UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS - RIO CLARO

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

VIVIAN RAILE

PAPEL DA INFORMAÇÃO EXPROPRIOCEPTIVA DURANTE O ANDAR EM IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON E IDOSOS SADIOS

Rio Claro
2011

VIVIAN RAILE

Papel da informação exproprioceptiva durante o andar em pessoas com doença de Parkinson e idosos sadios

Orientadora: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi
Co-orientador: Rodrigo Vitório

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC apresentado ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Rio Claro

2011

301.435 Raile, Vivian
R152p Papel da informação exproprioceptiva durante o andar em pessoas com doença de parkinson e idosos sadios / Vivian Raile. - Rio Claro : [s.n.], 2011
40 f. : il., tabs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro

Orientador: Lilian Teresa Bucken Gobbi
Co-Orientador: Rodrigo Vitório

1. Envelhecimento. 2. Informação visual. 3. Locomoção. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me ajudado a cumprir mais essa etapa.

Agradeço a minha mãe, meu pai e meu irmão por todo apoio que me deram durante este trabalho. Pela compreensão dos fins de semana ocupada, por me incentivarem, por estarem sempre abertos a me ouvir e estar do meu lado independente de qualquer coisa. Obrigado por estarem comigo.

Agradeço a professora, orientadora e amiga Lilian Teresa Bucken Gobbi por todo auxílio durante o trabalho, pela paciência e por ter me recebido e me incentivado dentro de seu laboratório.

Agradeço ao Rodrigo Vitório por ter me ajudado em muitos trabalhos, por ter confiado na minha capacidade e por toda paciência nos meus momentos de ansiedade.

Agradeço ao Marcelo, amigo, companheiro, menino, por todo carinho. Obrigado por sempre estar do meu lado quando precisei, me acalmando, me dando apoio, me dando até broncas! Obrigada por todos os momentos comigo.

Agradeço ao time de futsal feminino pelos momentos compartilhados, pelas tensões nos jogos, pelas felicidades e pela união. Agradeço, em especial, a Livia (risadinha) e Mariama (quaze) por dividirem comigo também momentos fora de quadra, por todo companheirismo e amizade.

Agradeço a Raquel (migues), Monica (rep cotoco) e Luana (bisc) por todas as lembranças ótimas que irei guardar da minha graduação. Obrigada por estarem do meu lado, por me fazerem rir, passar coisas inimagináveis, os luais com doritos e brigadeiro, as conversas, as festas, as reuniões pós-balada, as canções de desapego, as discussões sem sentido, as “causadas”, enfim, são amizades que sempre vou levar comigo. Amizades que independentemente de qualquer distância continuarão as mesmas. Obrigada quarteto!

Agradeço a Paulet’s e a Thais por fazerem da minha vizinhança uma casa. Pelas noites em que me acolheram e pelas palavras amigas que me deram. Agradeço também ao Paulo por ter me emprestado o óculos para minha pesquisa, afinal foi de muita importância!

Agradeço a todos os membros do LEPLO que também me receberam muito bem e fizeram eu me sentir em “casa” sendo de outro curso. Por terem me explicado as coisas da sua área e terem me auxiliado em todo esse tempo.

Agradeço a todos os participantes desse estudo que fizeram esse trabalho possível.

RESUMO

A doença de Parkinson (DP) é uma neuropatologia que decorre em déficits na integração sensório-motora, destacando-se os problemas proprioceptivos e no sistema visual. Estudos mostram que pessoas com DP são mais dependentes da informação visual para executar a locomoção. Entretanto, pouco é conhecido quando a informação visual exproprioceptiva é anulada durante o andar livre e a ultrapassagem de obstáculo. Assim, o objetivo do estudo foi analisar o papel da informação visual exproprioceptiva durante o andar livre e a ultrapassagem de obstáculo em idosos com DP e idosos sadios. Participaram 12 idosos com DP, classificados em 1 e 2 na escala de Hoehn & Yahr, e 12 idosos sadios (*pair matched*). Os participantes foram convidados a andar, em velocidade preferida, sobre uma passarela de 8 metros sem e com obstáculo (SO e OB, respectivamente). As tentativas foram apresentadas combinando duas condições de informação visual: com e sem informação exproprioceptiva. Foram realizadas 3 tentativas por condição, totalizando 12 tentativas; realizadas em 2 blocos. A informação exproprioceptiva foi manipulada pelo uso de óculos que bloquearam a visão dos membros inferiores. Os dados cinemáticos foram coletados por um sistema optoeletrônico de análise do movimento (OPTOTRAK Certus – 3D Motion Measurement System, NDI). Para análise estatística foram empregadas ANOVAs. Os resultados revelaram efeito principal de grupo e condição para o andar livre e efeito de condição para a fase de ultrapassagem. No andar livre, a hipometria influenciou o comportamento locomotor de idosos com DP comparados a idosos sadios. Ainda, na ausência de informação exproprioceptiva os participantes modificaram seu comportamento locomotor aumentando a cadência, o comprimento e a velocidade da passada e diminuíram a duração da passada e da porcentagem de duplo suporte. Para fase de ultrapassagem, os grupos se comportaram similarmente e, na condição sem informação exproprioceptiva, eles aumentaram todas as variáveis cinemáticas, exceto a distância horizontal pé obstáculo e distância vertical pé obstáculo da perna de suporte. Com base nos resultados, conclui-se que a informação visual exproprioceptiva influencia o comportamento locomotor no andar livre e adaptativo. Os idosos com DP não são mais dependentes deste tipo de informação do que idosos sadios em nenhuma das tarefas.

Palavras chave: doença de Parkinson, informação visual exproprioceptiva, locomoção.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Visão frontal e lateral do óculos utilizado no estudo.....12

FIGURA 2. Ambiente de coleta e passada a ser analisada.....14

FIGURA 3. Variáveis dependentes da fase de ultrapassagem para ambas as pernas. DHPO: distância horizontal pé obstáculo; DVPO: distância vertical pé obstáculo; DHOP: distância horizontal obstáculo pé.....15

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Características clínicas de idosos com DP (H&Y = escala de Hoehn e Yahr; UPDRS = Unified Parkinson's Disease Rating Scale, com sub-escalas: I – Estado mental, humor e comportamento; II – Atividades da vida diária; III – Exame de motricidade; MEEM = Mini Exame do Estado Mental).....11

TABELA 2. Características dos idosos com DP e idosos sadios (média ± desvio padrão).....12

TABELA 3. Valores médios e desvios padrão das variáveis dependentes no andar livre.....17

TABELA 4. Valores médios e desvios padrão das variáveis dependentes na fase de ultrapassagem.....18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1
2. REVISÃO DE LITERATURA 3
2.1. A doença de Parkinson 3
2.2. Caracterização da marcha na DP 4
2.3. Papel da visão no controle da locomoção humana 6
2.4. Controle visual da locomoção em pacientes com DP 7
3. OBJETIVO 9
4. MATERIAS E MÉTODO 10
4.1. Participantes 10
4.2. Procedimentos experimentais 12
4.3. Coleta e análise de dados 13
4.4. Variáveis dependentes 14
4.5. Análise estatística 16
5. RESULTADOS 17
5.1. Marcha livre 17
5.2. Fase de ultrapassagem 18
6. DISCUSSÃO 20
6.1. Andar livre 20
6.2. Fase de ultrapassagem 22
7. CONCLUSÃO 24
8. REFÊRENCIAS 25

1. INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é uma das mais comuns desordens do movimento e ocorre como a segunda neuropatologia mais prevalente no mundo, acometendo principalmente pessoas acima de 60 anos (OLANOW, STERN & SETHI, 2009). No Brasil, sua prevalência é em torno de 3,3% em pessoas acima de 64 anos (BARBOSA et al., 2006) e tende a aumentar com o avanço da idade (VAN DEN EEDEN et al., 2003).

A DP é um distúrbio crônico-degenerativo caracterizado pela morte progressiva de neurônios dopaminérgicos da *substantia nigra pars compacta*. Esses neurônios são responsáveis pela produção de dopamina, a qual é utilizada pelos núcleos da base no controle dos movimentos (SAITO et al., 2000). Consequentemente, a deficiência dopaminérgica desencadeia um desequilíbrio dos impulsos neurais excitatórios e/ou inibitórios enviados pelos núcleos da base ao córtex motor (OBESO et al., 2000), levando a comprometimentos motores como: tremor em repouso, acinesia, rigidez muscular; instabilidade postural e bradicinesia (BLIN et al., 1991; GUYTON, 1993; MORRIS & IANSEK, 1996; NUTT, 2001). Além desses comprometimentos, essa disfunção dos núcleos da base também leva a déficits na integração sensório-motora, destacando-se as informações proprioceptivas (ALMEIDA et al., 2005) e visuais (BODIS-WOLLNER, 1990; ARCHIBALD et al., 2009).

A redução na capacidade de integração dos sinais sensoriais e no feedback cinestésico aliados aos comprometimentos motores implicam em prejuízos na mobilidade e equilíbrio desses pacientes, aumentando suas dificuldades de lidar com perturbações ambientais, o que aumenta o risco de quedas (MORRIS et al., 2001; HASS et al., 2005; CRENNA et al., 2007). Como forma de compensar esses déficits, os pacientes, além de realizarem estratégias adaptativas no andar (CAETANO et al., 2009; VITÓRIO et al., 2010), são mais dependentes das informações visuais comparados a seus pares neurologicamente sadios em tarefas motoras (DEMIRCI et al., 1997; AZULAY et al., 1999).

A visão tem um importante papel na coordenação e orientação do andar (PATLA, 1997; MARIGOLD, 2008). Estudos têm mostrado que pessoas com DP são mais dependentes da informação visual para executar a locomoção (AZULAY et al., 1999; ALMEIDA et al., 2005; AZULAY, MESURE & BLIN., 2006). Entretanto, pouco é conhecido sobre o papel da informação visual exproprioceptiva (informação captada pelo sistema visual que se refere à identificação das partes do corpo relativas umas às outras e relativas aos objetos e eventos no ambiente) em terrenos irregulares, como na ultrapassagem de obstáculos.

O presente estudo propôs a utilização do paradigma de ultrapassagem de obstáculo aliado à manipulação da informação visual exproprioceptiva durante o andar de pessoas com DP, visto que não foram encontrados estudos que tenham realizado essa avaliação. Neste sentido, o presente estudo visa contribuir para o entendimento do papel das informações visuais no controle da locomoção e da ultrapassagem de obstáculos em pessoas com DP. Ainda, o estudo apresenta validade ecológica visto que este tipo de informação visual não está disponível em algumas atividades da vida diária como, por exemplo, quando se carrega um cesto com roupas sujas. Neste contexto, as seguintes questões foram abordadas: (1) Qual é o papel da informação visual exproprioceptiva no controle visual da locomoção e da ultrapassagem de obstáculos em pessoas com DP e idosos sadios? (2) Existem diferenças nos parâmetros cinemáticos da ultrapassagem de obstáculos de pacientes com DP e idosos sadios sob condição de não disponibilidade de informação visual exproprioceptiva?

2. REVISÃO DE LITERATURA

A presente revisão de literatura aborda, inicialmente, a patofisiologia da DP e suas consequências nas habilidades motoras dos pacientes, em especial a marcha. Em seguida, é detalhado o papel da visão na marcha, mais especificamente a informação visual exproprioceptiva. O papel da visão na locomoção de pessoas com DP encerra esta revisão.

2.1. A doença de Parkinson

A prevalência da DP eleva com o avanço da idade e, em vista do aumento da população idosa no mundo, a desordem tem ganhado maior relevância social e financeira (LUTZ, SANDERSON & SCHERBOV, 2001).

A DP é um distúrbio neurodegenerativo, crônico e progressivo caracterizado pela morte de neurônios da *substantia nigra pars compacta* (SNpc), responsáveis pela produção de dopamina (SAITO et al., 2000). A SNpc é um dos componentes que formam os núcleos da base, que por sua vez são estruturas formadas por massa cinzenta e que participam do controle dos movimentos por vias diretas e indiretas de conexão com o tálamo (PARENT et al., 2000; WATERS, 2008). Esse controle é realizado principalmente por meio da dopamina, a qual desempenha papéis diferentes em cada via: via direta – via facilitadora – desinibe o tálamo, liberando os movimentos; via indireta, inibe a transmissão ao longo da via, inibindo o tálamo e o movimento (GRAYBIEL, 2000; ARRUDA & MENESES, 2003; TAKAKUSAKI, TOMITA & YANO, 2008; RODRIQUES-OROZ et al., 2009). A morte dos neurônios dopaminérgicos na DP reflete no desequilíbrio dos impulsos neurais projetados nas vias, no comprometimento na distribuição da informação e, consequentemente, o controle dos movimentos está prejudicado (DELONG & WICHMANN, 2009).

Os pacientes apresentam diversos comprometimentos motores, como: tremor em repouso de aproximadamente 4 a 9Hz, que nos estágios iniciais da doença tende a ser unilateral; acinesia, dificuldade ou lentidão para iniciar o movimento; rigidez muscular; instabilidade postural; bradicinesia, lentidão na execução dos movimentos; hipometria, redução na amplitude de movimento (BERARDELLI et al., 2001; NUTT, 2001; BERGMAN & DEUSCHL, 2002; HASS et al., 2005).

O tratamento farmacológico é largamente empregado como forma de amenizar os sintomas da DP, entre eles, o uso de agonistas dopaminérgicos, levodopa e inibidores de

MAO-B (HAUSER, 2010). O uso de levodopa é considerado o tratamento mais eficaz e reflete em melhoras no desempenho motor de pacientes (HAUSER et al., 2009; MURATA, 2009), associadas a melhoras na qualidade de vida, nas atividades da vida diária e independência desses pacientes (OLANOW, STERN & SETHI, 2009). Embora alguns sintomas como bradicinesia, hipocinesia e rigidez possam responder ao tratamento com levodopa, outros como episódios de freezing, quedas e instabilidade postural são dopa-resistentes (BLIN et al., 1991; NUTT, 2001; OLANOW, STERN & SETHI, 2009).

As disfunções ocasionadas pela doença levam principalmente a comprometimentos na execução de tarefas motoras, em especial a marcha. A seguir, estão as principais características da marcha de pessoas com DP.

2.2. Caracterização da marcha na DP

O andar é uma tarefa complexa, bem aprendida e regulada pela integração de sistemas sensório-motores que, no processo de envelhecimento, são progressivamente deteriorados e exigem adaptações do organismo para compensá-los (PRINCE et al., 1997). As mudanças relacionadas à idade englobam a redução da força e massa muscular, o comprometimento do equilíbrio e a limitação do movimento articular, o que leva a adoção de padrões locomotores diferenciados (BARAK, WAGENAAR & HOLT, 2006). Tais padrões adotados são a diminuição da velocidade da marcha, redução do comprimento da passada, aumento da duração do duplo suporte, aumento da cadência, redução da amplitude de movimento angular da flexão plantar do tornozelo e da extensão do quadril durante a fase de impulso, aumento da flexão do quadril durante a fase de balanço e um maior gasto energético dispendido (PRINCE et al., 1997; BARAK, WAGENAAR & HOLT, 2006). Além de todas essas características próprias do processo de envelhecimento, os pacientes ainda apresentam os comprometimentos motores relacionados à doença de Parkinson.

Na DP, os sintomas motores começam a ser manifestados com pelo menos a morte de 50% das células dopaminérgicas (HAWKES, TREDICI & BRAAK, 2010). Para avaliar suas conseqüências no comportamento locomotor de pacientes, a grande maioria dos experimentos faz uso de parâmetros cinemáticos espaço-temporais. Ainda, como forma de avaliar a eficácia da terapia farmacológica alguns estudos são conduzidos nas fases ON e OFF do ciclo do medicamento.

Os primeiros estudos conduzidos na fase OFF do medicamento notaram que pacientes com DP andavam com ausência ou reduzido balanço dos braços, reduzido comprimento do

passo, lentidão, postura inclinada para frente, reduzida amplitude de movimento do quadril, joelhos e tornozelo e redução da rotação do tronco (MARTIN, 1967), resultados os quais foram confirmados posteriormente por Murray et al. (1978).

Em outros estudos conduzidos na fase ON do medicamento, o perfil cinemático da marcha parkinsoniana é marcado principalmente pela hipocinesia (movimentos lentos e diminutos em tamanho) (MORRIS 2001, 2005). A velocidade da marcha de pacientes com DP permaneceu na faixa de 0,4-0,7m/s, enquanto sujeitos controle andavam na faixa de 0,8-1m/s, demonstrando, portanto, a lentidão do movimento dos pacientes comparados a idosos sadios (BLIN, FERRANDEZ & SERRATRICE, 1990; BEHRMAN, TEITELBAUM & CAURAUGH, 1998). A hipometria é revelada principalmente no comprimento da passada e do passo. Para o comprimento da passada, os valores para pacientes estavam em média de 1,2m comparado a 1,4-1,5m para idosos sadios (BOND & MORRIS, 2000; MORRIS et al., 2005) e para o comprimento do passo, o valor 0,44m foi encontrado para pacientes comparado a 0,69m para sujeitos controle (ZIJLSTRA, RUTGERS & Van WEERDEN, 1998). A cadência na marcha parkinsoniana ainda permanece em discussão, com alguns estudos demonstrando diferenças significativas para essa variável (ZIJLSTRA, RUTGERS & Van WEERDEN, 1998; CARPINELLA et al., 2007) enquanto em outros estudos a cadência não difere entre idosos com DP e sadios (BOND & MORRIS, 2000; LEWIS, BYBLOW & WALT, 2000).

Blin et al. (1991) também realizaram um estudo sobre os efeitos do tratamento com levodopa na marcha de pacientes com DP e demonstraram que a velocidade, o comprimento da passada e a duração do duplo suporte são dopa-sensíveis enquanto as variáveis temporais, como a cadência, foram dopa-resistentes.

Estes estudos conduzidos na fase ON do medicamento se fazem necessários para entender como os pacientes vivem no seu dia-a-dia sob efeito do remédio. Ainda, para entender como os participantes se comportam frente a outros aspectos do seu cotidiano, como em terrenos irregulares onde eles têm que desviar ou ultrapassar objetos, é necessário o uso de outros paradigmas experimentais como, por exemplo, o uso de obstáculo.

Vitório et al. (2010) utilizaram o paradigma de ultrapassagem de obstáculo para analisar o comportamento locomotor de idosos com DP e idosos sadios. Eles verificaram que, durante a fase de ultrapassagem, os idosos com DP apresentaram menor distância do pé em relação ao obstáculo antes e depois de ultrapassá-lo (DHPO – distância horizontal pé obstáculo, DHOP – distância horizontal obstáculo pé, respectivamente). Estes resultados concordam com estudos que apontam que os pacientes com DP apresentam menores

amplitudes de movimento comparados a idosos sadios (BERARDELLI et al., 2001; SOFUWA et al., 2005). Ainda, em estudo de Vitório et al. (2010), foi analisada a influência da altura do obstáculo (baixo x alto) no comportamento motor de idosos com DP. Verificou-se que o obstáculo alto perturba mais os participantes, fazendo com que eles adotassem uma maior largura do passo de ultrapassagem e maior margem de segurança vertical (DVPO – distância vertical pé obstáculo). No entanto, nenhum destes estudos aborda questões relacionadas ao papel da informação visual exproprioceptiva durante a locomoção em terreno regular e na ultrapassagem de obstáculos. Assim, o tópico seguinte mostra os achados da literatura no que se refere ao papel das informações visuais no comportamento locomotor de idosos e, em seguida, de idosos com DP.

2.3. Papel da visão no controle da locomoção humana

A locomoção é parte essencial na interação do ser humano com o ambiente. Para perceber e agir ajustadamente a um determinado ambiente é necessário que o sistema efetor seja modulado adequadamente através da extração e integração de sinais oriundos do meio e relativos ao próprio corpo. Estas informações sensoriais são, em particular, provenientes do sistema visual.

A visão tem um importante papel no controle e orientação da locomoção. Ela é responsável por captar informações acerca do ambiente e suas características (informação exteroceptiva) e informações referentes à identificação das partes do corpo relativas umas as outras e ao ambiente (informação exproprioceptiva; PATLA, 1998). A integração destas informações é crítica para planejamentos antecipatórios (controle em feedforward ou prospectivo) e implementação de ajustes momentâneos requeridos (controle on-line) para garantir o sucesso e a segurança da locomoção (PATLA, 1997; 1998)

As informações exteroceptivas têm uma validade ecológica importante ao assegurar o controle feedforward da locomoção (MOHAGHEGHI, MORAES & PATLA, 2004; MARIGOLD, 2008). Isso se dá principalmente durante o andar adaptativo. Estudos que usaram o paradigma do obstáculo mostraram que a informação exteroceptiva acerca deste era utilizada como controle feedforward na regulação da trajetória dos membros (PATLA, 1997). Patla & Vickers (1997) verificando o comportamento do olhar durante a ultrapassagem de obstáculo, observaram que os participantes não fixam o olhar no obstáculo no passo antes da ultrapassagem (ou durante esta ação). Os participantes fixam seu olhar na direção da locomoção, em geral, a dois passos à frente. Portanto, quando os participantes estavam

olhando à frente de seus passos e obtendo informações prévias do obstáculo, estavam fazendo uso das informações exteroceptivas para o planejamento dos ajustes necessários para o sucesso da tarefa.

Já as informações exproprioceptivas são principalmente usadas no modo de controle on-line da locomoção (PATLA, 1997; MARIGOLD 2008). Em situações onde o tempo é essencial, como uma mudança repentina no caminho de um indivíduo, as informações exproprioceptivas servem para fazer pequenos ajustes, refinando (ou atualizando o anterior planejado) a trajetória do membro para o sucesso na ação inesperada (MARIGOLD, 2008). Estudos que utilizaram o paradigma do obstáculo observaram mudanças no comportamento locomotor dos participantes quando a informação exproprioceptiva foi anulada em busca de refinar a trajetória dos membros inferiores, principalmente aumentando suas margens de segurança para garantir a realização da tarefa (MARIGOLD, 2008). Rietdyk & Rhea (2006) utilizaram óculos para anular a informação exproprioceptiva e verificaram que os participantes aumentaram as distâncias horizontais e verticais das pernas de abordagem e suporte na ultrapassagem do obstáculo. O uso das informações exproprioceptivas também possui validade ecológica, visto que em muitas atividades da vida diária este tipo de informação está indisponível como, por exemplo, ao carregar uma bacia de roupas junto ao corpo.

Visto a importância da visão no controle da locomoção, o tópico seguinte aborda como essa questão se desenvolve em pacientes com DP.

2.4. Controle visual da locomoção em pacientes com DP

A disfunção nos núcleos da base na DP leva a déficits no processamento e na integração de informações sensoriais, destacando-se os problemas proprioceptivos (KEIJSERS et al., 2005) e no sistema visual.

Em estudo feito por Azulay et al. (1999), o papel da visão na locomoção em indivíduos com DP foi avaliado pela manipulação da informação visual sob 2 condições: estática, pelo uso de iluminação estroboscópica a 3 Hz que fornece somente dicas visuais de posição; e dinâmica, sob iluminação permanente que fornece dicas da percepção do movimento produzido pelo sujeito, também chamado de fluxo óptico. O uso da iluminação estroboscópica resultou na redução da velocidade da marcha e do comprimento da passada apenas nos pacientes com DP, revelando uma maior dependência dos pacientes nas informações visuais dinâmicas comparados ao grupo controle da mesma idade. Assim, o fato

dos pacientes serem mais dependentes da visão durante a locomoção pode ser explicado como forma de mecanismo compensatório para a sua capacidade reduzida de feedback cinestésico (DEMIRCI et al., 1997; KLOCKGETHER et al., 1995).

Keijsers et al. (2005) observaram que já em estágios iniciais da DP ocorre o déficit na informação proprioceptiva, mas este pode ser compensado pelo uso do feedback visual. Entretanto, com a progressão da doença, os pacientes tornam-se menos capazes de usar das informações visuais e, portanto, estas não são mais tão efetivas para compensar o déficit proprioceptivo em estágios mais avançados. Estudos com animais sugerem que tal redução na capacidade de usar informação visual é devido à perda acentuada de dopamina na SNpc que produz uma hiperatividade do GABA no colículo superior (GELISSEN & COOLS, 1986, 1987).

Diversos estudos mostram o uso de dicas como forma de melhorar o desempenho motor de pacientes em particular, o uso de dicas visuais tem demonstrado ser o método mais benéfico (SUTEERAWATTANANON et al., 2004; LEWIS, BYBLOW & WALT, 2000). Tem sido proposto que os estímulos visuais passam por um circuito alternativo no cérebro, no caso pelo cerebelo, que assume o papel dos núcleos da base no controle do processamento visuomotor (GLICKSTEIN & STEIN, 1991; MARDENS & OBESO, 1994).

Martin (1967) foi o primeiro a relatar os benefícios da visão para a locomoção em pacientes e determinou que apenas alguns tipos de estímulos visuais foram efetivos: linhas transversais com 2.5 cm ou mais de largura, 43.2 cm ou mais distantes uma das outras e contrastantes em cor em relação ao chão. Posteriormente, outros estudos também confirmaram a influência das dicas visuais na melhora dos movimentos em DP (AZULAY et al., 1999; LEWIS, BYBLOW & WALT, 2000; SUTEERAWATTANANON et al., 2004).

Considerando os déficits no processamento proprioceptivo e que a influência das informações visuais na locomoção dos pacientes com DP ainda é pouco estudada, o presente estudo pretende contribuir para o entendimento do papel da informação visual exproprioceptiva no controle do andar e da ultrapassagem de obstáculos em pacientes com DP.

3. OBJETIVO

Analisar o papel da informação visual exproprioceptiva durante o andar livre e adaptativo em idosos com DP e idosos neurologicamente sadios.

3.1. Objetivos específicos

Mais especificamente: a) Comparar os parâmetros cinemáticos do comportamento locomotor de idosos com DP e idosos sadios; b) Verificar o efeito da informação visual exproprioceptiva sobre o comportamento locomotor de idosos durante o andar livre e a ultrapassagem de obstáculo.

4. MATERIAS E MÉTODO

4.1. Participantes

Participaram deste estudo 24 idosos da cidade de Rio Claro: 12 idosos neurologicamente sadios (grupo controle) e 12 idosos com DP. Os grupos foram pareados em idade, gênero e características antropométricas.

Foram selecionados para o estudo apenas pacientes com diagnóstico de DP idiopática e que fazem uso regular de terapia medicamentosa antiparkinsoniana. Os pacientes selecionados passaram por uma avaliação clínica que compreendeu: a escala de Hoehn & Yahr (H&Y – SCHENKAMN et al., 2001).; a Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS – FAHN & ELTON, 1987); e o Mini-Exame do Estado Mental (MEEM – BRUCKI et al., 2003).

A escala de H&Y objetiva identificar o estágio evolutivo da doença, a existência da unilateralidade/bilateralidade da doença e o nível de resposta aos reflexos posturais. Os estágios são: *Estágio 0:* Sem sinais da doença; *Estágio 1*: Acometimento unilateral; *Estágio 1,5:* Envolvimento axial e unilateral; *Estágio 2:* Acometimento bilateral e sem alterações do balanço; *Estágio 2,5:* Acometimento bilateral com recuperação nos testes de equilíbrio; *Estágio 3:* Doença leve e moderada bilateral, alguma instabilidade postural e independência física; *Estágio 4:* Incapacidade grave; ainda capaz de andar e levantar sem ajuda; *Estágio 5:* Cadeira de rodas a menos que ajudado. O estudo restringiu a amostra somente aos estágios iniciais e moderados (1 a 3) da escala para garantir que os maiores comprometimentos dos estágios sucessivos não viessem a implicar na realização da tarefa, uma vez que pacientes em estágios mais avançados não apresentam locomoção independente.

A UPDRS avalia o grau de acometimento da doença e engloba três sub-escalas: I- psíquica (0 a 16 pontos); II- atividades da vida diária (0 a 52 pontos) e; III- funcional (0 a 108 pontos). Quanto maior a pontuação obtida, maior é grau de comprometimento da doença.

Por fim, foi aplicado o MEEM, que é um instrumento com a finalidade de avaliar condições cognitivas. O MEEM é composto de questões tipicamente agrupadas em sete categorias: orientação para tempo, orientação para local, registro de palavras, atenção e cálculo, lembrança de palavras mencionadas, linguagem e capacidade construtiva visual. Quanto maior a pontuação obtida no MEEM, menor é o comprometimento cognitivo.

Ainda, os seguintes critérios de exclusão da amostra foram adotados para ambos os grupos: idade abaixo de 60 anos, doenças osteomusculares, marcha dependente de bengala ou andador e problemas visuais não corrigidos que pudessem interferir na realização da tarefa.

A Tabela 1 apresenta os dados clínicos dos idosos com DP. Os dados mostram que os idosos com DP estavam em estágios iniciais e moderados da doença, com leve acometimento geral e com funções cognitivas preservadas (BRUCKI et al., 2003).

TABELA 1. Características clínicas dos idosos com DP (H&Y = escala de Hoehn e Yahr; UPDRS = Unified Parkinson's Disease Rating Scale, com as sub-escalas: I – Estado mental, humor e comportamento; II – Atividades da vida diária; III – Exame de motricidade; MEEM = Mini Exame do Estado Mental).

Participantes	**H&Y (estágio)**	**UPDRS I (pontos)**	**UPDRS II (pontos)**	**UPDRS III (pontos)**	**UPDRS Total (pontos)**	**MEEM (pontos)**
A	1	2	2	11	15	29
B	1.5	6	17	20	43	29
C	1.5	3	10	23	36	26
D	1.5	1	10	16	27	29
E	2	3	10	29	42	22
F	2	2	8	24	34	25
G	2	1	7	23	31	30
H	1.5	2	13	24	39	28
I	1.5	4	11	19	34	26
J	1.5	2	15	20	37	29
K	1	2	5	10	17	28
L	1.5	4	15	21	40	26
Média	1.5	2.7	10.3	20	32.9	27.3
Desvio Padrão	0.3	1.4	4.4	5.5	9.1	2.3

A Tabela 2 apresenta os dados das características antropométricas dos idosos neurologicamente sadios e dos idosos com DP.

TABELA 2. Características dos idosos com DP e dos idosos sadios (média ± desvio padrão).

Variáveis demográficas	DP	Controle	Valores estatísticos
Gênero	7 H; 5 M	7 H; 5 M	
Idade (anos)	70.1 ± 5.6	69.9 ± 4.8	t_{22} = 0,078; p = 0,939
Massa (kg)	73.7 ± 11.2	66.8 ± 14.3	t_{22} = 1,318; p = 0,201
Estatura (cm)	162 ± 9.3	160.9 ± 9	t_{22} = 0,290; p = 0,775

4.2. Procedimentos experimentais

O estudo foi realizado nas dependências do Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção no Departamento de Educação Física – Instituto de Biociências (UNESP/RC). O presente projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, campus Rio Claro (Protocolo n° 3377).

1. *Esclarecimentos quanto à participação no estudo*: Cada participante recebeu um termo de consentimento esclarecendo os objetivos da pesquisa, os procedimentos experimentais, os possíveis riscos e qualquer outra informação solicitada.

2. *Medidas antropométricas*: A massa, o peso corporal, a estatura, o comprimento e a largura do pé foram coletados de todos os participantes para caracterização da amostra e para análise das variáveis cinemáticas.

3. *Óculos*: A informação visual exproprioceptiva foi manipulada pelo uso de óculos que anularam o campo visual dos membros inferiores. Duas condições de visão foram utilizadas: visão normal (VN), sem uso dos óculos; e sem informação exproprioceptiva (SIE), com uso dos óculos. A Figura 1 mostra os óculos que foram utilizados no presente estudo.

FIGURA 1. Visão frontal e lateral do óculos utilizado no estudo.

4. *Tarefa*: Os participantes foram convidados a andar em uma passarela de 8 metros de comprimento por 1,4 metros de largura, sem obstáculo (SO) e com obstáculo (OB), sob duas condições de informação visual: com e sem informação exproprioceptiva. Ao comando do pesquisador, o participante deveria andar em sua velocidade preferida, até o final da passarela. Nas tentativas com obstáculo, os participantes deveriam andar em direção ao obstáculo, ultrapassá-lo e continuar andando até o final da passarela. Ainda, para efeito de segurança, um avaliador acompanhou os participantes durante a execução da tarefa em todas as tentativas. As tentativas foram apresentadas combinando as condições de visão (VN e SIE) e de obstáculo (SO e OB), em 3 tentativas por condição, totalizando 12; realizadas em 2 blocos (de acordo com a condição de visão). O bloco com a condição de informação visual exproprioceptiva disponível foi realizado anteriormente a condição de ausência deste tipo de informação, para que desta forma obtivéssemos inicialmente os parâmetros baseline do comportamento locomotor (sem efeito da manipulação desta informação sensorial). As condições foram randomizadas dentro de cada bloco. Quando algum participante tocou o obstáculo, a tentativa foi considerada inválida e foi repetida.

As tentativas da condição VN foram apresentadas no primeiro bloco e, no segundo, realizaram-se as tentativas da condição SIE. Neste segundo bloco, o participante recebeu também a instrução de manter o olhar sempre a frente, evitar flexionar o pescoço de modo a visualizar os pés durante o andar e a ultrapassagem do obstáculo.

As tarefas foram realizadas no estado ON do medicamento a fim de analisar o comportamento locomotor do dia-a-dia dos participantes com DP.

4.3. Coleta e análise de dados

Para registro cinemático dos dados, 4 emissores infravermelhos (IREDs) foram afixados no plano sagital direito dos membros inferiores, nos seguintes pontos anatômicos: para o membro inferior direito, no quinto metatarso e face lateral do calcâneo; e para o membro inferior esquerdo, no primeiro metatarso e face medial do calcâneo. Os deslocamentos dos IREDs foram captados por um sistema de análise do movimento (OPTOTRAK Certus – 3D Motion Measurement System, NDI), posicionado no plano sagital direito. A coleta foi realizada a frequência de 100 Hz. Os dados foram analisados através de uma rotina escrita em linguagem Matlab (Versão 7.0 – Math Works, Inc.) e filtrados com um filtro do tipo passa-baixo, Butterworth, com frequência de corte definida por meio de análise residual.

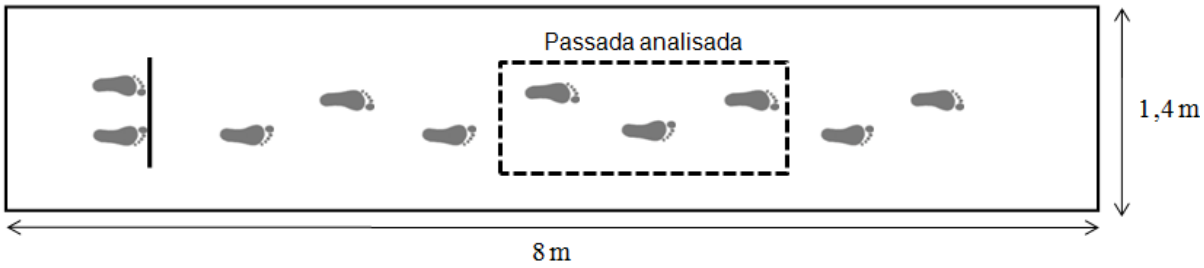
4.4. Variáveis dependentes

As variáveis dependentes cinemáticas foram calculadas somente para as tentativas válidas.

4.4.1. Marcha livre

A Figura 2 ilustra o ambiente de coleta (passarela) e a passada a ser analisada.

FIGURA 2. Ambiente de coleta e passada a ser analisada.



Para o andar livre, as seguintes variáveis cinemáticas foram analisadas:

- *comprimento da passada*: distância no sentido longitudinal, em centímetros, entre o marcador do primeiro metatarso do pé esquerdo no contato do membro com o solo e o próximo contato do mesmo membro;
- *duração da passada*: expressa o tempo gasto, em segundos, para a realização de uma passada.
- *velocidade da passada*: foi calculada através da divisão do comprimento da passada pela duração da passada e está expressa em cm/s;
- *cadência*: expressa o número de passos realizados em um minuto (passos/min). Foi calculada a partir da duração média dos passos realizados na passada analisada.
- *largura do passo*: distância no sentido médio-lateral, em centímetros, entre o marcador do primeiro metatarso esquerdo e o marcador do quinto metatarso direito, no momento do segundo contato do pé esquerdo com o solo dentro da passada central analisada;
- *porcentagem da fase de duplo suporte*: expressa a porcentagem de tempo de uma passada que o indivíduo realiza o suporte com os dois membros. Foi calculada com base na duração da passada.

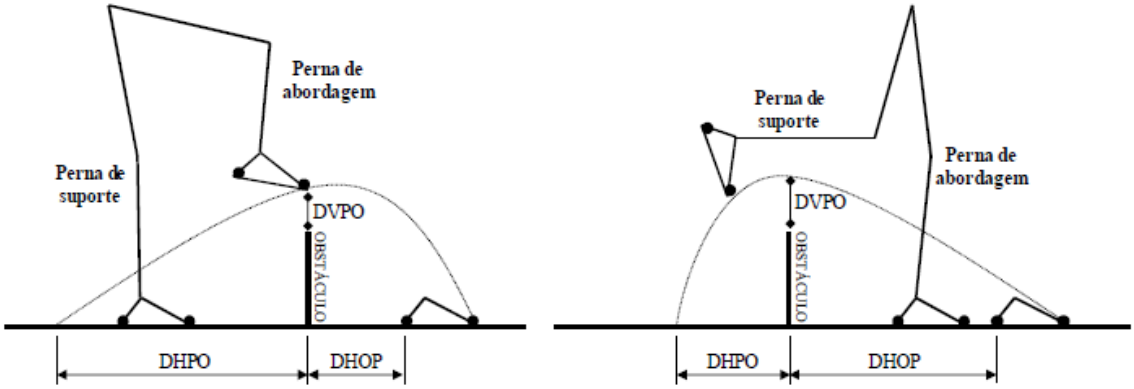
4.4.2. Fase de ultrapassagem

As variáveis dependentes calculadas na fase de ultrapassagem foram:

- *comprimento e largura do passo de ultrapassagem*: o comprimento do passo de ultrapassagem foi calculado pela distância entre o marcador na face medial do calcâneo da perna de suporte e a face lateral do calcâneo da perna de abordagem, no momento da ultrapassagem. A largura do passo de ultrapassagem representa a distância entre os marcadores dos calcâneos da perna de abordagem e de suporte no sentido médio-lateral somada à largura do pé da perna de suporte, no momento da ultrapassagem;
- *distância horizontal pé-obstáculo* (DHPO): corresponde ao valor da distância linear entre o marcador do metatarso, no momento em que este deixou o solo para a ultrapassagem, e o marcador do obstáculo. Foi calculada tanto para a perna de abordagem como para a perna de suporte;
- *distância horizontal obstáculo-pé* (DHOP): corresponde ao valor obtido pela distância entre o marcador do calcâneo ao entrar em contato com o solo, após a ultrapassagem, e o marcador do obstáculo. Foi calculada tanto para a perna de abordagem como para a perna de suporte;
- *distância vertical pé obstáculo* (DVPO): expressa a distância vertical entre o marcador do metatarso e a borda superior do obstáculo, no momento em que o pé estava sobre o obstáculo.

A Figura 3 mostra as variáveis dependentes que foram calculadas para a fase de ultrapassagem.

FIGURA 3. Variáveis dependentes da fase de ultrapassagem para ambas as pernas. DHPO: distância horizontal pé obstáculo; DVPO: distância vertical pé obstáculo; DHOP: distância horizontal obstáculo pé.



4.5. Análise estatística

Testes t para amostras independentes foram empregados para verificar possíveis diferenças entre os grupos para as variáveis demográficas (de caracterização dos grupos).

Para comparar o comportamento locomotor de pacientes e idosos sadios durante a realização das tarefas, ANOVAs *two-way* (2 grupos, 2 condições de informação visual) foram empregadas, considerando o fator de condição como medidas repetidas.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do software SPSS 15.0 e o nível de significância foi mantido em 0,05.

5. RESULTADOS

Não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos para idade, estatura e massa corporal (Tabela 2). Sendo assim, as variáveis dependentes não foram normalizadas.

Todos os participantes foram capazes de realizar o protocolo experimental.

5.1. Marcha livre

A Tabela 3 apresenta os valores médios e desvios padrão das variáveis cinemáticas no andar livre para os dois grupos (idosos com DP e neurologicamente sadios), nas duas condições de informação visual (visão normal e sem informação exproprioceptiva).

TABELA 3. Valores médios e desvios padrão das variáveis dependentes no andar livre.

Variáveis dependentes	**Visão normal**		**Sem informação exproprioceptiva**	
	DP	**Controle**	**DP**	**Controle**
Comprimento da passada (cm)	120.25 ± 16.62	136.15 ± 13.45	124.10 ± 15.57	140.81 ± 14.27
Duração da passada (s)	1.0 ± 0.10	1.08 ± 0.10	1.00 ± 0.07	1.04 ± 0.07
Velocidade da passada (cm/s)	116.76 ± 17.53	126.48 ± 15.21	124.63 ± 18.36	135.68 ± 16.85
Porcentagem da fase de duplo suporte (%)	28.89 ± 5.86	26.89 ± 2.31	26.92 ± 2.69	26.52 ± 2.23
Cadência (passos/min)	112.70 ± 16.83	110.61 ± 11.01	120.82 ± 10.19	114.37 ± 10.31
Largura do passo (cm)	9.85 ± 3.97	11.00 ± 3.60	11.30 ± 3.25	11.22 ± 3.63

Nenhuma variável apresentou efeito principal de tentativa. Ainda, não foi evidenciada interação entre os fatores grupo e condição de visão para as seguintes variáveis: comprimento, $F_{(1,22)}$=0,115, p=0,737, duração, $F_{(1,22)}$=0,050, p=0,825, e velocidade da passada, $F_{(1,22)}$=0,129, p=0,723, porcentagem da fase de duplo suporte, $F_{(1,22)}$=2,306, p=0,143, cadência, $F_{(1,22)}$=0,934, p=0,344, e largura do passo, $F_{(1,22)}$=1,773, p=0,187.

A ANOVA evidenciou efeito principal de grupo para a variável comprimento da passada, $F_{(1,22)}$=7,388, p=0,013. Para as variáveis duração, $F_{(1,22)}$=2,144, p=0,157, e velocidade da passada, $F_{(1,22)}$=2,470, p=0,130, porcentagem de duração do duplo suporte, $F_{(1,22)}$=2,349, p=0,140, cadência, $F_{(1,22)}$=1,169, p=0,291, e largura do passo, $F_{(1,22)}$=0,224, p=0,64, não foram apontadas diferenças significativas. O grupo Parkinson apresentou menor comprimento da passada comparado ao grupo controle, independente da condição de visão.

A ANOVA apontou efeito principal de condição de visão para comprimento, $F_{(1,22)}$=12,671, p=0,002, duração, $F_{(1,22)}$=9,914, p=0,005, e velocidade da passada, $F_{(1,22)}$=21,508, p<0,001, porcentagem de duração do duplo suporte, $F_{(1,22)}$=4,906, p=0,037 e cadência, $F_{(1,22)}$=6,978, p=0,015. A única variável que não apresentou diferença significativa foi a largura do passo, $F_{(1,22)}$=3,259, p=0,085. Independente do grupo, os participantes apresentaram maior cadência, comprimento e velocidade da passada e menor duração da passada e porcentagem de duplo suporte na condição sem informação exproprioceptiva.

5.2. Fase de ultrapassagem

A Tabela 4 apresenta os valores médios e desvios padrão das variáveis cinemáticas na fase de ultrapassagem para os dois grupos (idosos com DP e neurologicamente sadios), nas duas condições de informação visual (visão normal e sem informação exproprioceptiva).

TABELA 4. Valores médios e desvios padrão das variáveis dependentes na fase de ultrapassagem.

Variáveis dependentes	Visão normal		Sem informação exproprioceptiva	
	DP	Controle	DP	Controle
Distância horizontal pé obstáculo da perna de abordagem (cm)	84.51 ± 11.86	84.83 ± 14.87	90.12 ± 13.75	92.83 ± 10.72
Distância horizontal obstáculo pé da perna de abordagem (cm)	21.50 ± 5.47	24.24 ± 6.47	29.44 ± 12.32	29.04 ± 9.55
Distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem (cm)	16.14 ± 5.23	17.11 ± 3.55	19.33 ± 5.82	21.24 ± 5.68
Distância horizontal pé obstáculo da perna de suporte (cm)	22.53 ± 7.27	22.43 ± 5.43	23.56 ± 7.12	22.17 ± 8.64
Distância horizontal obstáculo pé da perna de suporte (cm)	70.24 ± 15.27	80.94 ± 19.38	87.38 ± 28.52	90.38 ± 23.50
Distância vertical pé obstáculo da perna de suporte (cm)	22.42 ± 6.53	26.27 ± 7.26	23.83 ± 8.58	27.49 ± 9.02
Comprimento do passo de ultrapassagem (cm)	64.45 ± 7.22	65.46 ± 6.58	74.49 ± 10.98	75.27 ± 7.82
Largura do passo de ultrapassagem (cm)	13.65 ± 5.57	12.55 ± 3.92	16.80 ± 6.50	15.14 ± 4.85

Nenhuma variável de ultrapassagem apresentou efeito principal de tentativa. Ainda, não foi evidenciada interação entre os fatores grupo e condição de visão para as variáveis da fase de ultrapassagem: distância horizontal pé obstáculo, $F_{(1,22)}$=0,310, p=0,583, distância horizontal obstáculo pé, $F_{(1,22)}$=0,747, p=0,397, e distância vertical pé obstáculo da perna de

abordagem, $F_{(1,22)}$=0,499, p=0,487, distância horizontal pé obstáculo, $F_{(1,22)}$=0,282, p=0,601, distância horizontal obstáculo pé, $F_{(1,22)}$=1,196, p=0,286, e distância vertical da perna de suporte, $F_{(1,22)}$=0,009, p=0,925, e comprimento, $F_{(1,22)}$=0,011, p=0,917, e largura do passo de ultrapassagem, $F_{(1,22)}$=0,116, p=0,737.

A ANOVA não evidenciou efeito principal de grupo para nenhuma das variáveis da fase de ultrapassagem: distância horizontal pé obstáculo, $F_{(1,22)}$=0,137, p=0,715, distância horizontal obstáculo pé, $F_{(1,22)}$=0,170, p=0,684, e distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem, $F_{(1,22)}$=0,552, p=0,465, distância horizontal pé obstáculo, $F_{(1,22)}$=0,091, p=0,766, distância horizontal obstáculo pé, $F_{(1,22)}$=0,692, p=0,415, e distância vertical da perna de suporte, $F_{(1,22)}$=1,800, p=0,193 e comprimento, $F_{(1,22)}$=0,086, p=0,771, e largura do passo de ultrapassagem, $F_{(1,22)}$=0,775, p=0,394. Assim, os grupos se comportaram de maneira semelhante independente da condição de visão.

A ANOVA apontou efeito principal de visão para a distância horizontal pé obstáculo, $F_{(1,22)}$=10,082, p=0,004, distância horizontal obstáculo pé, $F_{(1,22)}$=12,388, p=0,002, e distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem, $F_{(1,22)}$=29,838, p<0,001, distância horizontal obstáculo pé da perna de suporte, $F_{(1,22)}$=14,288, p=0,001, comprimento, $F_{(1,22)}$=83,156, p<0,001, e largura do passo de ultrapassagem, $F_{(1,22)}$=12,234, p=0,002. As variáveis distância horizontal pé obstáculo, $F_{(1,22)}$=0,101, p=0,754, e distância vertical da perna de suporte, $F_{(1,22)}$=1,847, p=0,188, não apresentaram diferença significativa. Independente do grupo, os participantes apresentaram maiores valores para distância horizontal pé obstáculo da perna de abordagem, distância horizontal obstáculo pé da perna de abordagem e de suporte, distância vertical para a perna de abordagem, comprimento e largura do passo de ultrapassagem na condição sem informação exproprioceptiva comparada à condição de visão normal.

6. DISCUSSÃO

O presente estudo analisou o papel da informação exproprioceptiva durante o andar de pacientes com DP e idosos sadios. Mais especificamente, comparou os parâmetros cinemáticos do comportamento locomotor de ambos os grupos durante as tarefas de andar livre e de ultrapassagem de obstáculo, sob condições de informação visual exproprioceptiva disponível e ausente.

A partir dos resultados, podemos revelar que a manipulação experimental da informação visual exproprioceptiva foi eficaz em promover mudanças nos perfis cinemáticos do grupo com pacientes com DP e de idosos sadios, verificando-se efeitos de condição de informação visual durante o andar livre e a ultrapassagem de obstáculo. Ainda, foi observado efeito de grupo durante a tarefa do andar livre, o que sugere a influência da DP em parâmetros do andar.

Os resultados do presente estudo serão discutidos em dois tópicos: andar livre e fase de ultrapassagem.

6.1. Andar livre

A análise estatística não evidenciou interação significativa entre os fatores grupo e condição de informação visual para as variáveis dependentes no andar livre. Assim, sugere-se que a dependência de informações visuais exproprioceptivas seja similar em idosos com DP e idosos neurologicamente sadios e que o processamento deste tipo de informação parece, portanto, estar preservado em estágios iniciais e moderados da doença. Estes achados contradizem o encontrado por Azulay et al. (1999), que indicam que os pacientes com DP são mais dependentes da informação visual comparados a idosos sadios, mas concordam com os resultados encontrados por Vitório et al. (2011), que não confirmaram esta maior dependência por parte dos pacientes com DP. Esta contradição pode ser explicada pelas diferenças metodológicas entre os estudos supracitados. No presente estudo, os pacientes estavam no estado ON do medicamento quando foram avaliados e se encontravam em estágios iniciais e moderados da doença, assim como no estudo de Vitório et al. (2011), enquanto no estudo de Azulay et al. (1999), os pacientes estavam no estado OFF do medicamento e se encontravam em estágios mais avançados da DP. Portanto, estas diferenças metodológicas sugerem duas explicações para esta contradição: ou a reposição de dopamina pode diminuir a dependência

de informação visual dos pacientes comparados a idosos sadios, ou o avanço da DP aumenta a dependência de informações visuais dos pacientes para o controle do andar.

Na comparação entre os grupos, independentemente da condição de informação visual, foi identificada somente diferença significativa para o comprimento da passada durante o andar. O grupo DP apresentou menor comprimento da passada comparado ao grupo controle, o que enfatiza a característica de hipometria da marcha na DP, corroborando com outros estudos (BLIN, FERRANDEZ & SERRATRICE, 1990; BOND & MORRIS, 2000; LEWIS, BYBLOW & WALT, 2000; SOFUWA et al., 2005; YANG et al., 2008). Ainda, a ausência de diferenças nas variáveis temporais no andar indica que estes parâmetros não foram influenciados pela DP e, portanto, também parecem permanecer intactos nos estágios iniciais e moderados da doença (BOND & MORRIS, 2000; SOFUWA et al., 2005, CRENNA et al., 2007; YANG et al., 2008).

Para a condição de informação visual, foram reveladas diferenças nas variáveis espaciais e temporais da marcha, exceto para a largura da passada. As variáveis cinemáticas analisadas foram influenciadas pela disponibilidade da informação visual expropriocepiva. Na ausência de informação visual expropriocepiva, os participantes apresentaram valores médios maiores para comprimento e velocidade da passada e para cadência e valores médios menores para duração da passada e porcentagem da fase de duplo suporte comparado à condição de visão normal. Este resultado indica que os participantes, na ausência de informação expropriocepiva, aumentam sua velocidade (por meio da manipulação tanto das variáveis temporais e como das variáveis espaciais).

A ausência de informações expropriocepiva aumenta a dependência da propriocepção nos indivíduos para que as tarefas motoras sejam realizadas com sucesso. Entretanto, tanto indivíduos idosos como indivíduos com DP apresentam redução da propriocepção (DESHPANDE et al., 2003, ANTES, KATZER & CORAZZA, 2008), sendo os primeiros devido à redução do número de proprioceptores e da velocidade de condução nervosa (ANTES, KATZER & CORAZZA, 2008) e nos indivíduos com DP principalmente devido à dificuldade de integração dessas informações (XXX). Porém, segundo Demirci et al. (1997), tanto indivíduos saudáveis como os com DP tendem a aumentar a amplitude de movimento na ausência de informações expropriocepiva, por julgarem que estão realizando os movimentos com menor amplitude. O mesmo padrão é observado quando informações proprioceptivas são anuladas durante a vibração local (XXX). Assim, o aumento das variáveis espaciais e temporais para ambos os grupos pode justificar o aumento da velocidade encontrada nesse estudo.

Ainda, outra possibilidade para justificar esses resultados é que ambos os grupos, ao se encontrarem em condições menos estáveis (redução do número de informações externas para o sucesso da tarefa), optaram por uma estratégia menos conservadora e aumentaram a velocidade das passadas para permanecer o menor tempo possível em condições mais instáveis. Esse resultado também é observado ao se analisar fases específicas da marcha, onde indivíduos idosos reduzem o tempo de balanço para que alcancem o duplo-suporte o mais rápido possível e assim aumentar a estabilidade (BARAK, WAGENAAR & HOLT, 2006).

6.2. Fase de ultrapassagem

Não foram evidenciadas interações significativas entre grupo e condição de informação visual durante a tarefa de ultrapassar o obstáculo. Deste modo, os pacientes com DP não demonstraram ser mais dependentes das informações visuais exproprioceptivas comparados ao grupo de idosos sadios quando empregam estratégias adaptativas durante a ultrapassagem.

A análise também não revelou efeito principal de grupo na ultrapassagem. Este resultado revela que o grupo DP e o controle apresentaram comportamento cinemático semelhante durante o andar, independentemente da disponibilidade ou ausência da informação visual exproprioceptiva. Assim, os participantes modulam o comportamento locomotor similarmente frente ao obstáculo (VITÓRIO et al., 2010). A ausência de hipometria observada em pacientes, em estágios iniciais e moderados, durante a fase de ultrapassagem de obstáculo pode ter ocorrido porque o obstáculo pode ter servido como uma dica visual que contribuiu no controle da ultrapassagem (GALNA, MURPHY & MORRIS, 2010). Dicas visuais (listras sobre o chão) também favorecem o aumento da amplitude de movimentos durante o andar livre (AZULAY et al., 1999; SUTEERAWATTANANON et al., 2004). Portanto, com a informação visual exproprioceptiva disponível, os pacientes usam o obstáculo como uma dica visual para fazer os necessários ajustes on-line do movimento para ultrapassar o obstáculo. Quando há a ausência desta informação visual, os pacientes teriam utilizado a informação da dica visual do obstáculo, na fase de aproximação, no controle prospectivo ou feedforward para fazer o planejamento da ultrapassagem.

As variáveis cinemáticas de ultrapassagem foram alteradas em função da condição de visão. Todas as distâncias para a perna de abordagem, a distância horizontal obstáculo pé da perna de suporte e o comprimento e largura do passo de ultrapassagem apresentaram valores médios maiores na condição de bloqueio da informação visual exproprioceptiva comparada à

condição de visão normal. A informação visual exproprioceptiva é importante para que sejam feitos os ajustes on-line da ultrapassagem (RHEA & RIETDYH, 2007; MARIGOLD, 2008). Assim, quando esta informação estava disponível, os participantes puderam planejar de maneira prospectiva durante a aproximação e realizar os ajustes on-line durante a fase de ultrapassagem. Quando a informação exproprioceptiva estava ausente, os participantes optaram por um comportamento mais cauteloso (resultados observados), uma vez que ajustes on-line baseados neste tipo de informação não puderam ser realizados.

Os participantes apresentaram maior comprimento e largura do passo de ultrapassagem na condição sem informação visual exproprioceptiva, o que indica um necessário aumento na base de suporte para que o controle do centro de massa permaneça estável durante a ultrapassagem. Com a maior elevação da perna de abordagem durante a ultrapassagem, os participantes se depararam com uma situação de maior instabilidade. Para compensar tal instabilidade, os participantes precisaram aumentar a base de suporte durante o passo de ultrapassagem. Este achado concorda com dados ainda não publicados de maior instabilidade durante a ultrapassagem em condição de perturbação da informação visual (VITÓRIO et al., 2011 submetido) em idosos sadios e pacientes com DP.

Os participantes posicionaram o pé de abordagem mais longe do obstáculo, tanto antes como depois da ultrapassagem, e apresentaram maior distância vertical pé obstáculo quando a informação exproprioceptiva não estava disponível. Estes resultados sugerem um comportamento mais conservador, para garantir uma ultrapassagem sem tropeços, o que corrobora com achados na literatura (PATLA, 1998; RIEDTDYK & RHEA, 2006).

Para a perna de suporte, o efeito de condição somente foi observado para a distância horizontal pé obstáculo. A ausência de diferença significativa para a distância vertical da perna de suporte está de acordo com outros estudos (VITÓRIO, 2009; VITÓRIO et al., 2011 submetido) e sugere que este parâmetro não é controlado pela visão. Também não houve efeito de condição de informação visual para a distância horizontal obstáculo pé, o que sugere que tal parâmetro foi planejado em modo prospectivo (durante a fase de aproximação). Chou e Draganich (1998) revelaram que o posicionamento adequado do pé da perna de suporte antes do obstáculo é fundamental para o sucesso da tarefa de ultrapassar obstáculos. Portanto, os participantes modularam a distância horizontal da perna de suporte antes do obstáculo para diminuir os riscos de tropeços e garantir a realização da tarefa com sucesso.

As diferentes modulações das pernas de abordagem e de suporte durante a ultrapassagem nas diferentes condições experimentais sugerem que o controle das pernas não está acoplado (MOHAGHEGHI, MORAES & PATLA, 2004; DREW et al., 1996).

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que a anulação da informação visual exproprioceptiva foi eficaz em promover mudanças no comportamento locomotor de idosos com DP e idosos neurologicamente sadios tanto no andar livre quanto no andar adaptativo.

No andar livre, a DP teve influência somente para o parâmetro comprimento da passada, revelando o comportamento locomotor característico de hipometria em pacientes. No entanto, na condição da presença de obstáculo, os idosos com DP não apresentaram hipometria durante a ultrapassagem, sugerindo que o obstáculo possa ter sido utilizado pelos pacientes como dica visual que normalizou os parâmetros espaciais de ultrapassagem.

Na condição de ausência da informação visual exproprioceptiva, os participantes aumentaram sua velocidade na marcha livre possivelmente devido à redução de propriocepção dos indivíduos e, na presença de obstáculo, os participantes apresentaram estratégias conservadoras para uma ultrapassagem segura.

A ausência de interação em ambas as tarefas revelou que idosos com DP não são mais dependentes da informação visual exproprioceptiva quando comparado a idosos neurologicamente sadios. Portanto, o processamento deste tipo de informação parece estar preservado em estágios iniciais e moderados da DP.

8. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Q.J.; FRANK, J.S.; ROY, E.A.; JENKINS, M.E.; SPAULDING, S.; PATLA, A.E.; JOG, M.S**.** An evaluation of sensorimotor integration during locomotion toward a target in Parkinson's disease. **Neuroscience**, Oxford, v. 134, n. 1, p.283-293, 2005.

ANTES, D.L.; KATZER, J.I.; CORAZZA, S.T. Coordenação motora fina e propriocepção de idosas praticantes de hidroginástica. **Revista brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, Passo Fundo, v. 5, n. 2, p.24-32, 2008.

ARCHIBALD, N.K.; CLARKE, M.P.; MOSIMANN, U.P.; BURN, D.J. The retina in parkinson's disease. **Brain**, London, v. 132, p.1128-1145, 2009.

ARRUDA, W. O.; MENESES, M. S. Fisiologia dos Núcleos da Base e estruturas correlatas . In: MENESES, M. S.; TEIVE, H. A. **Doença de Parkinson.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 22-32, 2003.

AZULAY, J.P.; MESURE, S.; AMBLARD, B.; BLIN, O.; SANGLA, I.; POUGET, J. Visual control of locomotion in Parkinson's disease. **Brain**, London, v. 122, p.111-120, 1999.

AZULAY, J.P.; MESURE, S.; BLIN, O. Influence of visual cues on gait in Parkinson's disease: Contribution to attention or sensory dependence? **Journal of the Neurological Sciences**, Detroit, v. 248, p.192-195, 2006.

BARAK, Y.; WAGENAAR, R.C.; HOLT, K.C. Gait characteristics of elderly people with a history of falls: a dynamic approach. **Physical Therapy**, New York, v. 86, n. 11, p.1501-1510, 2006.

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 Bambuí Study). **Movement Disorders**, New York, v. 21, n. 6, p. 800-808, 2006.

BEHRMAN, A.L.; TEITELBAUM, P.; CAURAUGH, J.H. Verbal instructions sets to normalize the temporal and spatial gait variables in Parkinson's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, London, v. 65, p.580-582, 1998.

BERARDELLI, A.; ROTHWELL, J.C.; THOMPSON, P.D.; HALLET, M. Pathophysiology of bradykinesia in Parkinson's disease. **Brain**, London, v. 124, p.2131-2146, 2001.

BERGMAN, H.; DEUSCHL, G. Pathophysiology of Parkinson's disease: From clinical neurology to basic neuroscience and back. **Movement Disorders** (suplemento), New York, v. 17, n. 3S, p.S28-S40, 2002.

BLIN, O; FERRANDEZ, A.M; SERRATRICE, G. Quantitative analysis of gait in Parkinson's patients: increased variability in stride length. **Journal of the Neurological Sciences**, Detroit, v. 98, p.91-97, 1990.

BLIN, O; FERRANDEZ, A.M.; PAILHOUS, J.; SERRATRICE, G. Dopa-sensitive and Dopa resistant gait parameters in Parkinson's disease. **Journal of Neurological Sciences**, Amsterdam, v. 103, p.1-54, 1991.

BODIS-WOLLNER, I. Visual deficits related to dopamine deficiency in experimental animals and Parkinson's disease patients. **Trends in Neurosciences**, Cambridge, v. 13, n. 7, p.296-302, 1990.

BOND, J.M; MORRIS, M. Goal-directed secondary motor tasks: their effects on gait in subjects with Parkinson disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v. 81, p.110-116, 2000.

BRUCKI, S.M.; NITRINI, R.; CARAMELLI, P.; BERTOLUCCI, P.H.; OKAMOTO, I.H. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, São Paulo, v. 61(3B), p.777-81, 2003.

CAETANO. M.J.D.; GOBBI, L.T.B.; SÁCHEZ-ARIAS, M.R.; STELLA, F.; GOBBI, S. Effects of postural threat on walking features of Parkinson's disease patients. **Neuroscience Letters**, San Diego, v. 452, n. 2, p.136–40, 2009.

CARPINELLA, I.; CRENNA, P.; CALABRESE, E.; RABUFFETTI, M.; AZZOLENI, P.; NEMNI, R.; FERRARIN, M. **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, Baltimore, v. 15, n. 4, p.543-551, 2007.

CHOU, L.S.; DRAGANICH, L.F. Placing the trailing foot closer to an obstacle reduces flexion of the hip, knee, and ankle to increase the risk of tripping. **Journal of Biomechanics**, New York, v. 31, p.685-691, 1998.

CRENNA, P.; CARPINELLA, I.; RABUFFETTI, M.; CALABRESE, E.; MAZZOLENI, P.; NEMNI, R.; FERRARIN, M. The association between impaired turning and normal straight walking in Parkinson's disease. **Gait & Posture**, Oxford, v. 26, p.172-178, 2007.

DELONG, M.; WICHMANN, T. Update on models of basal ganglia function and dysfunction. **Parkinsonism and Related Disorders**, Kidlington, v. 15, n. S3, p.S237-S240, 2009.

DEMIRCI M.; GRILL S.; McSHANE L.; HALLET M. A mismatch between kinesthetic and visual perception in Parkinson´s disease. **Annals of Neurology**, San Francisco, v. 41, p.781-788, 1997.

DESHPANDE, N.; CONNELLY, D.M.; CULHAM, E.G.; COSTIGAN, P.A. Reability and validity of ankle proprioceptive measures. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v. 84, p.883-889, 2003.

DREW, T.; JIANG, W.; KABLY, B.; LAVOIE, S. Role of the motor cortex in the control of visually triggered gait modifications. **Canadian journal of physiology and pharmacology**, Ottawa, v. 74, n. 4, p.426-442, 1996.

FAHN, S.; ELTON, R. Members of the UPDRS. Development Comitee. 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.

GALNA, B.; MURPHY, AT.; MORRIS, M.E. Obstacle crossing in people with Parkinson's disease: foot clearance and spatiotemporal deficits. **Human Movement Science**, Amsterdam, v. 29, n. 5, p.843-852, 2010.

GELISSEN, M.; COOLS, A. The interrelationship between superior colliculus and substantia nigra pars reticulate in programming movements of cats. **Behavioural brain research**, Amsterdam, v. 21, n. 2, p.85-93, 1986.

GELISSEN, M.; COOLS, A. The interrelationship between superior colliculus and substantia nigra pars reticulate in programming movements of cats: a follow-up. **Behavioural brain research**, Amsterdam, v. 21, n. 2, p.1-11, 1987.

GLICKSTEIN, M.; STEIN, J. Paradoxical movement in Parkinson's disease. **Trends in Neurosciences**, Cambrigde, v. 14, p.480-482, 1991.

GRAYBIEL, A.M. The basal ganglia. **Current Biology**, London, v. 10, n. 14, p. 1509-1511, 2000.

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

HASS, C.J.; WADDELL, D.E.; FLEMING, R.P.; JUNCOS, J.L.; GREGOR. R.J. Gait initiation and dynamic balance control in Parkinson's disease. **Archives of Physical Medicine Rehabilitation**, Chicago, v. 86, p.2172-2176, 2005.

HAUSER, R.A. Early pharmacologic treatment in Parkinson's disease. **American Journal of Managed Care**, Old Bridge, v. 16, p.S100-107, 2010.

HAUSER, R.A.; PANISSET, M.; ABBRUZZESE G.; MANCIONE, L.; DRONAMRAJU, N.; KAKARIEKA, A. Double-blind of levodopa/carbidopa/entacapone versus levodopa/carbidopa in early Parkinson's disease. **Movement Disorders**, New York, v. 24, n. 4, p.541-550, 2009.

HAWKES, C. H.; TREDICI, K. D.; BRAAK, H. A timeline for Parkinson's disease. **Parkinsonism and Related Disorders**, Kidlington, v. 16, p. 79 – 84, 2010.

KEIJSERS, N.L.W.; ADMIRAAL, M.A.; COOLS, A.R.; BLOEM, B.R.; GIELEN, C.C.A.M. Differential progression of proprioceptive and visual information processing deficits in Parkinson's disease. **European Journal of Neuroscience**, Oxford, v. 21, p.239-248, 2005.

KLOCKGETHER, T.; BORUTTA, M.; RAPP, H.; SPIEKER, S.; DICHGANS, J. A defect of kinesthesia in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, New York, v. 10, n. 4, p.460-465, 1995.

LEWIS, G. N.; BYBLOW, W. D.; WALT, S. E. Stride length regulation in Parkinson's disease: the use of extrinsic, visual cues. **Brain**, London, v. 123, p.2077-2090, 2000.

LUTZ, W.; SANDERSON, W; SCHERBOV, S. The end of world population growth. **Nature**, London, v. 412, n. 6846, p.543-545, 2001.

MARIGOLD, D. S. Role of peripheral visual cues in online visual guidance of locomotion. **Exercise and Sport Sciences Review.**, New York, v. 36, p.145-151, 2008.

MARSDEN, C.D.; OBESO, J.A. The functions of the basal ganglia and the paradox of stereotaxic surgery in Parkinson's disease. **Brain**, London, v. 117, p.877-897, 1994.

MARTIN, J.P. The basal ganglia and posture. Phildelphia: Lippincott, 1967.

MOHAGHEGHI, A.A.; MORAES, R.; PATLA, A.E. The effects of distant and on-line visual information on the control of approach phase ant step over an obstacle during locomotion. **Experimental Brain Research**, New York, v. 155, n. 4, p.459-468, 2004.

MORRIS, M.E.; IANSEK, R. Characteristics of motor disturbance in Parkinson's disease and strategies for movement rehabilitation. **Human Movement Science**, Amsterdam, v. 15, p.649-669, 1996.

MORRIS, E. M.; HUXHAM, F.; McGINLEY, J.; DODD, K.; IANSEK, R. The biomechanics and motor control of gait in Parkinson disease. **Clinical Biomechanics**, Oxford, v. 16, 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**, New York, v. 20, p.40-50, 2005.

MURATA, M. Levodopa in the early treatment of Parkinson's disease. **Parkinsonism and Related Disorders** (suplemento), Kidlington, v. 15, p.S17-S20, 2009.

MURRAY, M.P.; SEPIC, S.B.; GARDNER, G.M.; DOWES, W.J. Walking patterns of men with Parkinsonism. **American Journal of Physical Medicine**, Baltimore, v. 57, n. 6, p.278-294, 1978.

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

OBESO, J. A.; RODRÍGUEZ-OROZ, M. C.; RODRÍGUEZ, M.; LANCIEGO, J. L.; ARTIEDA, J.; GONZALO, N.; OLANOW, W. Pathophysiology of the basal ganglia in Parkinson's disease. **Trends in Neuroscience**, London, v. 23, n. 10, p.S8-S19, 2000.

OLANOW, C. W.; STERN, M. B.; SETHI, K. The scientific and clinical basis for the treatment of Parkinson disease. **Neurology**, New York, v. 4S, p.S1-S136, 2009.

PARENT, A.; SATO, F. W. Y.; GAUTHIER, J.; LÉVESQUE, M.; PARENT, M. Organization of the basal ganglia: the importance of axonal collateralization. **Trends in Neurosciences**, Cambridge, v. 23, n. 10S, p.S20-S27, 2000.

PATLA, A. E. Understanding the roles of vision in the control of human locomotion. **Gait & Posture**, Amsterdam, v. 4, p.54-59, 1997.

PATLA, A. E. How is human gait controlled by vision? **Ecological Psychology**, v. 10, p.287-302, 1998.

PATLA, A.E.; VICKERS, J.N. Where and when do we look as we approach and step over an obstacle in the travel path? **Neuroreport**, Philadelphia, v. 8, n. 17, p.3661-3665, 1997.

PRINCE, F.; CORRIVEAU, H.; HÉBERT, R.; WINTER, D.A. Gait in the elderly. **Gait & Posture**, Oxford, v. 5, p.128-135, 1997.

RHEA, C.K.; RIETDYH S. Visual exteroceptive information provided during obstacle crossing did not modify the lower limb trajectory. **Neuroscience Letters**, v. 418, p.60-65, 2007.

RIETDYH S.; RHEA, C.K. Control of adaptive locomotion: effect of visual obstruction and visual cues in the environment. **Experimental Brain Research**, New York, v. 169, p.272-278, 2006.

RODRIGUES-OROZ, M.; JAHANSHAHI, M.; KRACK, P.; LITVAN, I.; MACIAS, R.; BEZARD, E.; OBESO, J.A. Initial clinical manifestations of Parkinson's disease: features and pathophysiological mechanisms. **Lancet Neurology**, London, v. 8, p.1128-1139, 2009.

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

SCHENKMAN, M.L.; CLARK, K.; XIE, T.; KUCHIBATLA, M.; SHINBERG, M.; RAY, L. Spinal movement and performance of standing reach task in participants with and without Parkinson´s disease. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 81, n. 8, p.1400-11, 2001.

SOFUWA, O.; NIEUWBOER, A.; DESLOOVERE, K.; WILLEMS, A.M.; CHAVRET, F.; JONKERS, I. Quantitative gait analysis in Parkinson's disease: Comparison with a healthy control group. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v. 86, n. 5, p.1007-1013, 2005.

SUTEERAWATTANANON, M.; MORRIS, G.S.; ETNYRE, B.R.; JANKOVIC, J.; PROTAS, E.J. Effects of visual and auditory cues on gait in individuals with Parkison's disease. **Journal of the Neurological Sciences**, Amsterdam, v. 219, p.63-69, 2004.

TAKAKUSAKI, K.; TOMITA, N.; YANO, M. Substrates for normal gait and pathophysiology of gait disturbances with respect to the basal ganglia dysfunction. **Journal of Neurology**, Berlin, v. 255, p.19-29, 2008.

VAN DEN EEDEN, S.K.; TANNER, C.M.; BERNSTEIN, A.L.; FROSS, R.D.; LEIMPETER, A.; BLOCH, D.A.; NELSON, L.M. Incidence of Parkinson's disease: Variation by age, gender, and race/ethnicity. **American Journal of Epidemiology**, Oxford, v. 157, n. 11, p.1015-1022, 2003.

VITÓRIO, R. **Papel da visão no controle locomotor durante a ultrapassagem de obstáculos de diferentes alturas em idosos com doença de Parkinson e idosos sadios**. 2010. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2009.

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**, Oxford, 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**, Oxford. Aceito para publicação.

VITÓRIO, R.; LIRANI-SILVA, E.; BARBIERI, F. A.; RAILE, V.; STELLA, F.; GOBBI, L. T. B. The role of vision in Parkinson's disease locomotion control: Obstacle crossing task. Gait and Posture, 2011 (submetido).

WATERS, C. H. (Org). **Diagnosis and management of Parkinson's Disease.** Caddo: Professional Communications. 6.ed., 2008, 288p.

YANG, Y.R.; LEE, Y.Y.; CHENG, S.J.; LIN, P.Y.; WANG, R.Y. Relationships between gait and dynamic balance in early Parkinson's disease. **Gait & Posture**, Oxford, v. 27, n. 4, p.611-615, 2008.

ZIJLSTRA, W.; RUTGERS, A.W.F.; Van WEERDEN, T.W. Voluntary and involuntary adaptation of gait in Parkinson's disease. **Gait & Posture**, Oxford, v. 7, p.53-63, 1998.