
EDUCAÇÃO FÍSICA

Priscila Nóbrega de Sousa

**ANÁLISE DO DÉFICIT PROPRIOCEPTIVO
DO MEMBRO INFERIOR DE IDOSOS COM
DOENÇA DE PARKINSON: INFLUÊNCIA
DO TRATAMENTO MEDICAMENTOSO E
RELAÇÃO COM EQUILÍBRIO**

PRISCILA NÓBREGA DE SOUSA

ANÁLISE DO DÉFICIT PROPRIOCEPTIVO DO MEMBRO INFERIOR
DE IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON: INFLUÊNCIA DO
TRATAMENTO MEDICAMENTOSO E RELAÇÃO COM EQUILÍBRIO

Orientador: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi

Co-orientador: Ms. Diego Orcioli da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau
de Bacharela em Educação Física.

Rio Claro
2016

796.022 Sousa, Priscila Nóbrega de
S725a Análise do déficit proprioceptivo do membro inferior de idosos com
doença de Parkinson : influência do tratamento medicamentoso e relação
com equilíbrio / Priscila Nóbrega de Sousa. - Rio Claro, 2016
32 f. : il., figs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação física) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientadora: Lilian Teresa Bucken Gobbi
Coorientador: Diego Orcioli-Silva

1. Cinesiologia. 2. Instabilidade postural. 3. Julgamento perceptivo de
posição. 4. Doença neurodegenerativa. I. Título.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. MATERIAIS E MÉTODO.....	7
2.1 Participantes	8
2.2 Delineamento experimental	8
2.3 Avaliação clínica	8
2.4 Avaliação do julgamento perceptivo do membro inferior	9
2.5 Avaliação de equilíbrio.....	10
2.6 Análise estatística	11
3. RESULTADOS	11
3.1 Avaliações clínica e do julgamento perceptivo de posição do membro inferior.....	11
3.2 Avaliação do equilíbrio	12
3.2.1. Condição normal.....	12
3.2.2. Condição de apoio em espuma	14
3.2.2. Condição semi-tandem	15
3.3. Relação entre o desempenho do equilíbrio e o julgamento perceptivo do membro inferior	16
4. DISCUSSÃO.....	22
5. CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	26

RESUMO

Déficits no julgamento perceptivo de posição dos membros inferiores contribuem para a instabilidade postural na doença de Parkinson (DP). Entretanto, existem lacunas na literatura referentes à relação entre julgamento perceptivo e a instabilidade postural, e o efeito do tratamento medicamentoso na DP. Assim, os objetivos deste estudo foram: i) analisar o desempenho em tarefas do equilíbrio e o julgamento perceptivo de posição do membro inferior em pacientes com DP, com e sem efeito da medicação (levodopa); ii) verificar a relação entre o julgamento perceptivo de posição do membro inferior e o desempenho em tarefas de equilíbrio. Participaram do estudo 18 idosos com DP (idade: $71,77 \pm 8,47$ anos; massa corporal: $84,35 \pm 7,99$ kg; estatura: $169,00 \pm 1,41$ cm). Os pacientes com DP realizaram avaliações clínicas, de julgamento perceptivo e de equilíbrio em estado “OFF” (no mínimo 12 horas após a última ingestão do medicamento precursor de dopamina ou 24 horas para agonistas dopaminérgicos) e em estado “ON” da medicação específica da DP – levodopa (aproximadamente uma hora após a ingestão do medicamento). Para avaliação clínica foram utilizadas a Unified Parkinson’s Disease Rating Scale, subescala motora (UPDRS III) e a escala de Hoehn & Yarh (H&Y). A avaliação do julgamento perceptivo consistiu em o indivíduo estimar corretamente a posição das articulações do joelho e tornozelo, mensurada por um sistema optoeletrônico. O erro, em graus, entre a posição alvo e o julgamento de posição, em cada tentativa, foi considerado como variável dependente. As tarefas de equilíbrio foram realizadas com olhos abertos e fechados nas posições: normal, semi-tandem, e em superfície de espuma. Uma plataforma de força foi usada para analisar as variáveis do centro de pressão (CoP) durante as tarefas de equilíbrio. ANOVAs foram empregadas para analisar o julgamento perceptivo e o equilíbrio. Ainda, o coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para verificar a relação entre o desempenho do equilíbrio e o julgamento perceptivo dos membros inferiores. O valor de significância adotado foi $p < 0,05$. Os idosos com DP, no estado ON do medicamento, diminuíram os valores da UPDRS III e aumentaram o erro absoluto do julgamento perceptivo de posição do joelho nas angulações 20° e 45° , em comparação com o estado OFF do medicamento. O medicamento não influenciou o desempenho do equilíbrio. Ainda, houve relação entre o julgamento perceptivo de posição do membro inferior e o desempenho em tarefas de equilíbrio, principalmente, no estado ON do medicamento, sendo que, quanto maior o erro, maior o valor da variável do CoP. Portanto, o medicamento é eficaz para melhorar o quadro clínico da DP, mas é ineficaz para melhorar o julgamento perceptivo de posição do membro inferior e o desempenho em tarefas de equilíbrio de idosos com DP. Dessa forma, práticas regulares de exercício físico devem ser realizadas associadas ao tratamento medicamentoso, a fim de beneficiar pacientes com DP, principalmente, em relação à propriocepção e equilíbrio.

Palavras-chave: Instabilidade postural. Julgamento perceptivo de posição. Doença de Parkinson. Tratamento medicamentoso.

1. INTRODUÇÃO

A Doença de Parkinson (DP) é considerada a segunda doença neurodegenerativa mais comum, acometendo cerca de 0,3% da população mundial (DE LAU e BRETELER, 2006) e, especificamente para o Brasil, a DP acomete 3,3% da população acima dos 64 anos (BARBOSA et al., 2006). A DP é caracterizada pela morte progressiva dos neurônios dopaminérgicos presentes na substância negra parte compacta (SAITO et al., 2000). Esses neurônios são responsáveis pela produção de dopamina, neurotransmissor que regula a atividade neuronal do córtex motor. A uma diminuição na produção da dopamina leva ao desequilíbrio da atividade inibitória/excitatória das vias diretas e indiretas da circuitaria entre os núcleos da base e o córtex motor (BLIN et al., 1991; GUYTON, 1993; SAITO et al., 2000). Os principais sinais e sintomas da DP são a rigidez muscular, tremor de repouso, instabilidade postural, dificuldade para iniciar o movimento (acinesia), lentidão (bradicinesia) e diminuição na amplitude dos movimentos (hipometria) (NUTT, 2001; MORRIS et al., 2001, 2005; PIERUCCINI-FARIA et al., 2006; VITÓRIO et al., 2010, 2012; BARBIERI et al., 2012). Ainda, estudos sugerem que a propriocepção é afetada na DP e que esse déficit está relacionado aos comprometimentos motores (KONCZAK et al., 2009).

A propriocepção é a sensação de posição e movimento dos próprios membros e do corpo sem o uso da visão, sendo importante para a manutenção da postura ereta, o controle do movimento dos membros e a manipulação de diferentes objetos (KANDEL et al., 2014). Existem duas submodalidades de propriocepção: a sensação de posição dos membros e a de movimentação dos membros (cinestesia) – definida como a capacidade de detectar movimento articular ou uma mudança de posição de uma articulação. Três mecanorreceptores musculares e esqueléticos têm importante papel na propriocepção: os fusos musculares – responsáveis por sinalizar o estiramento muscular; os órgãos tendinosos de Golgi – que atuam como um sensor de tensão muscular; e os receptores localizados nas cápsulas articulares – sensíveis à flexão e extensão da articulação (BEAR et al., 2008; GARDNER e JOHNSON, 2013). Ainda, os receptores cutâneos também desempenham um papel importante nas mudanças de sinalização do movimento articular e posição dos membros (PROSKE e GANDEVIA, 2009).

Comprometimentos na propriocepção, sobretudo no julgamento perceptivo de posição dos membros, têm sido investigados na DP (ZIA et al., 2000; KONCZAK et al., 2009; CARPENTER e BLOEM, 2011). Estudos verificaram redução na sensibilidade para detecção

de posição dos membros (MASCHKE et al., 2003), limiares elevados no julgamento de movimento passivo dos braços (KONCZAK et al., 2007) e comprometimento na estimativa dinâmica da posição dos membros (CONTRERAS-VIDAL e GOLD, 2004) em pacientes com DP quando comparados a idosos neurologicamente saudáveis. Além disso, problemas na integração de sinais proprioceptivos e de outros sinais sensoriais podem levar à subestimação da posição dos membros ou ao erro relativo à velocidade necessária para uma ação, agravando o quadro da bradicinesia (BERARDELLI et al., 2001). Sendo assim, pacientes com DP podem ser incapazes de executar movimentos de forma efetiva devido ao comprometimento no julgamento perceptivo dos membros (KONCZAK et al., 2009). Entretanto, o foco dos estudos de julgamento perceptivo na DP tem sido nos membros superiores, sendo pouco explorada o julgamento perceptivo de posição dos membros inferiores, sobretudo a relação com a instabilidade postural (CARPENTER e BLOEM, 2011).

Déficits no julgamento perceptivo dos membros inferiores contribuem para a instabilidade postural na DP (CARPENTER e BLOEM, 2011). Pacientes com DP apresentam respostas anormais às perturbações do equilíbrio, inabilidade de modular as respostas posturais e atrasos ou redução nas respostas corretivas (BLOEM et al., 2001a,b; ROCCHI et al., 2002; CARPENTER et al., 2004). Esses déficits podem ser afetados, em parte, pelo comprometimento no processamento do feedback proprioceptivo (BLOEM et al., 1995; HORAK et al., 1992). Uma vez que um paciente perde a capacidade de fazer rápidas correções posturais, a tendência de queda se torna evidente (QUTUBUDDIN et al., 2005). Prejuízos na estabilidade postural induzem a várias condições incapacitantes, como a dificuldade com transferências, distúrbios da marcha e incapacidade de viver de forma independente em casa (SMANIA et al., 2010). Considerando esses fatores, a compreensão de déficits do julgamento perceptivo na DP pode ajudar a esclarecer as dificuldades de equilíbrio (LEE et al., 2013), além de ajudar no entendimento da progressão da doença, facilitando o desenvolvimento de estratégias de tratamento para minimizar esses comprometimentos dos pacientes com DP.

Uma das estratégias de tratamento para os sinais e sintomas da DP é a ingestão de dopamina. O medicamento indicado para melhorar os sintomas da DP é a levodopa, um precursor da dopamina (HAUSER et al., 2009; KATEZENSCHLAGER e LEES, 2002), que se encontra em níveis baixos em pacientes com DP. Quando o nível de dopamina está baixo, os pacientes apresentam os sinais e sintomas da DP. Vários estudos examinaram o efeito da levodopa nos déficits proprioceptivos na DP, mas os resultados são conflitantes. O'Suilleabhain et al. (2001) verificaram que a terapia dopaminérgica comprometeu a

propriocepção dos membros. Mongeon et al. (2009) também observaram que o medicamento piorou a propriocepção dos membros, mas apenas em alguns pacientes. Em contraste, Maschke et al. (2003) constataram que a terapia dopaminérgica não tinha efeito na propriocepção dos membros, enquanto Li et al. (2010) verificaram que a terapia melhorou a propriocepção dos membros. Além disso, estudos não encontraram resultados positivos significativos para o controle postural (BLOEM et al., 1996; ROCCHI et al., 2002; CARPENTER et al., 2004), demonstrando que a instabilidade postural pode ser resistente ao tratamento dopaminérgico (FOREMAN et al., 2012), assim, aumentando o risco de quedas quando os pacientes com DP são expostos a condições de ameaça ao equilíbrio. Portanto, mais estudos devem ser realizados visando esclarecer os reais efeitos da terapia medicamentosa na propriocepção de pacientes com DP e a relação com a instabilidade postural, procurando elucidar algumas lacunas existentes na literatura.

A partir do contexto apresentado, buscando aprofundar os conhecimentos sobre os comprometimentos proprioceptivos na DP, sobretudo o efeito do tratamento medicamentoso e a influência em tarefas de equilíbrio, os objetivos deste estudo foram: i) analisar o desempenho em tarefas do equilíbrio e o julgamento perceptivo de posição do membro inferior em pacientes com DP, com e sem efeito da medicação (levodopa); ii) verificar a relação entre o julgamento perceptivo de posição do membro inferior e o desempenho em tarefas de equilíbrio. As hipóteses do estudo foram: i) o tratamento medicamentoso interfere apenas no julgamento perceptivo; ii) há relação entre o julgamento perceptivo de posição do membro inferior e o desempenho em tarefas de equilíbrio.

2. MATERIAIS E MÉTODO

O presente projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa local (CAAE: 42422815.6.0000.5465). Todos os procedimentos experimentais foram realizados nas dependências do Laboratório da Postura e da Locomoção (LEPLO), do Departamento de Educação Física, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus Rio Claro.

2.1 Participantes

Participaram do estudo 18 idosos com DP selecionados no banco de dados do Programa de Atividade Física para Idosos com Doença de Parkinson (PROPARKI – UNESP Rio Claro), vinculado ao nosso laboratório (LEPLO). O PROPARKI possui 234 idosos diagnosticados com DP, por um médico neurologista particular, cadastrados no banco de dados. Atualmente, 70 são atendidos pelo programa e têm o diagnóstico confirmado após a avaliação clínica (descrita a seguir).

Os critérios de exclusão para o grupo foram: idade abaixo dos 60 anos, declínio cognitivo, presença de diabetes, histórico de problemas ortopédicos e visão que impossibilitem o cumprimento do protocolo experimental. Ainda, foram excluídos da amostra os idosos com DP abaixo do estágio 1 e acima do estágio 3 da escala de Hoehn & Yahr (H&Y).

2.2 Delineamento experimental

Após fornecerem consentimento, os indivíduos foram convidados a participar das avaliações descritas abaixo. As avaliações clínicas, o julgamento perceptivo dos membros inferiores e os testes de equilíbrio dos pacientes foram realizadas em estado “OFF” da medicação (no mínimo 12 horas após a última ingestão do medicamento precursor de dopamina ou 24 horas para agonistas dopaminérgicos) e em estado “ON” da medicação específica da DP – levodopa (aproximadamente uma hora após a ingestão do medicamento) (PIERUCCINI-FARIA et al., 2006, 2013; RINALDI et al., 2011; ESPAY et al., 2012). O nosso grupo de pesquisa possui grande experiência em estudos com os idosos com DP em estado “OFF” da medicação, que participam dos estudos voluntariamente (PIERUCCINI-FARIA et al., 2006, 2013; RINALDI et al., 2011; BARBIERI et al., 2015).

2.3 Avaliação clínica

Primeiramente, os idosos com DP responderam a uma anamnese com o intuito de coletar dados referentes aos critérios de inclusão e exclusão (histórico clínico, cognitivo e medicamentoso) e foram avaliados por um especialista em distúrbios do movimento, por meio de escalas consideradas padrão ouro, para avaliação clínica da DP. O grau de acometimento da DP foi avaliado através da *Unified Parkinson's Disease Rating Scale*

subescala III – Exame da motricidade (UPDRS III; FAHN & ELTON, 1987). O estado geral de acometimento da doença de cada paciente foi conhecido pela pontuação obtida: quanto maior a pontuação, mais acometido se encontrava o paciente. A pontuação da UPDRS III varia de 0 a 108 pontos. A escala de H&Y foi utilizada para identificar o estágio evolutivo da doença, a existência da unilateralidade/bilateralidade da doença e o nível de resposta dos reflexos posturais. Os estágios foram classificados entre 0 (sem sinais da doença) e 5 (paciente em cadeira de rodas). Por meio da identificação das restrições funcionais para as atividades motoras, foi conhecido o estágio da doença em que cada paciente se encontra.

O Mini Exame do Estado Mental (MEEM) (BRUCKI et al., 2003) foi aplicado em todos os participantes para fins de rastreio cognitivo. O exame é composto por setes categoriais: orientação para tempo, orientação para local, registro de três palavras, atenção e cálculo, recordação das três palavras, linguagem e praxia visuo-construtiva. O escore do MEEM varia de 0 a 30 pontos, sendo que valores mais baixos apontam para possível déficit cognitivo.

2.4 Avaliação do julgamento perceptivo do membro inferior

A avaliação do julgamento perceptivo foi realizada nas articulações do tornozelo e joelho do membro inferior direito, sendo selecionados os participantes com DP que possuíam o lado direito afetado pela doença. A análise do julgamento perceptivo do tornozelo foi realizada com o participante em decúbito dorsal e do joelho em decúbito ventral. Durante as tentativas, os participantes não tinham visão do membro avaliado.

A amplitude de movimento da articulação do tornozelo foi obtida pelos valores máximos de flexão e extensão. Foi realizada uma média desta amplitude (posição inicial), e a partir dela, acrescentadas medidas padrão: 15° graus de plantiflexão e 15° de dorsoflexão. Na articulação do joelho, foram acrescentadas medidas padrão de 20°, 45° e 70° de flexão a partir da posição neutra do joelho em decúbito ventral. Um goniômetro foi utilizado com referência para o avaliador mover o membro inferior do participante até a angulação alvo, e um sistema optoeletrônico (OPTOTRAK, Certus, Northern Digital, Canadá), frequência de amostragem de 100 Hz, foi usado para o cálculo das angulações do avaliador e do participante. Três marcadores foram fixados no goniômetro para captação de sinais, sendo um em cada extremidade e outro no centro. O cálculo da angulação foi realizado em ambiente MATLAB.

A avaliação consistiu em o indivíduo estimar corretamente a posição da articulação. Cada tentativa iniciava com a movimentação passiva do membro inferior do participante,

realizada pelo avaliador, e fornecimento angulação alvo (medidas padrão). Feito isso, o avaliador mantinha a posição por três segundos e, então, retornava a articulação para a posição inicial. Após 3 segundos, o participante iniciava o movimento ativo da articulação em direção à posição alvo. No momento em que o participante julgasse que a articulação estava na posição alvo, ele permanecia na mesma posição por três segundos e retornava à posição inicial (MAHMOUDIAN et al., 2016). Foram realizadas 3 tentativas para cada posição alvo. As tentativas foram realizadas em bloco (tornozelo e joelho), sendo as posições alvo randomizadas. O erro absoluto, em graus, entre a posição alvo e o julgamento de posição de cada articulação, foi considerado como variável dependente do julgamento perceptivo.

2.5 Avaliação de equilíbrio

Para a avaliação do desempenho do equilíbrio, as seguintes tarefas foram utilizadas: a) posição ereta com olhos abertos; b) posição ereta com olhos fechados; c) posição ereta em superfície de espuma com olhos abertos; d) posição ereta em superfície de espuma com olhos fechados; e) semi tandem com olhos abertos; f) semi tandem com olhos fechados. Nas tarefas “a”, “b”, “c” e “d”, os pés dos participantes estavam paralelos e a distância entre os pés era similar à largura pélvica individual (TERMOZ et al., 2008). Para garantir o posicionamento constante dos pés em todas as tentativas foi desenhado o contorno dos pés de cada participante em folhas de papel pardo. Foram realizadas 3 tentativas de 1 minuto para as tarefas “a”, “b”, “c” e “d”, e 3 tentativas de 30 segundos para a tarefa “e” e “f”. Nas tarefas com olhos abertos, os participantes foram instruídos a permanecer olhando a um alvo posicionado a 1,5 m e na altura dos olhos do participante.

Uma plataforma de força (AccuGait, Advanced Mechanical Technologies, Boston, MA) de 50 x 50 cm, com frequência de coleta de 200 Hz, foi utilizada para coleta dos dados. Os três componentes da força e dos momentos de força nas direções médio lateral, anteroposterior e vertical foram coletados. Foi removida a média do sinal de interesse, sendo posteriormente os dados filtrados por meio de um filtro digital Butterworth passa-baixa, de 4ª ordem e com frequência de corte definida a partir de análise residual. Foi calculado o centro de pressão - CoP (ROCCHI et al., 2002), o qual reflete o ponto de força que mantém o centro de gravidade entre a base de suporte (PRIETO et al., 1996; CHIARI et al., 2000). Os seguintes parâmetros foram analisados no sentido médio lateral e anteroposterior para cada uma das tarefas: (1) área do CoP: área percorrida pelo CoP durante a tentativa, determinada como a elipse que engloba 95% dos dados do CoP; (2) velocidade média do CoP; (3) *root*

mean square do deslocamento do CoP: representa a variabilidade do CoP em relação à média da trajetória do CoP; (4) frequência espectral média de deslocamento do CoP (Duarte e Freitas, 2010).

2.6 Análise estatística

O nível de significância foi mantido em 0,05 para todas as análises e o programa SPSS 18.0 (SPSS, Inc.) foi utilizado para o tratamento estatístico. Os testes de Shapiro-Wilk e de Levene foram empregados para verificação da normalidade na distribuição dos dados e da homogeneidade das variâncias, respectivamente. Os dados da UPDRS III e dos testes de julgamento perceptivo dos membros inferiores foram analisados por meio de ANOVAs *one-way* com fator medicamento (DP “on” x DP “off”), com medidas repetidas. ANOVAs *two-way* com fatores para visão (olhos abertos x fechados) e medicamento foram utilizadas para verificar diferenças nas variáveis dependentes da avaliação de equilíbrio. Para ambas as análises, testes *post hoc* de Bonferroni foram utilizados quando o efeito de interação foi indicado na análise. Além disso, para verificar a relação entre o desempenho do equilíbrio e o julgamento perceptivo dos membros inferiores foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson.

3. RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os dados de caracterização dos pacientes com DP.

Tabela 1. Médias e desvios padrão dos dados de caracterização dos idosos com DP.

Participantes	Gênero	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	MEEM (pontos)
18	M=11/F=7	71,77±8,47	84,35±7,99	169,00±1,41	28,11±1,64

MEEM = Mini Exame do Estado Mental; M = masculino; F = feminino.

3.1. Avaliações clínica e do julgamento perceptivo de posição do membro inferior

Para as avaliações clínica e dos erros absolutos do julgamento perceptivo de posição do tornozelo e do joelho, realizadas no estado OFF e ON do medicamento específico para a DP (tabela 2), a ANOVA revelou diferença significativa do medicamento para a UPDRS III

($F_{1,17}=50,84$, $p<0,01$) e para o julgamento perceptivo do joelho nas angulações 20° ($F_{1,17}=4,33$, $p=0,05$) e 45° ($F_{1,17}=5,43$, $p=0,03$). Os idosos com DP, no estado ON do medicamento, diminuíram os valores da UPDRS III e aumentaram o erro absoluto do julgamento perceptivo de posição do joelho nas angulações 20° e 45°, em comparação com o estado OFF do medicamento.

Tabela 2. Médias, desvios padrão e valor de significância das avaliações clínica e do julgamento perceptivo dos pacientes com DP no estado OFF e ON da medicação.

	Clínica		
	OFF	ON	p
UPDRS III (pontos)	32,39 ± 9,06	28,22 ± 8,58	<0,01*
H&Y (estágio)	2,11 ± 0,27	2,03 ± 0,21	0,08
Julgamento perceptivo (erro em graus)			
Tornozelo 15°	2,97 ± 2,55	3,10 ± 2,04	0,84
Tornozelo -15°	5,74 ± 6,68	4,92 ± 4,54	0,44
Joelho 20°	10,24 ± 5,63	12,66 ± 6,46	0,05*
Joelho 45°	10,07 ± 5,06	11,65 ± 4,79	0,03*
Joelho 70°	6,29 ± 4,26	7,84 ± 5,65	0,19

UPDRS III = Unified Parkinson's Disease Rating Scale – subescala III; H&Y = Escala de Hoehn & Yahr; t15 = +15° plantiflexão; tmn15 = -15° dorsoflexão; j20 = flexão do joelho 20°; j45 = flexão do joelho 45°; j70 = flexão do joelho 70°; * diferença significativa entre condições.

3.2. Avaliação do equilíbrio

3.2.1. Condição normal

A ANOVA *two-way* revelou interação entre visão e estado de medicamento na frequência espectral média do deslocamento anteroposterior ($F_{1,17}= 5,404$; $p=0,033$) (figura 1). O teste *post hoc* de Bonferroni indicou que os pacientes com DP, no estado OFF do medicamento, apresentaram maior frequência espectral média do deslocamento no sentido anteroposterior na condição com os olhos fechados quando comparados com os olhos abertos ($p=0,003$). Além disso, na condição com olhos fechados, esses pacientes apresentaram maior

frequência espectral média do deslocamento no sentido anteroposterior no estado OFF do medicamento em relação ao estado ON do medicamento ($p=0,04$).

A ANOVA revelou efeito principal de visão para velocidade média do CoP nos sentidos anteroposterior ($F_{1,17}= 17,046$; $p=0,001$) e médio lateral ($F_{1,17}= 11,009$; $p=0,004$), RMS no sentido anteroposterior ($F_{1,17}= 17,359$; $p=0,001$), área ($F_{1,17}= 8,846$; $p=0,009$) e frequência espectral média do deslocamento nos sentidos médio lateral ($F_{1,17}= 5,000$; $p=0,039$) (tabela 3). Em todas estas variáveis, os pacientes com DP apresentaram maiores valores na condição com olhos fechados quando comparado com os olhos abertos.

Figura 1. Interação entre medicamento e visão na variável frequência espectral média do deslocamento anteroposterior (MPF_ap) na condição normal.

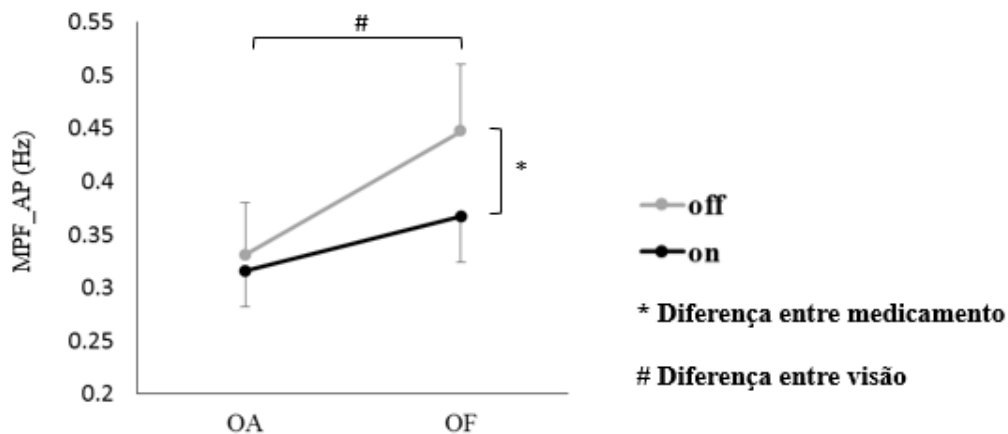


Tabela 3. Médias, desvios padrão, efeito do medicamento e efeito de visão das variáveis do CoP de pacientes com DP.

	Olhos Fechados		Olhos Abertos		Efeito medicamento	Efeito visão
	OFF	ON	OFF	ON		
vel_ap (cm/s)	1.67 ± 1.09	1.59 ± 1.06	1.00 ± 0.57	1.04 ± 0.51	0,779	0,001
vel_ml (cm/s)	0.69 ± 0.28	0.69 ± 0.30	0.53 ± 0.20	0.54 ± 0.17	0,879	0,004
área (cm²)	3.80 ± 2.90	4.24 ± 3.57	2.55 ± 2.08	3.36 ± 2.83	0,224	0,009
rms_ap (cm)	0.56 ± 0.20	0.57 ± 0.22	0.44 ± 0.13	0.48 ± 0.19	0,393	0,001
rms_ml (cm)	0.33 ± 0.17	0.35 ± 0.19	0.29 ± 0.14	0.33 ± 0.18	0,228	0,090
mpf_ml (Hz)	0.35 ± 0.20	0.34 ± 0.16	0.30 ± 0.15	0.28 ± 0.12	0,324	0,039

vel = velocidade; rms = root mean square; mpf = frequência espectral média; ap = anteroposterior; ml = médio lateral; ON = estado ON do medicamento; OFF = estado OFF do medicamento.

3.2.2. Condição de apoio em espuma

A ANOVA *two-way* revelou interação entre visão e estado de medicamento na velocidade média do CoP no sentido médio lateral ($F_{1,17}= 9,093$, $p=0,009$) (figura 2). O teste *post hoc* de Bonferroni indicou que, no estado OFF e ON do medicamento, os pacientes com DP mostraram maior velocidade média do CoP no sentido médio lateral na condição com os olhos fechados quando comparado com os olhos abertos ($p<0,001$, $p<0,001$, respectivamente).

A ANOVA também apontou efeito principal de visão para o RMS nos sentidos anteroposterior ($F_{1,17}= 57,669$, $p<0,001$) e médio lateral ($F_{1,17}= 47,267$, $p<0,001$), área ($F_{1,17}= 29,063$, $p<0,001$), velocidade anteroposterior ($F_{1,17}= 31,165$, $p<0,001$) e frequência espectral média do deslocamento médio lateral ($F_{1,17}= 8,288$, $p=0,011$) (tabela 4). Os pacientes com DP apresentaram maiores valores em todas as variáveis. Além disso, a ANOVA revelou efeito principal de medicamento para a frequência espectral média do deslocamento anteroposterior ($F_{1,17}= 8,336$, $p=0,011$) (tabela 4). Os idosos com DP apresentaram maior frequência espectral média do deslocamento anteroposterior no estado OFF quando comparado com o estado ON do medicamento.

Figura 2. Interação entre medicamento e visão na velocidade média no sentido médio lateral (Vel_ml) do CoP na condição com espuma.

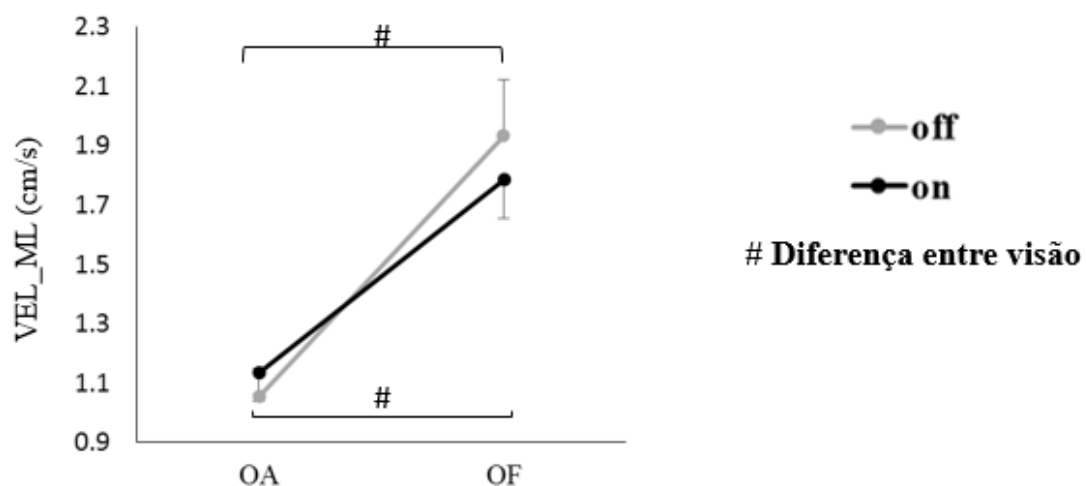


Tabela 4. Médias e desvios padrão das variáveis do CoP dos idosos com DP na condição com espuma.

	Olhos Fechados		Olhos Abertos		Efeito medicamento	Efeito visão
	OFF	ON	OFF	ON		
vel_ap (cm/s)	3,56 ± 2,17	3,42 ± 1,77	1,81 ± 1,00	1,92 ± 0,98	0,876	0,001
área (cm²)	24.67 ± 15.09	24.63 ± 13.10	9.98 ± 5.89	11.85 ± 7.13	0,509	0,001
rms_ap (cm)	1.20 ± 0.37	1.24 ± 0.30	0.76 ± 0.20	0.81 ± 0.25	0,176	0,001
mpf_ap (Hz)	0.42 ± 0.16	0.36 ± 0.12	0.35 ± 0.16	0.33 ± 0.15	0,011	0,114
mpf_ml (Hz)	0.30 ± 0.12	0.26 ± 0.79	0.23 ± 0.57	0.23 ± 0.71	0,146	0,011

rms = root mean square; mpf = frequência espectral média; ap = anteroposterior; ml = médio lateral; ON = estado ON do medicamento; OFF = estado OFF do medicamento.

3.2.2. Condição semi-tandem

A ANOVA *two-way* revelou interação entre visão e estado de medicamento para área ($F_{1,17} = 5,252$; $p=0,035$), RMS do deslocamento nos sentidos anteroposterior ($F_{1,17} = 5,181$; $p=0,036$) e médio lateral do CoP ($F_{1,17} = 6,417$; $p=0,021$) (figura 3). O teste *post hoc* de Bonferroni indicou que os pacientes com DP, tanto no estado OFF quanto no estado ON do medicamento, apresentaram maiores valores nestas variáveis na condição com os olhos fechados em comparação com os olhos abertos ($p<0,001$, $p<0,001$, $p<0,001$, respectivamente).

A ANOVA revelou efeito principal de visão para velocidade média do CoP no sentido anteroposterior ($F_{1,17} = 26,934$; $p=0,001$) e médio lateral ($F_{1,17} = 70,077$; $p=0,001$) e frequência espectral média do deslocamento anteroposterior ($F_{1,17} = 4,730$; $p=0,044$) e médio lateral ($F_{1,17} = 7,475$; $p=0,014$) (tabela 5). Em todas estas variáveis, os pacientes com DP apresentaram maiores valores na condição com olhos fechados quando comparado com os olhos abertos. Por fim, a ANOVA apontou efeito principal de medicamento para frequência espectral média do deslocamento médio lateral ($F_{1,17} = 5,081$, $p=0,038$). No estado OFF do medicamento, os idosos com DP apresentaram maior frequência espectral média do deslocamento médio lateral quando comparado com o estado ON do medicamento.

Figura 3. Interação entre medicamento e visão nas variáveis a) área, b) *root mean square* do deslocamento anteroposterior (RMS_AP) e c) médio lateral do CoP (RMS_ML) na condição semi-tandem.

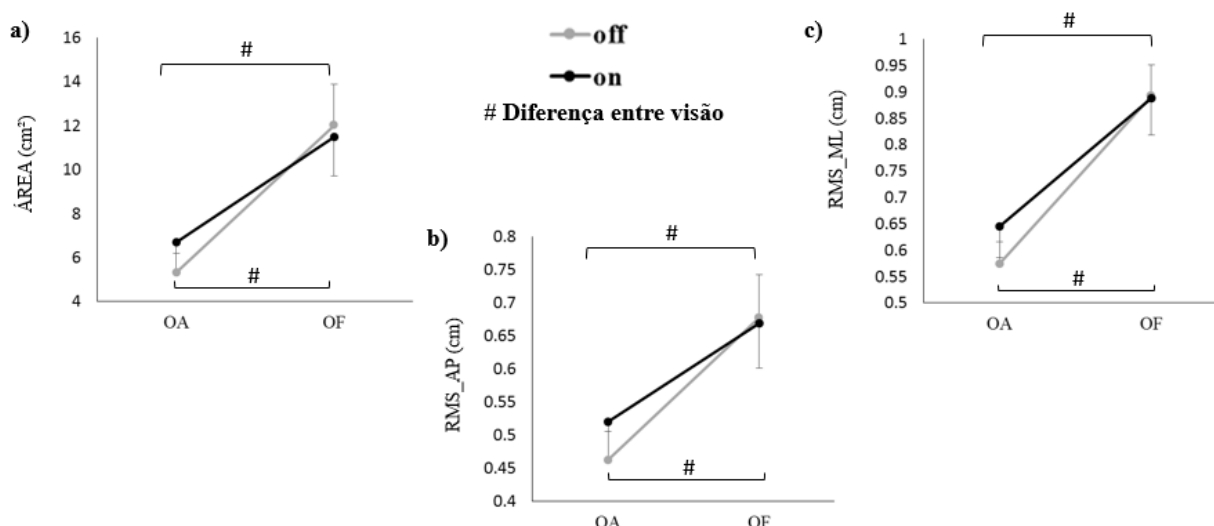


Tabela 5. Médias e desvios padrão das variáveis do CoP dos idosos com DP na condição semi-tandem.

	Olhos Fechados		Olhos Abertos		Efeito medicamento	Efeito visão
	OFF	ON	OFF	ON		
vel_ap (cm/s)	2.31 ± 1.36	2.23 ± 1.26	1.42 ± 0.78	1.42 ± 0.81	0,612	0,001
vel_ml (cm/s)	2.58 ± 0.97	2.54 ± 1.04	1.47 ± 0.58	1.58 ± 0.64	0,661	0,001
mpf_ap (Hz)	0.54 ± 0.27	0.53 ± 0.22	0.49 ± 0.27	0.45 ± 0.29	0,304	0,044
mpf_ml (Hz)	0.48 ± 0.15	0.43 ± 0.12	0.40 ± 0.17	0.38 ± 0.16	0,038	0,014

Vel = velocidade; rms = root mean square; mpf = frequência espectral média; ap = anteroposterior; ml = médio lateral; ON = estado ON do medicamento; OFF = estado OFF do medicamento.

3.3. Relação entre o desempenho do equilíbrio e o julgamento perceptivo do membro inferior

Na condição de controle postural sobre superfície estável (condição normal), a análise estatística apontou média correlação positiva entre o erro absoluto da flexão plantar com a velocidade média do CoP no sentido médio lateral ($r = 0,602$, $p = 0,008$), no estado OFF do medicamento com os olhos fechados. Sendo que, quanto maior for o erro de julgamento da flexão plantar, maior a velocidade média do CoP no sentido médio lateral (figura 4). Ainda, houve média correlação positiva entre o erro absoluto da flexão plantar com a frequência espectral média do deslocamento do CoP no sentido anteroposterior ($r = 0,673$, $p = 0,002$), no

estado OFF do medicamento com os olhos abertos. Sendo que, quanto maior foi o erro absoluto da flexão plantar maior o aumento da frequência espectral média do deslocamento anteroposterior do CoP (figura 5). A análise estatística também indicou média correlação positiva para o erro absoluto na flexão plantar com a frequência espectral média do deslocamento médio lateral do CoP ($r = 0,666$, $p = 0,003$) (figura 6a), velocidade média do CoP no sentido anteroposterior ($r = 0,621$, $p = 0,006$) (figura 6b) e alta correlação com frequência espectral média do deslocamento anteroposterior do CoP ($r = 0,705$, $p = 0,001$) (figura 6c), no estado ON do medicamento com os olhos fechados. Sendo que quanto maior o erro absoluto da flexão plantar, maior foi o valor das variáveis do CoP citadas acima.

Figura 4. Correlação entre velocidade médio lateral (Vel_ml) e flexão plantar no estado OFF do medicamento, na condição normal com olhos fechados.

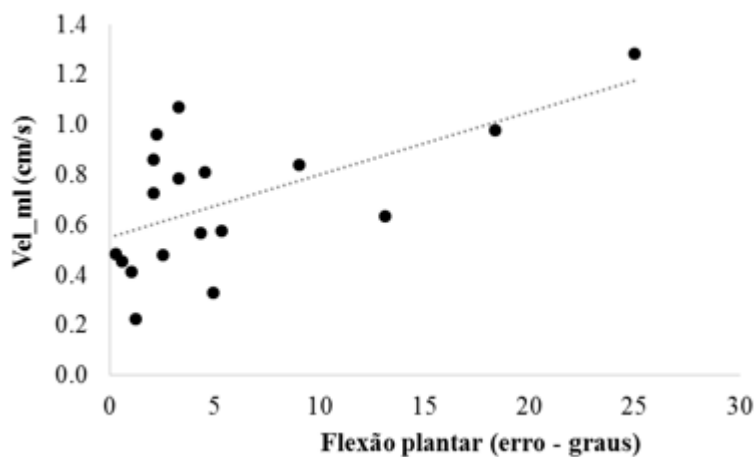


Figura 5. Correlação entre frequência espectral média do deslocamento anteroposterior (MPF_ap) e flexão plantar no estado ON do medicamento, na condição normal com olhos abertos.

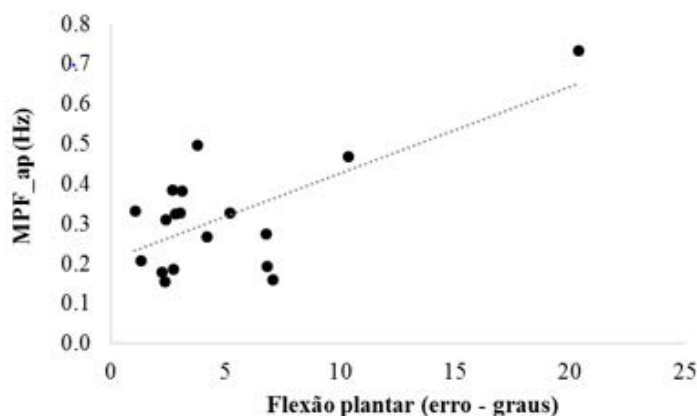
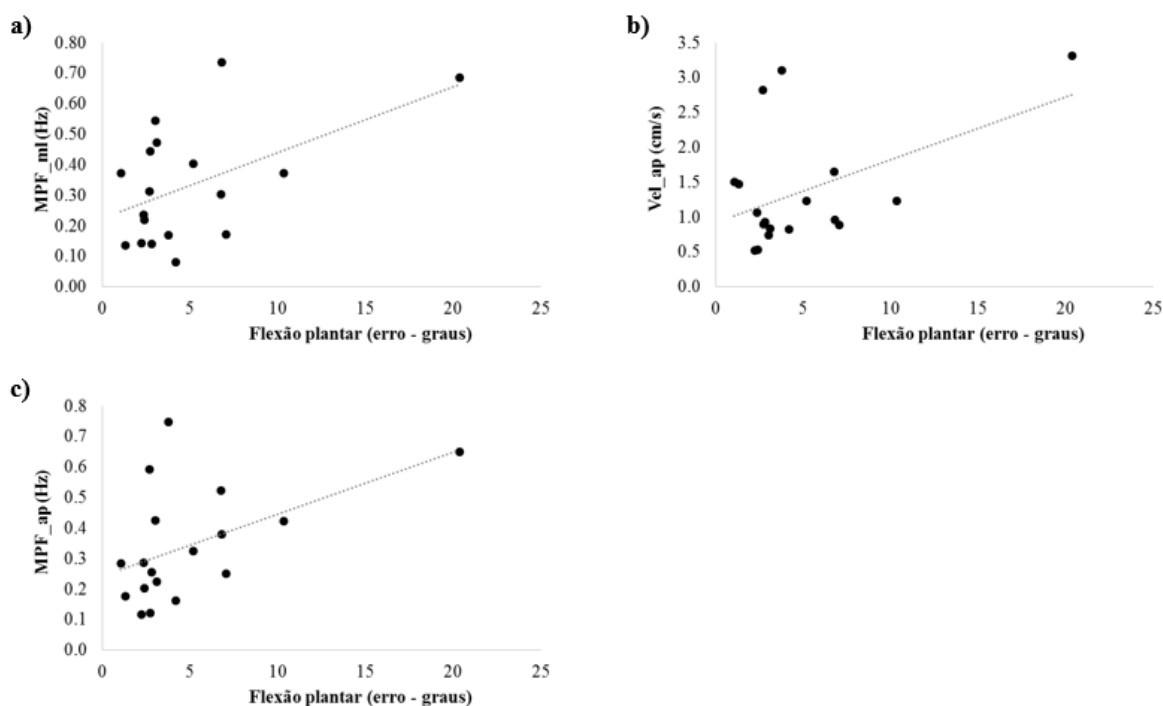


Figura 6. Correlação entre flexão plantar e a) frequência espectral média do deslocamento médio lateral (MPF_ml), b) velocidade anteroposterior (Vel_ap) e c) frequência espectral média do deslocamento anteroposterior (MPF_ap) no estado ON do medicamento, na condição normal com olhos fechados.



Na condição de controle postural sobre superfície de espuma, a análise estatística apontou alta correlação positiva entre o erro absoluto da flexão do joelho (70°) com a frequência espectral média do deslocamento do CoP no sentido médio lateral ($r = 0,700$, $p = 0,003$), no estado OFF do medicamento com olhos abertos. Sendo que, quanto maior for o erro do julgamento da flexão do joelho (70°), maior a frequência espectral média do deslocamento do CoP no sentido médio lateral (figura 7). Ainda, foi encontrada média correlação positiva para o erro de julgamento na dorsoflexão com a frequência espectral média do deslocamento do CoP no sentido médio lateral ($r = 0,636$, $p = 0,008$) (figura 8a), e alta correlação entre o erro de julgamento na dorsoflexão com a velocidade média do CoP no sentidos anteroposterior ($r = 0,750$, $p = 0,001$) (figura 8b) e médio lateral do CoP ($r = 0,880$, $p < 0,001$) (figura 8c), no estado ON do medicamento com olhos abertos. Sendo que, quanto maior o erro absoluto na dorsoflexão, maior os valores das variáveis do CoP citadas acima.

Além disso, foi indicado alta correlação positiva entre o erro absoluto na dorsoflexão com a velocidade média do CoP nos sentidos anteroposterior ($r = 0,703$, $p = 0,002$) (figura 9a) e médio lateral ($r = 0,785$, $p < 0,001$) (figura 9b), e média correlação positiva entre o erro absoluto na dorsoflexão com o RMS do CoP no sentido anteroposterior ($r = 0,664$, $p = 0,005$)

(figura 9c), no estado ON do medicamento com olhos fechados. Sendo que, quanto maior o erro absoluto, maior os valores dos parâmetros do CoP citados acima.

Figura 7. Correlação entre frequência espectral média do deslocamento médio lateral (MPF_ml) e flexão do joelho (70°) no estado OFF do medicamento, na condição espuma com olhos abertos.

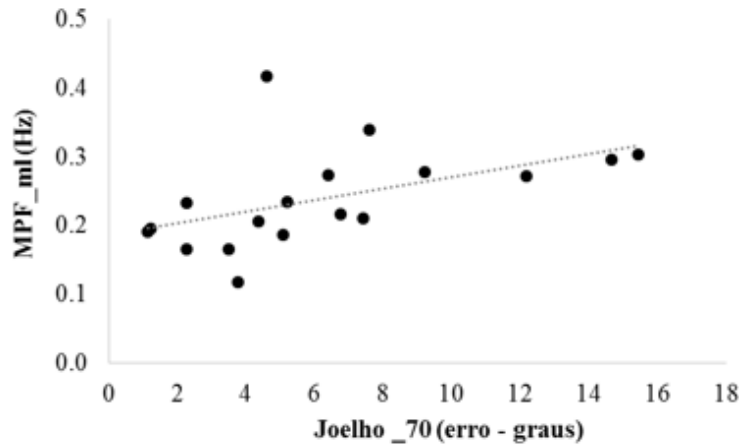


Figura 8. Correlação entre dorsoflexão e a) frequência espectral média do deslocamento médio lateral (MPF_ml), b) velocidade anteroposterior (Vel_ap) e c) velocidade médio lateral (Vel_ml) no estado ON do medicamento, na condição espuma com olhos abertos.

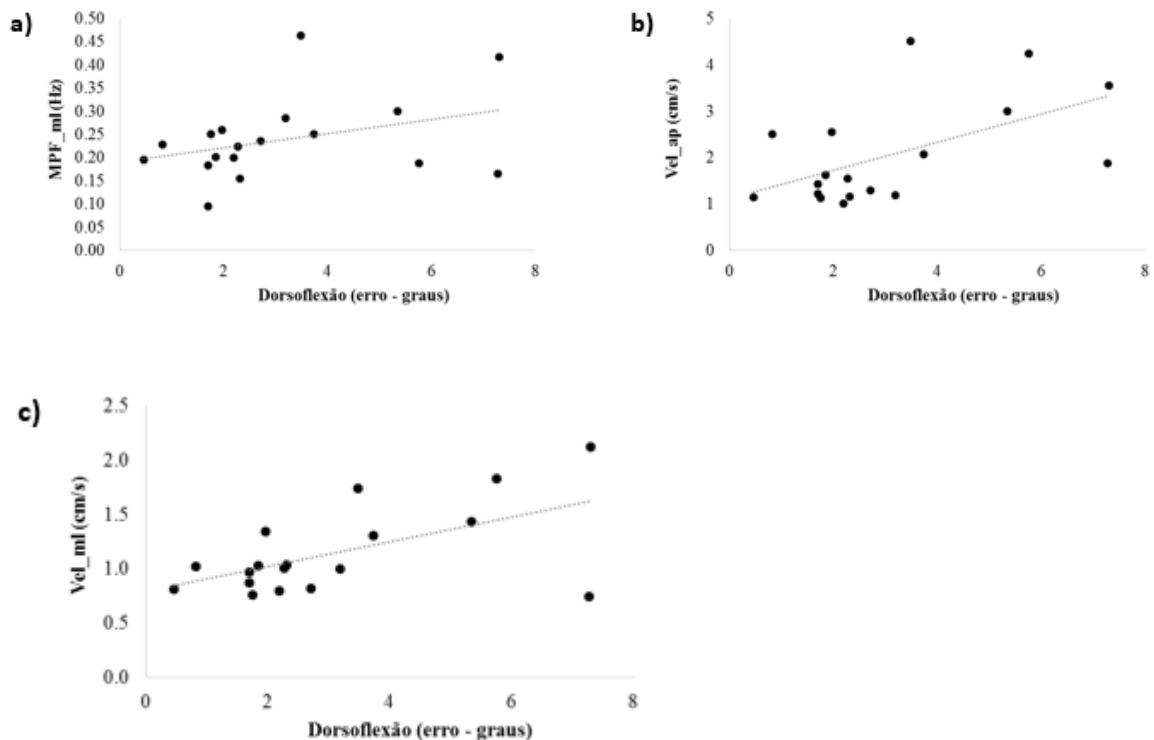
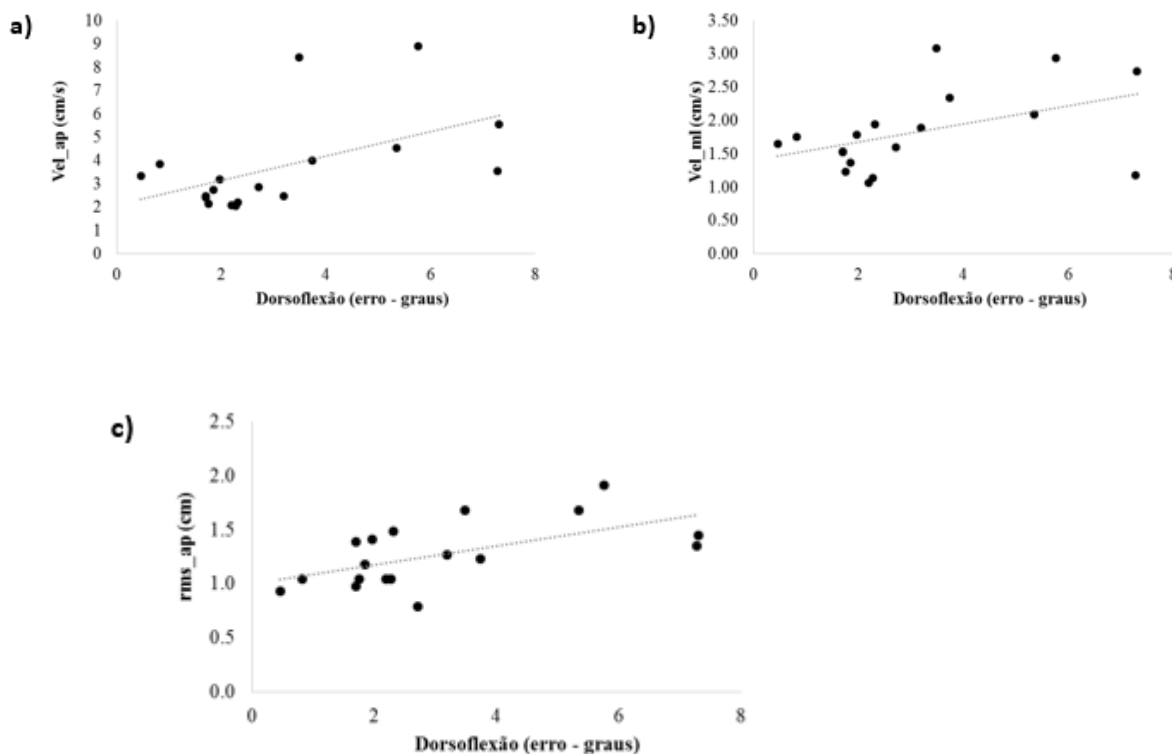


Figura 9. Correlação entre dorsoflexão e a) velocidade anteroposterior (Vel_ap), b) velocidade médio lateral (Vel_ml) e c) *root mean square* do deslocamento anteroposterior (rms_ap) no estado ON do medicamento, na condição espuma com olhos fechados.



Por fim, no controle postural na posição semi-tandem, a análise estatística apontou média correlação entre o erro de julgamento na flexão plantar com a velocidade média do CoP no sentido anteroposterior ($r = 0,679$, $p = 0,002$) (figura 10a), frequência espectral média do deslocamento do CoP no sentido médio lateral ($r = 0,601$, $p = 0,008$) (figura 10b) e alta correlação positiva com a frequência espectral média do deslocamento do CoP no sentido anteroposterior ($r = 0,763$, $p < 0,001$) (figura 10c), no estado ON do medicamento, na condição com olhos abertos. Ainda, foi observado média correlação positiva entre o erro de julgamento na dorsoflexão com a velocidade media do CoP no sentido médio lateral do CoP ($r = 0,613$, $p = 0,007$) (figura 10d), também no estado ON do medicamento, na condição com olhos abertos. Sendo que, quanto maior o erro absoluto, maior os valores das variáveis do CoP citadas acima.

Além disso, foi indicado média correlação positiva entre o erro absoluto na flexão plantar com a velocidade média do CoP no sentido anteroposterior ($r = 0,648$, $p = 0,004$) (figura 11a), frequência espectral média do deslocamento do CoP nos sentidos anteroposterior ($r = 0,655$, $p = 0,003$) (figura 11b) e médio lateral ($r = 0,617$, $p = 0,006$) (figura 11c), no

estado ON do medicamento, na condição com olhos fechados. Ainda, foi apontado correlação média positiva entre o erro absoluto de julgamento da dorsoflexão com a velocidade média do CoP no sentido médio lateral ($r = 0,668$, $p = 0,002$) (figura 11d), no estado ON do medicamento, na condição com olhos fechados. Sendo que, quanto maior o erro absoluto, maior os valores dos parâmetros do CoP.

Figura 10. Correlação entre flexão plantar e a) velocidade anteroposterior (Vel_ap), b) frequência espectral média do deslocamento médio lateral (MPF_ml), c) frequência espectral média do deslocamento anteroposterior (MPF_ap) e d) velocidade médio lateral (Vel_ml) no estado ON do medicamento, na condição semi-tandem com olhos abertos.

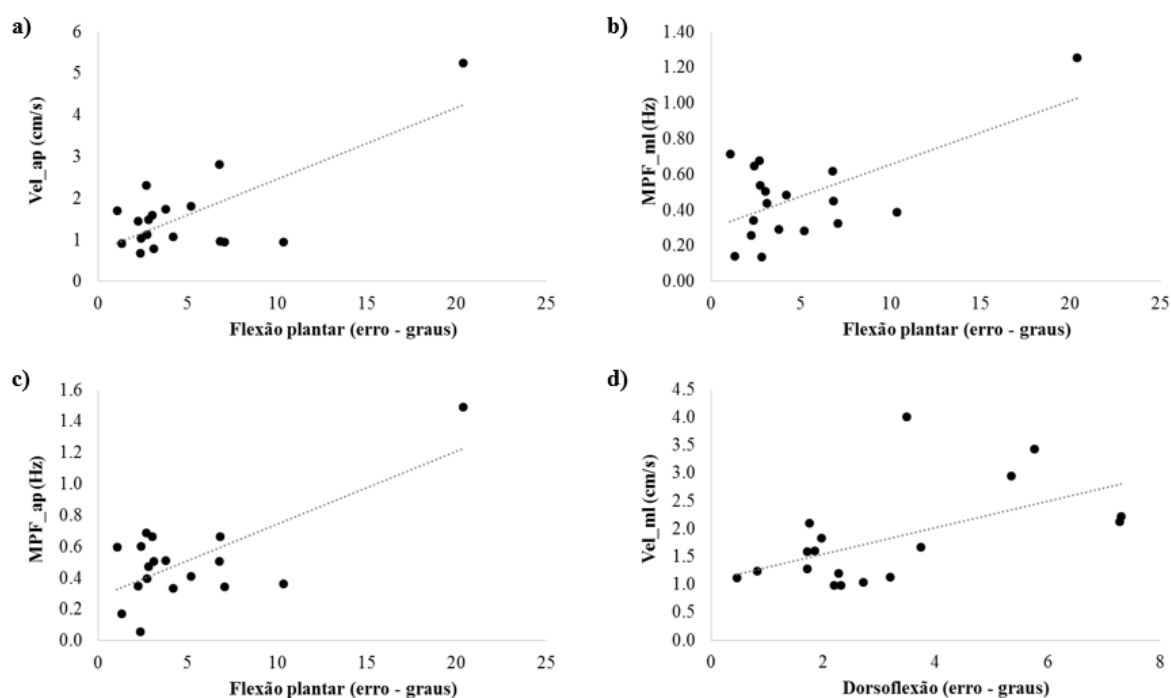
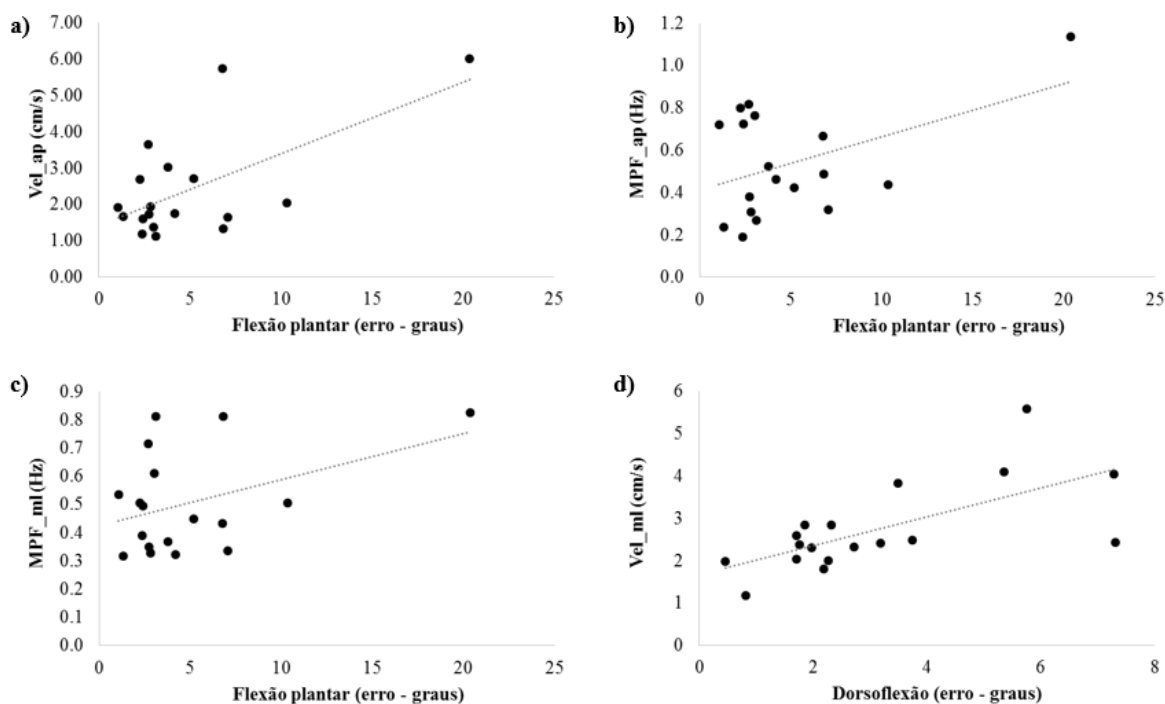


Figura 11. Correlação entre flexão plantar e a) velocidade anteroposterior (Vel_ap), b) frequência espectral média do deslocamento anteroposterior (MPF_ap) e c) frequência espectral média do deslocamento médio lateral (MPF_ml); e d) correlação entre dorsoflexão e velocidade médio lateral (Vel_ml) no estado ON do medicamento, na condição semi-tandem com olhos fechados.



4. DISCUSSÃO

Os objetivos deste estudo foram: i) analisar o desempenho em tarefas do equilíbrio e o julgamento perceptivo de posição do membro inferior em pacientes com DP, com e sem efeito da medicação (levodopa); ii) verificar a relação entre o julgamento perceptivo de posição do membro inferior e o desempenho em tarefas de equilíbrio. Os achados deste estudo apontam que o tratamento medicamentoso interfere negativamente no julgamento perceptivo de posição do membro inferior, em contrapartida, não influencia o desempenho do equilíbrio. Ainda, houve relação entre o julgamento perceptivo de posição do membro inferior e o desempenho em tarefas de equilíbrio, principalmente, no estado ON do medicamento. A seguir serão discutidos os efeitos do tratamento medicamentoso no julgamento perceptivo de posição do membro inferior e no desempenho do equilíbrio, e fatores que contribuíram para o aumento da correlação entre o julgamento perceptivo de posição do membro inferior e o desempenho em tarefas de equilíbrio.

O tratamento medicamentoso foi eficaz para melhorar os sinais e sintomas da DP, exceto a instabilidade postural. O tratamento medicamentoso com levodopa para a DP foi introduzido na década de 60 (NONNEKES, et al. 2016). Ainda hoje, essa medicação continua sendo o tratamento sintomático mais eficaz, tanto para sintomas motores, como rigidez e bradicinesia (SETHI, 2008; CHAUDHURI e SCHAPIRA, 2009), quanto para os sintomas não motores, como a ansiedade (LEMKE, et al. 2005). Porém, alguns dos sintomas da DP podem não responder adequadamente à levodopa ou outras formas de medicação dopaminérgica (ANTONINI et al. 2016). Além disso, com a progressão e maior tempo com a doença, alguns pacientes tornam-se resistentes aos efeitos do tratamento dopaminérgico (ANTONINI et al. 2016).

Apesar dos benefícios do medicamento nos sinais e sintomas da DP, o julgamento perceptivo do membro inferior e o desempenho nas tarefas de equilíbrio não se mostraram responsivos ao tratamento. Os pacientes com DP, no estado ON do medicamento, aumentaram o erro absoluto do julgamento perceptivo do joelho nas angulações 20° e 45°, em comparação com o estado OFF. O'Suilleabhain e colaboradores (2001) verificaram que a terapia dopaminérgica compromete a propriocepção dos membros superiores, Wright e colaboradores (2010) observaram prejuízos na propriocepção axial nos pacientes no estado ON em comparação com o estado OFF da medicação. Estes achados corroboram com os resultados deste estudo, demonstrando que a medicação afeta o julgamento perceptivo dos pacientes com DP. Em relação ao desempenho nas tarefas de equilíbrio, a terapia medicamentosa não interferiu na oscilação corporal (instabilidade postural). Este achado corrobora com estudos anteriores que observaram que a instabilidade postural pode ser resistente ao tratamento dopaminérgico (BLOEM et al., 1996; ROCCHI et al., 2002; CARPENTER et al., 2004; FOREMAN et al., 2012; NONNEKES et al., 2016).

Em contrapartida, a informação visual, independente do estado da medicação, interferiu no desempenho do equilíbrio dos idosos com DP, sendo que, na condição com os olhos fechados, os idosos apresentaram maiores valores nos parâmetros do CoP em relação à condição com olhos abertos, o que pode ser interpretado como aumento na instabilidade postural. Estes achados corroboram com os resultados de Czechowicz e colaboradores (2011) que verificaram uma oscilação postural maior nos participantes na ausência de informação visual, demonstrando que os idosos com DP são mais dependentes do sistema visual para manter o equilíbrio em comparação aos outros sistemas, como o proprioceptivo.

Um resultado interessante neste estudo foi o aumento das correlações entre o julgamento perceptivo de posição do membro inferior e a instabilidade postural no estado ON

do medicamento (correlações no estado OFF do medicamento: 2; correlações no estado ON do medicamento: 18). Como observado neste estudo, a medicação é eficaz para a melhorar o quadro clínico da doença, como por exemplo, diminuição da rigidez muscular. Essa menor rigidez muscular pode ter comprometido o julgamento perceptivo do tornozelo e joelho, uma vez que menos rígido, o paciente pode apresentar maior amplitude articular de movimento e cometer os erros de posição. Ainda, estudos mostram que a rigidez muscular pode estar envolvida no controle postural. Baston e colaboradores (2016) propuseram que a diminuição da rigidez no estado ON permite maior oscilação postural. Desse modo, os resultados deste estudo corroboram com os achados na literatura, sugerindo que a diminuição da rigidez no estado ON pode ter contribuído para uma maior instabilidade postural na DP. O processamento anormal do feedback proprioceptivo pode afetar a capacidade dos pacientes em ajustar adequadamente a resposta postural diante de perturbações do equilíbrio (BLOEM e CARPENTER, 2011). Portanto, os comprometimentos no julgamento perceptivo de posição atenuam as respostas posturais, apresentando maior instabilidade postural, principalmente, no estado ON do medicamento.

Estudos anteriores sugerem que a medicação dopaminérgica causa efeitos motores adversos em pacientes com DP, principalmente em condições avançadas da doença, na qual os pacientes podem apresentar flutuações de resposta e discinesia manifestada por um longo período de uso do medicamento ou alta dosagem do mesmo (BLOEM e CARPENTER, 2011; KEIJSERS et al., 2003). Ainda, as discinesias podem depender dos hábitos de vida, como estresse e alimentação (KEIJSERS et al., 2003). Zia e colaboradores (2002) propuseram que a discinesia induzida pelo medicamento pode gerar movimentos pelo SNC para compensar o julgamento perceptivo anormal no estado ON. Com isso, há a possibilidade de a medicação afetar indiretamente o julgamento perceptivo, por meio do efeito de outros sintomas da DP.

A principal limitação encontrada neste estudo foi em relação à individualidade, pois indivíduos podem exigir doses mais elevadas da medicação do que outros e, muitas vezes, médicos prescrevem doses padrão para os pacientes com DP. Ainda, alguns pacientes não conseguem tolerar a dose apropriada requerida para alcançar uma resposta motora adequada. Além disso, durante as coletas no estado ON do medicamento, muitos pacientes apresentaram episódios de sonolência (efeito colateral da medicação específica da DP). Isso pode ter contribuído para que o erro absoluto do julgamento perceptivo fosse maior no estado ON.

5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados, pode-se concluir que o medicamento é eficaz para melhorar o quadro clínico da DP, mas, é ineficaz para melhorar o julgamento perceptivo de posição do membro inferior e o desempenho em tarefas de equilíbrio de idosos com DP. De modo geral, houve um aumento dos valores das variáveis do CoP conforme o erro absoluto do julgamento perceptivo de posição do membro inferior se apresentasse maior, principalmente, no estado ON do medicamento. Portanto, intervenções, como a prática regular de exercício físico, devem ser realizadas associadas ao tratamento medicamentoso, a fim de beneficiar pacientes com DP, principalmente em relação à propriocepção e equilíbrio.

REFERÊNCIAS

- ANTONINI, A.; FUNG, V.S.; BOYD, J.T.; SLEVIN, J.T.; HALL, C.; CHATAMRA, K.; EATON, S.; BENESH, J.A. Effect of levodopa-carbidopa intestinal gel on dyskinesia in advanced Parkinson's disease patients. **Movement Disorders**, v.4, p. 530-537, 2016.
- BARBIERI, F.A.; RINALDI, N.M.; SANTOS, P.C.; LIRANI-SILVA, E.; VITORIO, R.; TEIXEIRA-ARROYO, C.; STELLA, F.; GOBBI, L.T.B. Functional capacity of brazilian patients with Parkinson's disease (PD): relationship between clinical characteristics and disease severity. **Archives of Gerontology Geriatrics**, v.54 (2), p.e83-88, 2012.
- BARBIERI, F.A. BAPTISTA, A.M.; LIRANI-SILVA, E.; SIMIELI, L.; ORCIOLI-SILVA, D.; BERETTA, V.S.; GOBBI, L.T.B. Effects of disease severity and medication state on postural control asymmetry of challenging postural tasks in people with Parkinson's disease. **Human Movement Science**, 2016.
- BARBOSA, M.T.; CARAMELLI, P.; MAIA, D.P.; CUNNINGHAM, M.C.Q.; GUERRA, H.L.; LIMA-COSTA, M.F.; CARDOSO, F. Parkinsonism and Parkinson's Disease in the Elderly: a community-based survey in Brazil (the Bambui' Study). **Movement Disorders: official journal of the Movement Disorder Society**, v.21, p.800-808, 2006.
- BASTON, C; MANCINI, M.; ROCCHI, L.; HORAK, F. Effects of Levodopa on Postural Strategies in Parkinson's disease. **Gait & Posture**, v. 46, p. 26-29, 2016.
- BEAR, M.F.; CONNORS, B.W.; PARADISO, M.A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. 3. ed. [S.I.]: Artmed, 2008.
- BERARDELLI, A.; ROTHWELL, J.C.; THOMPSON, P.D.; HALLET, M. Pathophysiology of bradykinesia in Parkinson's disease. **Brain: A Journal of Neurology**, v.124, pt. 11, p.2131-46, 2001.
- BLIN, O; FERRANDEZ, A.M.; PAILHOUS, J.; SERRATRICE, G. Dopa-sensitive and Dopa resistant gait parameters in Parkinson's disease. **Journal of Neurological Sciences**, v.103, p.1-54, 1991.
- BLOEM, B.R.; BECKLEY, D.J.; REMLER, M.P.; ROSS, R.A.; VAN DIJK, J.G. Postural reflexes in Parkinson's disease during 'resist' and 'yield' tasks. **Journal of Neurological Sciences**, v.129, p. 109–119, 1995.
- BLOEM, B.R.; BECKLEY, D.J.; VAN DIJK, J.G.; ZWINDERMAN, A.H.; REMLER, M.P.; ROSS, R.A. Influence of dopaminergic medication on automatic postural responses and balance impairment in Parkinson's disease. **Movement Disorders: official journal of the Movement Disorder Society**, v.11 (5), p.509-21, 1996.
- BLOEM, B.R.; GRIMBERGEN, Y.A.; CRAMER, M.; WILLEMSSEN, M.; ZWINDERMAN, A.H. Prospective assessment of falls in Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, v.248, p.950–8, 2001a.
- BLOEM, B.R.; VAN VUGT, J.P.; BECKLEY, D.J. Postural instability and falls in Parkinson's disease. **Advances in Neurology**, v.87, p.209–23, 2001b.

BRUCKI, S. M. D.; NITRINI, R.; CARAMELLI, P. et al. Sugestões para o uso do Mini-Exame do Estado Mental no Brasil. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, São Paulo, v. 61, n. 3-B, p. 777-781, 2003.

CARPENTER, M.G.; ALLUM, J.H.; HONEGGER, F.; ADKIN, A.L.; BLOEM, B.R. Postural abnormalities to multidirectional stance perturbations in Parkinson's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v.75 (9), p.1245-1254, 2004.

CARPENTER, M.G.; BLOEM, B.R. Postural control in Parkinson patients: a proprioceptive problem? **Experimental neurology**, v.227(1), p.26-30, 2011.

CHAUDHURI, K.R.; SCHAPIRA, A.H.V. Non-motor symptoms of Parkinson's disease: dopaminergic pathophysiology and treatment. **The Lancet Neurology**, v. 8, p. 464-474, 2009.

CHIARI, L.; BERTANI, A.; CAPPELLO, A. Classification of visual strategies in human postural control by stochastic parameters. **Human Movement Science**, v.19, p.817-42, 2000.

CONTRERAS-VIDAL, J.L.; GOLD, D.R. Dynamic estimation of hand position is abnormal in Parkinson's disease. **Parkinsonism and Related Disorders**, v.10, p.501-506, 2004.

CZECHOWICZ, B.; BOCZARSKA-JEDYNAK, M.; OPALA, G.; SLOMKA, K. The influence of visual control on postural stability in Parkinson disease. **Neurologia i neurochirurgia polska**, v.45, p. 132-139, 2011.

De LAU, L.M.; BRETELIER, M.M. Epidemiology of Parkinson's disease. **Lancet Neurology**, v.5 (6), p.525-535, 2006.

ESPAY, A.J.; FASANO, A.; VAN NUENEN, B.F.; PAYNE, M.M.; SNIJDERS, A.H.; BLOEM, B.R. "On" state freezing of gait in Parkinson disease: A paradoxical levodopa induced complication. **Neurology**, v.78(7), p.454-457, 2012.

FAHN, S.; ELTON, R. Members of the UPDRS. Development Comittee. The unified Parkinson's disease rating scale. In: FAHN, S.; MARSDEN, C.D.; CALNE, D.B.; GOLDSTEIN M. (eds.) **Recent Developments in Parkinson's Disease**, v.2, Florham Park NJ: McMellam Health Care Information, p. 153-163, 1987.

FOREMAN, K.B.; WISTED, C.; ADDISON, O; MARCUS, R.L.; LASTAYO, P.C.; DIBBLE, L.E. Improved Dynamic Postural Task Performance without Improvements in Postural Responses: The Blessing and the Curse of Dopamine Replacement. **Parkinson's disease**, v.2012, p.1-8, 2012.

GARDNER, E.P.; JOHNSON, K.O. The somatosensory system: receptors and central pathways. In KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSELL, T. M.; SIEGELBAUM, S. A.; HUDSPETH, A. J. **Principles of Neural Science**, 5 ed., p. 475-497, New York, McGraw-Hill, 2013.

GUYTON, A.C. **Neurociência básica: anatomia e fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

HAUSER, R.A.; PANISSET, M.; ABBRUZZESE, G.; MANCIONE, L.; DRONAMRAJU, N.; KAKARIEKA, A. Double-Blind trial of levodopa/carbidopa/entacapone versus levodopa/carbidopa in early Parkinson's disease. **Movement Disorders**: official journal of the Movement Disorder Society, v.24, n.4, p.541-550, 2009.

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

KANDEL, E.R.; SCHWARTZ, J.; JESSELL, T.M.; SIEGELBAUM, S.; HUDSPETH, A.J. **Princípios de neurociências**. 5. ed. [S.I.]: McGraw-Hill, 2014.

KATZENSCHLAGER, R.; LEES, A.J. Treatment of Parkinson's disease: levodopa as the first choice. **Journal of Neurology**, v.249 (2), p.19-24, 2002.

KEIJSERS, N.L.; HORSTINK, M.W.; GIELEN, S.C. Online monitoring of dyskinesia in patients with Parkinson's disease. **IEEE engineering in medicine and biology magazine**: the quarterly magazine of the Engineering in Medicine & Biology Society, v. 22, p. 96-103, 2003.

KONCZAK, J.; KRAWCZEWSKI, K.; TUIITE, P.; MASCHKE, M. The perception of passive motion in Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, v.254, p.655–663, 2007.

KONCZAK, J.; CORCOS, D.M.; HORAK, F.; POIZNER, H.; SHAPIRO, M.; TUIITE, P.; VOLKMANN, J.; MASCHKE, M. Proprioception and Motor Control in Parkinson's Disease. **Journal of Motor Behavior**, v.41, n.6, 2009.

LEE, D.; HENRIQUES, D.Y.; SNIDER, J.; SONG, D.; POIZNER, H. Reaching to proprioceptively defined targets in Parkinson's disease: effects of deep brain stimulation therapy. **Neuroscience**, v.244, p.99-112, 2013.

LEMKE, M.R.; BRECHT, H.M.; KOESTER, J.; KRAUS, P.H.; REICHMANN, H. Anhedonia, depression, and motor functioning in Parkinson's disease during treatment with pramipexole. **The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences**, v. 17, p. 214-220, 2005.

LI, K.Y.; PICKETT, K.; NESTRASIL, I.; TUIITE, P.; KONCZAK, J. The effect of dopamine replacement therapy on haptic sensitivity in Parkinson's disease. **Journal of Neurology**, v.257 (12), p.1992-8, 2010.

MAHMOUDIEN, A.; van DIEEN, J.H.; BAERT, I.A.C.; JONKERS, I.; BRUJIN, S.M.; LUYTEN, F.P.; FABER, G.S.; VERSCHUEREN, S.M.P. Changes in proprioceptive weighting during quiet standing in women with early and established knee osteoarthritis compared to healthy controls. *Gait & Posture*, v.44, p.184-188, 2016.

MASCHKE, M.; GOMEZ, C.M.; TUIITE, P.J.; KONCZAK, J. Dysfunction of the basal ganglia, but not the cerebellum, impairs kinaesthesia. **Brain: A Journal of Neurology**, v.126, p.2312-2322, 2003.

MONGEON, D.; BLANCHET, P.; MESSIER, J. Impact of Parkinson's disease and dopaminergic medication on proprioceptive processing. **Neuroscience**, v.158(2), p.426-40, 2009.

MORRIS, E. M.; HUXHAM, F.; MCGINLEY, J.; DODD, K.; IANSEK, R. The biomechanics and motor control of gait in Parkinson disease. **Clinical Biomechanics**, v.16 (6), p.459-470, 2001.

MORRIS, M.; IANSEK, R.; MCGINLEY, J.; MATYAS, T.; HUXHAM, F. Three-Dimensional Gait Biomechanics in Parkinson's disease: evidence for a centrally mediated amplitude regulation disorder. **Movement Disorders**, v.20, p.40-50, 2005.

NONNEKES, J.; TIMMER, M.H.M.; VRIES, N.M.; RASCOL, O.; HELMICH, R.C.; BLOEM, B. R. Unmasking levodopa resistance in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, 2016.

NUTT, G.J. Motor fluctuations and dyskinesia in Parkinson's disease. **Parkinsonism and Related Disorders**, v.8 (2), p.101-108, 2001.

O'SUILLEABHAIN, P.; BULLARD, J.; DEWEY, R.B. Proprioception in Parkinson's disease is acutely depressed by dopaminergic medications. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v.71, p.607-610, 2001.

PIERUCCINI-FARIA, F.; MENUCHI, M.R.T.P.; VITÓRIO, R.; GOBBI, L.T.B.; STELLA, F.; GOBBI, S. Parâmetros cinemáticos da marcha com obstáculos em idosos com doença de Parkinson, com e sem efeito da levodopa: um estudo piloto. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.10 (2), p.243-249, 2006.

PIERUCCINI-FARIA, F.; VITÓRIO, R.; ALMEIDA, Q.J.; SILVEIRA, C.R.; CAETANO, M.J.; STELLA, F.; GOBBI, S.; GOBBI L.T.B. Evaluating the Acute Contributions of Dopaminergic Replacement to Gait With Obstacles in Parkinson's Disease. **Journal of Motor Behavior**, v.45, n.5, p.369-380, 2013.

PRIETO, T. E.; MYKLEBUST, J.B.; HOFFMANN, R. G., LOVETT, E. G.; MYKLEBUST, B. M. Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v.43, p.956-66, 1996.

PROSKE, U.; GANDEVIA, S.C. The kinaesthetic senses. **The Journal of Physiology**, v.587, pt.17, p.4139-46, 2009.

QUTUBUDDIN, A.A.; PEGG, P.O.; CIFU, D.X.; BROWN, R.; McNAMEE, S.; CARNE, W. Validating the Berg Balance Scale for patients with Parkinson's disease: a key to rehabilitation evaluation. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.86 (4), p.789-92, 2005.

RINALDI, N. M. Efeito de dica auditiva na marcha livre e adaptativa em pacientes com doença de Parkinson. Mestrado em Ciências da Motricidade. Universidade Estadual Paulista-“Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2011.

ROCCHI, L.; CHIARI, L.; HORAK, F.B. Effects of deep brain stimulation and levodopa on postural sway in Parkinson's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v.73, p.267-74, 2002.

SAITO, M.; MARUYAMA, M.; IKEUCHI, K.; KONDO, H.; ISHIKAWA, A.; YUASA, T.; TSUJI, S. Autosomal recessive juvenile parkinsonism. **Brain & Development**, v.22, p.S115-S117, 2000.

SETHI, K. Levodopa unresponsive symptoms in Parkinson disease. **Movement Disorders**, v.23, p. 521-533, 2008.

SMANIA, N.; CORATO, E.; TINAZZI, M.; STANZANI, C.; FIASCHI, A.; GIRARDI, P.; GANDOLFI, M. Effect of balance training on postural instability in patients with idiopathic Parkinson's disease. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v.24(9), p.826-34, 2010.

TERMOZ, N.; HALLIDAY, S. E.; WINTER, D. A.; FRANK, J. S.; PATLA, A. E.; PRINCE, F. The control of upright stance in young, elderly and persons with Parkinson's disease. **Gait and Posture**, v.27,p.463-70, 2008.

VITÓRIO, R.; PIERUCCINI-FARIA, F.; STELLA, F.; GOBBI, S.; GOBBI, L.T.B. Effects of obstacle height on obstacle crossing in mild Parkinson's disease. **Gait & Posture**, v.31, p.143-146, 2010.

VITÓRIO, R.; LIRANI-SILVA, E.; BARBIERI, F.A.; RAILE, V.; BATISTELA, R.A.; STELLA, F.; GOBBI, L.T.B. The role of vision in Parkinson's disease locomotion control: free walking task. **Gait & Posture**, v.35, p.175-179, 2012.

WRIGHT, W.G.; GURFINKEL, V.S.; KING, L.A.; NUTT, J.G.; CORDO, P.J.; HORAK, F.B. Axial kinaesthesia is impaired in Parkinson's disease: effects of levodopa. **Experimental neurology**, v.1, p. 202-209, 2010.

ZIA, S.; CODY, F.; O'BOYLE, D. Joint position sense is impaired by Parkinson's Disease. **Ann Neurol**, v.47, p.218-228, 2000.

ZIA, S.; CODY, F.W.; O'BOYLE, D.J. Identification of unilateral elbow-joint position is impaired by Parkinson's disease. **Clinical anatomy**, v.15, p.23-31, 2002.