

# *Parâmetros do controle postural em mulheres idosas com ou sem histórico de quedas associadas ou não à osteoartrite de joelhos*

Marina Petrella<sup>1</sup>, Thamires Máximo Neves<sup>1</sup>, Júlia Guimarães Reis<sup>2</sup>,  
Matheus Machado Gomes<sup>3</sup>, Renê Donizeti Ribeiro de Oliveira<sup>4</sup>, Daniela Cristina Carvalho de Abreu<sup>5</sup>

## RESUMO

**Objetivos:** Comparar parâmetros estabilométricos de mulheres idosas com ou sem histórico de quedas associadas ou não à osteoartrite (OA) de joelhos. **Métodos:** Cinquenta e seis idosas apresentando ou não histórico de quedas (Q) e OA de joelho unilateral e bilateral foram distribuídas da seguinte maneira: grupo QOA (n = 10), idosas com histórico de queda e OA de joelho; grupo QSOA (n = 11), idosas com histórico de queda e sem OA de joelho; grupo SQOA (n = 14), idosas sem histórico de quedas (SQ) e com OA de joelho; e grupo SQSOA (n = 21), idosas sem histórico de quedas e sem OA de joelho. Para análise do equilíbrio semiestático usando uma plataforma de força, foram avaliados os deslocamentos anteroposterior (DAP) e mediolateral (DML), as velocidades de oscilação anteroposterior (VAP) e mediolateral (VML) em quatro situações na postura ereta. As situações avaliadas foram as seguintes: 1) PFOA: sobre superfície fixa e olhos abertos; 2) PFOF: sobre superfície fixa e olhos fechados; 3) PIOA: sobre superfície instável e olhos abertos; 4) PIOF: sobre superfície instável e os olhos fechados. **Resultados:** As idosas com OA de joelho apresentaram maior DAP em todas as situações analisadas ( $P < 0,05$ ), ao passo que idosas com histórico de quedas apresentaram maior DML ( $P < 0,05$ ). Não houve diferenças entre os grupos para VAP e VML ( $P > 0,05$ ). **Conclusões:** A OA de joelho, por si, é um fator prejudicial no aumento de oscilação do centro de pressão (COP) na direção anteroposterior, enquanto o histórico de quedas, independente da presença de OA de joelhos, traz prejuízos ao controle postural na direção mediolateral.

**Palavras-chave:** acidentes por quedas, equilíbrio postural, osteoartrite do joelho.

© 2012 Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

## INTRODUÇÃO

Uma das consequências do envelhecimento populacional é o aumento das doenças crônico-degenerativas,<sup>1</sup> dentre as quais a osteoartrite (OA) é a doença articular mais prevalente na população idosa,<sup>2</sup> gerando impacto socioeconômico devido às incapacidades que causa nos indivíduos.<sup>3</sup>

A OA é responsável por grande parte da incapacidade dos membros inferiores (MMII) observada nos idosos, população na qual é predominante.<sup>4</sup> No joelho, a OA pode provocar incapacidade crônica dos idosos, limitando-os na execução de atividades de rotina e de tarefas domésticas e, conseqüentemente, aumentando o risco de quedas. Mudanças na cartilagem articular provocadas pela OA<sup>4</sup> trazem algumas conseqüências devido

Recebido em 30/08/2011. Aprovado, após revisão, em 08/05/2012. Os autores declaram a inexistência de conflito de interesse. Suporte Financeiro: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Comitê de Ética: FR247663. Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor, Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Equilíbrio (LARE), Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo – FMRP-USP.

1. Aluna do Curso de Fisioterapia, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – FMRP-USP

2. Mestre em Cirurgia, Universidade Estadual de Campinas – Unicamp; Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor – FMRP-USP

3. Mestre em Ciências da Motricidade, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Unesp; Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor – FMRP-USP

4. Doutor em Medicina, Universidade de São Paulo – USP; Médico-Assistente de Reumatologia, Hospital de Clínicas da Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – FMUSP

5. Professora Doutora do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor – FMRP-USP

Correspondência para: Daniela Cristina Carvalho de Abreu. Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor – FMRP/USP. Av. Bandeirantes, 3900. Ribeirão Preto, SP, Brasil. CEP: 14049-900. E-mail: dabreu@fmrp.usp.br

à remodelação óssea combinada com a perda da cartilagem. Em meio a essas consequências está a instabilidade articular,<sup>5</sup> que combinada com outras características da OA provoca perda da amplitude de movimento, redução da propriocepção articular,<sup>6</sup> sensação de insegurança ou incapacidade para realizar movimentos articulares, e todos esses fatores contribuem para o comprometimento dos equilíbrios semiestático e dinâmico.

A população idosa sofre também com outras consequências do processo de envelhecimento, como alterações do controle postural, o que a deixa ainda mais propensa a quedas.<sup>7,8</sup> A insegurança na realização de algumas atividades justifica a extrema importância da identificação dos fatores de risco para quedas ainda no início.<sup>9</sup>

É importante haver mais estudos que busquem entender melhor a influência da OA sobre o histórico de quedas, que é um fator gerador de custos elevados para os serviços de saúde e de prejuízos na qualidade de vida dos indivíduos. Há vários estudos que utilizam a plataforma de força para avaliar o equilíbrio.<sup>6,9</sup> As evidências apontam maior oscilação do centro de pressão (COP) entre as pessoas com OA de joelhos, porém são escassos estudos diferenciando o controle postural de idosas caídas com e sem OA.

A detecção dos fatores presentes na OA que possivelmente estejam associados a quedas pode permitir que os profissionais da saúde programem uma intervenção preventiva mais específica, já que após uma queda o risco de novas quedas está aumentado. Assim, o objetivo deste estudo foi comparar parâmetros estabilométricos de idosas caídas e não caídas, com e sem diagnóstico de OA de joelhos.

## PACIENTES E MÉTODOS

Foram incluídas no estudo 56 idosas com idades entre 60–85 anos, apresentando ou não histórico de quedas (definido pela ocorrência de quedas não acidentais nos últimos seis meses) e idosas com ou sem OA de joelhos unilateral e bilateral com diagnóstico radiológico fundamentado nos critérios do *American College of Rheumatology (The American College of Rheumatology Subcommittee on Osteoarthritis Guidelines, 2000)*.

Foram excluídas do estudo idosas com presença de doenças cardiorrespiratórias, neurológicas, problemas cognitivos, vestibulopatias, *diabetes mellitus*, histórico de fraturas ósseas e/ou lesões nos MMII nos últimos seis meses e história de cirurgia no quadril, joelho ou tornozelo, IMC > 40 (obesidade mórbida), uso de dispositivos de apoio, implantes ou próteses nos MMII, uso de corticosteroides injetáveis no joelho nos últimos três meses e uso de fármacos para o sistema nervoso central (SNC). Também foram excluídas idosas com diagnóstico de

OA na coluna vertebral e em outras articulações dos MMII que não os joelhos.

Todas as voluntárias assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Saúde Escola da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (CSE-FMRP-USP) através do Protocolo nº314, em 09 de junho de 2009, confirmando sua participação e preservando a privacidade dos pacientes.

As idosas foram distribuídas em grupo Q (n = 21), idosas com história de queda, e grupo SQ (n = 35), idosas sem história de queda. Posteriormente, os grupos foram subdivididos em quatro: grupo QOA (n = 10), idosas com história de queda e OA; grupo QSOA (n = 11), idosas com história de queda e sem OA; grupo SQOA (n = 14), idosas sem história de queda e com OA; e grupo SQSOA (n = 21), sem história de queda e sem OA.

Previamente às avaliações, foram obtidos dados antropométricos das idosas (peso, altura e IMC). Para avaliação do equilíbrio semiestático foi utilizada plataforma de força da marca EMG System do Brasil, que avaliou a distribuição da força vertical em quatro pontos, possibilitando a análise do equilíbrio, com quantificação da amplitude e da velocidade de deslocamento anteroposterior (DAP) e mediolateral (DML) do COP. Os dados foram digitalizados e analisados pelo programa da EMG system do Brasil.

Durante a avaliação utilizou-se um protocolo previamente estipulado, para medir os DAP e DML de todas as voluntárias incluídas na pesquisa nas seguintes situações: 1) Em pé sobre uma superfície de madeira fixa, com os olhos abertos (PFOA), por 60 segundos; 2) Em pé sobre uma superfície de madeira fixa, com os olhos fechados, por 60 segundos (PFOF); 3) Em pé sobre uma espuma de aproximadamente 5 cm de espessura (30 dm/cm<sup>3</sup>), com os olhos abertos, por 60 segundos (PIOA); 4) Em pé sobre a espuma, com os olhos fechados, por 60 segundos (PIOF).

Durante a coleta dos dados, as voluntárias permaneceram sobre a plataforma de força com os pés descalços e afastados com distância proporcional ao nível dos ombros e braços ao longo do corpo. Um ponto fixo foi colocado a 1,5 m de distância, na altura horizontal do olhar, e as voluntárias foram orientadas a olhar fixamente o ponto durante a coleta de dados. Foram realizadas três coletas para cada postura.

## Análise dos dados

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa SPSS (SPSS for Windows, V16.0 – SPSS Inc., EUA), e o nível de significância foi de 0,05.

Para a análise estatística foram utilizados modelos considerando que os valores das variáveis observadas tivessem distribuição normal verificada pelo teste Shapiro-Wilk e variância constante pelo teste de Levene. Nas situações em que tais pressupostos não foram observados, foram realizadas transformações nas variáveis.

Para comparação das características antropométricas entre os grupos, foram utilizadas três Análises de Variância com dois fatores (ANOVA *two way*). Essas ANOVA tiveram como fatores doença e queda, e idade, peso e altura como variáveis dependentes. Como houve diferença de peso quando o fator foi doença, e diferença de peso e idade quando o fator foi queda, tais dados foram utilizados como covariáveis nas demais análises. Para comparação do equilíbrio entre os grupos foram empregadas quatro ANOVA *two way* que tiveram queda e doença como fatores, idade e peso como covariáveis, e oscilação anteroposterior (AP) nas quatro condições, velocidade de oscilação AP nas quatro condições, oscilação mediolateral (ML) nas quatro condições e velocidade de oscilação ML nas quatro condições durante o equilíbrio semiestático como variáveis dependentes.

## RESULTADOS

### Dados antropométricos

Houve diferença para idade entre grupos quando o fator foi queda [F (1,52) = 5,42; P < 0,05], e não houve quando o fator foi doença [F (1,52) = 0,29; P > 0,05]. Também houve diferença na variável peso tanto para o fator queda [F (1,52) = 7,99; P < 0,05] quanto para o fator doença [F (1,52) = 18,37; P < 0,05]. Porém, não houve diferença para altura com o fator queda [F (1,52) = 0,06; P > 0,05], nem com o fator doença [F (1,52) = 1,96; P > 0,05]. O grupo Q apresentou maior idade e maior peso comparado ao grupo SQ. Além disso, as idosas com OA de joelho apresentaram maior peso em comparação ao grupo sem OA. Esses valores estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1**

Dados antropométricos das voluntárias do estudo

	Idade (anos)	Altura (m)	Peso (kg)
<b>Grupo QOA</b>	69,30 ± 5,74	1,57 ± 0,04	78,44 ± 9,13
<b>Grupo QSOA</b>	72,72 ± 4,90	1,53 ± 0,06	65,00 ± 8,25
<b>Grupo SQOA</b>	68,43 ± 5,84	1,54 ± 0,05	68,29 ± 7,05
<b>Grupo SQSOA</b>	66,62 ± 5,13	1,54 ± 0,06	62,47 ± 808

Grupo QOA: idosas com histórico de quedas e osteoartrite; Grupo QSOA: idosas com histórico de quedas sem osteoartrite; Grupo SQOA: idosas sem histórico de quedas e osteoartrite; Grupo SQSOA: idosas sem histórico de quedas sem osteoartrite.

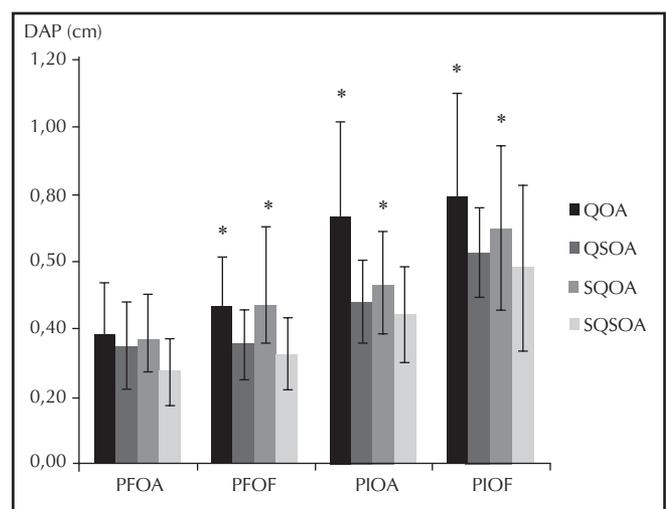
### Equilíbrio semiestático

#### Deslocamento anteroposterior do COP

Análises multivariadas não mostraram diferença para queda, porém mostraram diferença para doença [Wilk's  $\lambda = 0,73$ ; F (4,47) = 4,37; P > 0,05]. Não houve interação entre queda e doença [Wilk's  $\lambda = 0,88$ ; F (4,47) = 1,53; P > 0,05], e isso evidencia que o fator doença foi predominante para alterar o equilíbrio AP, independente se a idosa tinha ou não história de queda. Análises univariadas indicaram efeito da doença nas variáveis PFOF [F (1,50) = 7,96; P < 0,05], PIOA [F (1,50) = 12,75; P < 0,05] e PIOF [F (1,50) = 8,83; P < 0,05]. As idosas com OA apresentaram maior deslocamento AP comparado ao grupo sem OA em três situações (Figura 1).

#### Deslocamento mediolateral do COP

Análises multivariadas mostraram diferença apenas quando o fator foi queda [Wilk's  $\lambda = 0,78$ ; F (4,47) = 3,25; P < 0,05]. Não houve interação entre queda e doença [Wilk's  $\lambda = 0,95$ ; F (4,47) = 0,63; P > 0,05], e isso mostra que o fator queda tem maior influência no equilíbrio ML, independente de a idosa ter ou não OA. Assim, por meio da ANOVA observou-se

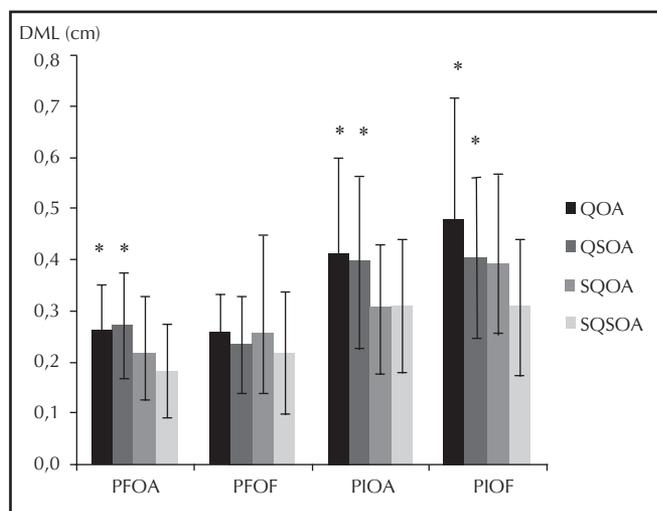


**Figura 1**

Valores em média ± DP do deslocamento anteroposterior (DAP) do COP em cada uma das condições avaliadas para os quatro grupos: grupo QOA de idosas com história de queda e OA de joelho, grupo QSOA de idosas com história de queda e sem OA de joelho, grupo SQOA de idosas sem história de queda e com osteoartrite e grupo SQSOA de idosas sem história de queda e sem osteoartrite.

PFOA: plataforma fixa, olhos abertos; PFOF: plataforma fixa, olhos fechados; PIOA: plataforma instável, olhos abertos; PIOF: plataforma instável, olhos fechados.

\* P < 0,05 OA versus sem OA.



**Figura 2**

Valores em média ± DP do deslocamento mediolateral (DML) do COP em cada uma das condições avaliadas para os quatro grupos: grupo QOA idosas com história de queda e OA de joelho, grupo QSOA idosas com história de queda e sem OA de joelho, grupo SQOA idosas sem história de queda e com osteoartrite e grupo SQSOA sem história de queda e sem osteoartrite.

PFOA: plataforma fixa, olhos abertos; PFOF: plataforma fixa, olhos fechados; PIOA: plataforma instável, olhos abertos; PIOF: plataforma instável, olhos fechados.

\*  $P < 0,05$  Q versus SQ.

diferença nas variáveis PFOA [ $F(1,50) = 4,37$ ;  $P < 0,05$ ], PIOA [ $F(1,50) = 10,09$ ;  $P < 0,05$ ] e PIOF [ $F(1,50) = 11,65$ ;  $P < 0,05$ ]. O grupo Q apresentou maior DML nas situações PFOA, PIOA e PIOF em comparação ao grupo SQ (Figura 2).

### Velocidade de deslocamento anteroposterior do COP

Não houve diferença entre os grupos com relação à VAP em qualquer situação.

### Velocidade de deslocamento mediolateral do COP

Não houve diferença entre os grupos com relação à VML em qualquer situação.

## DISCUSSÃO

Para que haja controle da postura ereta existe uma interação entre os sistemas sensorial (informações dos sistemas somatossensorial, vestibular e visual) e neuromuscular, incluindo as relações biomecânicas entre os segmentos corporais.<sup>10</sup> A ação integrada dos sistemas sensorial e motor permite o envio de informações precisas para o SNC sobre o posicionamento

do corpo no espaço, utilizando referências da superfície de apoio, do ambiente visual e das referências internas, possibilitando que o SNC estabeleça a melhor estratégia para a manutenção ou a recuperação do equilíbrio, utilizando-se de estratégias reativas e de ajustes posturais antecipatórios (respostas pró-ativas e preditivas).<sup>11</sup>

Um dos principais métodos usados para avaliar o equilíbrio, por meio do COP, é a plataforma de força.<sup>12</sup> O movimento do COP de um indivíduo em postura ortostática semiestática é obtido por meio da estabilometria, que exibe o deslocamento do COP ao longo do tempo nas direções AP e ML. Sabe-se que alguns parâmetros derivados da estabilometria podem ser relacionados ao risco de quedas.<sup>12,13</sup> A manutenção da postura vertical ereta totalmente imóvel não é realizada pelo corpo humano, considerando que inclinações espontâneas de curta amplitude nos eixos AP e ML são observadas. Por esse motivo, tem-se optado, atualmente, pela utilização do termo *equilíbrio semiestático* em vez de *estático*.

Indivíduos idosos sem histórico de quedas, quando comparados à população mais jovem, apresentam diferença no padrão de controle postural, demonstrada por maior oscilação postural. Estudos mostraram que é na faixa dos 60 anos de idade que esse aumento da oscilação postural começa a ser mais evidente.<sup>14,15</sup> Era *et al.*<sup>16</sup> encontraram que o aumento da oscilação postural já acontece em adultos jovens, mas torna-se mais intenso a partir dos 60 anos.

A partir desses dados, é possível realizar estudos comparando o equilíbrio de idosos saudáveis com aqueles portadores de alguma doença específica, a fim de entender melhor o impacto de doenças sobre o controle postural e incrementar a elaboração de um programa de reabilitação para esses pacientes.<sup>17</sup> Em estudo de revisão,<sup>18</sup> concluiu-se que, em circunstâncias laboratoriais, os parâmetros avaliados por meio da plataforma de força podem fornecer informações valiosas para predição de quedas futuras ou recorrentes em idosos.

Tanto o avanço da idade quanto a presença de OA causam implicações na saúde, pois ambos geram diminuição da função fisiológica.<sup>19</sup> A ocorrência de quedas em idosos com OA pode trazer complicações médicas, psicológicas e sociais ainda maiores para essa população. Portanto, a prevenção e a redução de quedas são de grande importância para a saúde e o bem-estar dos idosos, pois a ocorrência de quedas pode ter um impacto muito negativo sobre a qualidade de vida do idoso, já que está associada à maior chance de fraturas ósseas, lesões de tecidos moles, traumatismo cranioencefálico, confinamento, e ao desenvolvimento de síndrome pós-queda.

O entendimento da repercussão da OA de joelhos sobre o equilíbrio em idosas é de extrema importância, uma vez

que auxilia no planejamento dos programas de reabilitação para essa população. Entretanto, o déficit de controle postural deve ser estudado também em situações dinâmicas, além de se buscar ferramentas de avaliações que possam ser utilizadas clinicamente, de forma prática e rápida, que possuam sensibilidade suficiente para identificar aqueles pacientes com alterações osteomioarticulares com risco de quedas. Para Horak,<sup>20</sup> a prevenção do risco de quedas e a elaboração de um programa de intervenção para pessoas com equilíbrio comprometido dependem de uma avaliação da integridade dos sistemas fisiológicos subjacentes e da adoção de estratégias compensatórias.

Portanto, é muito importante a realização de estudos mais detalhados sobre os eventos incapacitantes presentes nos idosos portadores de OA de joelho, os quais podem resultar na ocorrência de quedas. No Brasil, pesquisas sobre quedas e seus fatores relacionados nessa população de idosos com OA ainda são escassos.<sup>21,22</sup>

Estudos têm mostrado que pessoas com OA de joelhos apresentam comprometimento do equilíbrio semiestático.<sup>23</sup> Hassan, Mockett e Doherty<sup>6</sup> observaram que indivíduos com OA de joelhos, quando comparados aos controles, apresentavam maior oscilação AP e ML quando estavam em postura estática com olhos fechados. Em outro estudo, Hassan *et al.*<sup>24</sup> verificaram que o controle postural estático estava diminuído em indivíduos com OA de joelhos sem sintoma de dor, em comparação aos controles de idades correspondentes. Nossos resultados corroboram em parte esses achados, pois as idosas com OA apresentaram aumento do deslocamento do COP no sentido AP, mas não no ML, independente de haver histórico de quedas ou não.

Entretanto, com relação ao deslocamento do COP na direção ML, idosas com quedas tiveram maior oscilação em todas as situações, exceto quando com olhos fechados sobre superfície estável. Os resultados apontam que o aumento da instabilidade ML em idosas está mais associado ao histórico de quedas e não à presença de OA de joelhos.

Existem estudos que apontam a instabilidade lateral como fator preditor de quedas em idosos. Entre as principais alterações dos parâmetros posturais avaliados pela plataforma de força, pode-se destacar a amplitude de oscilação ML do COP.<sup>18</sup> Maki *et al.*<sup>25</sup> sugeriram que o controle da estabilidade lateral pode ser uma variável importante para intervenções de prevenção de quedas em idosos. Nossos resultados corroboram esses estudos prévios, uma vez que o aumento da oscilação ML foi observado em idosas com histórico de quedas. Swanenburg *et al.*<sup>26</sup> encontraram em seus resultados que a amplitude de DML em condição de tarefa única sobre plataforma de força foi um significativo preditor independente para quedas. O aumento da

oscilação ML observado pode ter sido causado por fraqueza de músculos abdutores do quadril.<sup>27</sup>

Na literatura não há consenso sobre quais parâmetros de oscilação do COP se apresentam aumentados na população idosa. Abrahamová e Hlavacka<sup>15</sup> observaram que os parâmetros do COP apresentam aumento a partir dos 60 anos de idade, e que esse aumento é mais evidenciado pela velocidade e amplitude AP, sendo mais bem demonstrado sobre superfície instável com olhos fechados. Para Du Pasquier *et al.*,<sup>17</sup> após realização de estudo longitudinal transversal, a velocidade de oscilação do corpo na direção AP é o fator que demonstra melhor o comprometimento da habilidade de manter a postura ortostática com o envelhecimento. Jeka *et al.*<sup>28</sup> sugeriram que a capacidade de controlar a velocidade de deslocamento do COP tem papel importante no controle do equilíbrio. Entretanto, nossos resultados não evidenciaram diferenças nas velocidades de DAP e DML ao comparar os grupos.

Nossos resultados mostraram que o grupo OA apresentou diferenças em relação ao grupo sem OA no deslocamento AP. Portanto, idosas com OA apresentam maior oscilação do COP em AP, e isso aumenta o risco de quedas nessa população. Entretanto, nessa amostra o fato de a idosa com OA já ter histórico de quedas não trouxe risco adicional para queda. Já o histórico de quedas interferiu no aumento da oscilação ML, sem relação com a presença ou não de OA. Isso aponta para a necessidade de abordagens específicas na reabilitação do equilíbrio de idosas com histórico de quedas e daquelas com OA de joelhos.

Para idosas com OA de joelhos observa-se a possível necessidade de incluir, nos programas de reabilitação, exercícios para a melhora do equilíbrio semiestático por meio do treino das estratégias de movimento, incluindo tornozelo, quadril e passo. Já para as idosas com histórico de quedas parece mais importante enfatizar o fortalecimento dos músculos abdutores do quadril com a finalidade de aumentar a estabilidade ML. Nesta amostra não foi realizada a avaliação da força muscular, dado que ilustraria a associação entre diminuição da força muscular de abdutores e adutores de quadril com o aumento do deslocamento ML, situação encontrada por outros autores. Outros estudos, associando avaliação da força muscular ao equilíbrio, poderão responder a essas questões.

Das limitações encontradas em nosso estudo podemos citar: o pequeno número amostral, embora essa dificuldade já tenha sido encontrada por outros estudos que utilizaram a plataforma de força como instrumento de avaliação do controle postural de idosas,<sup>18</sup> a falta de análises dinâmicas do equilíbrio, e a ausência de avaliações da força muscular dos MMII.

Concluindo, nossos resultados mostraram que idosas portadoras de OA de joelho apresentam maior oscilação do COP na direção AP, enquanto idosas com histórico de quedas apresentam maior oscilação do COP na direção ML.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Dra. Fabíola Reis Oliveira e à Unidade de Bioengenharia da FMRP/USP pela contribuição dada ao estudo.

## REFERENCES

### REFERÊNCIAS

- Owings TM, Grabiner MD. Variability of step kinematics in young and older adults. *Gait Posture* 2004; 20(1):26–9.
- Brunt D, Santos V, Kim HD, Light K, Levy C. Initiation of movement from quiet stance: comparison of gait and stepping in elderly subjects of different levels of functional ability. *Gait Posture* 2005; 21(3):297–302.
- Oliveira AS. Fisioterapia aplicada aos idosos portadores de doenças reumáticas. In: Rebelatto JR, Morelli JGS (eds.). *Fisioterapia Geriátrica: A prática de assistência ao idoso*. Barueri: Manole, 2004.
- Hanks J, Levine D. Condições reumáticas. In: Kauffman TL (ed.). *Manual de Reabilitação Geriátrica*. São Paulo: Ganabara Koogan, 2001.
- Lustri, WR, Morelli, JGS. Aspectos Biológicos do Envelhecimento. In: Rebelatto JR, Morelli JGS (eds.). *Fisioterapia Geriátrica: A prática de assistência ao idoso*. Barueri: Manole, 2004.
- Hassan BS, Mockett S, Doherty M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. *Ann Rheum Dis* 2001; 60(6):612–8.
- Rao SS. Prevention of falls in older patients. *Am Fam Physician* 2005; 72(1):81–8.
- Cress ME, Buchner DM, Questad KA, Esselman PC, deLateur BJ, Schwartz RS. Continuous-scale physical functional performance in healthy older adults: a validation study. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77(12):1243–50.
- Pajala S, Era P, Koskenvuo M, Kaprio J, Törmäkangas T, Rantanen T. Force platform balance measures as predictors of indoor and outdoor falls in community-dwelling women aged 63–76 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2008; 63(2):171–8.
- Shumway- Cook A, Woollacott MH. *Controle Motor – Teoria e aplicações práticas*. 2.ed. São Paulo: Manole, 2003.
- Perracini MR, Flo CM. *Funcionalidade e envelhecimento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.
- Lord S, Clark RD, Webster IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol* 1991; 46(3):M69–76.
- Thapa PB, Gideon P, Brockman KG, Fought RL, Ray WA. Clinical and biomechanical measures of balance as fall predictors in ambulatory nursing home residents. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1996; 51(5):M239–46.
- Rubenstein LZ, Robbins AS, Schulman BL, Rosado J, Osterweil D, Josephson KR. Falls and instability in the elderly. *J Am Geriatr Soc* 1988; 36(3):266–78.
- Abrahamová D, Hlavacka F. Age-related changes of human balance during quiet stance. 2008. *Physiol Res* 2008; 57(6):957–64.
- Era P, Sainio P, Koskinen S, Haavisto P, Vaara M, Aromaa A. Postural balance in random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. *Gerontology* 2006; 52(4):204–13.
- Du Pasquier RA, Blanc Y, Sinnreich M, Landis T, Burkhard P, Vingerhoets FJ. The effect of aging on postural stability: a cross sectional and longitudinal study. *Neurophysiol Clin* 2003; 33(5):213–8.
- Piirtola M, Era P. Force platform measurements as predictors of falls among older people - a review. *Gerontology* 2006; 52(1):1–16.
- Hammerman D. Clinical implications of osteoarthritis and ageing. *Ann Rheum Dis* 1995; 54(2):82–5.
- Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 2006; 35(Suppl 2):ii7–ii11.
- Fitzgerald GK, Piva SR, Irrgang JJ, Bouzubar F, Starz TW. Quadriceps activation failure as a moderator of the relationship between quadriceps strength and physical function in individuals with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2004; 51(1):40–8.
- Perracini MR, Ramos LR. Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade. *Rev Saúde Pública* 2002; 36(6):709–16.
- Wegener L, Kisner C, Nichols D. Static and dynamic balance responses in persons with bilateral knee osteoarthritis. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997; 25(1):13–8.
- Hassan BS, Doherty SA, Mockett S, Doherty M. Effect of pain reduction on postural sway, with knee osteoarthritis proprioception and quadriceps strength in subjects with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2002; 61(5):422–8.
- Maki BE, Holliday PJ, Topper AK. A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. *J Gerontol* 1994; 49(2):M72–84.
- Swanenburg J, de Bruin ED, Uebelhart D, Mulder T. Falls prediction in elderly people: a 1-year prospective study. *Gait Posture* 2010; 31(3):317–21.
- Sinaki M, Brey RH, Hughes CA, Larson DR, Kaufman KR. Balance disorder and increased risk of falls in osteoporosis and kyphosis: significance of kyphotic posture and muscle strength. *Osteoporos Int* 2005; 16(8):1004–10.
- Jeka J, Kiemel T, Creath R, Horak F, Peterka R. Controlling human upright posture: velocity information is more accurate than position or acceleration. *J Neurophysiol* 2004; 92(4):2368–79.