
LICENCIATURA PLENA EM EDUCAÇÃO FÍSICA

ELLEN LIRANI SILVA

**EFEITO DA AMOSTRAGEM DE INFORMAÇÃO
VISUAL NO COMPORTAMENTO LOCOMOTOR
ADAPTATIVO DE PACIENTES COM DOENÇA DE
PARKINSON IDIOPÁTICA.**



Rio Claro
2009

ELLEN LIRANI SILVA

EFEITO DA AMOSTRAGEM DE INFORMAÇÃO VISUAL NO
COMPORTAMENTO LOCOMOTOR ADAPTATIVO DE PACIENTES COM
DOENÇA DE PARKINSON IDIOPÁTICA.

Orientadora: Lilian Teresa Bucken Gobbi

Co-orientador: Rodrigo Vitório

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

Rio Claro

2009

796.19 Lirani-Silva, Ellen
L768e Efeito da amostragem de informação visual no comportamento locomotor adaptativo de pacientes com doença de Parkinson idiopática / Ellen Lirani Silva. - Rio Claro : [s.n.], 2009
45 f. : il., figs., gráfs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Lilian Teresa Bucken Gobbi
Co-Orientador: Rodrigo Vitório

1. Educação física adaptada. 2. Núcleos da base. 3. Locomoção. 4. Obstáculo. 5. Visão. I. Título.

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

Dedico este trabalho a todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta para minha formação. Em especial, dedico a minha mãe, pai e irmã, por representarem tudo em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a meu pai e minha mãe por me apoiarem em todas as minhas decisões, incondicionalmente. Agradeço por todo carinho e dedicação nesses meus 22 anos. Exponho nesse momento todo meu amor, respeito e admiração, pois sem vocês nada seria possível. Muito obrigada a minha irmã Camila que, acima de tudo, é minha melhor amiga e meu orgulho – baixinha, te amo mais que tudo! Ainda, agradeço a Xuxinha, Sodia, Juca e Luizinha, por serem os animais mais fofos do mundo!

Aos meus avós, sou grata por tudo que me transmitem todos os dias, e agradeço por sempre me mostrarem que eu posso tudo, amo vocês!

Agradeço imensamente meu namorado, amigo e coorientador Rodrigo Vitória. Obrigada por estar presente em todos os momentos, por me apoiar em todas as decisões, por me mostrar o significado do verdadeiro amor, por me ajudar a amadurecer academicamente e por simplesmente estar do meu lado, te amo Pititchiku! Agradeço também aos seus pais, irmão, Nina e avós, por me acolherem desde sempre como parte da família.

Muito obrigada a Lilian Gobbi por ser essa professora, orientadora e amiga-mãe tão especial. Se hoje concretizo minha formação, foi graças às oportunidades que você me ofereceu e aos ensinamentos que me transmitiu. Ainda, agradeço aos professores Sebastião Gobbi, Alexandre Gobatto, Eduardo Kokobun e Silvia Deutsch pelos ensinamentos, churrascos, jantares e crescimento profissional.

Muito obrigada aos membros do LEPLO por estarem presentes na minha formação, todos vocês tem um lugarzinho especial no meu coração. Em especial agradeço a Claudinha por ser literalmente minha mãe-moderna-rioclarense, a Nat e Lli por me defenderem em todos os momentos, a Vivian e Rô por me ajudarem com tantas planilhas, ao Marcelo pelas piadas inconfundíveis, ao PC pelo companheirismo e ao Fabinho pelos ensinamentos e por ter se tornado um amigo tão especial.

Agradeço as minhas amigas Audrey, Paulinha, Nath Pacheco, Dani, Glaucia e Lígia, e meus amigos Pedro e Fernando. Sinto falta de vocês constantemente, vocês são insubstituíveis, obrigada por estarem presentes mesmo quando só em pensamento.

Agradeço a todos os integrantes da Cia Éxciton que eu tive oportunidade de conviver. Com certeza o crescimento das pessoas que passam por essa Cia é incalculável e as amizades formadas são imensamente verdadeiras. Impossível falar de alguns separadamente, todos

vocês são muito especiais! A professora Cátia Volp, o meu muito obrigada. Graças a você descobri que eu sou sim uma grande profissional!

Ao time feminino de Handebol da Unesp agradeço os momentos inesquecíveis, mas em especial agradeço a Flávia (pelo coração enorme que tem), a Livia (por ter estado ao meu lado por toda a graduação), a Thais (por ser a bocuda mais linda do mundo), a Laurie (por ter “me feito”), Potra (cabeça dura e minha discípula) e ao Júnior (por ter nos mostrados que somos campeãs), amo vocês. Meninas, só tenho uma coisa a dizer – BICAMPEÃÃÃSSS!!!!

A Rep Trakinas, minha casa durante esses 4 anos. Obrigada meninas por me ensinarem a contornar as dificuldades que surgem na vida. Gabi (pela alegria), Carol Pretti (pouco tempo, mas suficiente pra conseguir seu espaço), Lets (pelo ombro amigo), Lulis (pela calma), Rúbia (minha dupla sempre), Elisa (por me ensinar a perdoar), Dani (por mostrar que pela amizade se faz tudo), bixetes e Tyana (por me ensinarem a conviver com as diferenças) e Paulinha (desde sempre e pra sempre, você é única). Vocês certamente fazem parte do meu crescimento pessoal, amo vocês!

LEF – 06, o que falar da melhor turma que uma pessoa pode ter? Agradeço cada um de vocês pelos momentos inesquecíveis na faculdade e fora dela. Sem dúvida fomos uma das melhores turmas dos últimos tempos e isso só confirma o quanto somos especiais! Amo cada um de vocês! BEF – 06, agradeço imensamente o companheirismo. Com certeza é praticamente impossível falar de LEF e BEF separados, obrigado por fazerem parte do melhor BLEF dos últimos tempos e por tornarem esses anos inesquecíveis, espero nos encontrarmos por muito tempo ainda! Em especial agradeço ao Julian, André, Andrei, Jamal e Isaac por mostrarem que existe amizade verdadeira entre homem e mulher; a Carol Vital, Paulinha Xora e Renata Pedroso por simplesmente estarem sempre presentes e aos meninos do DEIC e meninas da Rep. 3X1 por tantas alegrias, intercursos e companheirismo.

Muito obrigada aos veteranos sensacionais e as bixetes profanas por anos de tanta alegria, em especial ao BLEF 04 e ao LEF 07, por estarem sempre presentes.

Agradeço ao Ricardão por ter sido um irmãozão esses anos. Tenho uma admiração gigantesca por você e um carinho incalculável, obrigada!

Por fim, agradeço as 4 meninas mais maravilhosas da faculdade – Herminia, Ceccato, Salles e Morel, vocês foram essenciais para mim nesses 4 anos, sem dúvida levarei vocês para sempre comigo. Faltam-me palavras para descrever o quão importante vocês são: Luiza, Marília, Alline e Gabi, EU AMO VOCÊS!

RESUMO

Pouco se sabe a respeito da marcha de pacientes com doença de Parkinson (DP) em ambientes irregulares. Mais especificamente, não foram encontrados estudos que manipularam a informação visual na tarefa de ultrapassar obstáculo. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar o papel da visão no comportamento locomotor durante a ultrapassagem de obstáculos de diferentes alturas em indivíduos com DP idiopática, manipulando experimentalmente a disponibilidade das informações visuais. Participaram 14 idosos com DP, classificados entre os estágios 1 e 2,5 da escala de Hoehn & Yahr. Os participantes foram convidados a percorrer andando uma passarela de 8 metros, em condições sem obstáculo (SO) e com obstáculo baixo (OB) ou alto (OA). As tentativas foram apresentadas combinando condições de obstáculo (SO, OB e OA) e de visão (IVD e IVE), em 3 tentativas por condição, totalizando 18 tentativas; realizadas em 2 blocos. A manipulação de informação visual foi realizada através do uso de óculos de lentes de cristal líquido e a análise cinemática foi realizada tridimensionalmente. As variáveis dependentes selecionadas incluíram os parâmetros espaciais e temporais das fases de aproximação e ultrapassagem do obstáculo. Para o tratamento dos dados, foram empregadas duas MANOVAs. Os resultados revelaram que tanto a manipulação visual como a manipulação do terreno influenciaram no comportamento locomotor dos pacientes. Na fase de aproximação, a presença do obstáculo provocou modificações nos parâmetros locomotores, refletindo em menores valores médios de comprimento e velocidade da passada nas condições OB e OA do que na condição SO. Em relação à informação visual nesta mesma fase, a anulação do fluxo óptico provocou diminuição do comprimento e da velocidade da passada, da cadência e da porcentagem da fase de suporte simples e aumento da duração da passada e da porcentagem da fase de duplo suporte. Na fase de ultrapassagem, os pacientes apresentaram menor distância horizontal pé obstáculo da perna de suporte e maior distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem e largura do passo de ultrapassagem na condição OA do que na condição OB. Quanto a manipulação de informação visual, a anulação do fluxo óptico provocou diminuição das distâncias horizontais pé obstáculo da perna de abordagem e obstáculo pé da perna de suporte. Ainda, provocou aumento da distância horizontal pé obstáculo da perna de suporte, distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem e comprimento e largura do passo de ultrapassagem. Com base nos resultados obtidos, é possível concluir que idosos com DP foram capazes de modular os parâmetros da marcha enquanto se aproximavam de um obstáculo no caminho. Independente da condição de obstáculo, a anulação do fluxo óptico interferiu nos parâmetros da marcha na fase de aproximação, evidenciando uma estratégia conservadora que ressalta a dependência da informação visual dinâmica para o controle locomotor em pacientes com DP. Durante a ultrapassagem, as estratégias adaptativas empregadas foram influenciadas pela altura do obstáculo e pela anulação do fluxo óptico, sendo que as condições OA e IVE foram as mais perturbadoras na realização da tarefa. Assim, os pacientes com DP foram dependentes da informação visual dinâmica para a realização de ajustes, especialmente os relacionados com a estabilidade postural, durante a ultrapassagem de obstáculo.

Palavras chave: núcleos da base, locomoção, obstáculo, visão.

SUMÁRIO

Página

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. Considerações gerais da doença de Parkinson	11
2.2. Padrões locomotores na DP	12
2.3. Controle visual na ultrapassagem do obstáculo.....	14
2.4. Informação visual dinâmica e a locomoção na DP	16
3. OBJETIVO	18
4. MATERIAL E MÉTODO	19
4.1. Participantes	19
4.2. Procedimentos Experimentais	21
4.3. Coleta e análise dos dados	23
4.4. Variáveis dependentes	24
4.4.1. Fase de aproximação	24
4.4.2. Fase de ultrapassagem	24
4.5. Análise estatística	25
5. RESULTADOS	26
5.1. Variáveis cinemáticas da fase de aproximação	26
5.2. Variáveis cinemáticas da fase de ultrapassagem	29
6. DISCUSSÃO	33
6.1. Fase de aproximação	33
6.2. Fase de ultrapassagem	35
7. CONCLUSÃO.....	38
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Caracterização dos participantes (UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale – I: estado mental, humor e comportamento; II: atividades da vida diária; III: exame da motricidade; H&Y: escala de Hoehn e Yahr; Mini-mental: Mini-Exame do Estado Mental).	21
TABELA 2. Valores médios e desvios padrão das variáveis cinemáticas da fase de aproximação nas condições de informação visual e de obstáculo (SO = sem obstáculo, OB = obstáculo baixo e OA = obstáculo alto).	26
TABELA 3. Valores médios e desvios padrão das variáveis cinemáticas da fase de aproximação que não apresentaram efeito principal de obstáculo (SO = sem obstáculo, OB = obstáculo baixo e OA = obstáculo alto).	27
TABELA 4. Valores médios e desvios padrão das variáveis cinemáticas da fase de ultrapassagem nas condições de informação visual e de obstáculo (OB = obstáculo baixo e OA = obstáculo alto).	29
TABELA 5. Valores médios e desvios padrão das variáveis da fase de ultrapassagem que não apresentaram efeito principal de obstáculo (OB = obstáculo baixo e OA = obstáculo alto).	30
TABELA 6. Valores médios e desvios padrão das variáveis da fase de ultrapassagem que não apresentaram efeito principal de visão.	32

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Foto da passarela (A) e dos obstáculos (B) utilizados na tarefa.....	22
FIGURA 2. Ilustração dos status das lentes dos óculos: transparente (esquerda) e opaco (direita).....	22
FIGURA 3. Variáveis cinemáticas da fase de aproximação que apresentaram efeito principal de obstáculo: comprimento (A) e velocidade da passada (B) nas condições sem obstáculo (SO), obstáculo baixo (OB) e obstáculo alto (OA). a = diferença significativa entre SO e OB; b = diferença significativa entre SO e OA.....	27
FIGURA 4. Variáveis cinemáticas da fase de aproximação que apresentaram efeito principal de visão: comprimento (A), duração (B) e velocidade da passada (C), cadência (D), porcentagem de duplo suporte (E) e suporte simples (F) nas condições informação visual dinâmica (IVD) e informação visual estática (IVE).....	28
FIGURA 5. Variáveis cinemáticas da fase de ultrapassagem que apresentaram efeito principal de obstáculo: distância horizontal pé obstáculo da perna de suporte (A), distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem (B) e largura do passo de ultrapassagem (C) nas condições de obstáculo baixo (OB) e obstáculo alto (OA).	30
FIGURA 6. Variáveis cinemáticas da fase de ultrapassagem que apresentaram efeito principal de visão: distância horizontal pé obstáculo da perna de abordagem (A), distância horizontal obstáculo pé da perna de suporte (B), distância horizontal pé obstáculo da perna de suporte (C), distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem (D), comprimento do passo de ultrapassagem (E) e largura do passo de ultrapassagem (F) nas condições informação visual dinâmica (IVD) e informação visual estática (IVE).....	31

1. INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é uma enfermidade crônica degenerativa caracterizada pela morte dos neurônios dopaminérgicos da substância negra parte compacta, que produz a dopamina, um neurotransmissor que, dentre outras funções, regula a atividade motora (GUYTON, 1993; SAITO et al., 2000; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003). Estima-se que a DP tenha uma prevalência de 100 a 200 casos por 100.000 habitantes (TANNER et al., 1996), atingindo principalmente adultos acima dos 50 anos (VAN DEN EEDEN et al., 2003). Tais dados ressaltam a relevância social de estudos com essa população, uma vez que o número de idosos vem crescendo em todo o mundo (LUTZ et al., 2001).

Decorrente da diminuição da dopamina, a dosagem de impulsos neuromotores desequilibra a atividade inibitória e/ou excitatória do córtex motor, levando a diversos comprometimentos motores (BLIN et al., 1991). Esses comprometimentos podem se manifestar na forma dos seguintes sinais e sintomas: rigidez muscular, tremores de repouso, movimentos involuntários (discinesia), dificuldade para iniciar um movimento (acinesia), lentidão e diminuição na amplitude dos movimentos (bradicinesia e hipometria, respectivamente), acentuados em movimentações sequenciais bem aprendidas, como o andar; alterações de reflexos posturais (gerando instabilidade e desequilíbrio) e alterações na marcha (GUYTON, 1993; NUTT, 2001; MORRIS et al., 2001; FERNÁNDEZ-DEL OLMO et al., 2004; PIERUCCINI-FARIA et al., 2006, VITÓRIO, 2006).

Estudos envolvendo a marcha de pacientes com DP em ambientes de baixa complexidade têm sido amplamente descritos e evidenciam que, quando comparados com indivíduos neurologicamente saudáveis, alguns parâmetros da marcha apresentam diferenças significativas (MORRIS et al., 2001, PIERUCCINI-FARIA et al., 2006; VITÓRIO, 2006;). Entretanto, pouco se sabe sobre as estratégias utilizadas por pacientes com DP na ultrapassagem de obstáculo (PIERUCCINI-FARIA et al., 2006; VITÓRIO, 2006; VITÓRIO

et al., 2009). Mais especificamente, não foram encontrados estudos que utilizaram a manipulação da informação visual na tarefa de ultrapassar obstáculo em indivíduos com DP.

Além de comprometimentos motores, pacientes com DP apresentam déficits no processamento das informações sensoriais (ABRUZZESE & BERARDELLI, 2003; RUIZ-SANCHEZ DE LEON & FERNÁNDEZ-GUINEA, 2005), destacando-se as informações visuais. Isso ocorre em função do empobrecimento da acuidade proprioceptiva, que também pode ser fruto da deterioração na integração e/ou no processamento das informações proprioceptivas em níveis superiores de controle (DIETZ, 2002; ALMEIDA et al., 2005). Apesar dos déficits visuais, pacientes com DP apresentam maior dependência de informação visual dinâmica do que indivíduos neurologicamente saudáveis (AZULAY et al., 1999), o que revela a importância do fluxo óptico para pacientes com DP.

Assim, com base nos pressupostos encontrados na literatura, o presente estudo utilizou a ferramenta cinemática para a análise do comportamento locomotor durante a tarefa de ultrapassar obstáculo com a manipulação da informação visual. Os resultados obtidos contribuem para o entendimento do papel dos núcleos da base e da informação visual dinâmica no controle da locomoção de indivíduos com DP. Ainda, pelo fato do estudo ter utilizado duas alturas de obstáculo (alto- OA e baixo- OB), foi verificado o efeito da altura do obstáculo nas estratégias adaptativas utilizadas pelos pacientes na ultrapassagem.

Com isso, considerando a dependência dos pacientes com DP da informação visual dinâmica e a importância desta informação para a realização bem sucedida da tarefa proposta, questiona-se: qual a contribuição da amostragem visual dinâmica no controle da locomoção em pacientes com DP? Ainda, existe efeito da altura do obstáculo no comportamento locomotor de pacientes com DP?

2. REVISÃO DE LITERATURA

A presente revisão de literatura aborda aspectos gerais e os padrões locomotores característicos da DP. Na sequência, são apresentados estudos que consideram o controle visual na ultrapassagem de obstáculo e, por fim, o papel da visão no controle locomotor em pacientes com DP.

2.1. Considerações gerais da doença de Parkinson

A DP é considerada a 2ª doença neurodegenerativa mais frequente (NICITA-MAURO et al., 2002), representando 3% de todas as desordens neurológicas (MOGHAL et al., 1994). Estudos apontam que a DP acomete 0,3% da população geral e 2% das pessoas acima de 65 anos (TANNER et al., 1996, DE RIJK et al., 1997). Além disso, o número de casos da DP aumenta com o avançar da idade. Em um estudo realizado com 100.000 habitantes da América do Norte, Van Den Eeden et al. (2003) mostraram que a DP atinge aproximadamente 40 indivíduos entre 60 e 69 anos, 105 entre 70 e 79 anos e 120 com mais de 80 anos. Ainda, dados demográficos apontam para o aumento do número de idosos na maioria dos países do mundo. No Brasil, o número de idosos representava 8,6% da população brasileira em 2002; estimativas apontam que esse número deve ser elevado para 19,6% em 2020, correspondendo a 32 milhões de idosos no país. Neste contexto, é possível afirmar que haverá um aumento considerável no número de casos da DP nos próximos anos, o que aumenta a relevância social da doença. No que diz respeito a dados epidemiológicos entre homens e mulheres, Van Den Eeden et al. (2003) observaram maior prevalência da doença em indivíduos do sexo masculino.

A DP é uma patologia crônica degenerativa de natureza idiopática (sem causa definida). Alguns autores acreditam que ela esteja relacionada com a exposição a fatores ambientais (como metais pesados) ou a predisposição genética (TANNER et al., 1999). Tal enfermidade é desencadeada pela degeneração dos neurônios da substância negra parte

compacta, que produzem o neurotransmissor dopamina. Com essa perda dopaminérgica, ocorre um desequilíbrio na regulação exata de impulsos neuromotores que controlam a atividade inibitória e/ou excitatória do córtex motor (COTÊ & CRUTCHER, 1991; SAITO et al., 2000; SHUMUAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003).

Como consequência da degeneração dopaminérgica, sinais e sintomas caracterizados por distúrbios motores tendem a surgir, tais como: tremor em repouso, rigidez muscular, bradicinesia (lentidão na execução dos movimentos), acinesia (dificuldade ou lentidão para iniciar o movimento), hipocinesia (redução na amplitude dos movimentos), alterações posturais e da marcha (CÔTÊ & CRUTCHER, 1991; GUYTON, 1993; MORRIS & IANSEK, 1996; FERNÁNDEZ- DEL OLMO, ARIAS & CUDEIRO- MAZAIIRA, 2004). Os sinais e sintomas são progressivos e podem afetar o desempenho de movimentos simples, repetitivos, simultâneos ou sequenciais (FERNÁNDEZ- DEL OLMO, ARIAS & CUDEIRO- MAZAIIRA, 2004).

Como forma de aliviar os sinais e sintomas decorrentes da DP, a Levodopa tem sido o principal medicamento utilizado no tratamento. Ministrada de forma exógena, seu principal papel é suprir a deficiência na produção de dopamina, aproximando o desempenho motor da normalidade e suavizando sintomas, principalmente no que diz respeito a rigidez muscular e hipocinesia (NUTT, 2001). No entanto, a Levodopa possui meia vida curta no organismo do paciente, com duração de 1 a 2 horas, o que torna inconstante a concentração plasmática do medicamento (NUTT, 2001).

Com o surgimento da DP e a consequente degeneração ocorrida, padrões da marcha são diretamente afetados, sendo que alguns desses padrões mostram-se sensíveis ou resistentes ao tratamento com Levodopa (BLIN et al., 1991; GOBBI et al., 2006; PIERUCCINI- FARIA et al., 2006). No tópico a seguir serão aprofundados aspectos sobre a marcha de pacientes com DP e as mudanças ocorridas.

2.2. Padrões locomotores na DP

Com o processo de envelhecimento algumas restrições motoras surgem, sendo mais evidenciadas e acentuadas quando em associação com alguma patologia, como a DP (TAKAKUSAKI et al., 2004). Alterações na marcha são comumente observadas nessa população (NIEUWBOER et al., 1998; MORRIS et al., 1994) e podem ser explicadas pelo déficit dopaminérgico nos circuitos dos núcleos da base. Essa diminuição de dopamina no sistema resulta na perda da característica automática da marcha. Com o avanço da doença, as

alterações da marcha se agravam, o que debilita o paciente e limita sua interação com o meio (MORRIS, 2000).

A marcha de indivíduos com DP pode apresentar as seguintes alterações: pés arrastados, inclinação do tronco à frente, diminuição na velocidade da marcha, diminuição no comprimento da passada, aumento da fase de duplo suporte e grande variabilidade no comprimento do passo e passada (MORRIS et al., 1994; MORRIS et al., 1996b; VIEREGGE et al., 1997; FERRARIN et al., 2002). Quanto à cadência, existem algumas controvérsias na literatura, no entanto, a maioria dos estudos mostra que os valores de cadência não sofrem alterações na DP (MORRIS et al., 1994; 2001; 2005), o que revela uma estratégia de compensação para a diminuição no comprimento da passada (MORRIS et al., 2005). Ainda, o aumento da fase de duplo suporte tem sido relatado como uma estratégia conservadora, uma vez que o indivíduo permanece mais tempo na fase da marcha de maior estabilidade. Neste sentido, alguns autores têm sugerido que o maior tempo em duplo suporte é importante para o processamento de informação e execução de amplitudes corretas dos passos (MORRIS et al., 1996a; ZIYLSTRA et al., 1999).

Além das principais características observadas na marcha de pacientes com DP, déficits na regulação da amplitude de movimento articular têm sido relatados. Durante uma tarefa de andar em velocidade preferida, Sofuwa et al. (2005) compararam as medidas angulares das articulações do membro inferior de indivíduos com DP e de indivíduos sadios de mesma idade. Foi observado que as maiores alterações na amplitude de movimento aconteceram no tornozelo, sendo que o grupo com DP apresentou os menores valores médios.

A necessidade de caracterização dos parâmetros da marcha de pacientes em estágios iniciais da DP foi evidenciada por Ferrarin et al. (2006). Para este estudo, foram selecionados idosos com DP nos estágios 1 e 2 da Escala de Hoehn & Yahr e idosos sadios de mesma idade. Foi revelada redução significativa na velocidade da marcha, mas não foram observadas diferenças significativas na duração da passada e na fase de duplo suporte, principais alterações da marcha de pacientes com DP em estágios avançados da doença. Com base nestes resultados, os autores concluíram que a análise quantitativa da marcha pode fornecer parâmetros úteis para caracterização de pacientes com DP em estágios iniciais e, ainda, marcadores para o diagnóstico diferencial precoce, uma vez que nesta fase os sintomas típicos não estão claramente manifestados.

Estudos têm mostrado que pacientes com DP são capazes de melhorar os parâmetros da marcha, como o comprimento e a velocidade da passada, quando estão sob efeito de medicamento, como a Levodopa (MORRIS et al., 1996b; MORRIS et al., 1998;

PIERUCCINI-FARIA et al., 2006). A literatura tem mostrado que pacientes no estado *OFF* do medicamento apresentam comprimento da passada entre 0,4m e 0,9m (SIEGEL & METMAN, 2000), enquanto que em idosos saudáveis o comprimento da passada varia entre 1,2m e 1,5m (OSTROSKY et al., 1994; KERRIGAN et al., 1998). Já no estado *ON*, os pacientes apresentam comprimento da passada entre 0,8m e 1,0m (MORRIS et al., 1996b), tendo seus valores mais próximos aos de idosos neurologicamente saudáveis. Esse ajuste na passada, refletido em uma maior amplitude, pode estar relacionado com a melhora na modulação muscular na produção de força após a ingestão do medicamento (BLIN et al., 1991).

A literatura tem apontado que a aumentada ocorrência de quedas observada em pacientes com DP está relacionada à dificuldade de lidar com perturbações no ambiente (GRIMBERGEM et al., 2004). Assim, é importante entender como os pacientes com DP se comportam frente a uma perturbação ambiental comum no dia-a-dia. No entanto, poucos estudos utilizam o paradigma da ultrapassagem de obstáculo em pacientes com DP (PIERUCCINI-FARIA et al., 2006; VITÓRIO, 2006; VITÓRIO et al. 2009). Assim, o tópico seguinte apresenta as características gerais relacionadas com a ultrapassagem de obstáculos e resultados envolvendo principalmente adultos jovens e idosos neurologicamente saudáveis. Além disso, serão abordados os principais achados no que diz respeito ao controle visual na tarefa de ultrapassar obstáculos.

2.3. Controle visual na ultrapassagem do obstáculo

A presença de um obstáculo no ambiente representa uma perturbação à locomoção do indivíduo. Essa perturbação requer a utilização de estratégias que envolvam processos cognitivos para o planejamento dos passos que antecedem o obstáculo e que controlem os movimentos das pernas durante a ultrapassagem. Para a execução dessas estratégias, é necessária a integração de diversos sinais sensoriais, tendo como destaque a visão (GOBBI & PATLA, 1997).

O papel da visão na marcha livre e adaptativa tem sido amplamente estudado pelo fato da mesma ter importante papel no controle prospectivo e em tempo real da ação locomotora (PATLA, 1997; PATLA et al., 2003). Para que o indivíduo planeje a ação locomotora por meio do controle prospectivo, ele utiliza a visão para estimar a distância e captar informações relevantes sobre as características e a localização dos objetos no ambiente (PATLA et al., 1996; GOBBI & PATLA, 1997), principalmente duas passadas antes do obstáculo. Durante a execução de um determinado movimento (controle em tempo real), o indivíduo utiliza a visão

para captar informações referentes a eventos no ambiente e a relação dos segmentos corporais com objetos, para que assim, ajustes sejam realizados (LEE et al., 1982; PATLA, et al., 1996; GOBBI & PATLA, 1997; GOBBI et al., 2003).

Durante a fase de aproximação do obstáculo, os sinais exteroceptivos e exproprioceptivos são de grande importância. Os sinais exteroceptivos incluem informações sobre as propriedades do obstáculo e do terreno que são necessárias para o planejamento com antecedência (controle prospectivo) das mudanças adaptativas que serão executadas (GOBBI & PATLA, 1997). Os sinais exproprioceptivos correspondem à identificação das partes do corpo relativas umas às outras e relativas aos objetos e eventos no ambiente (PATLA et al., 1996; GOBBI & PATLA, 1997); esses sinais são importantes para o controle *on-line* da ação, com destaque para ajustes no posicionamento adequado dos pés em relação ao obstáculo, evitando assim o contato indesejado com o mesmo (PATLA & GREIG, 2006).

Apesar do importante papel da visão na locomoção, estudos têm mostrado que o ambiente não precisa ser amostrado durante toda a realização da tarefa (PATLA et al. 1996; PATLA, 1997; MENUCHI, 2005). Esse fato foi evidenciado por estudos que manipularam a informação visual e que permitiram a autosseleção desta informação pelo indivíduo.

Patla et al. (1996) realizaram um estudo a fim de verificar as características da informação visual e os efeitos de diferentes tipos de terrenos sobre a amostragem. A tarefa ocorreu em terreno com curvas, obstáculos e buracos, onde os participantes andavam usando óculos com lentes de cristal líquido que permitiam autosselecionar o momento e a duração da amostragem no decorrer da tarefa. Os resultados obtidos pelo estudo apontaram um aumento da demanda de amostragem visual em condições com obstáculo quando comparadas com o andar livre. Ainda, o aumento da altura do obstáculo refletiu em um aumento do tempo de execução da tarefa, do número de amostragens e da duração total de amostragens visuais do ambiente. Outro resultado importante deste estudo foi a maior demanda visual durante a aproximação ao obstáculo do que durante a ultrapassagem. Os autores concluíram que a visão tem um importante papel no controle locomotor preditivo, o que permite ajustes antecipatórios às perturbações.

Utilizando a manipulação visual externa através de luz estroboscópica (2Hz e 4Hz), Menuchi (2005) encontrou mudanças significativas na marcha de adultos jovens quando a tarefa de ultrapassar obstáculo foi realizada sob condição de iluminação estroboscópica. Foi observado aumento da distância horizontal pé obstáculo (DHPO) e da distância vertical pé obstáculo (DVPO), o que, para o autor, evidencia um comportamento mais conservador quando o fluxo óptico foi anulado.

Decorrente do processo de envelhecimento, alterações na integração dos sistemas sensoriais podem ocorrer. Com a DP, as alterações estruturais no sistema nervoso central são potencializadas, afetando a captação e integração de informações que atuam no direcionamento dos atos motores (HEDEL & DIETZ, 2004; LU et al., 2006). A importância da informação visual nessa população será evidenciada no tópico a seguir.

2.4. Informação visual dinâmica e a locomoção na DP

Diversos estudos têm mostrado a importância de estímulos sensoriais e atencionais na marcha, sendo o estímulo visual um dos mais utilizados na tarefa do andar. James J. Gibson foi o primeiro pesquisador a desenvolver estudos que envolvessem a locomoção visualmente guiada. Em estudo realizado em 1950, Gibson observou que, quando um indivíduo se desloca no ambiente, ocorre uma transformação correspondente da textura ambiental projetada na retina, denominada de fluxo óptico. O fluxo óptico se baseia na natureza invariante do relacionamento geométrico entre o observador em movimento e o ambiente (GIBSON, 1966), o que fornece informações sobre a estruturação da cena, a localização dos objetos e o próprio movimento relativo ao ambiente (DE RUGY, 2002; FRENZ et al., 2003). Assim, estudos têm mostrado que o fluxo óptico é importante para especificar a direção da locomoção (SCHUBERT et al., 2003), a aproximação dos objetos (DE RUGY, 2002) e a discriminação de distâncias (FRENZ et al., 2003).

Especificamente sobre a DP, estudos têm mostrado que alguns dos problemas perceptivos dos pacientes são causados por distúrbios dopaminérgicos na retina. Com a degeneração da dopamina decorrente da DP, ocorre uma lentificação no processamento do espectro luminoso da retina e no sinal bioquímico que leva informações ao córtex visual (BODIS-WOLLNER, 1990; RUIZ-SANCHEZ DE LEON & FERNÁNDEZ-GUINEA, 2005), podendo gerar: déficits na diferenciação de cores (DIEDERICH et al., 1998; PIERI et al., 2000; RUIZ-SANCHEZ DE LEON & FERNÁNDEZ-GUINEA, 2005), alterações na sensibilidade de contraste atribuídas ao déficit nos movimentos oculares (PIERI et al., 2000; AMICK et al., 2003; RUIZ-SANCHEZ DE LEON & FERNÁNDEZ-GUINEA, 2005) e comprometimento do controle óculo motor (CREVITS & DE RIDDER, 1997). Com o objetivo de suprir esse déficit na retina e melhorar os padrões de movimento dos pacientes com DP, dicas visuais têm sido empregadas, principalmente nos movimentos seqüenciais e na marcha (FERNÁNDEZ-DEL OLMO, ARIAS & CUDEIRO-MAZAIRA, 2004).

Em relação aos estudos com marcha, Martin em 1967 foi o primeiro a apontar os efeitos positivos das dicas visuais para pacientes com DP. Utilizando uma série de linhas

coloridas dispostas no solo de forma perpendicular a direção da marcha, o autor observou melhora significativa nas características do andar desses pacientes, sendo que, para alguns autores, as informações obtidas dos movimentos das listras pelo fluxo óptico são determinantes para tais melhoras (GLICKSTEIN & STEIN, 1991). Ainda, tem sido proposto que vias visuomotoras cerebello-corticais, sensíveis a objetos em movimento, são capazes de suprir alguns comprometimentos dos núcleos da base em pacientes com DP (GLICKSTEIN & STEIN, 1991), o que facilita o movimento do paciente.

Em estudo realizado por Azulay et al. (1999), a questão do fluxo óptico e da importância de dicas externas foi explorada. Participaram do estudo 16 pacientes com DP e 16 indivíduos controle de mesma idade. A tarefa consistia no andar em terreno regular e em terreno com listras perpendiculares nas condições de informação visual dinâmica (iluminação normal) e informação visual estática (luz estroboscópica a 3 Hz). Na condição de informação visual dinâmica com listras no solo, os pacientes com DP apresentaram aumento significativo no comprimento da passada e na velocidade da marcha. Na condição de informação visual estática com listras no solo esse aumento desapareceu, indicando que a indução do movimento percebido das listras pelo andar foi essencial para melhorar os parâmetros da marcha. Ainda, na condição de informação visual estática sem a presença das listras, foi observada uma diminuição significativa nos parâmetros da marcha apenas nos pacientes com DP, indicando maior dependência de informação visual dinâmica dos pacientes em relação ao grupo controle. Com base nos resultados, os autores concluíram que a melhora da marcha de pacientes com DP, na presença de dica visual, ocorre devido à melhora no fluxo óptico pelas listras e que pacientes com DP são mais dependentes da visão do que indivíduos controle. Essa maior dependência da visão por parte dos indivíduos com DP pode ser explicada como estratégia compensatória do déficit proprioceptivo/cinestésico decorrente da doença (KLOCKGETHER et al., 1995; DEMIRCI et al., 1997; ABBRUZZESE & BERARDELLI, 2003).

Assim, a fim de responder as questões que norteiam este estudo, os objetivos propostos são apresentados na sequência.

3. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi analisar o papel da visão no comportamento locomotor durante a ultrapassagem de obstáculos de diferentes alturas em indivíduos com DP idiopática, manipulando experimentalmente a disponibilidade das informações visuais. Mais especificamente: a) identificar possíveis estratégias adaptativas empregadas durante a marcha livre e durante a ultrapassagem de obstáculos quando sob condição de informação visual estática; b) verificar se existe efeito da altura do obstáculo no comportamento locomotor observado.

4. MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro (Protocolo nº 2688, datado de 11 de setembro de 2007).

4.1. Participantes

Os pacientes envolvidos na pesquisa foram selecionados junto a centros especializados de Rio Claro e região. A amostra contou com 14 pacientes idosos que foram encaminhados para o estudo após o diagnóstico da doença de característica idiopática, seguindo os critérios internacionais.

Após serem esclarecidos sobre os procedimentos experimentais e assinarem o termo de consentimento de participação, os pacientes foram submetidos a uma avaliação clínica detalhada, por um médico neuropsiquiatra nas dependências do Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção (DEF/IB/UNESP/RC), a fim de determinar as condições gerais da doença. Foi aplicada a escala de Hoehn e Yahr (H&Y – HOEHN & YAHR, 1967; Versão adaptada pela equipe do Ambulatório de Distúrbios do Movimento/Doença de Parkinson, da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, sem data) para identificar o estágio evolutivo da doença, a existência da unilateralidade/bilateralidade da doença e o nível de resposta aos reflexos posturais. A escala se divide em estágios, que são: Estágio 0: Sem sinais da doença; Estágio 1: Doença unilateral; Estágio 1,5: Envolvimento axial e unilateral; Estágio 2: Doença bilateral sem alterações do balanço; Estágio 2,5: Doença bilateral com recuperação nos testes (ex., teste de estabilidade postural); 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. A partir da identificação das restrições funcionais para as atividades motoras, foi identificado o estágio da doença em que se encontrava o paciente. A partir da

identificação do estágio, limitada para este estudo entre os estágios 1 e 3 da escala de H&Y, o paciente foi convidado para participar da pesquisa. Essa limitação foi adotada para garantir a comparação entre comportamentos motores mais homogêneos. Além disso, pessoas acima do estágio 3 apresentam padrões motores diferenciados dos estágios mais iniciais apresentando, às vezes, perda da independência locomotora.

Como critérios de exclusão para a composição da amostra foram estabelecidos: idade abaixo de 60 anos e estágio da doença acima do estágio 3. A fim de caracterizar os pacientes, o grau de acometimento da doença e as condições cognitivas foram mensurados. A Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS - FAHN & ELTON, 1987; Versão adaptada pela equipe do Ambulatório de Distúrbios do Movimento/Doença de Parkinson, da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, sem data) foi utilizada para avaliar o acometimento da doença através do questionário que contém as seguintes sub-escalas: I – Estado mental, humor e comportamento; II – Atividades da vida diária; III – Exame da motricidade. O estado geral de acometimento da doença de cada paciente é encontrado através da soma das pontuações obtidas nas subescalas, onde quanto maior a pontuação, mais grave é a doença do paciente. Posteriormente, o Mini-Exame do Estado Mental - Mini-Mental (ALMEIDA, 1998), foi usado para avaliar as condições cognitivas dos pacientes. O Mini-Mental é composto de questões que envolvem: 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 Mini-Mental, menor é o comprometimento cognitivo.

A TABELA 1 apresenta os dados de caracterização da amostra. Nessa tabela pode ser observado que os participantes se encontram em estágios iniciais, sem grande acometimento da doença e sem comprometimento cognitivo.

TABELA 1. Caracterização dos participantes (UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale – I: estado mental, humor e comportamento; II: atividades da vida diária; III: exame da motricidade; H&Y: escala de Hoehn e Yahr; Mini-mental: Mini-Exame do Estado Mental).

Participante	Idade (anos)	Massa (kg)	Estatura (cm)	UPDRS I (pontos)	UPDRS II (pontos)	UPDRS III (pontos)	UPDRS Total (pontos)	H&Y (estágio)	Mini-mental (pontos)
A	60	75	173.5	3	15	27	45	1.5	30
B	70	62.6	157	2	7	13	22	1	24.5
C	80	68	166.3	5	15	46	66	2.5	20
D	71	56	160.2	3	17	34	54	1.5	30
E	60	61.3	159.1	4	8	18	30	1	20
F	71	62.5	172	6	11	19	36	1.5	24
G	70	53.4	148.8	2	7	10	19	1	29
H	68	73.5	160	2	4	8	14	1	29
I	68	55	172.2	5	14	27	46	2	28
J	76	72.2	162.5	2	14	26	42	1.5	29
K	67	79.2	163	4	5	9	18	1	30
L	74	80.4	174	4	10	10	24	1.5	27
M	73	85.5	162.5	2	12	18	32	1.5	28
N	61	76.5	162.7	5	12	10	27	1	30
Média	69.2	68.7	163.8	3.5	10.8	19.6	33.9	1.4	27.0
DesvPad	5.90	10.3	7.17	1.4	4.06	11.19	15.07	0.45	3.54

4.2. Procedimentos Experimentais

Todos os procedimentos experimentais foram realizados nas dependências do Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção (DEF/IB/UNESP/RC). Cada participante seguiu o seguinte protocolo:

- 1) Esclarecimentos quanto à participação no estudo: O participante foi esclarecido sobre os objetivos da pesquisa, da tarefa realizada, dos riscos e de qualquer outra informação por ele solicitada. Todas essas informações estavam descritas no termo de consentimento livre e esclarecido que foi entregue ao participante, tendo ele lido e assinado caso concordasse participar do estudo.
- 2) Medidas antropométricas: A massa corporal e a estatura, o comprimento da perna (distância entre o epicôndilo lateral da tíbia e o maléolo lateral), o comprimento da coxa (distância entre o trocânter maior do fêmur e o epicôndilo lateral do fêmur), a altura do tornozelo (distância entre o maléolo lateral da fíbula e o chão) e o comprimento e largura do pé foram coletados para caracterizar os participantes. Considerando que a análise cinemática tri-dimensional foi realizada no plano sagital direito, apenas o membro inferior direito foi mensurado.
- 3) Passarela e Obstáculo (FIGURA 1): A passarela consiste de um corredor livre com um carpete de espuma de borracha de 8m de comprimento por 1,40 m de largura. Duas alturas de obstáculo foram utilizadas: obstáculo baixo (OB), personalizado de acordo com a altura do tornozelo de cada participante; e obstáculo alto (OA), personalizado de acordo com a metade da altura do joelho de cada participante. Estas alturas foram selecionadas para que estratégias

adaptativas do sistema locomotor do indivíduo pudessem ser observadas. Os obstáculos eram feitos de espuma, tendo 3 cm de comprimento e 60 cm de largura. Foram selecionados obstáculos de espuma, para diminuir o risco de acidentes caso o contato com o mesmo ocorresse.

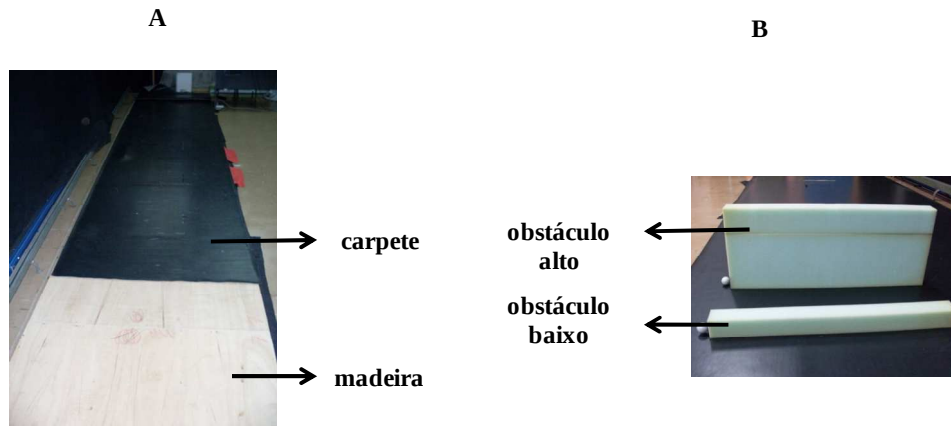


FIGURA 1. Foto da passarela (A) e dos obstáculos (B) utilizados na tarefa.

4) Óculos com lentes de cristal líquido (FIGURA 2): A informação visual foi manipulada através do uso de óculos de lente de cristal líquido (Translucent Technologies, Toronto, Canadá). Os óculos apresentam dois status: no status opaco os óculos não permitem que o participante capte informações do ambiente através da visão; no status transparente, a captação de informações é possível. Duas condições de visão foram utilizadas: informação visual dinâmica (IVD – sem uso dos óculos) e informação visual estática (IVE – uso dos óculos com timer ajustado externamente). Na condição IVE, as lentes dos óculos foram controladas por um circuito eletrônico adaptado para a execução do estudo – baseado no estudo de Azulay et al. (1999), uma frequência de 3Hz foi determinada para este estudo; ainda, a duração de cada amostragem foi 0,016s.

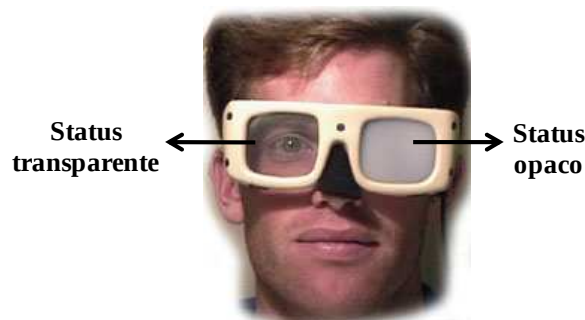


FIGURA 2. Ilustração dos status das lentes dos óculos: transparente (esquerda) e opaco (direita).

5) Tarefa: O participante foi convidado a percorrer andando a passarela de 8 metros, em condições sem obstáculo (SO), com OB e OA. O obstáculo foi posicionado a uma distância equivalente a 4 passos do ponto de início da tarefa. O ponto de início da locomoção foi ajustado pelo experimentador de forma a garantir a ultrapassagem do obstáculo confortavelmente com a perna direita. Após sinal verbal do avaliador, o participante andou em trajetória retilínea e na sua velocidade preferida, em direção ao obstáculo, tendo que ultrapassá-lo e continuar andando até o final da passarela. As tentativas foram apresentadas combinando condições de obstáculo (SO, OB e OA) e condições de visão (IVD e IVE), em 3 tentativas por condição, totalizando 18 tentativas; realizadas em 2 blocos. No primeiro bloco as tentativas associavam marcha livre e adaptativa com IVD e, no segundo bloco, marcha livre e adaptativa com IVE. Cada bloco foi composto por 9 tentativas randomizadas para a altura do obstáculo. Antes de cada bloco foram realizadas tentativas de familiarização com o teste. Foram realizados intervalos de descanso de 5min entre os blocos ou sempre que solicitado pelo participante. Ainda, para efeito de segurança, um avaliador acompanhou o participante durante a execução da tarefa em todas as tentativas.

4.3. Coleta e análise dos dados

Para registro cinemático dos dados, quatro marcadores passivos, feitos de esferas de isopor de 1,5 cm de diâmetro e recobertos com papel reflexivo, foram afixados por velcro em uma calça de lycra preta justa à perna do participante, 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. Ainda, um marcador passivo foi posicionado na base do obstáculo, permitindo o cálculo das variáveis relacionadas à ultrapassagem.

Duas câmeras digitais (marca Samsung, modelo SC-D364) foram posicionadas de modo a visualizar todos os marcadores, no plano sagital direito do participante, para capturar pelo menos uma passada completa antes do obstáculo e um passo depois dele. As imagens foram registradas a 60Hz e a captura dessas imagens foi realizada por uma placa de captura de vídeo (marca Pinnacle, modelo Studio DV, versão 1.05.307), acoplada a um microcomputador, que as comprimiu utilizando um logaritmo de compressão (Indeo video 5.10). Para maior reflexão e visualização dos marcadores, foram posicionados, ao lado das câmeras, dois holofotes com lâmpadas halógenas de 500W de potência. O procedimento videogramétrico foi realizado pelo software Digital Video for Windows (Dvideow - Laboratório de Instrumentação em Biomecânica – Unicamp, 1998 – versão 4.0).

Para calibração do espaço tridimensional, foram utilizados seis fios de prumo com marcas ou referências eqüidistantes entre si (3m x 1,7m x 1,3m), formando um grande cubo, que serviu para informar ao Dvideow, com exatidão, as medidas do espaço por onde o participante realizou a tarefa. Isto possibilitou a reconstrução tridimensional das trajetórias dos marcadores. 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-baixa, Butterworth, com frequência de corte definida por meio de análise residual.

4.4. Variáveis dependentes

4.4.1. Fase de aproximação

As seguintes variáveis dependentes da fase de aproximação (antes da ultrapassagem) foram coletadas na última passada da perna esquerda anterior à abordagem do obstáculo:

- Comprimento da passada (CP): foi calculado pela subtração dos valores dos marcadores no eixo X (horizontal no sentido ântero-posterior do movimento), que indicam a distância entre os subseqüentes contatos dos marcadores do calcâneo (pé esquerdo) com o solo, na passada anterior à abordagem do obstáculo, expresso em centímetros (cm);
- Duração da passada (DDP): tempo entre o primeiro contato com o solo do marcador do calcâneo esquerdo e o segundo contato do mesmo. Foi calculada a partir da diferença temporal entre os dois instantes e foi expressa em segundos (s);
- Velocidade da passada (VP): calculada através da divisão do CP pela DDP e expressa em metros por segundo (m/s);
- Cadência (CAD): expressa o número de passos realizados em um minuto (passos/min). Foi calculada a partir da duração média dos passos realizados na passada da perna esquerda anterior ao obstáculo;
- Porcentagem da fase de suporte simples (PSS): porcentagem de tempo de uma passada em que o participante permanece sobre apenas um dos pés. Porcentagem da fase de duplo suporte (PDS): porcentagem de tempo de uma passada em que o participante permanece sobre ambos os pés. Tanto PSS como PDS foram calculadas com base na DDP.

4.4.2. Fase de ultrapassagem

As variáveis dependentes na fase de abordagem foram:

- Comprimento (CPult) e Largura (LPult) do passo de ultrapassagem: o CPult foi calculado pela subtração dos valores dos pontos no eixo X do marcador da face lateral do calcâneo

direito e da face medial do calcâneo esquerdo, no momento da ultrapassagem. A LPult representa a distância entre os marcadores dos calcâneos direito e esquerdo no sentido médio lateral somada à largura do pé esquerdo, no momento em que este estava antes do obstáculo e o pé direito depois do obstáculo. O CPult e a LPult foram expressos em centímetros (cm);

- Distância horizontal pé-obstáculo antes da ultrapassagem (DHPO) e depois do obstáculo (DHOP): a DHPO corresponde ao valor obtido pela distância linear na coordenada X (horizontal) entre o marcador do metatarso, no momento em que este deixou o solo para a ultrapassagem, e o marcador do obstáculo. A DHOP corresponde ao valor obtido pela distância, na coordenada X, entre o marcador do calcâneo ao entrar em contato com o solo, após a ultrapassagem, e o marcador do obstáculo;
- Distância vertical pé obstáculo (DVPO): distância vertical entre o marcador do metatarso e a borda superior do obstáculo, no momento em que o pé estava sobre o obstáculo. As variáveis DHPO, DVPO e DHOP foram coletadas para a perna de abordagem (PA) e para a perna de suporte (PS).

4.5. Análise estatística

Para comparar o comportamento locomotor de pacientes com DP de acordo com as condições de amostragem visual e de altura do obstáculo, foram empregadas duas MANOVAs. As variáveis cinemáticas da fase de aproximação foram analisadas na primeira MANOVA, com dois fatores (2 X informação visual e 3 X obstáculo), com medidas repetidas para o fator obstáculo. A duração da passada e a cadência violaram os pressupostos da MANOVA. Assim, para estas variáveis foi utilizado o resultado do teste de Greenhouse-Geisser disponível na MANOVA. Testes de contrastes polinomiais foram empregados, quando necessário, para evidenciar diferenças entre as condições de altura de obstáculo.

As variáveis cinemáticas da ultrapassagem do obstáculo foram analisadas na segunda MANOVA com dois fatores (2 X informação visual e 2 X obstáculo), com medidas repetidas para o fator obstáculo. A distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem e a largura do passo de ultrapassagem violaram os pressupostos da MANOVA. Assim, para estas variáveis foi utilizado o resultado do teste de Greenhouse-Geisser disponível na MANOVA.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com um nível de significância de $p < 0,05$.

5. RESULTADOS

Dentre os indivíduos que participaram do estudo, apenas um se recusou a realizar a tarefa sob condição de iluminação visual estática, alegando sensação de insegurança.

Para facilitar a interpretação, os resultados das análises estatísticas são apresentados em dois grupos: 1) Variáveis cinemáticas da fase de aproximação; 2) Variáveis cinemáticas da fase de ultrapassagem.

5.1. Variáveis cinemáticas da fase de aproximação

A TABELA 2 apresenta os dados referentes às variáveis cinemáticas da fase de aproximação nas condições de informação visual (informação visual dinâmica e estática) e de obstáculo (sem obstáculo, obstáculo baixo e obstáculo alto).

TABELA 2. Valores médios e desvios padrão das variáveis cinemáticas da fase de aproximação nas condições de informação visual e de obstáculo (SO = sem obstáculo, OB = obstáculo baixo e OA = obstáculo alto).

Variáveis dependentes	Informação visual dinâmica			Informação visual estática		
	SO	OB	OA	SO	OB	OA
Comprimento da passada (cm)	116.4±12.38	111.5±13.53	112.6±12.51	100.4±15.79	95.14±18.4	98.3±19.42
Duração da passada (s)	1.10±0.13	1.11±0.11	1.11±0.09	1.21±0.19	1.24±0.26	1.25±0.21
Velocidade da passada (cm/s)	106.7±14.95	101.52±15.51	102.35±15.16	85.95±21.93	80.1±22.99	81.64±23.57
Cadência (passos/min)	110±10.6	109.3±10.25	108.84±8.35	101.25±13.43	99.90±16.37	98.31±14.32
Fase de duplo suporte (%)	26.26±3.51	26.88±4.48	25.88±3.41	31.99±6.7	30.73±5.25	30.76±5.78
Fase de suporte simples (%)	73.73±3.51	73.13±4.48	74.12±3.41	68±6.7	69.27±5.25	69.24±5.78

Para as variáveis cinemáticas da fase de aproximação, a MANOVA apontou diferença entre as condições de informação visual, Wilks' Lambda=0,704, $F_{(6,71)}=4,966$, $p<0,001$, e entre as condições de obstáculo, Wilks' Lambda=0,461, $F_{(12,65)}=6,330$, $p<0,001$. Ainda, a MANOVA não apontou interação entre as condições de visão e de obstáculo, Wilks' Lambda=0,832, $F_{(12,65)}=1,093$, $p=0,381$.

Análises univariadas para a condição de obstáculo apontaram diferença para comprimento, $F(2,152)=12,328$, $p<0,001$, e velocidade da passada, $F(2,152)=23,333$, $p<0,001$. Análises univariadas para a condição de visão apontaram diferença para comprimento, $F(1,76)=22,449$, $p<0,001$, duração, $F(1,76)=12,275$, $p=0,001$ e velocidade da passada, $F(1,76)=24,631$, $p<0,001$, cadência, $F(1,76)=13,684$, $p<0,001$, porcentagem da fase de duplo suporte, $F(1,76)=21,470$, $p<0,001$, e de suporte simples, $F(1,76)=21,474$, $p<0,001$.

Efeito principal de obstáculo (FIGURA 3): Independente da condição de visão, os participantes apresentaram maior comprimento da passada na condição SO do que nas condições OB ($p<0,001$) e OA ($p=0,023$). Ainda, não houve diferença significativa entre as condições OB e OA ($p=0,082$). Para a velocidade da passada, os participantes apresentaram maiores valores médios na condição SO do que nas condições OB ($p<0,001$) e OA ($p<0,001$). Ainda, não houve diferença significativa entre as condições OB e OA ($p=0,341$). A TABELA 3 apresenta os valores médios e desvios padrão das variáveis que não apresentaram efeito principal de obstáculo.

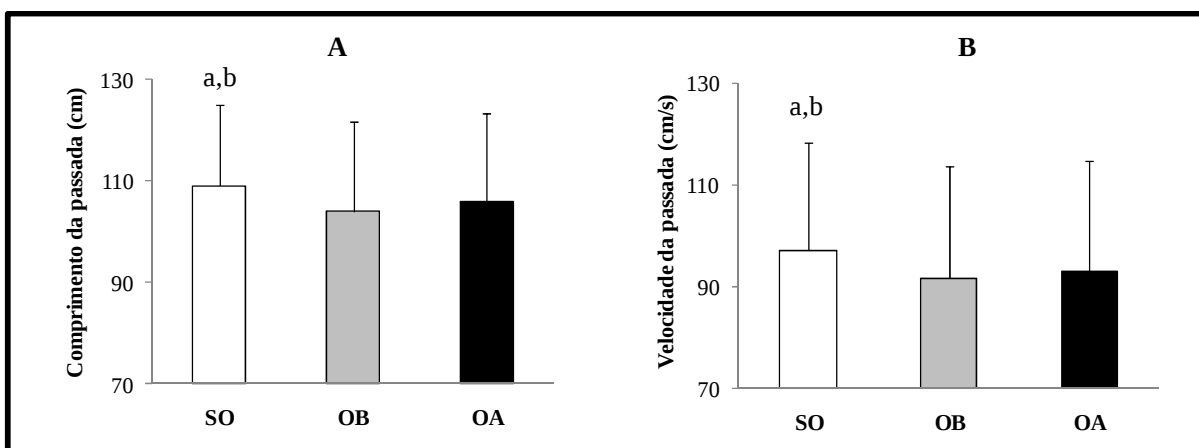


FIGURA 3. Variáveis cinemáticas da fase de aproximação que apresentaram efeito principal de obstáculo: comprimento (A) e velocidade da passada (B) nas condições sem obstáculo (SO), obstáculo baixo (OB) e obstáculo alto (OA). a = diferença significativa entre SO e OB; b = diferença significativa entre SO e OA.

TABELA 3. Valores médios e desvios padrão das variáveis cinemáticas da fase de aproximação que não apresentaram efeito principal de obstáculo (SO = sem obstáculo, OB = obstáculo baixo e OA = obstáculo alto).

Variáveis Dependentes	SO	OB	OA
Duração da passada (s)	1.15±0.17	1.17±0.2	1.17±0.17
Cadência (passos/min)	105.98±12.68	104.97±14.14	103.99±12.58
Fase de duplo suporte (%)	28.91±5.94	28.65±5.2	28.13±5.23
Fase de suporte simples (%)	71.09±5.94	71.35±5.2	71.87±5.23

Efeito principal de visão (FIGURA 4): Independente da condição de obstáculo, os participantes apresentaram maior comprimento ($p<0,001$) e velocidade da passada ($p<0,001$), cadência ($p<0,001$) e porcentagem da fase de suporte simples ($p<0,001$) na condição IVD do que na condição IVE. Ainda, os valores médios da duração da passada ($p=0,001$) e da porcentagem da fase de duplo suporte ($p<0,001$) foram menores na condição IVD do que na condição IVE.

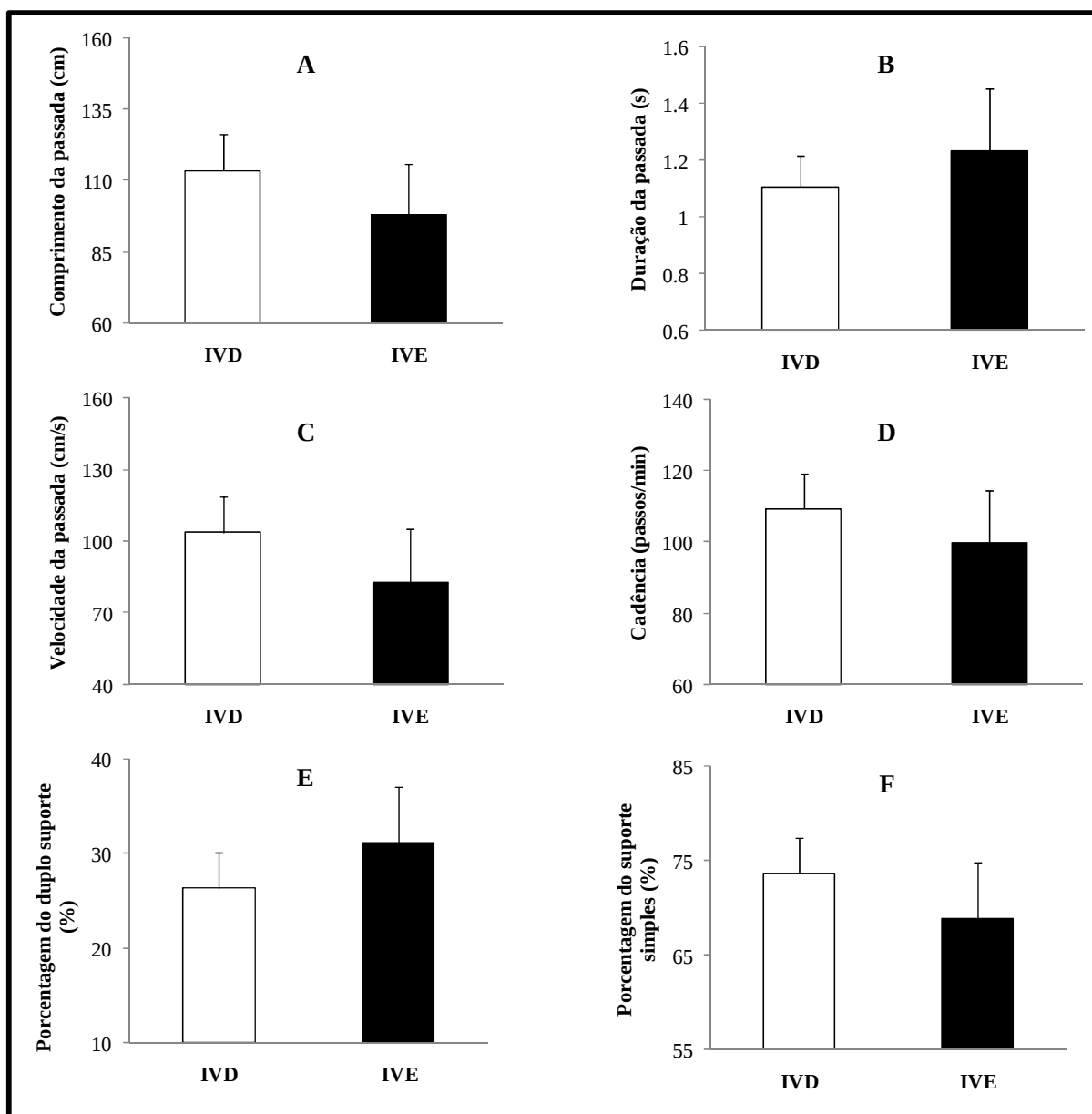


FIGURA 4. Variáveis cinemáticas da fase de aproximação que apresentaram efeito principal de visão: comprimento (A), duração (B) e velocidade da passada (C), cadência (D), porcentagem de duplo suporte (E) e suporte simples (F) nas condições informação visual dinâmica (IVD) e informação visual estática (IVE).

5.2. Variáveis cinemáticas da fase de ultrapassagem

A TABELA 4 apresenta os valores médios e desvios padrão das variáveis cinemáticas da fase de ultrapassagem nas condições de informação visual (informação visual dinâmica e estática) e de obstáculo (obstáculo baixo e obstáculo alto).

TABELA 4. Valores médios e desvios padrão das variáveis cinemáticas da fase de ultrapassagem nas condições de informação visual e de obstáculo (OB = obstáculo baixo e OA = obstáculo alto).

Variáveis dependentes	Informação visual dinâmica		Informação visual estática	
	OB	OA	OB	OA
Distância horizontal pé obstáculo da perna de abordagem (cm)	87.58±9.64	87.37±11.09	78.75±16.21	78.55±16.86
Distância horizontal pé obstáculo da perna de suporte (cm)	29.72±6.33	28.76±7.16	33.4±8.36	31.12±6.86
Distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem (cm)	11.3±3.62	14.12±3.32	17.06±6.66	16.94±5.39
Distância vertical pé obstáculo da perna de suporte (cm)	16.02±4.93	16.39±5.57	17.68±5.53	14.84±6.74
Distância horizontal obstáculo pé da perna de abordagem (cm)	18.31±6.52	18.67±5.58	19.53±8.03	21.74±6.65
Distância horizontal obstáculo pé da perna de suporte (cm)	75.05±13.45	75.92±11.07	66.85±15.01	68.48±13.53
Comprimento do passo de ultrapassagem (cm)	67.45±4.58	66.51±5.46	71.83±6.59	71.84±7.31
Largura do passo de ultrapassagem (cm)	16.72±4.41	20.63±4.28	21.88±7.55	26.33±8.46

Para as variáveis cinemáticas da fase de ultrapassagem, a MANOVA apontou diferença entre as condições de informação visual, Wilks' Lambda=0,589, $F_{(8,72)}=6,271$, $p<0,001$, e entre as condições de obstáculo, Wilks' Lambda=0,546, $F_{(8,72)}=7,481$, $p<0,001$. Ainda, a MANOVA não apontou interação entre as condições de visão e de obstáculo, Wilks' Lambda=0,852, $F_{(8,72)}=1,565$, $p=0,151$.

Análises univariadas para a condição de obstáculo apontaram diferença para distância horizontal pé obstáculo da perna de suporte, $F_{(1,79)}=7,077$, $p=0,009$, distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem, $F_{(1,79)}=5,105$, $p=0,027$, e largura do passo de ultrapassagem, $F_{(1,79)}=35,123$, $p<0,001$. Análises univariadas para a condição de visão apontaram diferença para distância horizontal pé obstáculo da perna de abordagem, $F_{(1,79)}=8,916$, $p=0,004$, e de suporte, $F_{(1,79)}=4,155$, $p=0,045$, distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem, $F_{(1,79)}=22,221$, $p<0,001$, distância horizontal obstáculo pé da perna de suporte, $F_{(1,79)}=8,042$, $p=0,006$, e comprimento, $F_{(1,79)}=15,502$, $p<0,001$, e largura do passo de ultrapassagem, $F_{(1,79)}=19,458$, $p<0,001$.

Efeito principal de obstáculo (FIGURA 5): Independente da condição de visão, os participantes apresentaram maior distância horizontal pé obstáculo da perna de suporte ($p=0,009$) na condição OB do que na condição OA. Para distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem ($p=0,027$) e largura do passo ($p<0,001$) de ultrapassagem, os

participantes apresentaram menores valores médios na condição OB do que na condição OA. A TABELA 5 apresenta os valores médios e desvios padrão das variáveis que não apresentaram efeito principal de obstáculo.

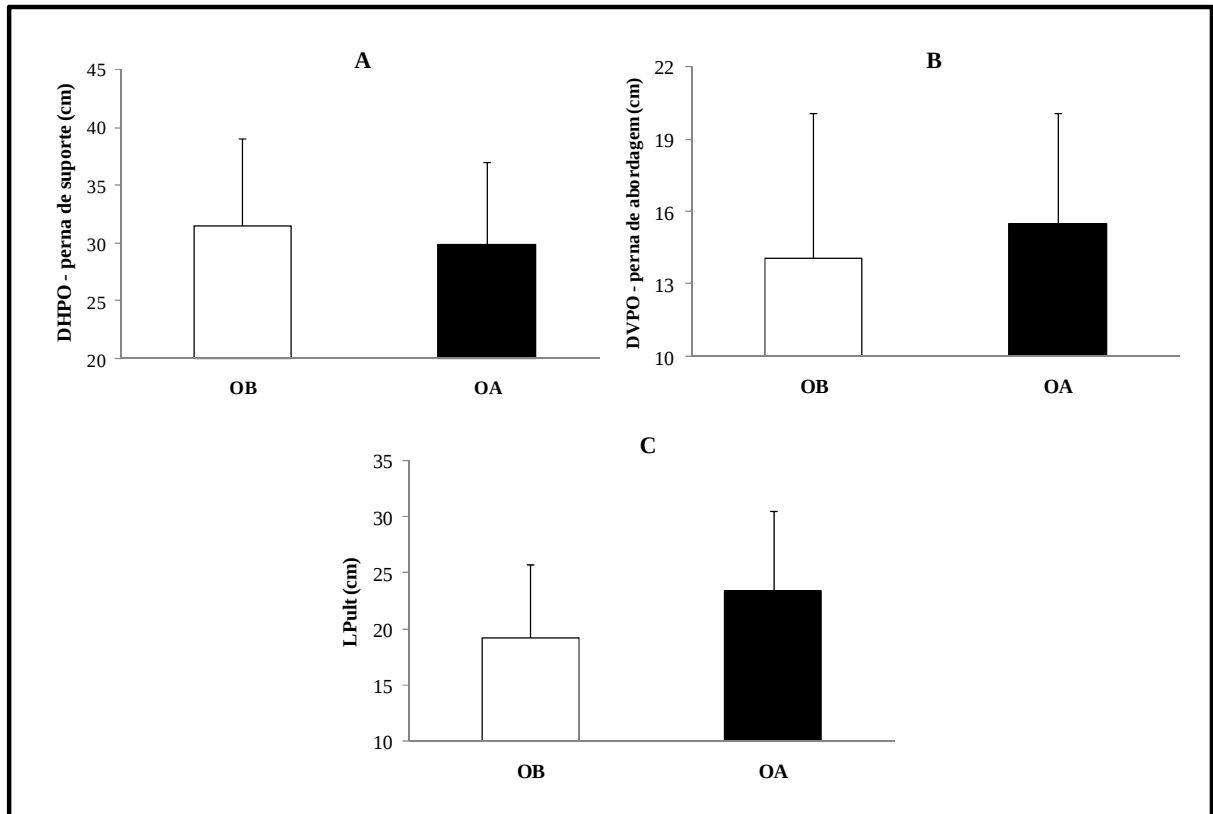


FIGURA 5. Variáveis cinemáticas da fase de ultrapassagem que apresentaram efeito principal de obstáculo: distância horizontal pé obstáculo (DHPO) da perna de suporte (A), distância vertical pé obstáculo (DVPO) da perna de abordagem (B) e largura do passo de ultrapassagem (LPult) (C) nas condições de obstáculo baixo (OB) e obstáculo alto (OA).

TABELA 5. Valores médios e desvios padrão das variáveis da fase de ultrapassagem que não apresentaram efeito principal de obstáculo (OB = obstáculo baixo e OA = obstáculo alto).

Variáveis Dependentes	OB	OA
Distância horizontal pé obstáculo da perna de abordagem (cm)	83.33±13.86	83.12±14.76
Distância vertical pé obstáculo da perna de suporte (cm)	16.82±5.26	15.64±6.17
Distância horizontal obstáculo pé da perna de abordagem (cm)	18.90±7.27	20.15±6.27
Distância horizontal obstáculo pé da perna de suporte (cm)	71.10±14.72	72.34±2.8
Comprimento do passo de ultrapassagem (cm)	69.56±6.02	69.08±6.92

Efeito principal de visão (FIGURA 6): Independente da condição de obstáculo, os participantes apresentaram maior distância horizontal pé obstáculo da perna de abordagem ($p=0,004$) e distância horizontal obstáculo pé da perna de suporte ($p=0,006$) na condição IVD

do que na condição IVE. Ainda, os valores médios da distância horizontal pé obstáculo da perna de suporte ($p=0,045$), distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem ($p<0,001$) e comprimento ($p<0,001$) e largura ($p<0,001$) do passo de ultrapassagem foram menores na condição IVD do que na condição IVE. A TABELA 6 apresenta os valores médios e desvios padrão das variáveis que não apresentaram efeito principal de visão.

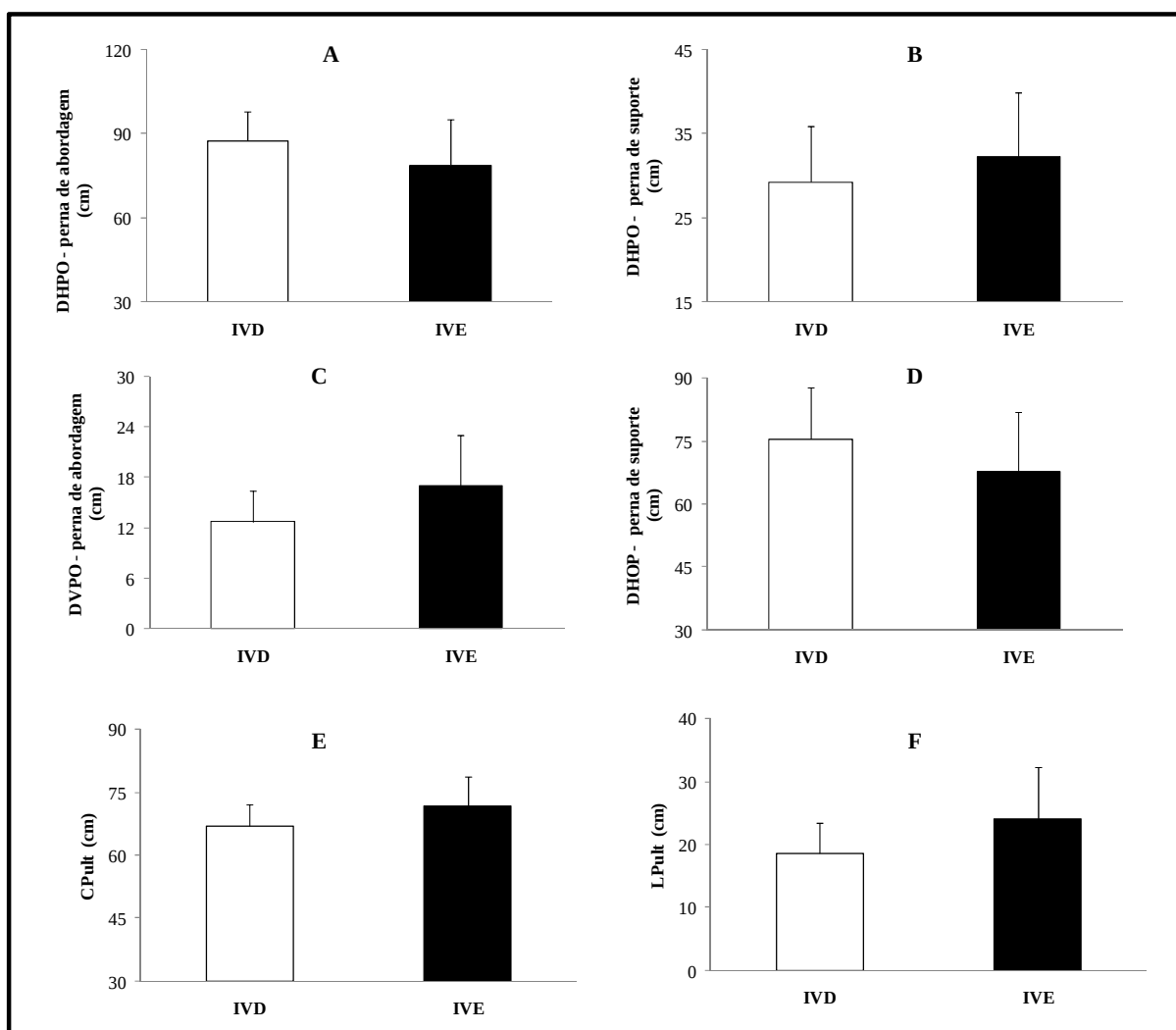


FIGURA 6. Variáveis cinemáticas da fase de ultrapassagem que apresentaram efeito principal de visão: distância horizontal pé obstáculo (DHPO) da perna de abordagem (A), distância horizontal obstáculo pé (DHOP) da perna de suporte (B), distância horizontal pé obstáculo (DHPO) da perna de suporte (C), distância vertical pé obstáculo (DVPO) da perna de abordagem (D), comprimento do passo de ultrapassagem (CPult) (E) e largura do passo de ultrapassagem (LPult) (F) nas condições informação visual dinâmica (IVD) e informação visual estática (IVE).

TABELA 6. Valores médios e desvios padrão das variáveis da fase de ultrapassagem que não apresentaram efeito principal de visão.

Variáveis dependentes	IVD	IVE
Distância vertical pé obstáculo da perna de suporte (cm)	16.21±5.23	16.26±6.29
Distância horizontal obstáculo pé da perna de abordagem (cm)	18.49±6.03	20.62±7.41

6. DISCUSSÃO

O presente estudo analisou o papel da visão no comportamento locomotor durante a ultrapassagem de obstáculos de diferentes alturas em indivíduos com DP. No que se refere à manipulação da disponibilidade de informação visual, a condição de informação visual estática teve o intuito de anular as informações de fluxo óptico e, assim, representou uma perturbação à realização da tarefa. Ainda, foi verificado o efeito da altura do obstáculo no comportamento locomotor dos pacientes. Os resultados obtidos são discutidos em dois tópicos: fase de aproximação e fase de ultrapassagem.

6.1. Fase de aproximação

Independente da condição de visão, os participantes apresentaram maior comprimento e velocidade da passada na condição SO do que nas condições OB e OA. Ainda, não houve diferença significativa entre as condições OB e OA para essas mesmas variáveis. Esses resultados revelam que os participantes modularam o comprimento e a velocidade da passada de acordo com a restrição do ambiente (presença de um obstáculo no caminho), o que concorda com estudos recentes envolvendo a ultrapassagem de obstáculo na DP (PIERUCCINI-FARIA, 2006; PIERUCCINI-FARIA et al., 2006; VITÓRIO, 2006; VITÓRIO et al., 2009 - aceito). Assim, foi evidenciada a necessidade de ajustes, através de controle prospectivo, na estratégia adaptativa empregada para a realização da tarefa com sucesso, principalmente a dois passos da ultrapassagem. Essa interpretação concorda com o estudo de Patla & Vickers (2003), que observaram que as estratégias empregadas por adultos jovens na fase de aproximação foram controladas através do mecanismo prospectivo.

Além disso, é importante ressaltar que a velocidade da passada foi alterada em função de ajustes no comprimento da passada, uma vez que a duração da passada e a cadência não apresentaram diferenças significativas entre as condições de obstáculo. Tais achados sugerem que restrições do ambiente (presença do obstáculo) requerem ajustes na velocidade através do

comprimento da passada. Em contrapartida, Morris et al. (1994) observaram que quando pacientes com DP são instruídos a andar acima da velocidade preferida, o aumento da velocidade é alcançado através de ajustes na cadência. Portanto, restrições do ambiente (obstáculo) e da tarefa (instrução de andar acima da velocidade preferida) parecem influenciar de maneira diferente os ajustes sobre a velocidade.

Como não houve diferença entre as condições OB e OA para nenhuma das variáveis dependentes da fase de aproximação, é possível afirmar que a altura do obstáculo não é determinante para a realização de ajustes nos parâmetros espaciais, temporais e espaço-temporais nesta fase. Talvez, a diferença entre as alturas dos obstáculos não tenha sido suficiente para influenciar os parâmetros da marcha na fase de aproximação. Ainda, a rigidez dos obstáculos, facilmente detectada visualmente, e o conhecimento da ausência de danos ao contato podem também ter influenciado os parâmetros do andar na aproximação. Desta forma, sugere-se a realização de novos estudos que envolvam diferenças maiores entre as alturas e entre as características de rigidez dos obstáculos, com o intuito de esclarecer esses aspectos.

No que se refere à comparação entre as condições de informação visual, os participantes apresentaram maior comprimento e velocidade da passada, cadência e porcentagem da fase de suporte simples na condição IVD do que na condição IVE. Ainda, os valores médios da duração da passada e da porcentagem da fase de duplo suporte foram menores na condição IVD do que na condição IVE.

É importante considerar que a informação visual durante a fase de aproximação tem importante papel na realização de ajustes nos parâmetros da marcha que determinam o sucesso da ultrapassagem do obstáculo (PATLA, 1997; 1998; MOHAGHEGHI et al., 2004). Com isso, era esperado observar efeito principal de condição de informação visual nos parâmetros espaciais e temporais durante a aproximação do obstáculo.

Os resultados observados permitem afirmar que os participantes adotaram um comportamento locomotor mais conservador quando o fluxo óptico foi anulado, o que corrobora os resultados de Menuchi (2005) envolvendo adultos jovens. Ainda, os pacientes com DP foram dependentes da informação visual dinâmica no controle locomotor. Nesta mesma linha de pesquisa, Azulay et al. (1999) afirmaram que dicas visuais na forma de listras perpendiculares à direção do andar apresentam benefícios apenas quando as informações de fluxo óptico estão disponíveis. Além disso, Azulay et al. (1999) verificaram que pacientes com DP são mais dependentes da informação visual dinâmica do que idosos controle, o que pode ser entendido como uma estratégia compensatória para o déficit cinestésico

característico da DP (KLOCKGETHER et al., 1995; DEMIRCI et al., 1997; ABBRUZZESE & BERARDELLI, 2003).

6.2. Fase de ultrapassagem

Independente da condição de visão, os participantes apresentaram maior distância horizontal pé obstáculo da perna de suporte na condição OB do que na condição OA. Ainda, para a distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem e largura do passo de ultrapassagem, os participantes apresentaram maiores valores médios na condição OA do que na condição OB. Esses resultados sugerem que o obstáculo alto foi mais perturbador do que o obstáculo baixo no que se refere ao equilíbrio corporal durante a realização da tarefa, concordando com Vitório (2006) e Vitório et al. (2009 – aceito). O obstáculo alto desencadeou maior demanda de controle motor, fazendo com que os participantes aumentassem a margem de segurança para o obstáculo. Esse comportamento colocou em risco a estabilidade postural, o que foi confirmado pela maior largura do passo de ultrapassagem. Os participantes necessitaram de uma maior base de suporte sobre o obstáculo alto para manter o equilíbrio corporal. Em conjunto, esses ajustes sugerem a utilização de uma estratégia conservadora, a fim de garantir uma ultrapassagem segura e livre de tropeços.

Não foi revelado efeito principal de obstáculo para distância horizontal pé obstáculo da perna de abordagem, distância vertical pé obstáculo da perna de suporte, distância horizontal obstáculo pé da perna de abordagem e de suporte e comprimento do passo de ultrapassagem. Portanto, tais parâmetros são resistentes à modulação pela altura do obstáculo.

No que se refere à comparação entre as condições de informação visual, independente da condição de obstáculo, os participantes apresentaram maior distância horizontal pé obstáculo da perna de abordagem e distância horizontal obstáculo pé da perna de suporte na condição IVD do que na condição IVE. Ainda, os valores médios da distância horizontal pé obstáculo da perna de suporte, distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem e comprimento e largura do passo de ultrapassagem foram menores na condição IVD do que na condição IVE. Esses resultados revelam que a estratégia adaptativa empregada foi influenciada pela anulação do fluxo óptico. Portanto, é possível afirmar que pacientes com DP são dependentes da informação visual dinâmica para o preciso controle motor durante a ultrapassagem de obstáculo.

A importância da informação visual dinâmica no controle locomotor foi previamente reportada por Azulay et al. (1999) em pacientes com DP em jejum de pelo menos 12h do medicamento e em estágios mais avançados da doença do que os sujeitos do presente estudo.

Assim, mesmo quando medicados e em estágios iniciais da doença, pacientes com DP são dependentes da informação visual dinâmica no controle locomotor.

Considerando os resultados das variáveis sobre posicionamento do pé antes da ultrapassagem, é possível afirmar que a anulação do fluxo óptico comprometeu a discriminação de distância, talvez devido à dificuldade na percepção de profundidade (Gibson, 1979; FRENZ et al., 2003). Quando o fluxo óptico foi anulado, os participantes apresentaram valores médios menores para a perna de abordagem e maiores para a perna de suporte. Estes resultados diferem dos observados por Menuchi (2005) em adultos jovens. Menuchi (2005) encontrou diferença entre a amostragem visual dinâmica e estática na distância horizontal pé obstáculo apenas para a perna de abordagem – maior quando o fluxo óptico foi anulado. Em conjunto, estes resultados sugerem que o fluxo óptico é importante para o ajuste do posicionamento dos pés antes do obstáculo e que adultos jovens e idosos com DP empregam estratégias adaptativas diferentes quando o fluxo óptico é anulado.

Para a margem de segurança adotada sobre o obstáculo, os participantes apresentaram maiores valores médios na condição IVE do que na IVD para a perna de abordagem. Estes resultados revelam uma estratégia priorizando o fator segurança, onde os indivíduos com DP elevaram mais a perna para evitar o contato acidental com o obstáculo, concordando com os achados em adultos jovens (MENUCHI, 2005). Ainda, outros estudos têm mostrado que quando não há disponibilidade da informação visual durante a ultrapassagem, a perna de abordagem apresenta maior elevação máxima em relação ao solo (PATLA, 1998; MOHAGHEGHI et al., 2004). Assim, pode-se dizer que ajustes na distância vertical pé obstáculo da perna de abordagem são similares em idosos com DP e em adultos jovens quando o fluxo óptico é anulado. Em relação à perna de suporte, a não observação de diferença significativa entre as condições de IVD e IVE era esperada, uma vez que este parâmetro não é controlado de modo *on line* através da visão (PATLA, 2003).

Para o posicionamento dos pés após a ultrapassagem, não foi observada diferença significativa para a perna de abordagem, mostrando que este parâmetro não foi influenciado pela anulação do fluxo óptico e que, portanto ele não é dependente da informação visual de movimento em indivíduos com DP. Ainda, os participantes apresentaram menores valores médios para a perna de suporte na condição de IVE do que na IVD, sugerindo que o controle deste parâmetro por pacientes com DP é dependente das informações de fluxo óptico. Por outro lado, este parâmetro também pode ser explicado pela dificuldade dos pacientes com DP em realizar tarefas seqüenciais (Burleigh-Jacobs et al., 1997), neste caso a retomada do

padrão de andar até o final da passarela, ou pela instabilidade postural gerada pela tarefa (Frank et al., 2000).

Em relação ao passo de ultrapassagem, foi evidenciado maior valor médio para o comprimento e a largura na condição de IVE do que na IVD. É importante ressaltar que o comprimento do passo de ultrapassagem depende diretamente da distância horizontal pé obstáculo da perna de suporte e da distância horizontal obstáculo pé da perna de abordagem. Assim, o aumento no comprimento do passo de ultrapassagem na condição IVE pode ser explicado pelo aumento na distância horizontal pé obstáculo da perna de suporte. A maior largura do passo na condição IVE durante a ultrapassagem revela que os pacientes com DP necessitam de uma maior base de suporte para o controle do equilíbrio corporal quando o fluxo óptico é anulado. Portanto, a informação visual dinâmica é importante para a manutenção da estabilidade corporal de pacientes com DP em tarefas locomotoras.

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, pode-se concluir que:

- Idosos com DP foram capazes de modular os parâmetros da marcha enquanto se aproximavam de um obstáculo no caminho. Entretanto, a altura do obstáculo não influenciou nos ajustes realizados;
- Independente da condição de obstáculo, a anulação do fluxo óptico interferiu nos parâmetros da marcha na fase de aproximação. Os ajustes realizados evidenciaram uma estratégia conservadora, o que ressalta a dependência da informação visual dinâmica para o controle locomotor em pacientes com DP;
- Durante a ultrapassagem, as estratégias adaptativas empregadas foram influenciadas pela altura do obstáculo. O obstáculo alto perturbou mais a realização da tarefa do que o obstáculo baixo;
- A estratégia adaptativa empregada durante a ultrapassagem foi influenciada pela anulação do fluxo óptico. Assim, os pacientes com DP foram dependentes da informação visual dinâmica para a realização de ajustes, especialmente os relacionados com a estabilidade postural, durante a ultrapassagem de obstáculo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBRUZZESE, G.; BERARDELLI, A. Sensorimotor integration in movement disorders, **Movement Disorders**, Hoboken, v.18, n.3, p.231-240, 2003.

ALMEIDA, O. Mini exame do estado mental e o diagnóstico de demência no Brasil. **Arq Neuropsiq**, v.56, p.605-612, 1998.

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

AMICK, M., CRONIN-GOLOMB, A., GILMORE, G. Visual processing of rapidly presented stimuli is normalized in Parkinson's disease when proximal stimulus strength is enhanced. **Vision Research**, v.43, n.26, p.2827-2835, 2003.

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

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.

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

BURLEIGH-JACOBS, A.; HORAK, F.B.; NUTT, J.G.; OBESO, J.A. Step initiation in Parkinson's disease: influence of levodopa and external sensory triggers. **Movement Disorders**, v.12, p.206-215, 1997.

CÔTÉ, L; CRUTCHER, M.D. The basal ganglia. In: Kandel, E.R.; Schwartz S.H.; Jessel, T.M., **Principles of Neural Science**, Apleton & Lange. Norwalk, Connecticut, 1991.

CREVITS, L.; DE RIDDER, K. Disturbed striatoprefrontal mediated visual behavior in moderate to severe parkinsonian patients. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, v.63, n.3, p.196-299, 1997.

DEMIRCI M.; GRILL S.; McSHANE L.; HALLET M. A mismatch between kinesthetic and visual perception in Parkinson's disease. **Ann Neurol**, v.41, p.781-788, 1997.

DE RIJK, M.C.; TZOURIO, C.; BRETELER, M.M.; DARTIGUES, J.F.; AMADUCCI, L.; LOPEZ-POUSA, S.; MANUBENS-BERTRAN, J.M.; ALPÉROVITCH A.; ROCCA, W.A. Prevalence of parkinsonism and Parkinson's disease in Europe: the EUROPARKINSON Collaborative Study. European Community Concerted Action on the Epidemiology of Parkinson's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, v.62, p.10-15, 1997.

DE RUGY, A.; MONTAGNE, G.; BUEKERS, M.J.; LAURENT, M. Temporal information for spatially constrained locomotion. **Exp Brain Res**, v.146, n.2, p.129-141, 2002.

DIEDERICH, N.J.; GOETZ, C.G.; RAMAN, R.; PAPPERT, E.J.; LEURGANS, S.; PIERI, V. Poor visual discrimination and visual hallucinations in Parkinson's disease. **Clinical Neuropharmacology**, v.21, n.5, p.289-295, 1998.

DIETZ, V. Proprioception and locomotor disorders. **Nature Reviews in Neuroscience**, v.3, p.781-790, 2002.

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**, Florham Park NJ: Mcmellam Health Care Information, v.2, p.153-163, 1987.

FERNÁNDEZ-DEL OLMO, M.; ARIAS, P.; CUDEIRO-MAZAIIRA, F.J. Facilitación de la actividad motora por estímulos sensoriales en la enfermedad de Parkinson. **Revista de Neurologia**, v.39, n.9, p.841-847, 2004.

FERRARIN, M.; LOPIANO, L.; RIZZONE, M. Quantitative analysis of gait in Parkinson's disease: a pilot study on the effects of bilateral sub-thalamic stimulation. **Gait Posture**, v.16, n.2, p.135-148, 2002.

FERRARIN, M.; CARPINELLA, I.; RABUFFETTI, M.; CALABRESE, E.; MAZZOLENI, P.; NEMNI, R. Locomoter Disorders in Patients at Early Stages of Parkinson's Disease: a Quantitative Analysis. **IEEE Trans Rehabil Eng**, New York city, USA, 2006.

FRANK, J.S.; HORAK, F.B.; NUTT, J. Centrally initiated postural adjustments in parkinsonian patients on and off levodopa. **J. Neurophysiol**, v.84, p.2440-2448, 2000.

FRENZ, H.; BREMMER, F.; LAPPE, M. Discrimination of travel distances from 'situated' optic flow. **Vision Res**, v.43, n.20, p.2173-2183, 2003.

GIBSON, J.J. **The perception of the visual world**. Boston: Houghton-Mifflin, 1950.

GIBSON, J.J. **The senses considered as perceptual system**. Boston: Houghton-Mifflin, 1966.

GIBSON, J.J. **The ecological approach to visual perception**. Boston, MA: Houghton Mifflin, 1979.

GLICKSTEIN, M.; STEIN, J. Paradoxical movement in Parkinson's disease. **Trends Neurosci**, v.14, p.80-82, 1991.

GOBBI, L. T. B.; PATLA, A. Desenvolvimento da locomoção em terrenos irregulares: proposta de um modelo teórico. In: PELLEGRINI, A. M. (Org.). **Coletânea de Estudos: Comportamento Motor I**. São Paulo: Movimento, p.29-44, 1997.

GOBBI, L. T. B.; MENUCHI, M. R. T. P., UEHARA, E. T.; SILVA, J. J. Influencia da informação exproprioceptiva em tarefa locomotora com alta demanda de equilíbrio em crianças. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v.11, n.4, p.79-86, 2003.

GOBBI, L. T. B. ; PIERUCCINI-FARIA, F. ; SILVEIRA, C. R. A. ; CAETANO, M. J. D. . Núcleos da base e controle locomotor: aspectos neurofisiológicos e evidências experimentais. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 20, p. 97-101, 2006

GRIMBERGEN Y. A. M.; MUNNEKE M.; BLOEM B. Falls in Parkinson's disease. **Curr Opin Neurol**, v.17, n.4, p.405-415, 2004.

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

HEDEL, H. J.; DIETZ, V., The influence of age on learning a locomotor task. **Clinical Neurophysiology**, Clare, v.115, p.2134-2143, 2004.

HOEHN, M. M.; YAHR, M. D. Parkinsonism: onset, progression and mortality. **Neurology**, v.17, p.573-581, 1967.

KERRIGAN, D. C.; TODD, M. K.; CROCE, U. D.; LIPSITZ, L. A.; COLLINS, J. J. Biomechanical gait alterations independent of speed in the healthy elderly: evidence of specific limiting impairments. **Arch Phys Med Rehabil**, v.79, p.317-322, 1998.

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

LEE, D.N. LISHMAN, J.R. THOMSON, T.A. Regulation of gait in long jumping. **J Exp Psychol Hum Percept Perform**, v.8, p.448-459, 1982.

LU T. W., CHEN H. L., CHEN S. C. Comparisons of the lower limb kinematics between young and older adults when crossing obstacles of different heights. **Gait Posture**, v.23, p.471-479, 2006

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

MARTIN, J. P. The basal ganglia and postura. London: **Pietman**; 1967.

MENUCHI, M.R.T.P. **Locomoção visualmente guiada na transposição de obstáculos: Efeitos de amostras visuais estáticas e dinâmicas**. Dissertação de Mestrado – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

MOGHAL, S.; RAJPUT, A.H.; D'ARCY, C.; RAJPUT, R. Prevalence of movement disorders in elderly community residents. **Neuroepidemiology**, v.13, n.4, p.175-178, 1994.

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

MORRIS, M. E.; IANSEK, R.; MATYAS, T. A.; SUMMERS, J. J. The pathogenesis of gait hypokinesia in Parkinson's disease. **Brain**, v.117, p.1169-1181, 1994.

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

MORRIS, M.E.; MATYAS, T.A.; IANSEK, R.; SUMMERS, J.J. Temporal stability of gait in Parkinson's disease. **Physical Therapy**, v.76, p.763-789, 1996a.

MORRIS, M.E.; IANSEK, R.; MATYAS, T.A.; SUMMERS, J.J. Stride length regulation in Parkinson's disease: normalization strategies and underlying mechanisms. **Brain**, Oxon, v.119, p.551-568, 1996b.

MORRIS, M.; IANSEK, R.; MATYAS, T.; SUMMERS, J. Abnormalities in the stride length-cadence relation in parkinsonian gait. **Movement Disorders**, v.13, p.61-69, 1998.

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, 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.

NICITA-MAURO, V.; BASILE, G.; MENTO, A.; EPIFANIO, A.; MARTINO, G.; MORGANTE, L. Parkinson's Disease, Parkinsonism, and Aging. **Arch. Gerontol. Geriatr. Suppl**, p. 225-238, 2002.

NIEUWBOER, A.; DE WEERDT, W.; DOM, R.; PEERAER, L.; LESAFFRE, E.; HILDE, F.; BAUNACH, B. Plantar force distribution in Parkinsonian gait: a comparison between patients and age-matched control subjects. **Scand J Rehabil Med**, v.31, n.3, p.185-192, 1999.

NUTT, G.J. Motor fluctuations and dyskinesia in Parkinson's disease. **Parkinsonism Relat Disord**, v.8, p.101-108, 2001

OSTROSKY, K.M.; VANSWEARINGEN, J.M.; BURDETT, R.G.; GEE, Z. A comparison of gait characteristics in young and old subjects. **Phys Therapy**, v.74, p.637-646, 1994.

PATLA, A.E.; RIETDYK, S.; MARTIN, C.; PRENTICE, S. Locomotor patterns of the leading and trailing limb while going over solid and fragile obstacles: some insights into the role of vision during locomotion. **Journal of Motor Behavior**, v.28, n.1, p.35-47, 1996.

PATLA, A. E. Understanding the roles of vision in the control of human locomotion. **Gait Posture**, 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. Strategies for dynamic stability during human locomotion: Contribution of visual, vestibular and kinesthetic inputs to maintaining balance in complex environments. **IEEE Eng Med Bio Mag**, v.22, n.2, p.48-52, 2003.

PATLA, A.E.; VICKERS, J.N. How far ahead do we look when required to step on specific locations in the travel path during locomotion? **Exp Brain Res**, v.148, p.133-138, 2003.

PATLA A.E.; GREIG M. Any way you look at it, successful obstacle negotiation needs visually guided on-line foot placement regulation during the approach phase. **Neuroscience Letters**, v.397, p.110-114, 2006.

PIERI, V., DIEDERICH, N.J., RAMAN, R., GOETZ, C.G. Decreased color discrimination and contrast sensitivity in Parkinson's disease. **Journal of Neurological Science**, v.172, n.1, p.7-11, 2000.

PIERUCCINI-FARIA, F. **Influência da levodopa sobre a cinemática da locomoção adaptativa de idosos com doença de Parkinson**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

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, n.2, p. 243-249, 2006.

RUIZ-SANCHEZ DE LEON, J.M. & FERNÁNDEZ-GUINEA S. Proceso visuoperceptivo en la enfermedad de Parkinson: de la retina a la corteza frontal. **Revista de Neurologia**, v. 40, n.9, p. 557-562, 2005.

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

SCHUBERT, M.; BOHNER, C.; BERGER, W.; SPRUNDEL, M.; DUYSSENS, J.E.J. The role of vision in maintaining heading direction: effects of changing gaze and optic flow on human gait. **Exp Brain Res**, Berlin, v.150, p.163-173, 2003.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.H. **Controle Motor: teoria e aplicações práticas**. Barueri, SP: Manole, 2003.

SIEGEL, K.L.; METMAN, L.V.; Effects of bilateral posteroventral pallidotomy on gait of subjects with Parkinson disease. **Arch Neurol**, v.57, p.198-204, 2000.

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. **Arch Phys Med Rehabil**, v.86, n.5, p.1007-1013, 2005.

TAKAKUSAKI, K.; SAITO, H.K.; HARADA, H.; KASHIWAYANAGI, M. Role of basal

ganglia-brainstem pathways in the control of motor behaviors. **Neuroscience Research**, Clare, v.50, p.203-235, 1996.

TANNER C, HUBBLE J, CHAN P. Epidemiology and genetics of Parkinson's disease. In: Watts RL, Koller WC, eds. **Movement Disorders: Neurologic principles and Practice**. New York: McGraw-Hill, p. 137-152. 1996

TANNER CM, OTTMAN R, GOLDMAN SM, ELLENBERG J, CHAN P, MAYEUX R, LANGSTON JW. **Journal of American Medical Association**, v.281, n.4, p.341-346, 1999.

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**, v.157, n.11, p.1015-1022, 2003.

VIEREGGE, P.; STOLZE, H.; KLEIN, C.; HEBERLEIN, I. Gait quantitation in Parkinson's disease – locomotor disability and correlation to clinical rating scales, **Neural Trams**, v. 104, n.2, p. 337-248, 1997.

VITÓRIO, R. **Análise do comportamento locomotor de idosos com doença de Parkinson na ultrapassagem de obstáculo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

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**, 2009, doi:10.1016/j.gaitpost.2009.09.011.

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