.
54. Fuzhong L, Harmer P, FitzGerald K, Eckstrom K, Stock R, Galver J, et al. Tai Chi and Postural Stability in Patients with Parkinson's Disease. *N Engl J Med* [Internet]. 2012;366(6):511-9. Available from: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1107911>

55. Hackney ME, Earhart GM. Effects of Dance on Movement Control in Parkinson's Disease: A Comparison of Argentine Tango and American Ballroom. *J Rehabil Med.* 2009;41(6):475-81.
56. Duncan RP, Earhart GM. Randomized Controlled Trial of Community-Based Dancing to Modify Disease Progression in Parkinson Disease. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2012;26(2):132-43. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21959675>
57. Liao Y-Y, Yang Y-R, Cheng S-J, Wu Y-R, Fuh J-L, Wang R-Y. Virtual Reality-Based Training to Improve Obstacle-Crossing Performance and Dynamic Balance in Patients With Parkinson's Disease. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2015;29(7):1-10. Available from: <http://ezproxy.ithaca.edu:2048/login?qurl=http%3A%2F%2Fsearch.ebscohost.com%2Flogin.aspx%3Fdirect%3Dtrue%26db%3Dcmedm%26AN%3D25539782%26site%3Ddehost-live%26scope%3Dsite%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25539782>
58. Pompeu JE, Arduini LA, Botelho AR, Fonseca MBF, Pompeu SMAA, Torriani-Pasin C, et al. Feasibility, safety and outcomes of playing Kinect Adventures for people with Parkinson's disease: A pilot study. *Physiother (United Kingdom)* [Internet]. 2014;100(2):162-8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.physio.2013.10.003>
59. Loprinzi PD, Herod SM, Cardinal BJ, Noakes TD. Physical activity and the brain: A review of this dynamic, bi-directional relationship. *Brain Res* [Internet]. 2013;1539:95-104. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainres.2013.10.004>
60. Neely MD, Schmidt DE, Deutch AY. Cortical regulation of dopamine depletion-induced dendritic spine loss in striatal medium spiny neurons. *Neuroscience.* 2007;149(2):457-64.
61. Petzinger GM, Walsh JP, Akopian G, Hogg E, Abernathy A, Arevalo P, et al. Effects of treadmill exercise on dopaminergic transmission in the 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine-lesioned mouse model of basal ganglia injury. *J Neurosci.* 2007;27(20):5291-300.
62. Ouchi Y, Kanno T, Okada H, Yoshikawa E, Futatsubashi M, Nobezawa S, et al. Changes in dopamine availability in the nigrostriatal and mesocortical dopaminergic systems by gait in Parkinson's disease. *Brain.* 2001;124(4):784-92.
63. Tillerson JL, Caudle WM, Reverón ME, Miller GW. Exercise induces behavioral recovery and attenuates neurochemical deficits in rodent models of Parkinson's disease. *Neuroscience.* 2003;119(3):899-911.
64. Fisher BE, Petzinger GM, Nixon K, Hogg E, Bremmer S, Meshul CK, et al. Exercise-induced behavioral recovery and neuroplasticity in the 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine-lesioned mouse basal ganglia. *J Neurosci Res.* 2004;77(3):378-90.
65. VanLeeuwen JE, Petzinger GM, Walsh JP, Akopian GK, Vuckovic M, Jakowec MW.

- Altered AMPA receptor expression with treadmill exercise in the 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine-lesioned mouse model of basal ganglia injury. *J Neurosci Res.* 2010;88(3):650-68.
66. Tufekci KU, Meuwissen R, Genc S, Genc K. Inflammation in parkinson's disease. In: *Advances in Protein Chemistry and Structural Biology* [Internet]. Elsevier Inc.; 2012. p. 69-132. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-398314-5.00004-0>
  67. Sung Y-H, Kim S-C, Hong H-P, Park C-Y, Shin M-S, Kim C-J, et al. Treadmill exercise ameliorates dopaminergic neuronal loss through suppressing microglial activation in Parkinson's disease mice. *Life Sci* [Internet]. 2012;91(25):1309-16. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lfs.2012.10.003>
  68. Wu SY, Wang TF, Yu L, Jen CJ, Chuang JI, Wu F Sen, et al. Running exercise protects the substantia nigra dopaminergic neurons against inflammation-induced degeneration via the activation of BDNF signaling pathway. *Brain Behav Immun* [Internet]. 2011;25(1):135-46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbi.2010.09.006>
  69. Dutra MF, Jaeger M, Ilha J, Kalil-Gaspar PI, Marcuzzo S, Achaval M. Exercise improves motor deficits and alters striatal GFAP expression in a 6-OHDA-induced rat model of Parkinson's disease. *Neurol Sci.* 2012;33(5):1137-44.
  70. Cotman CW, Berchtold NC. Exercise: A behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neurosci.* 2002;25(6):295-301.
  71. Howells DW, Porritt MJ, Wong JY, Batchelor PE, Kalnins R, Hughes a J, et al. Reduced BDNF mRNA expression in the Parkinson's disease substantia nigra. *Exp Neurol.* 2000;166(1):127-35.
  72. Scalzo P, Kümmer A, Bretas TL, Cardoso F, Teixeira AL. Serum levels of brain-derived neurotrophic factor correlate with motor impairment in Parkinson's disease. *J Neurol.* 2010;257(4):540-5.
  73. Lau Y, Patki G, Das-Panja K. Neuroprotective effects and mechanisms of exercise in a chronic mouse model of Parkinson's disease with moderate neurodegeneration. *Eur J Neurosci* [Internet]. 2011;33(7):1264-74. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1460-9568.2011.07626.x/full>
  74. Zoladz JA, Majerczak J, Zeligowska E, Mencil J, Jaskolski A, Jaskolska A, et al. Moderate-intensity interval training increases serum brain-derived neurotrophic factor level and decreases inflammation in parkinson's disease patients. *J Physiol Pharmacol.* 2014;65(3):441-8.
  75. Marusiak J, Zeligowska E, Mencil J, Kisiel-Sajewicz K, Majerczak J, Zoladz JA, et al. Interval training-induced alleviation of rigidity and hypertonia in patients with Parkinson's disease is accompanied by increased basal serum brain-derived neurotrophic factor: A repeated-measures, case series pilot study. *J Rehabil Med.*

2015;47(4):372-5.

76. Frazzitta G, Maestri R, Ghilardi MF, Riboldazzi G, Perini M, Bertotti G, et al. Intensive Rehabilitation Increases BDNF Serum Levels in Parkinsonian Patients: A Randomized Study. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2014;28(2):163-8. Available from: <http://nnr.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/1545968313508474>
77. Goetz CG, Poewe W, Rascol O, Sampaio C, Stebbins GT, Counsell C, et al. Movement Disorder Society Task Force report on the Hoehn and Yahr staging scale: Status and recommendations. *Mov Disord*. 2004;19(9):1020-8.
78. Martinez-Martin P, Rodriguez-Blazquez C, Forjaz MJ, Chaudhuri KR. Multi-domain scales. In: *Guide to Assessment Scales in Parkinson's Disease* [Internet]. Springer Healthcare; 2014. p. 13-23. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-907673-88-7>
79. Department of Medical Social Sciences Informatics, Center for Rehabilitation Outcomes Research. Rehabilitation Measures Database [Internet]. Rehab Measures: Lower Quarter Y-Balance Test. 2010 [cited 2017 Apr 21]. p. <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/D>. Available from: <http://www.rehabmeasures.org/rehabweb/tdefault1.aspx>
80. Gouelle A. Use of functional ambulation performance score as measurement of gait ability: Review. *J Rehabil Res Dev* [Internet]. 2014;51(5):665-74. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84907049848&partnerID=tZOtx3y1%5Cnhttp://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L600034645%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1682/JRRD.2013.09.0198>
81. Rikli R, Jones J. The Interactive Health Partner Wellness Program addresses fall prevention with assessments and outcomes tracking in an easy to use, comprehensive online system.
82. Paula JJ, Malloy-Diniz LF, Romano-Silva MA. Reliability of working memory assessment in neurocognitive disorders: A study of the Digit Span and Corsi Block-Tapping tasks. *Rev Bras Psiquiatr*. 2016;38(3):262-3.
83. Sisco S., Slonena E., Okun MS., Bower D., Price CC. Parkinson's Disease and th Stroop Color Word Test: Processing Speed and Interference Algorithms. *Clin Neuropsychol*. 2016;30(7):1104-17.
84. Schretlen D, Bobholz J, Brandt J. Development and psychometric properties of the Brief Test of Attention. *Clin Neuropsychol*. 1996;10(1):80-9.
85. Chaudhuri KR, Martinez-Martin P, Schapira AH V, Stocchi F, Sethi K, Odin P, et al. International multicenter pilot study of the first comprehensive self-completed nonmotor symptoms questionnaire for Parkinson's disease: The NMSQuest study. *Mov*

Disord. 2006;21(7):916-23.

86. Pedersen KF, Alves G, Larsen JP, Tysnes O-B, Møller SG, Brønnick K. Psychometric properties of the Starkstein Apathy Scale in patients with early untreated Parkinson disease. *Am J Geriatr Psychiatry* [Internet]. 2012;20(2):142-8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22064613>

## Anexos

### Anexo I - Tabela resumo dos estudos analisados na secção “Tipos de exercício físico e os seus efeitos sobre os sintomas parkinsonianos”

Treino de Resistência		
Ensaio clínico	Resultados da intervenção	
L. Dibble <i>et al.</i> (29)	Variáveis	Resistência alta intensidade vs Grupo controlo
Nº: 20 pessoas Estádios H&Y: 1-3 Idades: 40-85 anos  Duração: 12 semanas	Velocidade da marcha	Melhoria apenas no grupo de treino (+12% vs +2%).
	Prestação no TUG	Melhoria apenas no grupo de treino, com redução do tempo para execução da prova (-17% vs -2%).
	Força muscular	Melhoria mais significativa no grupo de treino, quer para os MI mais afetado (+18% vs +4%) como para os MI menos afetado (+13% vs +9%).
	Pontuação de PDQ-39	Melhoria mais significativa no grupo de treino (-15% vs -2%).
	Pontuação de UPDRS-III	Melhoria mais significativa no grupo de treino (-16% vs -8%).
D. Corcos <i>et al.</i> (30)	Variáveis	PRE vs mFC
Nº: 48 pessoas Severidade da DP: moderada Idades: 50-67 anos  Duração: 24 meses	Pontuações de UPDRS-III	Melhoria mais significativa no grupo PRE (-7,4 vs -0,1 pontos).
	Força muscular	Melhoria apenas no grupo PRE (+9 vs -5,3 Nm).
	Velocidade dos movimentos	Melhoria mais significativa no grupo PRE (+118,3 vs +74,8 graus/s).
	Pontuação de mPPT	Melhoria por ambos os grupos, sem diferenças entre eles (+4,6 vs +4,1 pontos).
	Pontuação de PDQ-39	Nenhum grupo produziu alterações valorizáveis.
J. Prodoehl <i>et al.</i> (31)	Variáveis	PRE vs mFC
Nº: 48 pessoas Severidade da DP: moderada Idades: 50-67 anos  Duração: 24 meses	Pontuação de mPPT	Ambos os grupos conduziram a melhorias significativas de todos os parâmetros avaliados, sem diferenças significativas entre eles.
	Prestação no STS	
	Prestação no FRT	
	Prestação no TUG	
	Pontuação de BBS	
	Distância percorrida no 6MWT	
	Velocidade de marcha	

F. David <i>et al.</i> (32)	Variáveis	PRE vs mFC
Nº: 48 pessoas Severidade da DP: moderada Idades: 50-67 anos Duração: 24 meses	Pontuação de “ <i>Digit Span Fowards and Backwards</i> ”	Melhoria por ambos os grupos, sem diferenças entre eles (+0,5 vs +0,7 pontos).
	Pontuação de “ <i>Stroop Color-Word Interference</i> ”	Melhoria por ambos os grupos, sem diferenças entre eles (+0,2 vs +0,3 pontos).
	Pontuação de BTA	Melhoria mais significativa no grupo PRE (+0,3 vs +0,1 pontos).
M. Ni <i>et al.</i> (33)	Variáveis	PWT vs Grupo controlo
Nº: 26 pessoas Estádios H&Y: 1-3 Idades: 60-90 anos Duração: 3 meses	Bradicinesia (UPDRS): MS (itens 23,24 e 25) e MI (itens 26,27,29 e31)	Melhoria mais significativas no grupo PWT, quer para os MS (-3 vs -0,4 pontos) como para os MI (-1,6 vs -0,3 pontos).
	Força muscular	Melhoria apenas no grupo PWT (aumento da força nos 5 grupos musculares testados).
	Potência muscular	Melhoria apenas no grupo PWT (aumento da potência nos 5 grupos musculares testados).
	Pontuação de PDQ-39	Melhoria apenas no grupo PWT (-2,5 vs +5,2 pontos).
<b>Exercício Aeróbio - “Treadmill Training”</b>		
A. Nadeau <i>et al.</i> (34)	Variáveis	TT <i>speed</i> vs TT <i>mixed</i> vs Controlo ativo
Nº: 34 pessoas Estádios H&Y: 1,5-2 Idades: 40-80 anos Duração: 24 semanas	Parâmetros espaciotemporais da marcha (em velocidade usual)	Melhorias significativas apenas nos grupos TT, sem diferenças entre eles (aumento da velocidade, cadência, comprimento da passada, tempo de suporte único e diminuição do tempo de suporte duplo).
	Distância percorrida no 6MWT	Melhorias significativas apenas nos grupos TT, sem diferenças entre eles.
	Pontuação de PDQ-39	Melhoria significativa apenas no grupo TT <i>mixed</i> (-25,4%).
	Pontuação de UPDRS	Todos os grupos produziram melhorias, verificando-se redução das pontuações obtidas.
	Pontuação de BDI-II	Todos os grupos produziram melhorias, verificando-se redução das pontuações obtidas.
T. Herman <i>et al.</i> (35)	Variáveis	TT de alta intensidade
Nº: 9 pessoas Estádios H&Y: 1,5-3 Idades: média de 70 anos Duração: 6 semanas	Parâmetros espaciotemporais da marcha (em velocidade usual)	Aumento da velocidade, do comprimento da passada e redução da variabilidade da fase de balanço no ciclo de marcha.
	Pontuação de UPDRS-III	Melhoria dos sintomas motores, verificando-se redução das pontuações obtidas.
	Pontuação de PDQ-39	Melhoria da qualidade de vida, verificando-se redução das pontuações obtidas.

	Pontuação de SPPB	Melhoria da performance funcional, verificando-se aumento das pontuações obtidas.
	Pontuações de ABC	Sem alterações significativas.
	Pontuação de GDS	Sem alterações significativas.
B. Fisher <i>et al.</i> (36)	Variáveis	TT de alta intensidade vs Exercícios de baixa intensidade vs Controlo
<p>Nº: 30 pessoas Estadio H&amp;Y: 1-2 Idades: ≥ 18 anos Duração: 8 semanas</p>	Parâmetros espaciotemporais da marcha (em velocidade usual e em velocidade máxima)	<p>Melhorias mais significativas no grupo TT alta intensidade.</p> <p>Resultados da prova em velocidade usual: Velocidade (+4,4%); Comprimento da passada (+4,7%); Comprimento do passo (+5,8%); Amplitude articular da anca (+7,5%) e tornozelo (+4,6%); Tempo suporte duplo (-6,3%).</p> <p>Resultados da prova em velocidade máxima: Resultados similares aos obtidos na prova em velocidade usual.</p>
	Prestação no STS	Todos os grupos reduziram o tempo de execução da prova. Apenas o TT de alta intensidade aumentou a simetria das forças de reação com o solo (+33,3%).
	Pontuação de UPDRS	Nenhum grupo produziu alterações significativas.
L. Shulman <i>et al.</i> (37)	Variáveis	TT de alta intensidade vs TT baixa intensidade vs Exercícios de resistência e flexibilidade
<p>Nº: 67 pessoas Estádios H&amp;Y: 1-3 Idades: ≥ 40 anos Duração: 3 meses</p>	Distância percorrida no 6MWT	Melhoria da distância percorrida em todos os grupos, com um aumento superior no grupo TT de baixa intensidade (+6% vs +12% vs +9%).
	Prestação no T10MWT e no T15MWT	Melhorias significativas apenas no grupo TT de baixa intensidade.
	Aptidão cardiovascular (VO <sub>2</sub> )	Melhorias significativas apenas nos grupos TT, sem diferenças entre eles (+8% vs +7% vs -0,2%).
	Força muscular	Melhorias significativas apenas no grupo de exercícios de resistência e flexibilidade (+2% vs +8% vs +16%).
	Pontuações de UPDRS	Nenhum grupo produziu alterações na pontuação total. Apenas o grupo de exercícios de resistência e flexibilidade reduziu a pontuação de UPDRS-III (-3,5 pontos).
	Pontuações de FES, PFS-16, BDI, PDQ-39	Nenhum grupo produziu alterações.
	Atividade física ambulatória (TUG, SEADLS, nº passos/ 48h)	

M. Pohl <i>et al.</i> (38)	Variáveis	TT de alta intensidade vs TT baixa intensidade vs Treino convencional da marcha vs Controlo
Nº: 17 Estadio H&Y: 1-3 Idades: média de 62 anos Duração: 4 dias	Parâmetros espaciotemporais da marcha (em velocidade usual)	Melhorias significativas apenas nos grupos de TT. Não se verificam diferenças valorizáveis entre os grupos para os parâmetros da velocidade e comprimento da passada. Porém, o grupo de TT de alta intensidade produziu uma redução mais significativa do tempo de suporte duplo.
I. Miyai <i>et al.</i> (39)	Variáveis	BWSTT vs Terapia física convencional
Nº: 24 pessoas Estádios H&Y: 2,5-3 Idades: 67-71 anos Duração: 4 semanas	Prestação no T10MWT	Maior redução do tempo necessário para a execução da prova no grupo BWSTT. Redução do número de passos dados durante a prova apenas no grupo BWSTT.
	Pontuações de UPDRS	Melhorias em ambos os grupos, sem diferenças valorizáveis entre eles.
T. Toole <i>et al.</i> (41)	Variáveis	“Unweighted group” vs “Weighted group” vs “Treadmill control group”
Nº: 23 pessoas Estádios H&Y: 2-5 Idades: média de 71,5 anos Duração: 6 semanas	Parâmetros espaciotemporais (em velocidade usual)	Melhorias produzidas em todos os grupos, sem diferenças significativas entre eles.
	Pontuações de UPDRS	
	Equilíbrio (posturografia dinâmica e BBS)	
	Amplitude dos movimentos dos MI	
	Força das junções musculares dos MI	Nenhum grupo produziu alterações.
<b>Exercício Aeróbio - “Nordic Walking”</b>		
F. Eijkeren <i>et al.</i> (20)	Variáveis	“Nordic Walking” (NW)
Nº: 19 pessoas Estádios H&Y: 1-3 Idades: 58-76 anos Duração: 6 semanas	Prestação no T10MWT	Redução do tempo necessário para realizar estas provas, refletindo a melhoria da velocidade da marcha.
	Prestação no TUG	
	Distância percorrida no 6MWT	Aumento da distância percorrida nesta prova, refletindo a melhoria da resistência de caminhada.
	Pontuação de PDQ-39	Redução das pontuações, refletindo melhoria da qualidade de vida.
L. Cugusi <i>et al.</i> (42)	Variáveis	“Nordic Walking” (NW) vs Controlo
Nº: 20 Estádios H&Y: 1-3 Idades: 40-80 anos Duração: 12 semanas	Distância percorrida no 6MWT	Aumento da distância percorrida apenas no grupo NW.
	Prestação no TUG	Diminuição do tempo de execução da prova apenas no grupo NW.
	Pontuações de BBS	Melhoria significativa apenas no grupo NW, com aumento das pontuações obtidas.

	Força muscular	Nenhum dos grupos alterou a força muscular dos MS. Apenas o grupo NW melhorou a força dos MI, com redução do tempo de execução do teste STS.
	Flexibilidade (BST e SRT)	Nenhum dos grupos alterou a flexibilidade da parte superior do corpo. Apenas o grupo NW melhorou a flexibilidade lombar e isquiotibial, com aumento da distância alcançada no teste SRT.
	Pontuações de UPDRS-III	Melhoria significativa apenas no grupo NW, com diminuição das pontuações obtidas.
	Pontuação de PFS-16	Melhoria significativa apenas no grupo NW, com diminuição das pontuações obtidas.
	Pontuação de SAS	Melhoria significativa apenas no grupo NW, com diminuição das pontuações obtidas.
	Pontuação de BDI-II	Melhoria significativa apenas no grupo NW, com diminuição das pontuações obtidas.
	Pontuação de NMSS	Melhoria significativa apenas no grupo NW, com diminuição das pontuações obtidas.
	Constituição corporal	Melhoria significativa apenas no grupo NW: Aumento da massa muscular, massa celular e da quantidade de água intracelular; diminuição do perímetro da cintura, anca e tornozelo.
<b>Exercício Aeróbico - Ciclismo</b>		
A. Ridgel <i>et al.</i> (45)	Variáveis	Exercício forçado (EF) vs Exercício voluntário (EV)
Nº: 10 pessoas Estádios H&Y: 1-3 Idades: média de 61,2 anos  Duração: 8 semanas	Aptidão cardiovascular (VO <sub>2</sub> max)	Melhorias significativas em ambos os grupos (+11% vs +17%).
	Pontuações de UPDRS-III	Melhorias significativas apenas no grupo EF: Pontuação total (-35%); Item 22 - Rigidez (-41%); Itens 20 e 21 - Tremor (-38%); Itens 23-26 e 31 - Bradicinesia (-28%).
	Destreza manual (prova de separação de 2 objetos)	Melhorias significativas apenas no grupo EF: Melhoria da coordenação das mãos; Aumento da força produzida para separar os objetos; Redução da área utilizada durante essa manipulação.
E. McGough <i>et al.</i> (44)	Variáveis	Ciclismo "tandem"
Nº: 41 pessoas Estádios H&Y: 0-4 Idades: 45-75 anos  Duração: 10 semanas	Parâmetros espaciotemporais da marcha (em velocidade usual e em velocidade máxima)	Caminhada em velocidade usual: melhoria significativa apenas da velocidade (+0,04m/s) e cadência (+2,24 passos/s). Caminhada em velocidade rápida: não foram produzidas alterações significativas.
	Pontuação de BBS	Melhorias significativas das pontuações (+1,5 pontos).

	Pontuação de SPPB	Melhorias significativas das pontuações (+0,8 pontos).
	Prestação no STS	Redução do tempo de execução (-1,25 s).
	Prestação no TUG	Redução do tempo de execução (-0,33 s).
A. Ridgel <i>et al.</i> (46)	Variáveis	“Active-Assisted Cycling” (AAC)
Nº: 10 pessoas Estádios H&Y: 1-3 Idades: 45-74 anos Duração: 1 sessão de 40 minutos	Kinesia (tremor e bradicinesia)	Redução da amplitude e da frequência (de 6Hz para 4Hz) do tremor de repouso. Aumento da velocidade e da amplitude dos movimentos.
<b>Treino de Equilíbrio</b>		
I. Wong-Yu <i>et al.</i> (47)	Variáveis	Treino de equilíbrio vs Exercícios para os membros superiores
Nº: 84 pessoas Estádios H&Y: 2-3 Idades: média de 61 anos Duração: 8 semanas	Pontuação de BESTest	Melhorias significativas apenas no grupo de treino de equilíbrio (+10,7% vs +0,8%).
	Velocidade usual da marcha	Melhorias significativas apenas no grupo de treino de equilíbrio (+0,09m/s vs +0,01m/s).
	Pontuação de ABC	Melhorias significativas apenas no grupo de treino de equilíbrio (+5,5% vs +1,5%).
	Prestação no <i>dual-task</i> TUG	Diminuição significativa do tempo de execução da prova apenas no treino de equilíbrio (-3,5s vs -0,4s).
D. Conradsson <i>et al.</i> (48)	Variáveis	HiBalance vs Controlo sedentário
Nº: 100 pessoas Estádios H&Y: 2-3 Idades: ≥60 anos Duração: 10 semanas	Pontuação no Mini-BESTest	Melhoria significativa apenas no HiBalance (+3 pontos).
	Parâmetros espaciotemporais da marcha (caminhada normal e de dupla tarefa)	Caminhada normal: melhoria apenas no grupo HiBalance, com aumento da velocidade (+0,1m/s) e comprimento da passada (+0,04m). Caminhada de dupla tarefa: sem diferenças significativas entre os grupos.
	Desempenho cognitivo	Caminhada de dupla tarefa: melhoria apenas no grupo HiBalance. Pacientes sentados: sem diferenças significativas entre os grupos.
	Pontuação de UPDRS-II	Melhoria significativa apenas no HiBalance (-1,7 pontos).
	Atividade física (nº passos/dia)	Apenas o HiBalance revelou uma tendência para a melhoria, apesar de não significativa (+282 passos/dia).
	Pontuação de FES	Sem diferenças significativas entre os grupos.
	Pontuação de MFE	Sem diferenças significativas entre os grupos.

Tai Chi		
M. Hackney <i>et al.</i> (52)	Variáveis	Tai chi vs Controlo sem intervenção
Nº: 33 pessoas Estádios H&Y: 1,5-3 Idades: ≥40 anos Duração: 13 semanas	Prestação no TUG	Redução mais significativa do tempo de execução da prova no Tai chi (-10,2% vs -1,15%).
	Distância percorrida no 6MWT	Melhoria mais significativa no Tai chi (+10,3% vs +0,2%).
	Prova TS	Melhoria significativa apenas no Tai chi, com aumento do tempo suportado na prova (+34,8% vs -26,7%).
	Prova OLS	Nenhum dos grupos produziu alterações.
	Pontuação de BBS	Melhoria significativa apenas no Tai chi (+7,0% vs -1,0%).
	Pontuações de UPDRS-III	Melhoria significativa apenas no Tai chi (-5,6% vs +17,2%).
	Parâmetros da marcha (em velocidade usual)	Resultados da prova de marcha para trás - Melhoria significativa apenas no Tai chi: FAP (+10,9% vs 1,2%); Velocidade da marcha (+25,1% vs -0,4%); Comprimento da passada (+18,3% vs -3,2%). Resultados da prova de marcha para frente - Nenhum dos grupos produziu alterações.
Q. Gao <i>et al.</i> (53)	Variáveis	Tai chi vs Controlo sem intervenção
Nº: 76 pessoas Idades: >40 anos Duração: 12 semanas	Pontuação de BBS	Melhoria mais significativa no Tai chi (+4,16 vs +0,38 pontos).
	Pontuação de UPDRS-III	Sem diferenças valorizáveis entre os grupos.
	Prestação no TUG	Sem diferenças valorizáveis entre os grupos.
	Ocorrência de quedas nos 6 meses seguintes à intervenção	O Tai Chi reduziu mais significativamente a incidência de quedas, apresentando uma menor percentagem de pessoas que registou a ocorrência de pelo menos uma queda (21,6% vs 48,7%). O Tai Chi apresenta um número médio de quedas inferior ao grupo de controlo (0,30 vs 0,64).
F. Li <i>et al.</i> (54)	Variáveis	Tai chi vs Resistência vs Flexibilidade
Nº: 195 pessoas Estádios H&Y: 1-4 Idades: 40-85 anos Duração: 24 semanas	Posturografia dinâmica	O Tai chi superou os restantes grupos. O Tai chi aumentou a excursão máxima em 9,56% e o controlo direcional em 8,02%. O grupo de resistência aumentou a excursão máxima em 4,02%, mas não alterou o controlo direcional. Sem alterações relevantes no grupo de flexibilidade.
	Prestração no FRT	O Tai chi superou o grupo de resistência, aumentando de forma mais significativa a distância alcançada. Sem alterações relevantes no grupo de flexibilidade.

	Parâmetros espaciotemporais da marcha	O Tai chi superou o grupo de resistência no comprimento da passada (+10,3 vs +4,3cm). Contudo, estes 2 grupos melhoraram de forma equivalente a velocidade da marcha (+10,4 vs 10,0cm/s). O grupo de flexibilidade apenas melhorou a velocidade da marcha, mas de forma menos significativa que os restantes grupos (4,5cm/s).
	Força muscular	O Tai chi e o grupo de resistência aumentaram de forma equivalente a força dos extensores do joelho (+13,9 vs 14,6Nm) e dos flexores do joelho (+5,1 vs +8,9Nm). Sem alterações relevantes no grupo de flexibilidade.
	Prestação no TUG	O Tai chi e o grupo de resistência reduziram de forma equivalente o tempo de execução da prova (-1,05 vs -1,00s). Sem alterações relevantes no grupo de flexibilidade.
	Pontuação de UPDRS-III	O Tai chi e o grupo de resistência reduziram de forma equivalente as pontuações obtidas (-6,42 vs -5,07 pontos). O grupo de flexibilidade também reduziu as pontuações, mas de forma menos significativa que os restantes (-1,4 pontos).
	Nº de quedas	Tai Chi revelou um menor nº de quedas (62 vs 133 vs 186).
<b>Tango argentino</b>		
R. Duncan e M. Earhart (56)	Variáveis	Tango argentino vs Controlo (sem intervenção)
Nº: 62 pessoas Estádios H&Y: 1-4 Idades: média de 69 anos  Duração: 12 meses	Pontuação de UPDRS	UPDRS-I e II: Nenhum dos grupos produziu alterações relevantes. UPDRS-III: Melhoria apenas no grupo de tango, com redução das pontuações obtidas.
	Pontuação de BESTest	Melhoria apenas no grupo de tango.
	Pontuação de FOG_Q	Sem alterações das pontuações obtidas no grupo de tango. Aumento das pontuações no grupo de controlo, indicando agravamento do congelamento da marcha.
	Distância percorrida no 6MWT	Aumento da distância no grupo de tango e diminuição no grupo de controlo.
	Velocidade de marcha	Aumento da velocidade apenas no grupo de tango.
	Destreza manual (9HPT)	Melhoria apenas no grupo de tango. Agravamento no grupo de controlo.

M. Hackney e M. Earhart (55)	Variáveis	Tango argentino vs <i>Waltz/Foxtrot</i> vs Controlo (sem intervenção)
Nº: 58 pessoas Estádios H&Y: 1-3 Idades: >40 anos Duração: 13 semanas	Pontuação de UPDRS	Melhoria apenas nos grupos de dança, com redução das pontuações obtidas.
	Pontuação de BBS	Melhoria significativa apenas nos grupos de dança, com aumento das pontuações obtidas.
	Prestação no TUG	Melhoria apenas no grupo de tango, mas não significativa.
	Pontuação de FOG_Q	Melhoria significativas apenas no grupo de tango, com redução das pontuações obtidas.
	Distância percorrida do 6MWT	Aumento significativo da distância percorrida apenas nos grupos de dança.
	Parâmetros espaciotemporais da marcha	Aumento significativo do comprimento da passada na marcha para trás apenas nos grupos de dança. Melhorias dos outros parâmetros testados nos grupos de danças, mas não significativas.
<b>Tecnologia e realidade virtual</b>		
Y.Liao <i>et al.</i> (57)	Variáveis	Grupo VRWii vs Exercícios tradicionais (ET) vs Controlo
Nº: 36 pessoas Estádios H&Y: 1-3 Idades: média de 65,7 anos Duração: 6 semanas	Parâmetros espaciotemporais no contorno de obstáculos	Melhorias mais significativas nos grupos VRWii e ET, sem diferenças valorizáveis entre eles: Comprimento da passada de contorno (+14,4 vs +7,3 vs -1,5 cm); Velocidade de contorno (+11,9 vs +8,3 vs -1,9 cm/s).
	Teste dos limites de estabilidade	Melhorias mais significativas nos grupos VRWii e ET. Sem diferenças entre eles para a excursão máxima e controlo direcional. Grupo VRWii melhorou de forma superior a velocidade de movimento. Excursão máxima (para a frente: +13,1 vs +7,5 vs +0,6%; para o lado: +6,6 vs +4,1 vs -3,0%); Controlo direcional (para a frente: +10,4 vs +6,1 vs -0,5%; para o lado: +4,8 vs +2,8 vs -2,5%); Velocidade dos movimentos (para a frente: +1,6 vs +0,8 vs +0,1%; para o lado: +1,7 vs +0,8 vs -0,2%).
	Prestação no TUG	Melhorias mais significativas nos grupos VRWii e ET, sem diferenças entre eles (-2,9 vs -1,1 vs +0,7s).
	Pontuação de SOT	Melhorias mais significativas nos grupos VRWii e ET, sem diferenças entre eles (+10,5 vs +5,0 vs -1,0%).
	Pontuação de FES	Melhorias mais significativas nos grupos VRWii e ET, sem diferenças entre eles (-11,2 vs -7,1 vs +0,5 pontos).
	Pontuação de PDQ-39	Melhorias mais significativas nos grupos VRWii e ET, sem diferenças entre eles (-15,7 vs -11,4 vs +0,7 pontos).

J. Pompeu <i>et al.</i> (58)	Variáveis	Jogos “Kinect Adventures”
Nº: 7 pessoas Estádios H&Y: 2-3 Idades: 60-85 anos  Duração: 14 sessões (60 minutos cada)	Viabilidade	Aumento das classificações obtidas nos 4 jogos selecionados, apoiando a viabilidade da intervenção.
	Segurança	Ausência de eventos adversos, apoiando a segurança da intervenção.
	Distância percorrida no 6MWT	Aumento da distância percorrida (+30.3m).
	Pontuação de BESTest	Aumento das pontuações obtidas (+14,1 pontos).
	Pontuação de DGI	Aumento das pontuações obtidas (+2,4 pontos).
	Pontuação de PDQ-39	Aumento das pontuações obtidas (-5,5 pontos).

## Anexo II - Escalas e testes de avaliação

### Avaliação da incapacidade e severidade dos défices motores

- **“Hoehn & Yahr Scale for Staging of Parkinson Disease” (H&Y):** A escala H&Y é frequentemente utilizada para avaliar a progressão da DP. A sua versão original foi criada em 1967 e engloba os estadios de 1 a 5, sendo que o último corresponde ao grau de maior severidade. Posteriormente, foi desenvolvida a escala H&Y modificada que inclui adicionalmente os estadios 1,5 e 2,5 para ajudar a classificar o curso intermediário da patologia.(77)

Escala de Hoehn & Yahr (77)		Escala modificada de Hoehn & Yahr (77)	
0	Nenhum sinal de doença.	0	Nenhum sinal de doença.
1	Envolvimento unilateral com ausência ou mínima incapacidade funcional.	1	Envolvimento apenas unilateral;
		1,5	Envolvimento unilateral e axial;
2	Envolvimento bilateral sem prejuízo do equilíbrio.	2	Envolvimento bilateral sem prejuízo do equilíbrio;
		2,5	Doença bilateral leve com recuperação no “teste do empurrão” (empurra-se bruscamente o paciente para trás a partir dos ombros, o paciente dá mais que três passos, mas recupera o equilíbrio sem ajuda);
3	Doença bilateral: incapacidade leve a moderada com instabilidade dos reflexos posturais. Fisicamente independente.	3	Doença bilateral leve a moderada. Alguma instabilidade postural. Fisicamente independente;
4	Doença severamente incapacitante, mas ainda capaz de andar ou ficar de pé sem auxílio.	4	Incapacidade grave, mas ainda é capaz de andar ou ficar de pé sem auxílio;
5	Confinado ao leito ou cadeira de rodas a não ser que receba auxílio.	5	Confinado à cama ou cadeira de rodas a não ser que receba auxílio.

- **“Unified Parkinson’s Disease Rating Scale” (UPDRS):** A UPDRS é utilizada para avaliar a incapacidade e os défices motores de pessoas com DP. Esta escala de avaliação é mais abrangente que a escala H&Y, dado que analisa os aspetos motores da doença, bem como as manifestações não motoras que a acompanham. A UPDRS encontra-se organizada nas seguintes partes: Parte I (estado mental, comportamento e humor); Parte II (atividades de vida diária); Parte III (avaliação motora); Parte IV (complicações da terapia); Parte V (escala modificada de *Hoehn & Yahr*) e Parte VI

(“*Schwab & England Activities of Daily Living Scale*”). A obtenção de pontuações mais elevadas corresponde a graus superiores de incapacidade.(78)

### Avaliação da marcha e aspetos relacionados com quedas

- **“6-Minute Walk Test” (6MWT):** Determina a distância, em metros, percorrida pelo participante durante 6 minutos, fornecendo uma avaliação da sua resistência durante a marcha.(79)
- **“Timed 10 or 15-Meter Walk Test” (T10WMT, T15WMT):** Determina o tempo, em segundos, que o interveniente demora a percorrer uma distância de 10 ou de 15 metros, fornecendo informação sobre a velocidade da sua marcha.(79)
- **“Functional Ambulation Profile” (FAP):** A pontuação de FAP representa a quantificação da marcha com base numa seleção de parâmetros espaciotemporais, obtidos em velocidade auto-selecionada. O FAP é um sistema que se encontra integrado em passadeiras eletrónicas e é considerado o “*gold standard*” para analisar os parâmetros espaciotemporais da marcha. A pontuação de FAP é calculada através da subtração de pontos à classificação máxima de 100, consoante as alterações encontradas nos valores dos seguintes parâmetros (em relação ao valor padronizado): comprimento do passo (SL), comprimento do passo normalizado para o comprimento da perna (SL/LL), velocidade da marcha normalizada para o comprimento da perna (V/LL), grau de assimetria do comprimento do passo normalizado entre os dois membros e valor da base de suporte dinâmica (distância do centro do calcanhar de um pé até à linha de progressão entre duas pegadas do pé oposto). Pontos adicionais podem ser descontados se houver utilização de auxiliares de marcha ou de dispositivos de apoio. A pontuação total obtida neste teste varia de 30 a 100 pontos (se houve uso de auxiliares ou dispositivos de apoio) ou de 40 a 100 pontos (se não houve utilização), sendo que pontuações superiores correspondem a melhores desempenhos.(80)
- **“Freezing of Gait Questionnaire” (FOG\_Q):** Esta escala é aplicada com o intuito de avaliar a gravidade do congelamento da marcha. É constituída por 6 itens, que avaliam a frequência do congelamento da marcha, distúrbios da marcha e de outros aspetos motores. Cada item é pontuado de 0 (ausência de sintomas) a 4 pontos (maior gravidade). A pontuação total varia de 0 a 24 pontos, sendo que pontuações mais altas correspondem a estados de maior severidade.(79)
- **“Falls Efficacy Scale” (FES):** É um questionário constituído por 16 itens, cujo objetivo é avaliar o grau de preocupação de queda durante diferentes atividades. Cada item é pontuado numa escala de 1 a 4 pontos e, portanto, a pontuação total varia de 16 a 64 pontos. Classificações mais elevadas neste questionário correspondem a uma maior preocupação de queda.(48)

## Avaliação da força muscular

- **“The Five Time Sit to Stand Test” (STS):** Esta prova avalia a força muscular dos membros inferiores. Para a sua realização, o participante encontra-se sentado de braços cruzados e é pedido que se levante e se sente 5 vezes, o mais rápido possível, cronometrando-se o tempo necessário para a realização da tarefa. Considera-se falha na realização do teste se o participante necessitar de auxílio para o completar ou se utilizar o apoio dos membros superiores.(79)

## Avaliação da mobilidade e função física

- **“Timed Up and Go Test” (TUG):** Determina o tempo, em segundos, que o participante necessita para se levantar da cadeira, andar uma certa distância (geralmente 3 metros), virar-se, caminhar de volta à cadeira e sentar-se.(79)
- **Dual-task TUG:** Neste teste é solicitado ao paciente que realize uma tarefa cognitiva (exemplo: contagem decrescente de 100 até 90), enquanto está sentado na cadeira. Posteriormente, a prova de marcha é iniciada, sendo cronometrado o tempo que o paciente necessita para se levantar, andar 3 metros, virar-se, caminhar de volta à cadeira e sentar-se.(47)
- **“Short Physical Performance Battery” (SPPB):** Esta ferramenta é utilizada para avaliar a performance física da população idosa, testando o desempenho dos membros inferiores. Este teste consiste na realização de 3 tarefas: equilíbrio estático em pé, caminhar em velocidade confortável por 4 metros e prova STS.(44)
- **“Functional Reach Test” (FRT):** Nesta prova o participante encontra-se em pé e é pedido que direcione um dos membros superiores para a frente, registando-se o seu comprimento, que corresponde à posição inicial. De seguida, pede-se ao participante que alcance a máxima distância possível com o seu membro, sem que mova os pés, registando-se a posição final. Assim, esta prova avalia a distância máxima de alcance, que é obtida através da diferença da posição inicial e final.(79)
- **“Nine-Hole Peg Test” (9HPT):** Esta prova avalia a função dos membros superiores, testando a destreza manual. Neste teste é pedido ao participante que coloque os 9 pinos de um recipiente em 9 buracos de uma placa e, de seguida, os retire novamente, o mais rápido que conseguir. Somente a mão que está a ser testada deve realizar a prova. A mão que não está a ser avaliada pode segurar na borda da placa, a fim de fornecer maior estabilidade. As pontuações são baseadas no tempo necessário para completar a atividade, sendo expressas em segundos. Contudo, as pontuações também se podem basear no número de pinos colocados em 50 ou 100 segundos e, neste caso, o resultado é expresso em pinos por segundo. O cronómetro deve ser iniciado a partir do momento em que o participante toca no primeiro pino.(79)

- **“modified Physical Performance Test” (mPPT):** É um teste de observação direta que avalia múltiplos domínios da função física através da realização de tarefas que simulam as atividades de vida diárias, em níveis progressivos de dificuldade. Esta prova é constituída por 9 tarefas: elevação de um livro, vestir e despir um casaco, pegar num cêntimo, elevar uma cadeira, rodar 360°, caminhar 15,5 metros, subir um lance de escadas, subir 4 lances de escadas e realizar o teste de Romberg. As primeiras sete tarefas correlacionam-se com o grau de incapacidade, perda de independência e mortalidade. As últimas duas tarefas correlacionam-se com a institucionalização e perda de independência.(79)
- **“Schwab and England Activities of Daily Living Scale” (SEADLS):** Esta ferramenta avalia o desempenho funcional das pessoas com DP durante as atividades de vida diária. A pontuação desta escala varia de 0% a 100%, com classificações intermediárias de 10% em 10%. Cada classificação é acompanhada de uma descrição do desempenho funcional, sendo que 0% corresponde ao estado vegetativo e 100% corresponde ao estado de completa independência. O examinador solicita ao paciente que selecione a pontuação que descreve com maior precisão o seu nível de independência. Muitas vezes, a opinião do cuidador é também solicitada (consultar anexo III).(79)

### Avaliação do equilíbrio

- **“Berg Balance Scale” (BBS):** Esta ferramenta avalia o equilíbrio e o risco de quedas na população adulta idosa. Envolve a realização de 14 atividades estáticas e dinâmicas, com diferentes níveis de dificuldade. Cada tarefa é pontuada de 0 a 4, consoante a capacidade demonstrada na sua realização. Assim, a pontuação total pode variar de 0 a 56 pontos, sendo que pontuações inferiores indicam um risco superior de queda.(79)
- **“Balance evaluation systems test” (BESTest):** É um teste utilizado para avaliar o equilíbrio. É composto por 36 itens distribuídos por 6 secções distintas, que analisam diferentes componentes do controlo do equilíbrio: restrições biomecânicas, limites de estabilidade/verticalidade, ajustes posturais antecipatórios, respostas posturais, orientação sensorial e estabilidade da marcha. Cada item é pontuado numa escala de 0 a 3 e, portanto, a pontuação máxima obtida neste teste é de 108 pontos. A obtenção de pontuações mais elevadas indica melhores estados de equilíbrio.(47)
- **Mini-BESTest:** engloba apenas 4 secções (ajustes posturais antecipatórios, respostas posturais, orientação sensorial e estabilidade da marcha), sendo constituído por 14 itens. Cada item é pontuado numa escala de 0 a 2 e, portanto, a pontuação máxima que pode ser obtida é de 28 pontos. A obtenção de pontuações mais elevadas indica melhores estados de equilíbrio.(48)

- **“Modified Figure-of-Eight test” (MFE):** Neste teste, cujo intuito é avaliar o equilíbrio, o paciente é instruído a caminhar sobre a figura 8, marcada no chão, o mais rápido possível. A figura é desenhada utilizando uma fita de 40 mm de largura e cada círculo apresenta um diâmetro interno de 1,63m. O objetivo é que o paciente percorra a figura pisando sempre a fita, podendo-se contabilizar o número de passos em que o paciente não toca na mesma. (48)
- **“Activities-specific Balance Confidence” (ABC):** Esta ferramenta de avaliação é composta por 16 questões que analisam a confiança do participante relativamente ao seu equilíbrio durante as diversas atividades de vida diária. Cada item é pontuado numa escala que varia de 0% a 100%, sendo que as pontuações mais altas correspondem a maiores graus de confiança. A pontuação total é obtida pela adição das classificações obtidas em cada um dos itens e posterior divisão pelo nº total de itens. (79)
- **“One Leg Stance Test” (OLS):** Este teste avalia o equilíbrio estático. Para a sua execução o paciente deve manter os olhos abertos, colocar as mãos na cintura e deve apoiar-se no solo apenas com uma das pernas. A outra perna deve ser flexionada. É contabilizado o tempo, em segundos, durante o qual o participante consegue manter essa posição. Deve ser parado o cronómetro assim que o participante toca com a perna flexionada no chão ou na perna de apoio ou caso um dos braços deixe a cintura. A incapacidade de manter esta posição apenas durante 5 segundos indica que existe risco de queda. (79)
- **“Tandem Stance Test” (TS):** Este teste avalia o equilíbrio estático. Para a sua execução os participantes devem estar em posição ortostática, preferencialmente sem sapatos, mantendo-se com um pé à frente do outro (com o calcanhar de um pé a tocar nos dedos do outro pé). É cronometrado o tempo, em segundos, durante o qual o participante consegue manter essa posição (limite máximo geralmente é de 30 segundos). Inicialmente o teste é realizado com os olhos abertos e, posteriormente, deve ser efetuado com os olhos fechados. (79)
- **“Dynamic Gait Index” (DGI):** Este teste avalia a capacidade de o participante ajustar o equilíbrio durante a marcha, em diferentes contextos. A prova pode ser efetuada com ou sem auxílio e consiste na realização de 6 tarefas: marcha em superfície plana; mudança de velocidade na marcha; marcha com movimentos horizontais da cabeça; marcha com movimentos verticais da cabeça; marcha e rotação sobre o próprio eixo corporal (pivôt); subir uma escada. A prestação em cada uma das tarefas é pontuada de 0 a 3 pontos: 3 pontos - sem disfunção da marcha; 2 pontos - comprometimento mínimo da marcha; 1 ponto - comprometimento moderado da marcha; 0 pontos - comprometimento severo da marcha. A pontuação total obtida neste teste varia de 0 a 24 pontos, sendo que pontuações superiores correspondem a melhores estados de equilíbrio. (79)

- **Posturografia dinâmica**

- **Limites de estabilidade:** A excursão máxima avalia o limite dos movimentos do paciente (exemplo: inclinar ou deslocar o seu centro de massa sem cair) em relação ao limite teórico (100 %) em diversos sentidos.(54) O controlo direcional avalia a precisão do movimento, comparando a quantidade de movimento efetuada no sentido pretendido com a quantidade de movimentos efetuados noutros sentidos.(54) Ambos os *scores* variam de 0 a 100%, sendo que percentagens superiores indicam um melhor controlo e equilíbrio.(54)

- **“Sensory Organization Test” (SOT):** É um teste que fornece dados quantitativos sobre a funcionalidade de 3 sistemas que contribuem para a estabilidade postural: sistema visual, proprioceptivo e vestibular. Durante a prova é mensurado o balanço ântero-posterior do paciente em 6 condições diferentes:

1. Paciente está com os olhos abertos, numa superfície firme;
2. Paciente está com os olhos fechados, numa superfície firme;
3. Paciente está com os olhos abertos e ocorrem oscilações no campo visual;
4. Paciente está com os olhos abertos, numa superfície oscilatória;
5. Paciente está com os olhos fechados, numa superfície oscilatória;
6. Paciente está com os olhos abertos numa superfície oscilatória e ocorrem oscilações no campo visual.

Cada condição é realizada durante 20 segundo e deve ser repetida 3 vezes. O cálculo da média do balanço do centro de gravidade em cada um dos ensaios fornece o valor do *score* de equilíbrio.(79)

## Avaliação da flexibilidade

- **“Sit and Reach Test” (SRT):** Este teste é frequentemente utilizado para avaliar a flexibilidade lombar e isquiotibial. Antes de iniciar o teste, o participante deve realizar um pequeno aquecimento, envolvendo exercícios de alongamento. Posteriormente, o participante deve descalçar-se e sentar-se no chão, com os membros inferiores esticados e as plantas dos pés apoiadas contra uma caixa, em cima da qual se encontra uma fita métrica. Outra alternativa é colocar a fita métrica no chão, entre os membros do participante. O valor zero centímetros da fita métrica é posicionado nos pés/interface da caixa. De seguida, é pedido ao participante que avance o máximo possível para a frente, ao longo da linha de medição, mantendo essa posição pelo menos 2 segundos. O avaliador regista a distância máxima (cm) que o participante conseguiu alcançar com a ponta dos dedos. Durante a realização do teste é necessário manter as palmas voltadas para baixo e as mãos uma em cima da outra, de forma a evitar que uma delas avance mais do que a outra. Além disso, devem ser evitados movimentos bruscos, uma vez que aumenta a possibilidade de lesão.(27)

- **“Back Scratch Test” (BST):** Este teste avalia a flexibilidade da parte superior do corpo, que é importante para tarefas como mudar uma lâmpada, alcançar objetos em prateleiras mais altas ou qualquer outra atividade que envolva o movimento do braço e/ou ombro. Para realizar este teste, o participante deve começar por levantar um dos membros superiores e, de seguida, dobrá-lo através do cotovelo em direção às costas. A mão do membro superior contralateral deve ser também colocada nas costas, com a palma voltada para fora e os dedos estendidos para cima. É pedido aos participantes que alcance a máxima distância possível, tentando unir os dedos das 2 mãos. De seguida, regista-se a distância entre os dedos das mãos. Se o participante consegue unir os dedos, recebe a pontuação 0. Se o participante consegue sobrepor as mãos, a sua pontuação será positiva, correspondendo ao valor do comprimento de sobreposição. Se o participante não conseguir unir os dedos, a pontuação atribuída será negativa, correspondendo ao valor da distância entre os dedos.(81)

### Avaliação da qualidade de vida

- **“The 39-Item Parkinson’s Disease Questionnaire” (PDQ-39):** Este questionário avalia a qualidade de vida de pessoas com DP. É constituído por 39 itens distribuídos por 8 domínios: mobilidade, atividades de vida diária, bem-estar emocional, estigma, apoio social, cognição, comunicação e desconforto corporal. A pontuação total varia de 0 a 100, sendo que pontuações inferiores correspondem a uma melhor qualidade de vida.(79)

### Avaliação da cognição

- **“Mini Mental State Examination” (MMSE):** Este questionário é utilizado para rastrear défices cognitivos e detetar alterações cognitivas ao longo do tempo. É constituído por 11 questões/tarefas que avaliam 7 domínios diferentes da cognição: orientação no tempo, orientação no espaço, memória imediata, atenção e cálculo, memória de evocação, linguagem e construção visual. A pontuação máxima que pode ser obtida neste teste é de 30 pontos. A obtenção de pontuações inferiores a 24 pontos indica existência de comprometimento cognitivo.(79)
- **“Digit Span Forwards and Backwards”:** Este teste é utilizado para avaliar a memória de trabalho. Nesta prova, é apresentada uma sequência escalonada de números aleatoriamente entre 1 e 9. De seguida, é pedido ao participante que repita a série de números pela ordem apresentada (“forwards”) e na ordem inversa (“backwards”).(82)
- **“Stroop Color-Word Interference”:** Este teste é amplamente utilizado com o intuito de avaliar a velocidade de processamento e a inibição de resposta. Ele consiste em 3 provas cronometradas. A primeira prova avalia a velocidade com que o participante

consegue ler palavras referentes a cores (exemplo: vermelho, azul, verde) - “*Word Reading*”. A segunda prova avalia a velocidade com que o participante consegue nomear a cor de um quadrado (pintado de vermelho, azul, verde) - “*Color Naming*”. A terceira prova é a prova de interferência, em que os participantes têm de nomear a cor em que a palavra está escrita. Contudo, a cor e a palavra são incongruentes, isto é, a palavra refere-se a uma determinada cor e está pintada com uma cor diferente (exemplo: palavra vermelho impressa a cor verde) - “*Color-Word*”. Para calcular o valor da interferência, subtrai-se a velocidade de desempenho no teste “*Color-Word*” à velocidade do desempenho na prova “*Color Naming*”. A interferência ocorre quando um tipo de informação perturba o processamento simultâneo de outro tipo de informação. Neste teste, os participantes são distraídos do objetivo, que é nomear a cor em que a palavra está impressa, através da leitura da própria palavra.(83)

- “***Bried Test of Attention***” (BTA): Este teste analisa a atenção seletiva e é constituído por 2 provas. Na primeira prova, são proferidas 10 sequências, cada uma envolvendo letras e números (exemplo: “L-6-2-F-5”). O tamanho das sequências vai aumentado gradualmente, variando de 4 a 18 itens. É pedido ao paciente que ignore as letras e contabilize quantas vezes foram lidos números na sequência acabada de ouvir. Entre cada sequência, existe uma pausa de 5 segundos, em que o paciente fornece a sua resposta. Na segunda prova, as mesmas 10 sequências voltam a ser lidas, mas nesta é pedido ao paciente que contabilize o número de vezes que foram proferidas letras. Ao contrário dos “*digit span tests*”, nesta prova o paciente não necessita de se lembrar que números (ou letras) foram apresentados. A pontuação deste teste corresponde ao número de listas que foram corretamente somadas. Assim, a pontuação total obtida varia entre 0 e 20.(84)

### Avaliação de manifestações não motoras

- “***Beck Depression Inventory II***” (BDI-II): Este questionário é utilizado para quantificar a severidade da depressão, sendo constituído por 21 itens que identificam sintomas/comportamentos característicos desta patologia. Cada item é pontuado numa escala de 4 pontos de intensidade (0 a 3) e, portanto, a pontuação total obtida neste inventário varia de 0 a 63 pontos. A obtenção de pontuações superiores a 10 pontos indica a existência de depressão.(79)
- “***Geriatric Depression Scale***” (GDS): Esta escala é uma ferramenta utilizada para avaliar a depressão e a ideação suicida na população idosa. É composta por 30 perguntas, em que o paciente é solicitado a responder “sim” ou “não”, baseando-se na sua última semana. Por cada resposta positiva é contado 1 ponto. A obtenção de pontuações superiores a 11 pontos indica a existência de depressão.(79)
- “***Parkinson Disease Fatigue Scale***” (PFS-16): Esta escala avalia os aspetos físicos da fadiga e o seu impacto no desempenho diário dos pacientes com DP. É constituída por

16 itens, 7 itens que analisam os efeitos a nível físico e 9 itens que examinam os efeitos no desempenho diário, incluindo na socialização e trabalho. A pontuação em cada item varia de 1 (“discordo totalmente”) a 5 pontos (“concordo fortemente”). A pontuação total pode ser apresentada de 3 formas distintas: pontuação média dos 16 itens, variando de 1 a 5 pontos; pontuação binária, variando de 0 a 16 pontos, em que cada resposta positiva (“concordo” ou “concordo fortemente”) gera um ponto; pontuação ordinal, variando de 16 a 80 pontos, em que se somam as pontuações obtidas nos 16 itens. Esta ferramenta foi projetada de modo a excluir as características cognitivas e emocionais da fadiga.(79)

- **“Non-motor Symtoms Scale” (NMSS):** É um questionário composto por 30 perguntas, que abordam uma série de domínios, nomeadamente alterações do trato gastrointestinal, do trato urinário, da função sexual, do sistema cardiovascular, apatia, atenção, memória, alucinações, delírios, depressão, ansiedade, anedonia, sono, fadiga, dor, diplopia e perda de peso. Cada item apresenta como possibilidade de resposta o “sim” ou “não”. As respostas devem ser dadas em função do que foi experienciado no último mês. Por cada resposta positiva é contada 1 ponto. A pontuação total neste teste varia de 0 a 30 pontos, sendo que pontuações superiores correspondem à presença de um maior número de sintomas não motores.(85)
- **“Starkstein Apathy Scale” (SAS):** Esta ferramenta de avaliação é constituída por 14 questões que avaliam a gravidade da apatia. Cada item apresenta 4 possibilidades de resposta: “nada”, “discretamente”, algum” e “muito”. Nas primeiras 8 questões, a resposta “nada” corresponde a apatia severa. Contudo, nos restantes itens a resposta “muito” é que corresponde a apatia severa. A pontuação total deste questionário varia de 0 a 42 pontos, sendo que pontuações superiores correspondem a estados de apatia mais graves.(86)

## Anexo III - Unified Parkinson's Disease Rating Scale

Tradução da escala "Unified Parkinson's Disease Rating Scale" (78)	
Parte I - Estado mental, comportamento e humor	
1)	Comprometimento intelectual
0-	Nenhum.
1-	Ligeiro; Esquecimento consistente com lembrança parcial de eventos, sem outras dificuldades.
2-	Perda moderada de memória, com desorientação e dificuldade moderada para resolver problemas complexos. Comprometimento leve, mas definitivo, das atividades em casa, com necessidade de ajuda ocasional.
3-	Perda grave de memória, com desorientação temporal e, frequentemente, espacial. Grande dificuldade em resolver problemas.
4-	Perda grave de memória, com orientação preservada apenas para a sua própria pessoa. Incapaz de fazer julgamentos ou de resolver problemas. Necessita de muita ajuda para cuidados pessoais. Não pode ficar sozinho em nenhuma circunstância.
2)	Distúrbio do pensamento (devido a demência ou intoxicação por drogas)
0-	Nenhum.
1-	Sonhos vívidos.
2-	Alucinações "benignas", com <i>insight</i> preservado.
3-	Alucinações ou ilusões ocasionais a frequentes, sem <i>insight</i> , podendo interferir com as atividades de vida diária.
4-	Alucinações persistentes, ilusões ou psicose evidente. Incapaz de se cuidar.
3)	Depressão
0-	Ausente.
1-	Períodos de tristeza ou culpa além do normal, nunca sustentados durante dias ou semanas.
2-	Depressão permanente (uma semana ou mais).
3-	Depressão permanente com sintomas vegetativos (insônia, anorexia, perda de peso, desinteresse).
4-	Depressão permanente com sintomas vegetativos e ideação ou tentativa de suicídio.

<p>4) Motivação/ Iniciativa</p> <ul style="list-style-type: none"><li>0- Normal.</li><li>1- Menos interessado que o habitual; Mais passivo.</li><li>2- Perda de iniciativa ou desinteresse por atividades eletivas (não rotineiras).</li><li>3- Perda de iniciativa ou desinteresse por atividades do cotidiano.</li><li>4- Retraído, perda completa de motivação.</li></ul>
<b>Parte II - Atividades da vida diária</b>
<p>5) Fala</p> <ul style="list-style-type: none"><li>0- Normal.</li><li>1- Comprometimento leve. Nenhuma dificuldade em ser entendido.</li><li>2- Comprometimento moderado. Solicitado, por vezes, para repetir frases.</li><li>3- Comprometimento grave. Solicitado frequentemente para repetir frases.</li><li>4- Incompreensível durante a maior parte do tempo.</li></ul> <p>6) Salivação</p> <ul style="list-style-type: none"><li>0- Normal.</li><li>1- Excesso discreto, mas definitivo, de saliva na boca; pode apresentar sialorreia noturna.</li><li>2- Excesso moderado de saliva; pode apresentar alguma sialorreia.</li><li>3- Excesso acentuado de saliva com sialorreia.</li><li>4- Sialorreia contínua, necessitando constantemente de lenço.</li></ul> <p>7) Deglutição</p> <ul style="list-style-type: none"><li>0- Normal.</li><li>1- Raros engasgos.</li><li>2- Engasgos ocasionais.</li><li>3- Necessita de alimentação pastosa.</li><li>4- Necessita de alimentação por sonda nasogástrica ou gastrostomia.</li></ul> <p>8) Escrita manual</p> <ul style="list-style-type: none"><li>0- Normal.</li><li>1- Ligeiramente lenta ou pequena.</li><li>2- Moderadamente lenta e pequena; todas as palavras são legíveis.</li></ul>

3- Gravemente comprometida; nem todas as palavras são legíveis.

4- A maioria das palavras não são legíveis.

9) Corte de alimentos e manipulação de utensílios

0- Normal.

1- Discretamente lento e desajeitado, mas não necessita de ajuda.

2- Capaz de cortar a maioria dos alimentos, embora desajeitado e lento; necessita de alguma ajuda.

3- Alimentos cortados por outras pessoas, mas ainda consegue alimentar-se, embora lentamente.

4- Precisa de ser alimentado com o auxílio de terceiros.

10) Vestir

0- Normal.

1- Algo lento, mas não necessita de ajuda.

2- Necessita de ajuda ocasional para abotoar-se e para colocar os braços nas mangas.

3- Necessidade considerável de auxílio, mas consegue realizar algumas tarefas sozinho.

4- Incapaz.

11) Higiene

0- Normal.

1- Algo 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 e ir à casa de banho.

4- Sonda vesical ou outra ajuda mecânica.

12) Girar no leito e ajustar roupas de cama

0- Normal.

1- Algo lento e desajeitado, mas não precisa de ajuda.

2- Consegue girar sozinho na cama ou colocar os lençóis, mas com grande dificuldade.

3- Pode iniciar, mas não consegue girar na cama ou colocar os lençóis sozinho.

4- Incapaz.

13) Quedas (não relacionadas com o congelamento da marcha)

- 0- Nenhuma.
- 1- Raras quedas.
- 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) Congelamento da marcha

- 0- Nenhum.
- 1- Raro congelamento da marcha; pode apresentar hesitação no início da marcha.
- 2- Congelamento da marcha ocasional.
- 3- Congelamento da marcha frequente; com quedas ocasionais devido ao congelamento da marcha.
- 4- Quedas frequentes devido ao congelamento da marcha.

15) Marcha

- 0- Normal.
- 1- Ligeira dificuldade; pode não balançar os braços ou tende a arrastar as pernas.
- 2- Dificuldade moderada, mas necessita de pouca ou nenhuma ajuda.
- 3- Dificuldade severa na marcha, necessitando de auxílio.
- 4- Não consegue andar, mesmo com ajuda.

16) Tremor

- 0- Ausente.
- 1- Discreto e infrequente.
- 2- Moderado; incomoda o paciente.
- 3- Severo; interfere com muitas atividades.
- 4- Marcado; interfere com a maioria das atividades.

17) Queixas sensoriais relacionadas com o parkinsonismo

- 0- Nenhuma.
- 1- Dormência, formiguelo ou dor leve ocasionalmente.
- 2- Dormência, formiguelo ou dor frequente, mas suportável.

3- Sensações dolorosas frequentes.
4- Dor insuportável.
<b>Parte III - Exame motor</b>
18) Fala
0- Normal.
1- Perda leve da expressão, volume ou dicção.
2- Monótona, arrastada, mas compreensível; comprometimento moderado.
3- Comprometimento marcado; difícil de ser compreendido.
4- Incompreensível.
19) Expressão facial
0- Normal.
1- Mímica minimamente reduzida.
2- Discreta diminuição, mas definitivamente anormal, da expressão facial.
3- Mímica moderadamente reduzida; lábios afastados durante parte do tempo.
4- Fácies em máscara ou fixa, com perda acentuada ou completa da expressão facial; lábios afastados 6 mm ou mais.
20) Tremor de repouso
0- Ausente.
1- Leve e infrequente.
2- Amplitude leve e persistente; ou amplitude moderada e intermitente.
3- Amplitude moderada e presente na maior parte do tempo.
4- Amplitude acentuada e presente na maior parte do tempo.
21) Tremor de ação ou postural nas mãos
0- Ausente.
1- Leve; presente durante a ação.
2- Amplitude moderada; presente durante a ação.
3- Amplitude moderada; tanto postural como durante a ação.
4- Amplitude acentuada; interfere com a alimentação.

- 22) Rigidez (movimento passivo das grandes articulações, com paciente sentado e relaxado; ignorar roda dentada)
- 0- Ausente.
  - 1- Discreta ou detetável apenas quando despoletada por movimentos em espelho ou outros.
  - 2- Leve a moderada.
  - 3- Acentuada, mas pode realizar movimento completo da articulação facilmente.
  - 4- Intensa, realiza movimento completo da articulação com dificuldade.
- 23) Bater de dedos (paciente toca levemente com o polegar no indicador em sequências rápidas com a maior amplitude possível, uma mão de cada vez)
- 0- Normal.
  - 1- Leve lentificação e/ou redução na amplitude.
  - 2- Comprometimento moderado; fadiga precoce e bem definida; interrupções ocasionais do movimento.
  - 3- Comprometimento grave; hesitação ao iniciar o movimento ou interrupções do movimento frequentes.
  - 4- Realiza o teste com grande dificuldade, quase não conseguindo.
- 24) Movimentos das mãos (paciente abre e fecha as mãos em movimentos rápidos e sucessivos)
- 0- Normal.
  - 1- Leve lentificação e/ou redução na amplitude.
  - 2- Comprometimento moderado; fadiga precoce e bem definida; interrupções ocasionais do movimento.
  - 3- Comprometimento intenso; hesitação ao iniciar o movimento ou interrupções do movimento frequentes.
  - 4- Realiza o teste com grande dificuldade, quase não conseguindo.
- 25) Movimentos rápidos e alternados das mãos (movimentos de pronação e supinação das mãos, vertical e horizontalmente, com a maior amplitude possível, as duas mãos simultaneamente)
- 0- Normal.
  - 1- Leve lentificação e/ou redução na amplitude.
  - 2- Comprometimento moderado; fadiga precoce e bem definida; interrupções ocasionais do movimento.
  - 3- Comprometimento intenso; hesitação ao iniciar o movimento ou interrupções do movimento frequentes.

4- Realiza o teste com grande dificuldade, quase não conseguindo.

26) Agilidade da perna (paciente bate com o calcanhar no chão em sucessões rápidas, levantando toda a perna: amplitude deve ser cerca de 7,5 mm)

0- Normal.

1- Leve lentificação e/ou redução na amplitude.

2- Comprometimento moderado; fadiga precoce e bem definida; interrupções ocasionais do movimento.

3- Comprometimento intenso; hesitação ao iniciar o movimento ou interrupções do movimento frequentes.

4- Realiza o teste com grande dificuldade, quase não conseguindo.

27) Levantar da cadeira (paciente tenta levantar-se de uma cadeira com encosto reto, de madeira ou de ferro, com braços cruzados em frente ao peito)

0- Normal.

1- Lento; ou pode necessitar de mais do que uma tentativa.

2- Apoiar-se nos braços da cadeira ao levantar.

3- Tende a cair para trás; pode necessitar de múltiplas tentativas, mas consegue levantar-se.

4- Incapaz de se levantar sem ajuda.

28) Postura

0- Normal, postura ereta.

1- Postura não bem ereta, levemente curvada para a frente; pode ser normal em idosos.

2- Moderadamente curvada para a frente, definitivamente anormal; pode apresentar leve inclinação para um dos lados.

3- Acentuadamente curvada para a frente, com cifose; pode apresentar moderada inclinação para um dos lados.

4- Acentuadamente fletida com anormalidade extrema da postura.

29) Marcha

0- Normal.

1- Caminha lentamente; pode arrastar os pés com pequenas passadas, mas sem festinação ou propulsão.

2- Caminha com dificuldade, mas precisa de pouca ou nenhuma ajuda; pode apresentar alguma festinação, passos curtos ou propulsão.

3- Comprometimento grave da marcha, necessitando de auxílio.

<p>4- Incapaz de caminhar, mesmo com ajuda</p> <p>30) Estabilidade postural (resposta ao deslocamento súbito para trás, puxando os ombros, com o paciente em pé, de olhos abertos, pés um pouco separados; o paciente deve ser informado sobre a realização do teste)</p> <p>0- Normal.</p> <p>1- Retropulsão, mas recupera sem ajuda.</p> <p>2- Ausência de resposta postural; cairia se não fosse aparado pelo examinador.</p> <p>3- Muito instável; tende a perder o equilíbrio espontaneamente.</p> <p>4- Incapaz de se manter em postura ereta sem ajuda</p> <p>31) Bradicinesia e hipocinesia corporal (combinação de lentificação, hesitação, diminuição do balanço dos braços, pequena amplitude e pobreza de movimentos em geral)</p> <p>0- Nenhuma.</p> <p>1- Lentificação mínima; pode ser normal em algumas pessoas; possível redução da amplitude.</p> <p>2- Ligeiro grau de lentificação e pobreza de movimento, que é definitivamente anormal; alternativamente, alguma redução de amplitude.</p> <p>3- Lentificação moderada; pobreza de movimento ou pequena amplitude.</p> <p>4- Lentificação acentuada; pobreza de movimento ou pequena amplitude.</p>
<b>Parte IV - Complicações da terapia (na última semana)</b>
<p>A. Discinesias</p> <p>32) Duração: Percentagem do dia que o paciente apresenta discinesias, enquanto esta acordado.</p> <p>0- Nenhum.</p> <p>1- 1 - 25% do dia.</p> <p>2- 26 - 50% do dia.</p> <p>3- 51 - 75% do dia.</p> <p>4- 76 - 100% do dia.</p> <p>33) Incapacidade: Quão incapacitantes são as discinesias?</p> <p>0- Não incapacitante.</p> <p>1- Levemente incapacitante.</p> <p>2- Moderadamente incapacitante.</p> <p>3- Gravemente incapacitante.</p> <p>4- Completamente incapacitante.</p>

34) Discinesias dolorosas. Quão dolorosas são as discinesias?

- 0- Discinesias não dolorosas.
- 1- Dor leve.
- 2- Dor moderada.
- 3- Dor intensa.
- 4- Dor acentuada.

35) Presenta de distonia matinal

- 0- Não
- 1- Sim

B. Flutuações clínicas

36) Algum período *off* previsível após a administração do medicamento?

- 0- Não.
- 1- Sim.

37) Algum período *off* imprevisível após a administração do medicamento?

- 0- Não.
- 1- Sim.

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

- 0- Não.
- 1- Sim.

39) Qual a percentagem de tempo em que o paciente se encontra em período *off*, enquanto acordado?

- 0- Nenhum.
- 1- 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, náuseas ou vômitos?

- 0- Não.
- 1- Sim

<p>41) O paciente apresenta algum distúrbio de sono? Insônia ou hipersonolência?</p> <p>0- Não.</p> <p>1- Sim.</p> <p>42) O paciente apresenta hipotensão ortostática sintomática?</p> <p>0- Não.</p> <p>1- Sim</p>
<p><b>Parte V - Escala modificada de Hoehn &amp; Yarh</b></p>
<p>0- Nenhum sinal de doença.</p> <p>1- Envolvimento apenas unilateral;</p> <p>1,5- Envolvimento unilateral e axial;</p> <p>2- Envolvimento bilateral sem prejuízo do equilíbrio;</p> <p>2,5- Doença bilateral leve com recuperação no “teste do empurrão”;</p> <p>3- Doença bilateral leve a moderada. Alguma instabilidade postural. Fisicamente independente;</p> <p>4- Incapacidade grave, mas ainda é capaz de andar ou ficar de pé sem auxílio;</p> <p>5- Confinado à cama ou cadeira de rodas a não ser que receba auxílio.</p>
<p><b>Parte VI - “Schwab &amp; England Activities of Daily Living Scale”</b></p>
<p>100% - Completamente independente. Capaz de realizar todas as tarefas sem lentidão, dificuldade ou comprometimento. Essencialmente normal. Desconhece-se qualquer dificuldade.</p> <p>90% - Completamente independente. Capaz de realizar todas as tarefas com algum grau de lentidão, dificuldade e comprometimento. Pode necessitar do dobro do tempo para a realização das tarefas. Começa a estar ciente da dificuldade.</p> <p>80% - Completamente independente na maioria das tarefas. Necessita do dobro do tempo para a realização das tarefas. Consciente da dificuldade e da lentidão.</p> <p>70% - Não completamente independente. Maior dificuldade em algumas atividades. Necessita de três a quatro vezes mais tempo em algumas tarefas. Pode despender uma grande parte do dia a realizar essas atividades.</p>