

Correlações entre o centro de massa e o centro de pressão em idosos ativos

Joane Severo Ribeiro, Luiz Fernando Cuozzo Lemos, Carlos Bolli Mota

Resumo

Introdução: Nas últimas décadas a população idosa vem aumentando rapidamente. Com esse aumento, torna-se cada vez mais relevante abordar questões relacionadas às capacidades físicas dessa população. Uma variável relevante de análise é o controle postural, o qual é importante na realização das tarefas diárias. Estas exigem que o sistema nervoso central organize as informações enviadas pelos sistemas sensoriais (visual, vestibular e somatosensorial) e interaja com o neuromuscular para o funcionamento ideal. As oscilações do centro de massa (CM), obtidas por cinemetria, fornecem variáveis que permitem análise do comportamento do controle postural. Outro instrumento utilizado na análise dessa capacidade física é a plataforma de força, a qual fornece dados referentes ao centro de pressão (COP). Este representa o ponto de aplicação da resultante de todas as forças verticais no solo e seu uso é amplamente referido, devido ao baixo custo e rapidez de processamento.

Objetivo: Verificar as correlações entre CM e COP em idosos na situação de controle de postural estático.

Materiais e métodos: Participaram do estudo 35 idosos ativos (18 mulheres e 17 homens) com massa de $75,99 \pm 14,70$ kg, estatura de $1,64 \pm 0,09$ m e idade de $65,11 \pm 4,21$ anos. Para obtenção do CM foi utilizado o sistema *VICON* de cinemetria com sete câmeras de infravermelho. Foram demarcados 39 pontos anatômicos, refletivos, para o programa de coleta no modelo plugingait (UPA & FRM). Os dados do COP foram obtidos através de uma plataforma de força *AMTI OR6-6-2000*. Ambos os instrumentos

capturaram os dados simultaneamente na frequência de 100 Hz. O tempo de duração de cada tentativa foi de 30 segundo. Na análise estatística inicial utilizou-se: Shapiro-Wilk para o teste de normalidade dos dados e as características dos indivíduos e as variáveis estudadas foram submetidas à estatística descritiva. Para a comparação das situações de olhos abertos e olhos fechados foram realizados o teste t pareado de Student e o teste de Wilcoxon. Os idosos não apresentaram diferenças em relação ao sexo, portanto as correlações entre CM e COP foram realizadas num único grupo de idosos. Para as correlações, utilizou-se o teste de correlação de Pearson. O nível de significância adotado foi de 5%.

Resultados: As correlações entre as variáveis 95% da área de elipse, velocidade média de oscilação, amplitude ântero-posterior e amplitude médio-lateral do CM entre as respectivas variáveis do COP foram todas fortes e significativas ($p < 0,005$).

Conclusão: Esses achados demonstram que a observação do COP foi representativa na análise do controle postural estático para o grupo de idosos ativos avaliados.

Palavras-chave: equilíbrio postural, centro de massa, centro de pressão, idosos.

INTRODUÇÃO

O envelhecimento humano é marcado por declínios nos diversos sistemas. Além do desempenho diminuído, os parâmetros da marcha e do equilíbrio postural são modificados levando a prejuízos como quedas, lesões e perda da independência aos idosos (BERGER e BERNARD-DEMANZE, 2011; PRINCE et al., 1997; MATSUMURA e AMBROSE, 2006; RODACKI et al., 2009). As quedas são um dos maiores problemas para essa população, contribuindo substancialmente com o número de mortalidade e morbidade, sendo que, aproximadamente, um terço dos idosos com idades acima de 65 anos caem todo o ano (RUBENSTEIN, 2006).

Uma queda é muito mais do que um simples ato de cair, sendo considerada multifatorial, e podendo ser categorizada em intrínseca (relacionada aos pacientes), extrínseca (relacionada ao meio ambiente) e comportamental (relacionada com a atividade). A instabilidade postural tem sido identificada como um importante fator de risco intrínseco de quedas que podem potencialmente serem influenciadas com alguma intervenção (SHUMWAY-COOK et al., 1997).

No entanto, para que se possa avaliar essa instabilidade dos indivíduos a literatura tem sugerido a utilização de parâmetros de estabilidade, como, por exemplo, a manutenção de uma posição o mais estático possível durante a avaliação (MOCHIZUKI e AMADIO, 2003; KRAEMER e TAIROVA, 2011; BORG e LAXABACK; 2010). Desta forma, o principal instrumento utilizado nas avaliações desse controle postural “estático” tem sido a plataforma de força, instrumento pelo qual é possível mensurar as forças de reação do solo (FRS) e assim, baseado nas médias ponderadas dessas forças, obter a localização do centro de pressão (COP) (MENESES et al, 2012; LOPEZ, et al, 2011). Com o deslocamento do COP ao longo do tempo é possível avaliar o controle postural através de

uma série de variáveis que se pode obter, como, por exemplo, amplitude do COP nas direções ântero-posterior (COPap) e médio-lateral (COPml), velocidade média de deslocamento do COP (COPvm), comprimento total da trajetória do COP (COPcomp), área de elipse formada por 95% das coordenadas do COP (COP95E) entre outras (TAKEUCHI et al., 2009; DIEËN et al., 2012; RUHE et al., 2010; FERREIRA et al., 2010).

Entretanto, os valores do COP são ditos como valores relacionados com o controle postural (RUHE et al., 2010; JBABDI et al., 2008; BORG e LAXABACK, 2010). Essa afirmação é dada pelo fato de que as variáveis que realmente determinam o controle postural são obtidas por meio do centro de massa (CM) dos indivíduos, assim alterações no CM provocam modificações na FRS, como forma de manter o equilíbrio dos indivíduos, e desta forma, desloca a posição do COP (DALLEAU et al., 2011; DAMAVANDI et al., 2009). O centro de massa representa o local onde a massa do corpo está uniformemente distribuída, sendo um ponto representativo de onde a massa total de um indivíduo está localizada ou concentrada em um sistema global de referência não precisando obrigatoriamente estar contido dentro dos limites do corpo (LAFOND, DUARTE e PRINCE, 2004; WINTER, 1995).

Baseado no CM é possível se obter todas as variáveis obtidas pelo COP, como amplitudes, velocidade e área. Assim, é importante salientar que o uso do CM para a verificação do controle postural é menos utilizado devido à necessidade do uso de sistemas de cinemetria, mais complexos e muitas vezes inviáveis pelo maior custo dos equipamentos (DAMAVANDI et al., 2009).

Portanto, o objetivo desse estudo é realizar uma verificação da existência de correlações entre variáveis obtidas pelo COP e pelo CM, comparando as situações de olhos abertos e olhos fechados em pessoas idosas. Isso parece ser de fundamental importância na busca por maiores entendimentos sobre o controle postural e logo, os

achados podem fornecer subsídios para novos estudos da temática, refutando ou ratificando o uso da plataforma de força para avaliar o equilíbrio de idosos.

MATÉRIAS E MÉTODOS

Aspectos Éticos

De acordo com a Resolução no 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que regulamenta as pesquisas envolvendo seres humanos, a participação no presente estudo foi voluntária, sendo um termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelos participantes. Este trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil, e aprovado sob o número 0223.0.243.000-11.

Participantes

A amostra não-aleatória foi selecionada entre idosos da comunidade, caracterizando-se como amostra voluntária. Fizeram parte do estudo 35 indivíduos idosos de ambos os sexos, sendo 17 homens e 18 mulheres. A prática de atividades física somadas aos deslocamentos realizados e demais esportes praticados pelos idosos alcançou sempre a recomendação tradicional de no mínimo 150 minutos semanais (30 minutos, cinco dias por semana) de atividade física de intensidade leve a moderada. Para avaliar tais informações foi utilizado o questionário internacional de atividade física - versão curta (IPAQ) (ACSM, 2001; MAZO e BENEDETTI, 2011; BENEDETTI et al, 2007). Os sujeitos que apresentassem qualquer tipo de distúrbio vestibular, problema visual sem a devida correção, diabetes não controlada, lesões graves no sistema musculoesquelético ou dor lombar no momento da avaliação foram excluídos do estudo. A caracterização dos sujeitos da pesquisa está na Tabela 1.

Tabela 1 – Médias e desvios padrão de idade e dados antropométricos, além do número de indivíduos em cada grupo.

| | Idosos em geral | | Homens Idosos | | Mulheres Idosas | |
|--------------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|
| | Média | Desvio padrão | Média | Desvio padrão | Média | Desvio padrão |
| Idade (anos) | 65,11 | 4,21 | 66,18 | 4,94 | 64,11 | 3,22 |
| Estatura (m) | 1,64 | 0,09 | 1,63 | 0,09 | 1,66 | 0,09 |
| Massa (kg) | 75,99 | 14,70 | 75,41 | 13,69 | 76,54 | 15,97 |
| IMC (kg/m ²) | 27,95 | 3,72 | 29,17 | 3,08 | 27,74 | 4,33 |
| Número de idosos | 35 | NA | 17 | NA | 18 | NA |

NA= não se aplica.

Análise do COP e do CM

Os dados de FRS (forças e momentos) foram coletados através de uma plataforma de força *AMTI OR6-6 2000 (Advanced Mechanical Technologies, Inc.)* operando a 100 Hz e a nível solo. Com base nessas informações, foram calculadas as variáveis relacionadas ao COP, sendo essas: as amplitudes de deslocamento do COP nos eixos ântero-posterior (COPap) e médio-lateral (COPml), obtidas através diferença entre o valor máximo e mínimo atingido pelo COP em cada direção; a velocidade média de deslocamento do COP (COPvm), sendo essa a divisão do valor de deslocamento total do COP pelo tempo de cada tentativa (30 segundos); além dessas variáveis foi obtida uma área de elipse que há 95% de probabilidade de conter a maior parte dos pontos do COP (COP95E).

Os valores do CM foram obtidos através do sistema de cinemetria *VICON* (modelo 624, Oxford, Reino Unido), com o *software VICON NEXUS 1.5.2* para registro e processamento dos dados. Foram utilizadas sete câmeras com sinal infravermelho (MX câmeras), operando a uma frequência de 100 Hz, para reconhecimento de 39 marcadores reflexivos (14 mm de diâmetro) em pontos anatômicos do indivíduo (nos segmentos da cabeça, tronco, membros superiores e inferiores, mãos e pés), usados para o cálculo do CM a cada instante. A demarcação do sujeito foi realizada seguindo o modelo *PluginGait* (UPA & FRM), permitindo o cálculo do CM através dos raios proximais e pesos relativos

dos segmentos sugeridos por Dempster *et al.* (1959). Utilizaram-se os dados da projeção do CM no solo, relevando as oscilações verticais, considerando apenas as variáveis de CM correspondentes às observadas do COP. Os instrumentos estavam em sincronia durante as tentativas coletadas.

Para filtragem dos dados brutos cinéticos de força e momento, foi utilizado um filtro passa baixa *Butterworth* de 4ª ordem com uma frequência de corte de 10 Hz. E para a filtragem dos dados brutos cinemáticos, também foi utilizado um filtro passa baixa *Butterworth* de 4ª ordem com frequência de corte de 5 Hz. E a partir de tais dados são calculadas as posições do COP e do CM, e através dessas foram calculadas as variáveis aqui analisadas.

Procedimentos

A anamnese e os testes foram realizados numa sala em ambiente silencioso. Antes da realização do teste, os participantes ficaram sentados em repouso por cinco minutos. Durante o teste, o indivíduo foi solicitado a adotar a postura ortostática bipodal sobre a plataforma de força com os pés descalços. Foram realizadas seis tentativas para verificação dos dados de controle postural de cada sujeito. Nas três primeiras tentativas foi solicitado a cada participante que permanecesse em pé o mais estático possível sobre a plataforma de força durante 30 segundos, com foco visual em um círculo projetado de 14,5 cm de diâmetro localizado em uma parede a uma distância de 3,94 m. Os indivíduos repetiram o procedimento em mais três tentativas, porém com os olhos fechados.

Estatística

Primeiramente foi realizado um teste de normalidade dos dados, através do teste de Shapiro-Wilk. As características dos indivíduos e as variáveis estudadas foram submetidas à estatística descritiva. Posteriormente, correlacionou-se as médias de COP e CM com teste de Pearson. A força de correlação entre as variáveis foi definida pelo critério de Malina (1996), sendo: fraca para valores inferiores a 0,3; moderada para

valores entre 0,3 e 0,6 e forte para valores maiores que 0,6. Para a comparação das situações de olhos abertos e olhos fechados foram realizados o teste t pareado de Student e o teste de Wilcoxon. Para as comparações entre sexo dos indivíduos foram utilizados os testes t de Student para amostras independentes e o teste U de Mann-Whitney. O nível de significância adotado para todas as testagens foi de 5%.

RESULTADOS

Na Tabela 2, abaixo, é possível observar os valores de correlação entre COP e CM para indivíduos idosos do sexo masculino, sendo essas correlações todas significativas e classificadas como fortes.

Tabela 2 – Médias (X) e desvios-padrão (SD) dos centros de pressão (COP) e de massa (CM) na situação olhos abertos e fechados para o grupo de homens idosos.

| | Olhos abertos (com o uso da visão) | | | | Olhos fechados (sem o uso da visão) | | | |
|---------------------------|------------------------------------|------|------------|---------|-------------------------------------|------|------------|---------|
| | X | SD | Correlação | p-valor | X | SD | Correlação | p-valor |
| COPap (cm) | 2,21 | 1,24 | 0,977 | <0,001 | 2,62 | 1,09 | 0,824 | <0,001 |
| CMap (cm) | 1,54 | 0,86 | | | 1,70 | 0,85 | | |
| COPml (cm) | 1,13 | 0,62 | 0,960 | <0,001 | 1,08 | 0,46 | 0,851 | <0,001 |
| CMml (cm) | 0,84 | 0,53 | | | 0,64 | 0,29 | | |
| COPvm (cm/s) | 1,30 | 0,73 | 0,810 | <0,001 | 1,79 | 1,02 | 0,873 | <0,001 |
| CMvm (cm/s) | 0,31 | 0,12 | | | 0,38 | 0,13 | | |
| COP95E (cm ²) | 1,99 | 1,90 | 0,988 | <0,001 | 1,74 | 0,97 | 0,807 | <0,001 |
| CM95E (cm ²) | 1,35 | 1,38 | | | 0,89 | 0,58 | | |

ap: ântero-posterior, ml: médio-lateral, vm: velocidade média, 95E: área de elipse.

Na Tabela 3, abaixo, é possível observar os valores de correlação entre COP e CM para indivíduos idosos do sexo feminino, sendo essas correlações todas significativas e classificadas como fortes.

Tabela 3 – Médias (X) e desvios-padrão (SD) dos centros de pressão (COP) e de massa (CM) na situação olhos abertos e fechados para o grupo de mulheres idosas.

| | Olhos abertos (com o uso da visão) | | | | Olhos fechados (sem o uso da visão) | | | |
|--------------|------------------------------------|------|------------|---------|-------------------------------------|------|------------|---------|
| | X | SD | Correlação | p-valor | X | SD | Correlação | p-valor |
| COPap (cm) | 2,17 | 0,78 | 0,963 | <0,001 | 2,31 | 0,56 | 0,873 | <0,001 |
| CMap (cm) | 1,63 | 0,60 | | | 1,61 | 0,46 | | |
| COPml (cm) | 1,05 | 0,43 | 0,952 | <0,001 | 1,20 | 0,54 | 0,918 | <0,001 |
| CMml (cm) | 0,76 | 0,32 | | | 0,85 | 0,44 | | |
| COPvm (cm/s) | 0,95 | 0,31 | 0,786 | <0,001 | 1,27 | 0,56 | 0,675 | <0,001 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|------|------|-------|--------|------|------|-------|--------|
| CMvm (cm/s) | 0,31 | 0,08 | | | 0,37 | 0,09 | | |
| COP95E (cm ²) | 1,78 | 1,28 | 0,984 | <0,001 | 1,96 | 1,23 | 0,956 | <0,001 |
| CM95E (cm ²) | 1,30 | 1,00 | | | 1,27 | 0,85 | | |

ap: ântero-posterior, ml: médio-lateral, vm: velocidade média, 95E: área de elipse.

Na Tabela 4, abaixo, é possível observar os valores de correlação entre COP e CM para indivíduos idosos de ambos os sexo (grupo de homens + mulheres idosas), sendo essas correlações todas significativas e classificadas como fortes.

Tabela 4 – Médias (X) e desvios-padrão (SD) dos centros de pressão (COP) e de massa (CM) na situação olhos abertos e fechados para o grupo de idosos em geral.

| | Olhos abertos (com o uso da visão) | | | | Olhos fechados (sem o uso da visão) | | | |
|---------------------------|------------------------------------|------|------------|---------|-------------------------------------|------|------------|---------|
| | X | SD | Correlação | p-valor | X | SD | Correlação | p-valor |
| COPap (cm) | 2,19 | 1,01 | 0,968 | <0,001 | 2,46 | 0,86 | 0,832 | <0,001 |
| CMap (cm) | 1,59 | 0,72 | | | 1,65 | 0,67 | | |
| COPml (cm) | 1,09 | 0,52 | 0,956 | <0,001 | 1,14 | 0,50 | 0,880 | <0,001 |
| CMml (cm) | 0,79 | 0,43 | | | 0,74 | 0,39 | | |
| COPvm (cm/s) | 1,12 | 0,58 | 0,747 | <0,001 | 1,52 | 0,85 | 0,788 | <0,001 |
| CMvm (cm/s) | 0,31 | 0,10 | | | 0,37 | 0,11 | | |
| COP95E (cm ²) | 1,88 | 1,59 | 0,985 | <0,001 | 1,85 | 1,10 | 0,895 | <0,001 |
| CM95E (cm ²) | 1,32 | 1,18 | | | 1,09 | 0,75 | | |

ap: ântero-posterior, ml: médio-lateral, vm: velocidade média, 95E: área de elipse.

Na Tabela 5, abaixo, é possível observar os valores da probabilidade de significância de existirem diferenças significativas no controle postural em uma série de variáveis (tanto do COP quanto do CM), quando comparadas em função do sexo e em função do uso ou não da visão (esse último tanto para homens, mulheres e para o grupo de idosos em geral).

Tabela 5 – Probabilidade de significância das comparações de controle postural entre homens e mulheres idosos nas condições olhos abertos (OA) e olhos fechados (OF).

| | Homens X Mulheres (OA) | Homens X Mulheres (OF) | OA X OF (homens) | OA X OF (mulheres) | OA X OF (Idosos em geral) |
|--------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------------|
| COPap (cm) | 0,474 | 0,303 | 0,031* | 0,330 | 0,012* |
| CMap (cm) | 0,259 | 0,858 | 0,309 | 0,832 | 0,600 |
| COPml (cm) | 0,892 | 0,525 | 0,831 | 0,306 | 0,534 |
| CMml (cm) | 0,634 | 0,195 | 0,113 | 0,472 | 0,612 |
| COPvm (cm/s) | 0,182 | 0,134 | 0,001* | 0,002* | <0,001* |

| | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|--------|---------|---------|
| CMvm (cm/s) | 0,767 | 0,796 | 0,003* | <0,001* | <0,001* |
| COP95E (cm ²) | 0,734 | 0,909 | 0,551 | 0,267 | 0,844 |
| CM95E (cm ²) | 0,563 | 0,232 | 0,093 | 0,472 | 0,088 |

=indica diferença significativa.

DISCUSSÃO

A existência de correlações entre valores de COP e CM já são apontadas na literatura desde a década de 70. Gurfinkel (1973) define nesse estudo diversos conceitos, hoje ditos básicos para o entendimento do controle postural. Dentre esses conceitos, é importante chamar a atenção para a definição de que em menores frequências de oscilações corporais existem maiores correspondências entre valores de COP e CM. Esse autor ainda afirma que para uma frequências de até 0,2 Hz, apenas cerca de 10% da oscilação do COP não representa as oscilações do CM, mas sim acelerações de segmentos corporais (GURFINKEL, 1973). No entanto, mesmo que essas correlações entre COP e CM pareçam ser senso comum, isso não faz com que o presente trabalho perca seu mérito, visto que com o advento da tecnologia e desenvolvimento de instrumentos de coleta de dados mais precisos é, hoje, possível compreender melhor tais achados. Sobretudo, os achados para a população na terceira idade mostram que ambos os instrumentos de avaliação do controle postural podem ser utilizados para o desenvolvimento de trabalhos científicos e, desta forma, fortalecendo uma área de estudo extremamente importante para essa população, o controle postural.

Desta forma, comparando os valores das correlações com os olhos abertos com os de olhos fechados, percebe-se que na maioria das variáveis do presente estudo ocorre diminuição, mesmo que continuem classificadas como correlações fortes. Isso é explicado pelo fato de que segundo alguns autores tradicionais, com a ausência da visão existem aumentos da variabilidade do sinal e da frequência média de deslocamento do COP (Amblard et al., 1985; Diener e Dichgans, 1988; Collins e De Luca, 1995) e, assim, indo

ao encontro das afirmações de Gurfinkel (1973) que em menores frequências maiores relações entre COP e CM.

No entanto, algumas das variáveis deste estudo apresentaram maiores valores de correlação para as condições de olhos fechados (velocidade média e área para idosos em geral e velocidade para homens idosos), o que parece ir de encontro com as afirmações de Gurfinkel (1973). Porém, analisando cada uma dessas ocorrências isoladas é possível se obter um entendimento diferenciado acerca dessa questão. No caso da área de elipse é possível perceber que os valores de oscilação (expressos por essa área) para a condição de olhos fechados foram similares, mas menores que para a condição de olhos abertos. Desta forma, é possível compreender que o valor da correlação para os olhos fechados era esperado para essa variável, em decorrência de um menor afastamento da posição central (equilíbrio) no sentido das extremidades da elipse, tanto para o COP quanto para o CM.

Já, quando se analisa a velocidade média de deslocamento (tanto a do COP, quanto a do CM e suas correlações) para o grupo de idosos em geral e, também, para o grupo de idosos homens, percebe-se que mesmo com valores maiores de velocidade (COP e CM) os valores da correlação ficaram maiores de olhos fechados do que de olhos abertos. Para tentar explicar esse fenômeno se infere que essa maior velocidade média de olhos fechados pode ter sido ao final favorável para a manutenção do controle postural desses idosos, pois mesmo com deslocamentos médios mais rápidos esses idosos conseguiram menores deslocamentos espaciais (amplitudes e a área). Portanto, o fato de se estar avaliando a idosos ativos pode ser um fator importante de análise dessa maior correlação na ausência da visão e, os achados poderiam ocorrer de forma distinta se o estudo fosse realizado com idosos sedentários (conforme explicação abaixo).

Como se sabe, com o envelhecimento existem perdas em diversos sistemas corporais, em especial nesse caso, pessoas idosas apresentam alterações no controle

postural, em função da diminuição da capacidade dos sistemas sensoriais em fornecer informações aferentes, e também do sistema motor em produzir ações motoras eferentes adequadas para manter o corpo equilibrado e na posição desejada (JÚNIOR e BARELA, 2006; HUNTER, MCCARTHY e BAMMAN, 2004). Baseado nessa informação se entende que esse tipo de população teria um pior controle postural e, portanto, estaria mais em movimento do que “estático” durante as avaliações. Desta forma, se esperaria piores valores de correlação para idosos do que para jovens ou mesmo de idosos sedentários para idosos ativos. No entanto, estudos realizando essas comparações não foram encontrados na literatura consultada, mas infere-se que os altos valores dos de correlação entre COP e CM nos idosos do presente estudo estejam relacionados com o fato de o grupo de estudo ser composto de pessoas ativas. Além do mais, a literatura mostra que o envelhecimento e a diminuição do desempenho nas capacidades físicas (como, por exemplo, a força e a potência) estão relacionados tanto com o passar do tempo (aumento da idade), quanto com a diminuição da prática de exercícios físicos (aumento do sedentarismo), sendo a atividade física capaz de postergar as perdas naturais do envelhecimento (HUNTER, MCCARTHY e BAMMAN, 2004).

Sabe-se que uma das principais consequências do aumento da idade é a perda de massa muscular esquelética (sarcopenia), sendo os picos de força muscular entram em maior depressão depois da quinta década de vida na ordem de 12 a 15% a menos por década de vida. Essas perdas são mais notadas em músculos dos membros inferiores e, sobretudo, em músculos potentes e com maiores capacidades de produção de força rápida (HUNTER, MCCARTHY e BAMMAN, 2004).

Baseado nessas informações se percebe que idosos estão fortemente propensos a não conseguirem responder de forma rápida a um desequilíbrio e, desta forma, acabarem sofrendo uma queda. Isso se da, porque idosos de forma geral acabam tendo menor uso de sua amplitude de movimento articular e realizam menores quantidades de atividade

físicas (PEDRINELLI, GARCEZ-LEME e NOBRE, 2009). Isso, por sua vez, acaba por gerar perda de sarcômeros em série e em paralelo, respectivamente (JAKOBSEN et al., 2012; HERZOG, 2009; FUKUNAGA, 1997). A diminuição do número de sarcômeros em série resulta na diminuição da velocidade em que o músculo irá se contrair, já um menor número em paralelo diminui a força do músculo e, portanto, ambos causam menor potência para o idoso reagir às oscilações corporais (JAKOBSEN et al., 2012; HERZOG, 2009; FUKUNAGA, 1997).

Outro ponto importante do presente estudo está nas comparações do controle postural entre mulheres e homens idosos. Os achados mostraram não haver diferença em função do sexo para nenhuma variável utilizada nesse estudo, seja ela proveniente do COP ou do CM. Da mesma forma, alguns autores afirmam que na infância meninos e menina não apresentam nenhuma diferença quanto ao controle postural, mas que com o crescimento físico por volta dos 8 anos de idade os meninos passam a ter piores valores nos testes de controle postural (TSAI, WU e HUANG, 2008). Essa diferença se mantém na idade adulta, sendo explicada pelo fato de a articulação do joelho em relação à estatura corporal em mulheres ser mais larga que em homens e isso causa uma maior estabilidade em relação ao tamanho corporal, resultando em melhor equilíbrio postural (Lemos, Teixeira e Mota, 2009). Os mesmos autores ainda expõem que a distribuição de massa corporal é diferenciada no corpo das mulheres devido a fatores morfológicos, o que, por sua vez, resulta no posicionamento do centro de gravidade das mulheres mais para baixo em relação aos homens de mesma estatura, gerando menores valores de oscilação corporal (Lemos, Teixeira e Mota, 2009). E conforme os achados do presente estudo na terceira idade os valores de oscilação corporal voltam não diferirem entre os sexos assim como até os oito anos de idade (TSAI, WU e HUANG, 2008).

Com relação às comparações entre o uso da visão e não uso da visão, a variável velocidade média (tanto do COP, quanto do CM) foi a única que se apresentou maior

estatisticamente significativa para os três grupos na condição de olhos fechados (mulheres idosas, homens idosos e idosos em geral). Além dessa variável, a COPap foi maior de olhos fechados para o grupo de homens idosos e para o idosos em geral. Esse achado já era esperado, pois como a literatura mostra, é comum que os indivíduos apresentem maiores oscilações corporais na ausência da visão, em especial quando são idosos (TEIXEIRA et al., 2011; MEEREIS et al., 2011; MANN et al., 2008).

Por outro lado, o fato da variável velocidade média apresentar essa diferença para todos os grupos reforça o que alguns autores vem afirmando, que essa é uma variável mais sensível e mais representativa para avaliar o controle postural (CORNILLEAU-PÉRÈS et al., 2005; LAFOND et al., 2004).

CONCLUSÃO

Esses achados demonstram que a observação do COP é representativa na análise do controle postural do grupo de idosos avaliados, apresentando fortes correlações com o CM em todas as variáveis analisadas. E pode-se observar também, que o uso da visão é importante fonte sensorial para o controle postural.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo mostram a relevância da metodologia utilizada para a avaliação dos aspectos dinamométricos e cinemáticos de idosos ativos, pois obedeceram a critérios científicos rigorosos. Os dados obtidos podem auxiliar a compreender melhor as alterações biomecânicas que ocorrem no envelhecimento humano, mais especificamente no controle postural, visando intervenções mais eficientes, principalmente no que concerne aos aspectos preventivos de quedas, as quais desencadeiam alta morbidade e mortalidade nessa faixa etária.

Compreender o processo de envelhecimento e suas alterações nos indivíduos idosos é um desafio para a pesquisa e os órgãos governamentais. Pois é uma maneira de reduzir os impactos de tal processo na sociedade.

REFERÊNCIAS

AMBLARD B, CRÉMIEUX J, MARCHAND AR, Carblanc A. Lateral orientation and stabilization of human stance: static versus dynamic visual cues. *Exp Brain Res* 1985; 61: 21–37.

American College of Sports Medicine. ACSM stand position on the appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc* 33: 2145-56, 2001. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200112000-00026>

ALMEIDA, L. F., CAMARGOS, G. V., CORRÊA, C. L. Mudanças reorganizacionais nos córtices somatossensorial e motor em amputados: revisão da literatura. *Rev Neurocienc*, v.17, n. 2, p. 146-55, 2009.

BENEDETTI, Tânia R. Bertoldo; et al. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. *Rev Bras Med Esporte*. Vol. 13, Nº 1 – Jan/Fev. 2007

BERGER, L., BERNARD-DEMANZE, L. Age-related effects of a memorizing spatial task in the adults and elderly postural control. *Gait & Posture*, v. 33, p. 300–302, 2011.

BORG, Frank G.; LAXABACK, Gerd. Entropy of balance – Some recent results. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 7:38, 2010.

BURKE, Thomaz Nogueira. Eficácia da Fisioterapia sobre a postura e o equilíbrio em idosas com osteoporose: um ensaio clínico randomizado. Dissertação (mestrado) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

COLLINS JJ and DE LUCA CJ. The effects of visual input on open-loop and closed-loop postural control mechanisms. *Experimental Brain Research* 103: 151-163 (1995).

CORNILLEAU-PÉRÈS V, SHABANA N, DROULEZ J, GOH JC, LEE GS, CHEW PT. Measurement of the visual contribution to postural steadiness from the COP movement: methodology and reliability. *Gait Posture*. 2005;22(2):96-106.

DALLEAU, G.; DAMAVANDI, M.; LEROYER, P.; VERKINDT, C; RIVARD, C. H.; ALLARD, P. Horizontal body and trunk center of mass offset and standing balance in scoliotic girls. *Eur Spine J* 20:123–128. 2011

DAMAVANDI, M; FARAHPOUR, N; ALLARD, P. Determination of body segment masses and centers of mass using a force plate method in individuals of different morphology. *Med Eng Phys* 31:1187–1194. 2009

DIEËN, Jaap H. van; LUGER, Tessy; EB, Jeroen van der. Effects of fatigue on trunk stability in elite gymnasts. *Eur J Appl Physiol* 112:1307–1313. 2012

DIENER, H. C., & DICHGANS, J. (1988). On the role of vestibular, visual and somatosensory information for dynamic postural control in humans. *Progress in Brain Research*, 76, 253-262.

DUARTE, M. Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática. Tese (livre docência na área de biomecânica). 2000.

FERREIRA, Caroline Borges.; TOMÉ, Flávia; CORNELLI, Rodrigo Junior; CARVALHO, Alberito Rodrigo de. Os efeitos de dois métodos de intervenção Fisioterapêutica sobre a atividade postural Estática de indivíduos com dor lombar crônica. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, ano 8, nº 26, out/dez 2010

JÚNIOR, P. F.; BARELA, JÁ. Alterações no funcionamento do sistema de controle postural de idosos. Uso da informação visual. *Revista Port Cien Desp*. 2006 6(1): 94-105

FUKUNAGA T; KAWAKAMI Y; KUNO S; FUNATO K; FUKASHIRO S. Muscle architecture and function in humans. *J biomech* 1997; 30(5): 457 – 463.

GURFINKEL, E.V. Physical Foundations of stabilography. *Agressologie*, 14, p.9-14.1973

HERZOG W. The biomechanics of muscle contraction: optimizing sport performance. *Sport ortho trauma* 2009; 25, 286–293.

HUNTER, G. R., McCarthy, J. P., Bamman, M. M. Effects of Resistance Training on Older Adults. *Sports Med* 2004; 34 (5): 329-348

IBGE. Projeção da População do Brasil para o período 2000-2050. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>

JAKOBSEN MD, SUNDSTRUP E, RANDERS MB, KJÆR M, ANDERSEN LL, KRUSTRUP P, AAGAARD P. The effect of strength training, recreational soccer and running exercise on stretch–shortening cycle muscle performance during countermovement jumping. *Hum mov sci* 2012; in press.

JBABDI, Myriam; BOISSY, Patrick; HAMEL, Mathieu. Assessing control of postural stability in community-living older adults using performance-based limits of stability. *BMC Geriatrics*. 8:8. 2008

KRAEMER, E. C.; MARCON, D.; TAIROVA, O. S. Equilíbrio postural de canoístas profissionais. *Motriz, Rio Claro*, v.15 n.4 p.797-803, 2009.

LAFOND D, CORRIVEAU H, HÉBERT R, PRINCE F. Intrasession reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(6):896-901.

LAFOND, D.; DUARTE, M.; PRINCE, F. Comparison of three methods to estimate the center of mass during balance assessment. *Journal of Biomechanics* 2004; 37: 1421-1426.

LEMOS LFC, TEIXEIRA CS, MOTA CB. Uma revisão sobre centro de gravidade e equilíbrio corporal. *R Bras Ci e Mov* 17(4), 2009.

LOPEZ, Daniel, DO; KING, Hollis H., DO, PhD; KNEBL, Janice A., DO; KOSMOPOULOS, Victor, PhD; COLLINS, DeRaam, BS; and PATTERSON, Rita M., PhD.

Effects of Comprehensive Osteopathic Manipulative Treatment on Balance in Elderly Patients: A Pilot Study. JAOA • Vol 111 • No 6 • June 2011

MANN L, KLEINPAUL JF, TEIXEIRA CS, ROSSI AG, LOPES LFD, MOTA CB. Investiga o do equilíbrio postural em idosos. Rev Bras Geriatr Gerontol 11(2), 2008.

MATSUMURA, B. A.; AMBROSE, A. F. Balance in the Elderly. Clinics in Geriatric Medicine, v. 22, p. 395-412, 2006.

MAZO, Giovana Zarpellon; BENEDETTI, Tânia R. Bertoldo. Adapta o do questionário internacional de atividade física para idosos. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. 12(6):480-484. 2010

MEEREIS ECW, LEMOS LFC, PRANKE GI, ALVES RF, TEIXEIRA CS, MOTA CB. Deficiência visual: uma revisão focada no equilíbrio postural, desenvolvimento psicomotor e interven es. R. bras. Ci. e Mov 2011;19(1):108-113.

MENESES, Sarah Rubia Ferreira; BURKE, Thomaz Nogueira; MARQUES, Am lia Pasqual. Equilíbrio, controle postural e força muscular em idosas osteoporóticas com e sem quedas. Fisioter Pesq. 2012;19(1):26-31

MOCHIZUKI, L., AMADIO, A. C. Aspectos biomecânicos da postura ereta: a rela o entre o centro de massa e o centro de pressão. Revista Portuguesa de Ciência do Desporte, v. 3, n. 3, p. 77-83, 2003.

MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. As informa es sensoriais para o controle postural. Fisioterapia em Movimento, v. 19, n. 2, p. 11-18, 2006.

PEDRINELLI, A; GARCEZ-LEME, L. E; NOBRE, R. S. A. O efeito da atividade física no aparelho locomotor do idoso. Rev. bras. ortop., São Paulo, v. 44, n. 2, Apr. 2009 .

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

RODACKI, A. L. F., SOUZA, R. M., UGRINOWITSCH, C., CRISTOPOLISKI, F., FOWLER, N. E. Transient effects of stretching exercises on gait parameters of elderly women. *Manual Therapy*, v. 14, p. 167-172, 2009.

RUBENSTEIN, L. Z. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Age*, v. 35, p. ii37–41, 2006.

RUHE, A. , Fejer, R. and WALKER, B.F. The test retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions: A systematic review of the literature. *Gait & Posture*, 32 (4). pp. 436-445, 2010.

SHUMWAY-COOK, A., BALDWIN, M., POLISSAR, N. L., GRUBER, W. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Phys Ther*, v. 77, p. 812–9, 1997.

TAKEUCHI, Yahiko; SHIMOMURA, Yoshihiro; IWANAGA, Koichi; and KATSUURA, Tetsuo. Relationship between Muscular Strength and Deflection characteristics of the Center of Foot Pressure During Landing after Crossover Stepping in the Elderly. *J Physiol Anthropol*, 28: 1–5, 2009.

TEIXEIRA, C. S., PEREIRA, E. F., ROSSI, A. G. A hidroginástica como meio para manutenção da qualidade de vida e saúde do idoso. *Acta Fisiátrica*, v. 14, n. 4, p. 230-236, 2007.

TEIXEIRA, CS.; DORNELES, PP.; LEMOS, LFC.; PRANKE, GI.; ROSSI, AG.; MOTA, CB. Avaliação da influência dos estímulos sensoriais envolvidos na manutenção do equilíbrio corporal em mulheres idosas. *Rev. bras. geriatr. gerontol.* 2011, vol.14, n.3

TSAI CL, WU SK, HUANG CH. Static balance in children with developmental coordination disorder. *Hum Mov Sci* 27(1):142-53, 2008.

WINTER, D. Human balance and posture during standing and walking. *Gait & Posture* 1995; 3(4):193-214.