

Relação da pressão plantar e amplitude de movimento de membros inferiores com o risco de quedas em idosas

Relation of plantar pressure and range of movement of the lower limbs with the risk of falls in older women

Relación entre la presión plantar y la amplitud de los movimientos de los miembros inferiores y el riesgo de caídas en adultos mayores

Mayara Luca Vareschi Lopes¹, João Paulo Manfre dos Santos², Karen Barros Parron Fernandes³, Fernando Raphael Pinto Guedes Rogério¹, Rosemari Queiroz de Freitas⁴, Deise Aparecida de Almeida Pires-Oliveira³

RESUMO | Objetivou-se verificar a influência das variáveis de pressão plantar e amplitude de movimento (ADM) de quadril, joelho e tornozelo sobre o risco de quedas em idosas. Participaram 39 idosas, avaliando-se a Pressão Máxima e Média sobre a plataforma de baropodometria. Em seguida, realizou-se o teste *Timed Up and Go* (TUG) e posteriormente a avaliação da ADM de flexão de quadril e joelho e flexão plantar e dorsal de tornozelo por meio de um goniômetro. As variáveis baropodométricas (Pressão Máxima e Pressão Média) tenderam a influenciar os valores do TUG conforme valor do teste de hipótese ($p=0,051$), demonstrando correlação moderada ($r=0,487$), com destaque para a Pressão Máxima, que apresentou correlação significativa com o TUG ($p<0,005$). Entretanto, a ADM articular de quadril, joelho e tornozelo não apresentaram correlações significativas entre as variáveis baropodométricas e risco de quedas. Sobre a análise da associação entre o TUG, categorizado em baixo e médio risco de quedas, e as quedas, não foram observadas diferenças ($p=0,475$). O aumento da pressão máxima apresentou relação com o risco de quedas, mas a ADM de quadril, joelho e tornozelo não apresentaram relação sobre o risco de quedas e as variáveis baropodométricas na população investigada.

Descritores | Pé; Equilíbrio Postural; Idoso.

ABSTRACT | The aim of this study was to verify the influence of plantar pressure and range of motion of hip, knee and ankle variables with the risk of falls in older women. Thirty-nine older women participated, for which Maximum and Medium Pressure were evaluated using the baropodometry platform. Then, we performed the Timed Up and Go (TUG) test and subsequently the range of motion (ROM) evaluation of hip and knee flexion and dorsal and plantar ankle flexion through the use of a goniometer. Baropodometric variables (Maximum Pressure and Medium Pressure) showed a tendency to influence the values of the TUG according to the value of the hypothesis test ($P = 0.051$), demonstrating a moderate correlation ($R = 0.487$), with emphasis on the Maximum Pressure showing significant correlation with the TUG ($P<0.005$). However, the joint range of motion of hip, knee and ankle showed no significant correlations in the baropodometric variables and in the risk of falls. Concerning the analysis of the association between the TUG classified with low and medium risk of falls with the falls, no differences were found ($P = 0.475$). The increase in maximum pressure showed a relation with the risk of falls, though the range of motion of hip, knee and ankle showed no relation to the risk of falls and the baropodometric variables in the researched population.

Keywords | Foot; Postural Balance; Aged.

Estudo desenvolvido no Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde, Universidade Norte do Paraná (Unopar) – Londrina (PR), Brasil.

¹Mestre em Ciências da Reabilitação, Universidade Norte do Paraná (Unopar) – Londrina (PR), Brasil.

²Discente, Doutorado associado UEL/UNOPAR em Ciências da Reabilitação, Universidade Norte do Paraná (Unopar) – Londrina (PR), Brasil.

³Docente, Mestrado e Doutorado associado UEL/UNOPAR em Ciências da Reabilitação, Universidade Norte do Paraná (Unopar) – Londrina (PR), Brasil.

⁴Docente, Graduação em Educação Física e Mestre em Exercício Físico na Promoção da Saúde, Universidade Norte do Paraná (Unopar) – Londrina (PR), Brasil.

Endereço para correspondência: Mayara Luca Vareschi Lopes – Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde – Rua Marselha, 591, Jardim Piza – Londrina (PR), Brasil – CEP: 86041-140 – E-mail: mayvareschi@hotmail.com – Telefone: (43) 3971-9848 – Fonte de financiamento: Funadesp – Conflito de interesse: Nada a declarar – Apresentação: abr. 2015 – Aceito para publicação: jul. 2016 – Número de aprovação do comitê de ética: 276.702

RESUMEN | Se buscó evaluar la influencia de las variables de la presión plantar y la amplitud de los movimientos (ADM) de la cadera, rodilla y del tobillo en el riesgo de caídas en adultos mayores. Han participado del estudio 39 adultos mayores, de los que se evaluaron su presión máxima y media a través de la baropodometría. Además, se empleó la prueba Timed Up and Go (TUG) y la evaluación de la ADM de flexión de cadera y rodilla, y flexión plantar y dorsal del tobillo a través de un goniómetro. Las variables baropodométricas (presión máxima y media) presentaron influencias en los valores del TUG según el valor de la prueba de hipótesis ($p=0,051$), lo que demostró una moderada correlación ($r=0,487$), destacándose

la presión máxima, que presentó una significativa correlación con el TUG ($p<0,005$). La ADM articular de la cadera, rodilla y del tobillo no ha presentado significativa correlación entre las variables baropodométricas y el riesgo de caídas. Acerca del análisis entre el TUG, caracterizado de bajo y mediano riesgo de caídas, y las caídas no se han observado diferencias ($p=0,475$). El aumento de la presión máxima presentó relación con el riesgo de caídas, sin embargo la ADM de la cadera, rodilla y del tobillo no presentó relaciones entre el riesgo de caídas y las variables baropodométricas evaluadas en los participantes.

Palabras clave | Pie; Balance Postural; Adulto mayor.

INTRODUÇÃO

Como consequência do envelhecimento da população brasileira, 13% da população geral será composta por idosos até o ano de 2020¹, aumentando a ocorrência de doenças crônico-degenerativas² e incapacidades físicas, como diminuição da amplitude de movimento (ADM) e alterações da distribuição da pressão plantar, as quais alteram a propriocepção, levando o idoso a insegurança, instabilidade postural e quedas³.

As alterações estruturais e funcionais ocorrem devido ao processo de envelhecimento, variando de um indivíduo para o outro⁴, sendo um processo complexo e multifatorial⁵. Tais alterações acometem o sistema musculoesquelético, acompanhadas por perda de massa muscular, diminuição da força e ADM de membros inferiores (MMII), redução da resistência⁶⁻⁸ e alterações da estrutura óssea, influenciando a distribuição da pressão plantar, afetando as informações somatossensoriais e, assim, o equilíbrio⁹⁻¹².

Ao ter seu equilíbrio alterado, os idosos reduzem suas atividades de vida diária devido ao medo de quedas, lesões e imobilidade funcional, levando-os ao declínio da autonomia, indicador importante para a qualidade de vida dessa população².

Diversos métodos têm sido desenvolvidos para avaliar equilíbrio, pressão plantar e ADM, e incluem observações simples, testes clínicos, escalas e medidas posturográficas. Todos esses métodos apresentam vantagens e limitações, e podem fornecer diferentes resultados com múltiplas interpretações¹³.

Alguns testes funcionais, como o *Timed Up and Go* (TUG) e a Goniometria, respectivamente utilizados para

avaliar o risco de quedas e a liberdade de movimento articular, são amplamente empregados devido à fácil aplicabilidade e baixo custo, permitindo aos profissionais realizar análise da propedêutica, evolução do tratamento e prognóstico de modo quantitativo. Por outro lado, a baropodometria explora as variações dos pontos de apoio, objetivando mensurar e comparar a distribuição de pressão nos pés, fornecendo dados qualitativos da morfologia do passo e deslocamento do centro de força¹⁴⁻¹⁷.

A avaliação da distribuição da pressão plantar e ADM de MMII é importante porque a identificação de possíveis relações entre essas variáveis permite a adoção de medidas preventivas contra quedas. Além disso, a pesquisa sobre o apoio plantar ainda é escassa e apresenta necessidade de abordagens mais abrangentes, visto que a sua análise pode identificar instabilidade na deambulação do indivíduo. Destaca-se também a importância de instrumentos mais acessíveis para a prática clínica, que podem auxiliar nas avaliações e terapêuticas que envolvem as alterações da distribuição da pressão plantar.

Diante disto, propõe-se a hipótese de que as variações de pressão plantar e a ADM de MMII influenciam no risco de quedas. O objetivo deste estudo foi verificar a relação das variáveis de pressão plantar, relacionando as ADMs de quadril, joelho e tornozelo com o risco de quedas em idosos.

METODOLOGIA

Trata-se de estudo transversal, descritivo e analítico. As idosas foram recrutadas em Centros de Convivência

para Idosos e Unidades Básicas de Saúde na cidade de Londrina (PR), no período de junho a julho de 2014. Os critérios de inclusão foram idade ≥ 60 anos, ser fisicamente independente e apresentar estado cognitivo preservado (nota de corte ≥ 19) conforme a sua escolaridade, de acordo com o Mini Exame do Estado Mental (MEEM)¹⁸.

Para os critérios de exclusão, as idosas que não conseguiram realizar algum dos testes não foram incluídas no estudo, e, além disso, as participantes não poderiam apresentar lesão incapacitante e fratura no membro inferior, uso de órteses e próteses no membro inferior, distúrbios visuais, vestibulares ou neurológicos.

Determinou-se a amostra por meio do programa BioEstat 5.0, utilizando-se parâmetros de média e desvio-padrão. Considerando o intervalo de confiança de 95%, nível alfa de 5% e poder do teste de 80%, determinou-se que a amostra mínima seria composta por 39 indivíduos; considerando as perdas, foram avaliadas 45 idosas.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Norte do Paraná, conforme parecer nº 276.702. Após serem orientadas quanto ao estudo, as idosas assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, responderam ao MEEM e foram questionadas quanto à existência de quedas, com respostas simples, sim ou não, e o tempo desde a queda (sendo estas nos últimos 12 meses). Em seguida, após a familiarização com todos os instrumentos, realizou-se análise de distribuição da pressão plantar, TUG e de ADM de MMII.

Para análise da distribuição da pressão plantar utilizou-se a plataforma baropodométrica Eletrônica (Footwork, Arquipelago®). As idosas permaneceram, uma por vez, sobre a plataforma, descalças, com olhos abertos, em postura relaxada e os braços na lateral do corpo. Foram orientadas a manter a visão em um ponto fixo, marcado na parede a dois metros de distância da plataforma e na altura dos olhos. Realizou-se a avaliação estática com apoio bipodal; as imagens foram captadas em um tempo de 30 segundos e registradas em um microcomputador com software específico. As variáveis analisadas foram as pressões máxima (P_Máx) e média (P_Méd). Em seguida, realizou-se o TUG, mensurando em segundos o tempo gasto para levantar de uma cadeira, andar uma distância de três metros, girar 180°, caminhar em direção à cadeira e sentar novamente. Nenhuma ajuda foi dada durante o teste, e após a sua realização as idosas foram classificadas de acordo com

o tempo gasto: menos de 10 segundos, baixo risco de quedas; 10 a 20 segundos, médio risco de quedas; e acima de 20 segundos, alto risco de quedas¹⁹.

O último teste realizado foi a avaliação da ADM de MMII utilizando o Goniômetro Universal (Carci®). Na avaliação de ADM de flexão de quadril, o indivíduo permaneceu em decúbito dorsal, e o braço fixo do goniômetro foi posicionado na linha axilar do tronco, o braço móvel sobre a superfície lateral da coxa e o eixo central posicionado no trocanter maior. Em seguida, realizou-se a flexão do quadril, com o joelho estendido, até o ponto máximo em que ocorreu sensação de desconforto para obtenção desse grau de amplitude. Depois disso, a idosa permaneceu em decúbito ventral com os joelhos para fora da maca para avaliação de ADM de joelho: o braço fixo do goniômetro foi colocado na face lateral da coxa, o braço móvel sobre a superfície lateral da perna e o eixo central sobre a linha articular da articulação do joelho, em seguida foi solicitado o movimento de flexão para obtenção da ADM dessa articulação. Já para a avaliação da ADM de tornozelo, o indivíduo permaneceu sentado na maca, com os joelhos para fora e suspensos, fletido a 90 graus: o braço fixo do goniômetro foi colocado na face lateral da perna, o braço móvel sobre a superfície lateral do pé, com a linha central em cima do último metatarso, e o eixo central sobre o maléolo lateral; realizou-se o movimento de flexão dorsal seguido de flexão plantar para obtenção da ADM total dessa articulação^{20,21}. Foram realizadas três avaliações para extrair a maior angulação da ADM (das três articulações), sendo utilizada a maior medida encontrada entre os dois membros²².

Os dados estatísticos estão apresentados em média e desvio-padrão. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste Shapiro-Wilk. Para observar se existe correlação da baropodometria e ADM com o TUG e ADM e com as variáveis da baropodometria, realizou-se uma Regressão Linear Simples, e o teste qui-quadrado para verificar associação entre TUG e as quedas. O pacote estatístico utilizado foi SPSS versão 20. A significância adotada para esse estudo foi de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Foram avaliadas 39 idosas, com idade média de 70,94 anos (DP 5,46), peso médio de 61,91 kg (DP 11,67), altura média de 1,53 m (DP 0,058) e IMC médio de

26,36kg/m² (DP 3,94). As idosas apresentaram ADM de quadril de 88,05° (DP 11,00), de joelho de 111,87° (DP 13,84) e de tornozelo de 43,95° (DP 8,36). Em relação ao TUG, foram classificadas em baixo e médio risco (10,00; DP 2,77). Não foi verificada associação entre baixo e médio risco de quedas, baseando-se no TUG e quedas no último ano (qui-quadrado=0,509, p=0,475).

Tabela 1. Análise da associação de TUG e quedas

Quedas		TUG		Total
		Baixo Risco	Médio Risco	
Sim	n %	10	4	14
		71,4%	28,6%	100%
Não	n %	15	10	25
		60%	40%	100%
Total	n %	2564,1%	14 - 35,9%	39
				100%

Qui-quadrado=0,509, p=0,475

Na análise da influência das variáveis baropodométricas (P_Méd; P_Máx), foi observada tendência de influenciar os valores do TUG (Regressão Linear, f=2,636; p=0,051), com correlação moderada (r=0,487), podendo concluir que essas variáveis representam 23,7% da variância total do TUG na amostra estudada, com destaque para a P_Máx, que obteve significância estatística em relação ao TUG (p<0,005).

Tabela 2. Análise da influência da baropodometria sobre o TUG

Variável dependente	Variáveis predictoras	Coefficiente padronizado	IC 95%	Valor de p
TUG	P_Máx	1,597	6,715/35,454	0,005*
p<0,05= significância	P_Méd	-1,078	-8,073/0,210	0,062

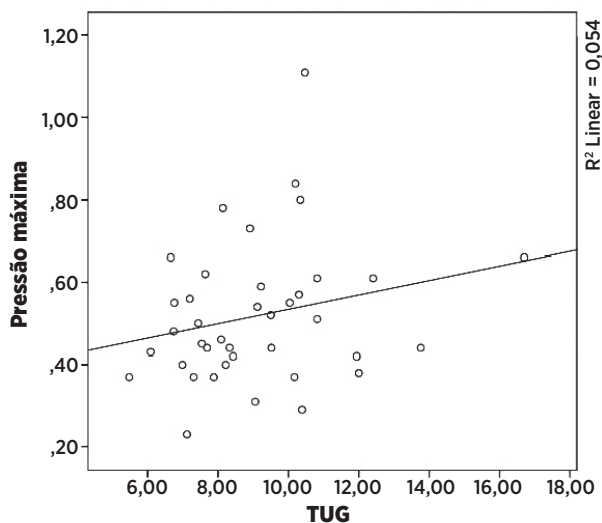


Gráfico 1. Relação da influência da Pressão Máxima sobre o TUG

Já para a análise da relação da ADM de MMII com o TUG, não foi observada influência significativa (Regressão Linear, f=1,743; p=0,176), exibindo correlação fraca (r=0,361), representando apenas 13,0% da variância total do TUG. O mesmo foi encontrado na análise da relação entre ADM de MMII e a P_Máx (Regressão Linear, f=0,119; p=0,948), encontrando fraca correlação (r=0,100), representando apenas 10,0% da variância total da P_Máx.

DISCUSSÃO

O aumento da pressão plantar de idosos pode provocar quedas, pois a propriocepção e a informação sensorial da superfície plantar são os fatores mais importantes para a manutenção do equilíbrio postural em condições normais²³, tendo em vista que, durante a marcha, o pé é a única estrutura do corpo humano em contato com o solo, e qualquer fator que possa atrapalhar a sua função normal, como é o caso da pressão plantar, pode prejudicar a estabilidade e o equilíbrio corporal²⁴.

Além disso, Menz e Lord²⁵ investigaram as alterações do pé e verificaram que apresentavam direta relação com o desempenho em testes de estabilidade coordenada e testes funcionais, pois os deslocamentos mais amplos do corpo interferem em um trabalho maior da base, e isso causaria deficiência na resposta de estabilidade para indivíduos que apresentam problemas nos pés, como, por exemplo, o aumento da pressão plantar.

Assim, Alfieri et al.¹¹ analisaram a influência de um programa de intervenção fisioterapêutica voltado à estimulação proprioceptiva sobre a estabilidade postural em indivíduos idosos, que demonstraram através da baropodometria um aumento significativo da área de contato plantar nas posições de apoio bipodal, bem como diminuição significativa do pico de pressão de contato na superfície plantar. Isso facilita o controle dos movimentos, uma vez que a quantidade de receptores sensoriais plantares em contato com a superfície também aumenta, suprindo o sistema nervoso com informações mais precisas da periferia, favorecendo uma melhor distribuição dos picos de pressão e facilitando o controle motor e estabilidade postural²⁶, demonstrando que o aumento da pressão plantar pode influenciar o risco de quedas.

Conseqüentemente, o estímulo sensorial cutâneo plantar desempenha importante papel na regulação da marcha humana, contribuindo para o controle postural

em condições de mudanças posturais multidirecionais que ocorrem de forma imprevisível durante a marcha, considerando que as aferências dos mecanorreceptores plantares fornecem informações detalhadas, facilitando reações compensatórias²⁷.

Não foi verificada associação na análise do teste de TUG em relação às quedas, pois a população estudada classificou-se em baixo e médio risco para quedas, sendo que todas as idosas são fisicamente ativas, sem nenhuma alteração mioarticular, o que poderia contribuir para o risco das quedas. O tempo gasto para realização do teste de TUG está diretamente associado ao nível de mobilidade funcional²⁸; portanto, um bom desempenho do teste de TUG neste estudo pode ser atribuído aos benefícios oriundos das adaptações morfológicas e neuromusculares advindas das atividades laborais diárias, podendo ser responsável por um declínio menos acentuado dessas capacidades motoras.

Já sobre a análise da ADM com o teste de TUG, alguns autores relatam que a diminuição da ADM encontrada no envelhecimento afeta a coordenação e o equilíbrio, predispondo o indivíduo a quedas⁷, o que não foi encontrado na população investigada, demonstrando que a etiologia das quedas é normalmente multifatorial^{29,30}, resultante da interação entre fatores intrínsecos e extrínsecos³¹.

No entanto, Carvalho et al.¹² demonstraram relação da baixa mobilidade do hálux com aumento da pressão plantar em idosos, quando comparados com adultos jovens, articulação não investigada pelo nosso estudo, justificando a ausência de relação entre a ADM de MMII com o aumento da pressão plantar.

Apesar de ter sido possível considerar a contribuição de altas pressões plantares para quedas, outras variáveis, como tipo de pé, também podem desempenhar um papel importante²⁵, influenciando a distribuição da pressão plantar. No entanto, deve-se ainda considerar a importância de avaliar a força e resistência muscular, uma vez que a fraqueza e limitação de ADM em MMII estariam associadas a mudanças do padrão de marcha, bem como à dificuldade de equilíbrio^{21,32}.

CONCLUSÃO

As variáveis de flexão de quadril e joelho, e de flexão dorsal e plantar de tornozelo não influenciaram o risco de quedas e as variáveis baropodométricas. No entanto, o aumento da pressão máxima influenciou a ocorrência

de risco para a população estudada. Esses resultados demonstram a importância de se investigar as alterações da distribuição da pressão plantar em idosas, pois alterações dos pés podem aumentar o risco para quedas, deixando estes indivíduos mais suscetíveis a esses eventos e às suas consequências, afetando a autonomia, indicador importante para qualidade de vida dessa população.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira 2012 [Internet]. 2012 [acesso em 19 nov 2014]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoedevida/indicadoresminimos/sinteseindicisociais2012/>
2. Ruwer SL, Rossi AG, Simon LF. Equilíbrio no idoso. Rev Bras Otorrinolaringol. 2005;71(3):298-303.
3. Pereira SRM, Buksman S, Perracini M, Py L, Barreto KML, Leite VMM. Quedas em idosos. [Internet]. 2001 [acesso em 5 set 2014]. Disponível em: http://www.portalmédico.org.br/diretrizes/quedas_idosos.pdf
4. Meale BB, Granado FB, Prado RA. Avaliação do equilíbrio postural em idosos praticantes de hidroterapia em grupo. Mundo Saúde. 2008;32(1):56-63.
5. Bloss CS, Pawlikowska L, Schork NJ. Contemporary human genetic strategies in aging research. Ageing Res Rev. 2011;10(2):191-200.
6. Rebelatto JR, Calvo JI, Orejuela JR, Portillo JC. Influência de um programa de atividade física de longa duração sobre a força muscular manual e a flexibilidade corporal de mulheres idosas. Rev Bras Fisioter. 2006;10(1):127-32.
7. Trudelle-Jackson E, Fleisher LA, Borman, N, Morrow JR Jr, Frierson GM. Lumbar spine flexion and extension extremes of motion in women of different age and racial groups. Spine. 2010;35(16):1539-44.
8. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ et al. American College of Sports Medicine position stand: exercise and physical activity for older adults. Med Sci Sports Exer. 2009;41(7):1510-30.
9. Singh DKA, Bailey M, Lee RYW. Ageing modifies the fibre angle and biomechanical function of the lumbar extensor muscles. Clin Biomech. 2011;26(6):543-7.
10. Sacco ICN, Bacarin TA, Watari R, Suda EY, Canettieri MG, Souza LC et al. Envelhecimento, atividade física, massa corporal e arco plantar longitudinal influenciam no equilíbrio funcional de idosos? Rev Bras Educ Fís Esp. 2008;22(3):183-91.
11. Alfieri FM, Teodori RM, Guirro RRJ. Estudo baropodométrico em idosos submetidos à intervenção fisioterapêutica. Fisioter Mov. 2006;19(2):67-74.
12. Carvalho CE, Silva RA, Gil AW, Oliveira MR, Nascimento JA, Oliveira DAAP. Relationship between foot posture measurements and force platform parameters during two

- balance tasks in older and younger subjects. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(3):705-10.
13. Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athl Train*. 2005;40(1):41-6
 14. Andrade JA, Leite VM, Teixeira-Salmela LF, Araújo PMP, Juliano Y. Estudo comparativo entre os métodos de estimativa visual e goniometria para avaliação das amplitudes de movimento da articulação do ombro. *Acta Fisiatr*. 2003;10(1):12-6.
 15. Venturini C, André A, Aguilar BP, Giacomelli B. Confiabilidade de dois métodos de avaliação da amplitude de movimento ativa de dorsiflexão do tornozelo em indivíduos saudáveis. *Acta Fisiatr*. 2006;13(1):39-43.
 16. Figueiredo JAC. Estudo da redistribuição do apoio plantar através da baropodometria utilizando o equilibrador neuromuscular. *Ter Man*. 2005;3(11):346-50.
 17. Riguetto RR. Estudo da pressão plantar através da baropodometria em pacientes portadores de bruxismo do sono após uso de placa oclusal. [Dissertação de Mestrado]. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP); 2004.
 18. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Envelhecimento e Saúde da Pessoa Idosa. Brasília: Ministério da Saúde; 2007.
 19. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther*. 2000;80(9):896-903.
 20. Queiroga MR. Testes e medidas para avaliação da aptidão física relacionada à saúde em adultos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.
 21. Farinatti PTV, Lopes LNC. Amplitude e cadência do passo e componentes da aptidão muscular em idosos: um estudo correlacional multivariado. *Rev Bras Med Esporte*. 2004;10(5):389-94.
 22. Schmidt, A. Caderno de estudos de cineantropometria. Goiânia: Universidade Salgado de Oliveira; 2011.
 23. Perrin PP, Gauchard GC, Perrot C, Jeandel C. Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. *Br J Sports Med*. 1999;33(2):121-6.
 24. Mickle KJ, Munro BJ, Lord SR, Menz HB, Steele JR. Foot pain, plantar pressures, and falls in older people: a prospective study. *J Am Geriatr Soc*. 2010;58(10):1936-40.
 25. Menz HB, Lord SR. The contribution of foot problems to mobility impairment and falls in community-dwelling older people. *J Am Geriatr Soc*. 2001;49(12):1651-6.
 26. Speers RA, Kuo AD, Horak FB. Contributions of altered sensation and feedback responses to changes in coordination of postural control due to aging. *Gait Posture*. 2002;16(1):20-30.
 27. Perry SD, McIlroy WE, Maki BE. The role of plantar cutaneous mechanoreceptors in the control of compensatory stepping reactions evoked by unpredictable, multi-directional perturbation. *Brain Res*. 2000;877(2):401-6.
 28. Worsfold C, Simpson JM. Standardisation of a three-metre walking test for elderly people. *Physiotherapy*. 2001;87(3):125-32.
 29. Masud T, Morris RO. Epidemiology of falls. *Age Ageing*. 2001;30(Suppl 4):3-7.
 30. Almeida ST, Soldara CLC, Carli GA, Gomes I, Resende TL. Análise de fatores extrínsecos e intrínsecos que predisõem a quedas em idosos. *Rev Assoc Med Bras*. 2012;58(4):427-33.
 31. Kallin K, Lundin-Olsson L, Jensen J, Nyberg L, Gustafson Y. Predisposing and precipitating factors for falls among older people in residential care. *Public Health*. 2002;116(5):263-71.
 32. 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.