

# Velocidade de marcha, equilíbrio e idade: um estudo correlacional entre idosas praticantes e idosas não praticantes de um programa de exercícios terapêuticos

Gait speed, balance and age: a correlational study among elderly women with  
and without participation in a therapeutic exercise program

Abreu SSE, Caldas CP

## Resumo

**Contextualização:** Estudos anteriores têm mostrado que o processo de envelhecimento está associado a modificações no padrão da marcha e no equilíbrio. A análise destas funções motoras contribui para identificar situações de risco para quedas, evento que representa um grave problema de saúde pública. **Objetivo:** Investigar a existência de correlação entre as variáveis: velocidade de marcha, equilíbrio corporal e idade de dois grupos de idosas praticantes e não praticantes de um programa de exercícios terapêuticos e compará-las entre os grupos. **Métodos:** Trata-se de um estudo observacional realizado com 40 voluntárias idosas com idades entre 65 e 89 anos, recrutadas em um centro de convivência para a terceira idade, divididas em dois grupos: um grupo de 20 idosas praticante de um programa de exercícios terapêuticos e 20 idosas não praticantes. Foi mensurada a velocidade de marcha usual dos sujeitos da pesquisa e aplicadas duas escalas de equilíbrio: escala de equilíbrio de Berg e a Performance-Oriented Mobility Assessment of Gait and Balance (POMA) de Tinetti. **Resultados:** Os resultados obtidos não revelaram correlação significativa entre a velocidade de marcha e o equilíbrio corporal dos sujeitos estudados. **Conclusões:** Foi evidenciado que independente de um bom nível de equilíbrio, o parâmetro velocidade de marcha declinou com a idade nos dois grupos.

**Palavras-chave:** marcha; equilíbrio; mulher; idoso.

## Abstract

**Background:** Previous studies have shown that the aging process is associated with changes to gait patterns and balance. Analysis of these motor functions contributes towards identifying situations with the risk of falling. Such events are a serious public health problem. **Objective:** To investigate whether there were correlations between gait speed, body balance and age in two groups of elderly women, one that participated in a therapeutic exercise program and the other did not. In addition, the two groups were compared in these variables. **Methods:** This was an observational study, conducted among 40 elderly female volunteers aged between 65 and 89 years, who were recruited at a social center for the elderly. They were divided into two groups: one group of 20 elderly women who participated in a therapeutic exercise program and another group of 20 who did not participate in the program. The subjects' normal gait speed was measured and two balance scales were applied: Berg's balance scale and Tinetti's Performance-Oriented Mobility Assessment of Gait and Balance (POMA). **Results:** The results obtained did not reveal significant correlations between gait speed and body balance. **Conclusions:** It was shown that, independent of a good degree of balance, gait speed declined with age in both groups.

**Key words:** gait; balance; woman; elderly person.

**Recebido:** 09/08/07 – **Revisado:** 11/02/08 – **Aceito:** 08/04/08

## Introdução

Estudos anteriores têm mostrado que o processo de envelhecimento está associado a modificações no padrão da marcha e no equilíbrio. A análise destas funções motoras pode contribuir para identificar situações de risco potencial para quedas, evento que representa um grave problema de saúde pública, em função da frequência e das conseqüências físicas, psicológicas e sociais que pode acarretar<sup>1-3</sup>.

Anderson<sup>4</sup>, baseado na população de idosos existente no Brasil (14,5 milhões), estima que o número de quedas seja, no mínimo, de 4.350 milhões por ano. E que dessas, cerca de 2.175 milhões (50%) resultam em algum tipo de lesão, das quais 10% (217.000) são lesões graves. Além de representar importante causa de mortalidade entre idosos, as quedas levam um maior risco de declínio da independência funcional e aumento da necessidade de hospitalização e de institucionalização, onerando os serviços de saúde<sup>5</sup>.

Deste modo, compreender os fatores que levam ao aumento do número de quedas em idosos tem despertado interesse de muitos pesquisadores.

O controle postural tem sido definido como o conjunto de processos pelo qual o sistema nervoso central gera padrões de atividade muscular necessários para regular a relação entre o centro de massa do corpo e a base de sustentação. O equilíbrio postural está relacionado ao controle da relação entre a força gravitacional que age sobre o corpo e forças internas (torque articular) que são produzidas pelo corpo<sup>6,7</sup>.

Está claro na literatura, que os idosos apresentam uma redução na sua capacidade de controle postural. Entretanto, os motivos desta redução não foram totalmente esclarecidos<sup>8,9</sup>.

A marcha é uma habilidade motora extremamente complexa, composta por uma seqüência de movimentos cíclicos dos membros inferiores que geram o deslocamento do corpo<sup>10</sup>. As modificações no padrão da marcha em idosos não estão totalmente esclarecidas, entretanto, muitos estudos sobre o tema foram publicados<sup>7,11-13</sup>. Um dos achados mais consistentes destes estudos é o fato de que pessoas idosas caminham mais vagarosamente que adultos jovens<sup>14-16</sup>. Este fenômeno tem sido interpretado por alguns autores como uma estratégia compensatória para assegurar a estabilidade<sup>17</sup>.

Por outro lado, esta alteração tem sido associada a mudanças estruturais do aparelho locomotor, como a redução da força muscular, que é considerada uma modificação específica do envelhecimento<sup>18-20</sup>. Além da redução deste componente, outras alterações cinéticas e cinemáticas que influenciam a velocidade de marcha têm sido encontradas na literatura<sup>11,21</sup>.

Neste contexto, o presente estudo tratou de investigar a existência de correlação entre a velocidade de marcha, o equilíbrio e a idade de dois grupos de idosos praticantes e não

praticantes de um programa de exercícios terapêuticos e de comparar os resultados entre os grupos. A análise foi realizada separadamente com o intuito de comparar a correlação destas variáveis nos dois grupos, que apresentam características próprias: ser praticante de exercícios terapêuticos ou não.

Para tanto, foi mensurada a velocidade de marcha usual dos sujeitos da pesquisa e aplicadas duas escalas de equilíbrio: a escala de equilíbrio de Berg<sup>22</sup> e a Performance-Oriented Mobility Assessment of Gait and Balance (POMA) de Tinetti<sup>23</sup>. Estas escalas são largamente utilizadas em trabalhos científicos nesta área e foram adaptadas culturalmente para o Brasil<sup>24,25</sup>.

A escala POMA foi criada em 1986 por Tinetti<sup>23</sup>, Williams e Mayewski e adaptada culturalmente para o Brasil em 2003 por Gomes<sup>24</sup>. A escala é dividida em duas partes: uma avalia o equilíbrio e outra a marcha.

Existem vários trabalhos evidenciando a validade da POMA. Tinetti, Williams e Mayewski<sup>23</sup> mostraram que escores baixos eram preditivos de quedas recorrentes. Berg e Norman<sup>26</sup> demonstraram a associação entre medidas de oscilação postural e a escala de Tinetti. Outros trabalhos utilizaram a escala POMA integralmente ou parte dela, como elemento de um conjunto de avaliações, normalmente associado a estudos longitudinais e de screening<sup>27-29</sup>.

A escala de equilíbrio de Berg, desenvolvida em 1989 por Berg et al.<sup>22</sup>, objetiva avaliar o equilíbrio funcional de indivíduos idosos e pacientes que apresentam déficit de equilíbrio. É constituída por 14 tarefas comuns que envolvem o equilíbrio estático e dinâmico. As tarefas são avaliadas por meio de observação, possuindo uma escala ordinal de cinco alternativas, variando de zero a quatro, totalizando um escore máximo de 56 pontos. Estes pontos devem ser subtraídos caso o tempo ou a distância não sejam atingidos ou o sujeito necessite de supervisão para execução da tarefa ou de suporte externo. A escala de Berg foi adaptada culturalmente para o Brasil em 2004 por Miyamoto et al.<sup>25</sup>.

## Materiais e métodos

Participaram deste estudo 40 mulheres voluntárias autônomas e independentes (sem qualquer limitação em sua capacidade funcional), com idade entre 65 e 89 anos, recrutadas no centro de convivência do Programa Universidade Aberta de Terceira Idade (UnATI) – UERJ e divididas em dois grupos: um grupo de 20 idosas acompanhadas ambulatorialmente (GA) e que ao serem questionadas, relataram não realizar qualquer atividade física e 20 participantes de um grupo de exercícios terapêuticos (GET) que realizam um programa de exercícios gerais semanal. Este programa de exercícios inclui: cinco minutos de aquecimento (caminhada); cinco minutos de alongamento global; 15 minutos

de treinamento de equilíbrio (flexão plantar, flexão de joelho, flexão do quadril e elevação lateral do membro inferior na postura ereta com pequeno suporte; balanço para frente e para trás sobre os tornozelos sem curvar-se nos quadris; marcha cruzada e sobre os calcanhares); cinco minutos de coordenação motora (movimentos coordenados de membros superiores e membros inferiores) e cinco minutos de relaxamento.

Os critérios de exclusão foram os seguintes: apresentar déficit de compreensão que limitasse a execução dos movimentos através de comandos verbais, ser portadora de seqüelas neurológicas motoras e de quadros agudos de doenças degenerativas ou doenças crônicas que comprometessem o aparelho locomotor. Para as idosas do GET a não assiduidade foi considerada critério de exclusão.

Para caracterizar a amostra em relação à idade, estatura e massa corporal, foram calculados as médias, desvios-padrão (dp) e utilizado o teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade. Todas as variáveis contínuas se apresentaram uniformes em ambos os grupos, dado que o coeficiente de variação foi menor que 20,00%. Nestes grupos as estimativas devem se manter constantes na população, pois o erro padrão se apresentou sempre inferior a 3,50% (conforme Tabela 1).

Para avaliar a velocidade de marcha os indivíduos foram orientados a deambular em um ritmo habitual ao longo de um percurso de 14 metros. Foram desprezados os três primeiros e últimos metros, que correspondem ao período de aceleração e desaceleração da marcha<sup>30</sup>. Portanto, foi medido o tempo gasto para completar os oito metros centrais. Para evitar viés de aferição, foi utilizado um cronômetro digital, acoplado a um mecanismo de foto célula, que o acionava e o interrompia no início e no final deste percurso. A média do tempo de três tentativas foi utilizada para calcular a velocidade de marcha expressa em metros por segundo (m/s). Para verificar a influência da hora do dia na velocidade de marcha, os testes foram aplicados em ambos os grupos pela manhã e pela tarde. Todos os sujeitos do estudo foram avaliados nos dois períodos do dia.

As escalas de equilíbrio de Berg e a POMA versão brasileira foram aplicadas e seus resultados foram comparados com o resultado da mensuração da velocidade de marcha.

Além da pesquisadora, dois fisioterapeutas treinados para este fim participaram da coleta de dados. Para se verificar a qualidade dos dados colhidos, foram aplicados testes de

confiabilidade intra e interavaliadores por meio do coeficiente de correlação intraclasse (CCIC). Todos os instrumentos utilizados mostraram alto nível de confiabilidade tanto intra (Berg: CCIC=0,86 com intervalo de confiança (IC) de 0,60 a 0,96; POMA: CCIC=0,99, com IC=0,96 a 1,00; velocidade de marcha: CCIC=0,97, com IC=0,91 a 0,99) quanto interavaliadores (Berg: CCIC=0,92, com IC=0,76 a 0,97; POMA: CCIC=0,95, com IC=0,86 a 0,98; velocidade de marcha: CCIC=0,98, com IC=0,95 a 0,99).

O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para verificar a influência da hora do dia na velocidade de marcha e para a análise das correlações entre a velocidade de marcha e o equilíbrio, e entre a velocidade de marcha e a idade das participantes.

O teste *t* de Student para amostras independentes foi utilizado para avaliar as diferenças encontradas entre os dois grupos. Um nível de significância de 0,05 foi considerado em todas as análises estatísticas.

A verificação de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk demonstrou a existência de proximidade com a distribuição normal em ambos os grupos para todas as variáveis, com exceção da variável massa corporal para o GET.

Todos os idosos aceitaram participar do estudo em questão, assinando o termo de consentimento livre e esclarecido conforme previsto na resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), tendo sido aprovado de acordo com o parecer número 00120228.000.

## Resultados

Os resultados serão apresentados a partir da comparação dos níveis de equilíbrio dos dois grupos. A seguir, serão apontados os achados relativos à velocidade de marcha, incluindo a análise dos valores encontrados de acordo com o período do dia (manhã ou tarde). Por fim, será analisada a existência de correlações entre velocidade e equilíbrio e entre velocidade e idade.

Quanto ao equilíbrio, a análise permite observar que o grupo de exercícios terapêuticos apresentou valores significati-

**Tabela 1.** Estatística descritiva dos grupos ambulatorial (GA, n=20) e de exercícios terapêutico (GET, n=20).

	$\bar{x}$		Md		dp		SEm		CV		Nível de confiança	
	GA	GET	GA	GET	GA	GET	GA	GET	GA	GET	GA	GET
Idade (anos)	73,30	73,84	75,00	74,00	5,36	5,57	1,19	1,27	7,31	7,53	2,50	2,68
Estatura (m)	1,53	1,54	1,54	1,54	0,03	0,04	0,00	0,01	2,42	3,02	0,17	0,02
MC (kg)	56,17	58,15	56,10	54,30	2,59	7,78	0,57	1,78	4,61	13,37	1,21	3,75

MC= massa corporal;  $\bar{x}$ = média; Md= mediana; dp= desvio-padrão; SE<sub>m</sub>= erro padrão da média; CV= coeficiente de variação.

vamente maiores ( $p < 0,05$ ) nas escalas de Berg e POMA ( $55,80 \pm 0,69$ ;  $56,80 \pm 0,36$ , respectivamente) quando comparados ao GA ( $53,05 \pm 3,28$ ;  $54,00 \pm 2,47$ , respectivamente). A Figura 1 ilustra a resposta dos níveis de equilíbrio dos indivíduos dos dois grupos estudados.

Para verificar a influência da hora do dia na velocidade de marcha, os testes foram aplicados em ambos os grupos, pela manhã e pela tarde, e os resultados podem ser vistos nas Figuras 2 (GA) e 3 (GET). A partir dos resultados apresentados, constatou-se que não houve influência desta variável na velocidade de marcha uma vez que nenhum dos grupos apresentou diferença significativa. Foi considerado o período da manhã para a análise.

Em relação à velocidade de marcha, como já se esperava, o GET apresentou valores significativamente ( $p < 0,05$ ) mais elevados na velocidade de marcha ( $0,99 \pm 0,10 \text{ m/s}$ ) do que o GA ( $0,83 \pm 0,12 \text{ m/s}$ ), como se pode observar na Figura 4.

Com relação aos níveis de correlação no GA, as estimativas se mantiveram baixas tanto para o teste POMA (0,25) quanto para o teste de Berg (0,26,  $p > 0,05$ ). No GET, as estimativas foram mais baixas: teste POMA (0,09) e de Berg (0,07,  $p > 0,05$ ). Segundo os resultados estatísticos, não há evidências de uma correlação entre as variáveis estudadas.

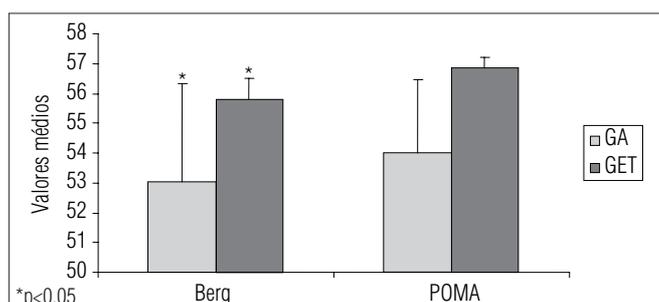
A análise da correlação entre a velocidade de marcha e a idade dos dois grupos revelou que o nível de correlação foi moderado ( $0,56$ ,  $p < 0,05$ ) no GA e alto no GET ( $-0,73$ ,  $p < 0,05$ ).

## Discussão

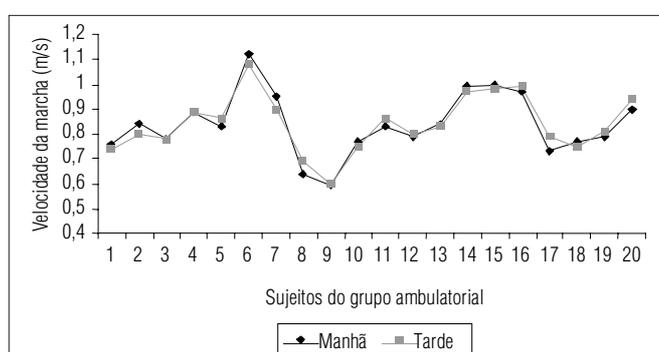
A redução da velocidade de marcha em idosos tem sido associada a uma diminuição da capacidade de controlar o equilíbrio corporal. Odasso et al.<sup>32</sup>, em um estudo de corte, avaliaram a velocidade de marcha de um grupo de idosos, distinguindo-os em três níveis de velocidade (alta, média e baixa). Os autores verificaram que o grupo de menor velocidade de marcha apresentou alta incidência de quedas entre outros eventos adversos.

Teixeira et al.<sup>17</sup>, estudando os aspectos biomecânicos do caminhar de idosos, encontraram maiores fases de apoio e menores fases de balanço, comparados com populações mais jovens. Os autores sugerem que nesta população existe uma necessidade de maior segurança, representado pelo aumento do duplo apoio para melhorar a manutenção do equilíbrio e o aumento desta fase da marcha implica em diminuição de sua velocidade<sup>10</sup>.

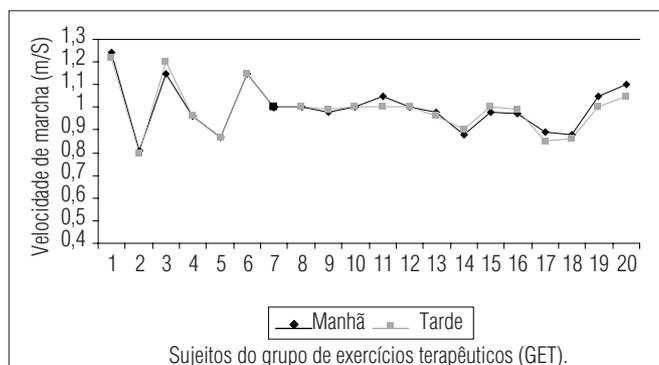
No entanto, os resultados obtidos no presente estudo não revelaram uma correlação entre a velocidade de marcha e o equilíbrio que pudesse apoiar a idéia de que estes idosos estariam utilizando a redução da velocidade como uma estratégia



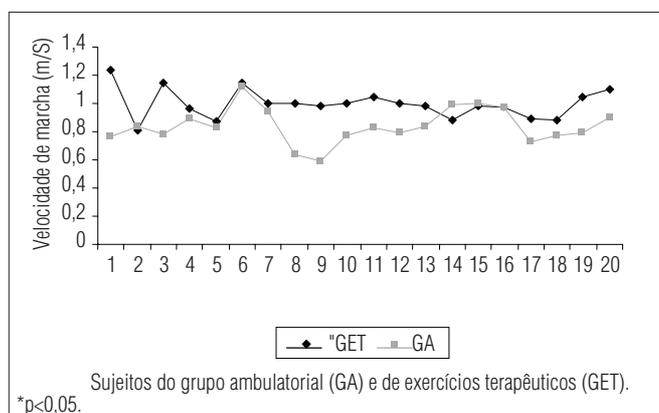
**Figura 1.** Resposta média do teste de equilíbrio segundo a escala de Berg e Performance-Oriented Mobility Assessment of Gait and Balance (POMA) nos grupos de exercícios terapêuticos (GET) e ambulatorial (GA). As colunas representam os valores médios e as barras verticais, os desvios-padrão.



**Figura 2.** Resposta da velocidade da marcha durante o teste no grupo ambulatorial (GA) pela manhã e à tarde;  $p > 0,05$ .



**Figura 3.** Resposta da velocidade da marcha durante o teste no grupo exercícios terapêuticos (GET) pela manhã e à tarde;  $p > 0,05$ .



**Figura 4.** Resposta do teste de velocidade da marcha nos grupos de exercícios (GET) e ambulatorial (GA).

compensatória para assegurar um equilíbrio adequado. Para outros autores, o declínio deste parâmetro se deve à diminuição da elasticidade dos músculos, da redução da mobilidade articular e da força muscular<sup>11,33</sup>. David et al.<sup>18</sup> relataram significativa correlação entre a força dos membros inferiores e a velocidade de marcha, fornecendo evidência de que a perda de força relacionada à idade era um dos fatores que causavam o declínio deste parâmetro entre os idosos. Fiatarone et al., apud Carvalho<sup>20</sup>, também encontraram esta correlação.

Kerrigan et al.<sup>21</sup> investigaram os padrões de marcha de velocidade confortável de jovens e idosos saudáveis, objetivando identificar mudanças específicas na cinemática e cinética e determinar se as mesmas persistiam na marcha rápida dos indivíduos idosos. Foram observadas reduções em 11 dos 28 parâmetros avaliados. Desses 11 parâmetros considerados significativamente diferentes entre os grupos de jovens e idosos, somente quatro persistiram em ambas as marchas, confortável e rápida. Estes parâmetros foram: o alcance da extensão do quadril, inclinação anterior da pelve, redução na geração de potência e no arco de movimento da flexão plantar. Com a persistência destes parâmetros, fica claro que essas alterações encontradas na marcha dos idosos não são mudanças adaptativas, e sim limitações específicas relacionadas à idade, uma vez que permaneceram alteradas mesmo quando os idosos foram levados a aumentar a velocidade de marcha, às custas do aumento da cadência. E seguindo um raciocínio biomecânico, pode-se inferir que a redução do arco de movimento de extensão de quadril que ocorre durante a marcha, considerado por Kerrigan et al.<sup>21</sup> como uma alteração específica, pode ser responsável por limitar o comprimento do passo, parâmetro que tem sido associado à redução da velocidade de marcha de idosos<sup>34</sup>. Estes achados sustentariam a hipótese de que o declínio deste parâmetro estaria relacionado a mudanças estruturais do sistema locomotor associadas ao envelhecimento.

Neste contexto, não é possível generalizar que o declínio da velocidade de marcha que ocorre entre os idosos seja uma estratégia utilizada para assegurar um bom equilíbrio. Talvez este mecanismo ocorra entre aqueles que sofrem repetidas quedas. Está claro na literatura que o medo de uma nova queda é uma das conseqüências da ocorrência deste evento<sup>35,36</sup>.

O fato de o GET apresentar melhores níveis de equilíbrio, corrobora outros estudos que reportam a melhora do equilíbrio de idosos saudáveis, após serem submetidos a programas de exercícios gerais semelhantes ao realizado neste estudo<sup>28,34,37</sup>.

Além dos resultados do presente estudo apontar maior velocidade de marcha no grupo de idosas praticante de exercícios terapêuticos, quando comparado ao grupo de idosas do

ambulatório, a análise estatística também revelou uma correlação inversa entre a velocidade de marcha e a idade nos grupos estudados. Esta correlação foi mais significativa no GET, o que não era esperado, uma vez que este grupo poderia estar sendo beneficiado pelo programa de exercícios terapêuticos, minimizando os efeitos fisiológicos do envelhecimento. Provavelmente esta correlação seria mais expressiva no grupo de idosas não praticantes de exercícios terapêuticos, com o aumento da amostra do estudo. Somado a isto, é importante levar em consideração os componentes do programa. Ficou claro que as idosas que praticam exercícios terapêuticos apresentam melhor equilíbrio, porém a velocidade de marcha não se mostrou muito expressiva naquelas com idade mais avançada. Como já foi citada, a força muscular dos membros inferiores traz grande relação com a velocidade de marcha<sup>18</sup>. Sipilä et al.<sup>19</sup> encontraram um aumento na velocidade de marcha de idosas após 18 semanas de treino de força muscular. Estes achados evidenciam a importância de inserir o fortalecimento muscular nos programas de exercícios destinados à população idosa.

A observação da associação entre o aumento da idade e a redução da velocidade de marcha observada principalmente no GET, foi de particular importância neste estudo, uma vez que ratifica que nem sempre a redução deste parâmetro está associada a alterações de equilíbrio, já que foi observado alto escore nas escalas que avaliaram esta variável.

Uma das limitações deste estudo foi avaliar apenas idosas, não incluindo o sexo masculino. A definição desta característica da amostra se deu em função de um número reduzido de idosos do sexo masculino no GET. Por outro lado, de acordo com a literatura, o declínio de força muscular, componente associado ao parâmetro velocidade de marcha, é mais pronunciado nas mulheres<sup>38</sup>.

Outra limitação que deve ser considerada é o fato de serem utilizados apenas testes de campo para avaliar as variáveis estudadas, não podendo contar com mensurações mais objetivas realizadas em testes de laboratório.

## Conclusões

Os resultados desta pesquisa não revelaram correlação significativa entre a velocidade de marcha e o equilíbrio das idosas estudadas, independente ou não de serem praticantes de exercícios terapêuticos. Somado a isto, foi evidenciado que independente de um bom nível de equilíbrio, o parâmetro velocidade de marcha declinou com a idade nos dois grupos estudados.

## Referências bibliográficas

- Guimarães RM, Isaacs B. Characteristics of gait in old people who fall. *Int Rehabil Med.* 1980;2(4):177-80.
- Bohannon RW. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference value and determinants. *Age Ageing.* 1997;26(1):15-9.
- Norton R, Campbell AJ, Lee-Joe T, Robinson E, Butler M. Circumstances of falls resulting in hip fractures among older people. *J Am Geriatr Soc.* 1997;45(9):1108-12.
- Anderson MIP. Quedas seguidas de fratura e hospitalização em idosos: frequência, circunstâncias e fatores de risco (tese de Doutorado). Rio de Janeiro: UERJ; 2003.
- Pinheiro RS. Estudo sobre variações no uso de serviços de saúde: abordagens metodológicas e a utilização de grandes bases de dados nacionais (tese de Doutorado). Rio de Janeiro: ENSP/ Fiocruz; 1999.
- Horak FB, McPherson JM. Postural orientation and equilibrium. In: Rowell LB; Sherpherd JT, editors. *Handbook of Physiology: a critical, comprehensive presentation of physiological knowledge and concepts.* New York: Oxford American Physiological Society; 1996. p. 255-92.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. Controle motor: teoria e aplicações práticas. 2ª ed. Barueri: Manole; 2003. p. 179-208
- Papaléo NM, Ponte JR. Fisiologia do envelhecimento. In: Papaléo NM. *Gerontologia: a velhice e o envelhecimento globalizado.* São Paulo: Atheneu; 1996.
- Guccione AA. Fisioterapia Geriátrica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002. p. 27-72.
- Perry J. Análise de marcha: marcha normal. São Paulo: Manole; 2005. p. 8-43.
- Judge J, Davis RB, Ounpuu S. Age-associated reduction in step length: testing the importance of hip and ankle kinetics. *Gait Posture.* 1995;3(2):81.
- Hausdorff JM, Nelson ME, Kaliton D, Layne JE, Bernstein MJ, Nuernberger A et al. Etiology and modification of gait instability in older adults: a randomized controlled trial of exercise. *J Appl Physiol.* 2001;90(6):2117-29.
- Lockhart TE, Woldstad JC, Smith JL. Effects of age-related gait changes on the biomechanics of slips and falls. *Ergonomics.* 2003;46(12):1136-60.
- Crosbie J, Vachalathiti R, Smith R. Age, gender and speed effects on spinal kinematics during walking. *Gait Posture.* 1997;5:13-20.
- Ferrandez AM, Pailhous I, Durup M. Slowness in elderly gait. *Exp Aging Res.* 1990;16:(1-2)79-89.
- Stolze H, Friedrich HJ, Steinauer K, Vieregge P. Stride parameters in health old women-measurement variability in a simple walkway. *Exp Aging Res.* 2000;26(2):159-68.
- Teixeira CS, Link DM, Ribeiro JK, Costa VP, Mota CB. Aspectos biomecânicos do caminhar em idosos. In: XVII Jornada Acadêmica Integrada. *Anais Acadêmicos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM):* Santa Maria; 2002.
- Buchner DM, Larson EB, Wagner EH, Koepsell TD, de Lateur BJ. Evidence for a non-linear relationship between leg strenght and gait speed. *Age Ageing.* 1996;25(5):386-91.
- Sipilä S, Multanen J, Kallinen M, Era P, Suominen H. Effects of strength and endurance training on isometric muscle strength and walking speed in elderly women. *Acta Physiol Scand.* 1996;156(4):457-64.
- Carvalho J, Soares JMC. Envelhecimento e força muscular: breve revisão. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto.* 2004;4(3):79-93.
- Kerrigan DC, Todd MK, Della Croce U, Lipsitz LA, Collins JJ. Biomechanical gait alterations independent of speed in the healthy elderly: evidence for specific limiting impairments. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998;79(3):317-22.
- Berg KO, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Gayton D. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada.* 1989;41:304-11.
- Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc.* 1986;34(2):114-26.
- Gomes GC. Tradução, adaptação transcultural e exame das propriedades de medida da escala "Perfomanced-Oriented Mobility Assessment" (POMA) para uma amostra de idosos brasileiros institucionalizados (tese de Mestrado). Campinas: Unicamp; 2003.
- Miyamoto ST, Lombardi Junior I, Berg KO, Ramos LR, Natour J. Brazilian version of the Berg balance scale. *Braz J Med Biol Res.* 2004;37(9):1411-21.
- Berg K, Norman KE. Functional assessment of balance and gait. *Clin Geriatr Med.* 1996;12(4):705-23.
- Buchner DM, Hornbrook MC, Kutner NG, Tinetti ME, Ory MG, Mulrow CD et al. Development of the common data base for the FICSIT trial. *J Am Geriatric Soc.* 1993;41(3):297-308.
- Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller JP, Mulrow CD et al. The effect of exercise on falls in the elderly patients: A preplanned meta-analysis of the FICST Trials. *Frailty and injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques.* *JAMA.* 1995;273(17):1341-7.
- VanSwearingen JM, Paschal KA, Bonino P, Yang JF. The modified Gait Abnormality Rating Scale and recognizing recurrent fall risk of community-dwelling, frail older veterans. *Phys Ther.* 1996;76(9):994-1002.
- Salmela LFT, Faria CDC, Cassiano JGC, Tirdo MGA. Vale a pena viver: promovendo autonomia e qualidade de vida para idosos. *Anais do 7º encontro de extensão da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG):* Belo Horizonte; 2004.
- Portney LG, Watkins MP. Statistical Measures of Rehability. In: *Foundations of clinical research: applications to practice.* 2ª ed. New Jersey: Prentice Hall Health; 2000. p. 528-36.
- Montero-Odasso M, Schapira M, Soriano ER, Varela M, Kaplan R, Camera LA et al. Gait velocity as a single predictor of adverse events in healthy seniors aged 75 year and older. *J Gerontology A Biol Sci Med Sci.* 2005;60(10):1304-9.

33. Pijnappels M, Bobbert MF, van Dieën JH. Changes in walking pattern caused by the possibility of a tripping reaction. *Gait Posture*. 2001;14(1):11-8.
34. Lord SR, Lloyd DG, Li SK. Sensori-motor function, gait patterns and falls in community-dwelling women. *Age Aging*. 1996;25(4):292-9.
35. Stalenoef PA, Diederiks JP, de Witte LP, Schiricke KH, Crebolder HF. Impact of gait problems and falls on functioning in independent living persons of 55 years and over: a community survey. *Patient Educ Coun*. 1999;36(1):23-31.
36. Maciel ACC, Guerra RO. Prevalência e fatores associados ao déficit de equilíbrio em idosos. *Rev Bras Ci Mov*. 2005;13(1):37-44.
37. Lord SR, Sherrington C, Menz HB. Falls in older people: risk factors and strategies for prevention. Cambridge: Cambridge University Press; 2001.
38. Roger MA, Evans WJ. Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training. *Exerc Sport Sci Rev*. 1993;21:65-102.