

## Altura percentual do centro de gravidade e número de quedas em idosos ativos e sedentários

*Center of gravity height and number of falls in active and sedentary older adults*

Fernanda Veruska Narciso 1  
 Silvio Soares Santos 2  
 Fernanda Ferreira 1  
 Vanessa Silva Lemos 1  
 Mário Antonio Barauna 1  
 Nádia Carla Cheik 2  
 Roberto Sérgio de Tavares Canto 3

**Resumo** – No envelhecimento, verifica-se modificações no metabolismo energético, resultando em aumento da gordura corporal, diminuição da massa muscular e da estatura o que pode levar às alterações no posicionamento do Centro de Gravidade (CG) e consequentes quedas. Os objetivos do presente estudo foram: identificar a altura percentual do CG e o número de quedas (NQ) sofridas pelos idosos nos últimos 12 meses, compará-los entre o grupo de idosos ativos e sedentários e correlacioná-los com as variáveis antropométricas (massa corporal, estatura e IMC). A amostra foi composta por 102 idosos de ambos os sexos, com idade entre 60 e 84 anos, entre eles, 64 ativos e 38 sedentários. Foram avaliados dados antropométricos, NQ, nível de atividade física dos idosos sedentários e altura percentual do CG. Foram realizados cálculos de média e desvio padrão e as correlações entre as variáveis foram verificadas através da aplicação do Coeficiente de Correlação de Pearson. Identificou-se que a altura percentual do CG dos idosos ativos encontra-se a  $57,54\% \pm 2,57\%$  e dos idosos sedentários a  $57,47\% \pm 1,94\%$  de sua altura, não foram observadas correlações significativas da altura percentual do CG com nenhuma das variáveis antropométricas e com NQ nos idosos de ambos os grupos. Pode-se concluir que os idosos apresentam valor do CG acima do considerado fisiológico (55%), não houve associação significativa entre a altura percentual do CG, as variáveis antropométricas e o NQ.

**Palavras-chave:** Idoso; Acidentes por quedas; Equilíbrio musculoesquelético.

1. Centro Universitário do Triângulo Uberlândia, MG, Brasil.

2. Universidade Federal de Uberlândia. Faculdade de Educação Física. Uberlândia, MG.Brasil

3. Universidade Federal de Uberlândia. Faculdade de Medicina. Uberlândia, MG.Brasil

Recebido em 14/07/09

Revisado em 07/10/09

Aprovado em 21/12/09

**Abstract** – Older adults present changes in energy metabolism that result in an increase of body fat and a decrease of muscle mass and height, leading to alterations in the position of the center of gravity (CG) and consequent falls. The objective of the present study was to compare the percent CG height and the number of falls (NF) over the last 12 months between active and sedentary older adults and to correlate them with anthropometric variables (body weight, height and BMI). The sample consisted of 102 men and women ranging in age from 60 to 84 years, including 64 active and 38 sedentary subjects. Anthropometric variables, NF, level of physical activity of sedentary subjects, and percent CG height were evaluated and the mean and standard deviation were calculated. Correlations between variables were estimated using Pearson's correlation coefficient. The percent CG height was  $57.54 \pm 2.57\%$  in active subjects and  $57.47 \pm 1.94\%$  in sedentary subjects. No significant correlations were observed between percent CG height and anthropometric variables or NF in either group. In conclusion, older adults present a CG above the physiological value (55%). No significant association was observed between percent CG height, anthropometric variables and NF.

**Key words:** Elderly; Accidental falls; Musculoskeletal equilibrium.

## INTRODUÇÃO

A queda em idosos é reconhecida como um importante problema de saúde pública, em decorrência da alta frequência com que ocorre, da morbidade e do elevado custo social e econômico por fraturas e internações, levando a uma importante perda de autonomia e de qualidade de vida entre estes indivíduos<sup>1,2</sup>.

Segundo Guidelines for the Prevention of Falls in People Over 65<sup>3</sup> e o Projeto Diretrizes sobre Quedas na Terceira Idade<sup>4</sup>, existem vários fatores de risco preditores de queda, entre eles, mulheres com 80 anos ou mais, história de queda anterior, equilíbrio diminuído, marcha lenta com passos curtos, decréscimo da mobilidade, doenças crônicas, medo de cair, alterações visuais, cognitivas e psicológicas, incontinência urinária, obstáculos no lar, fraqueza muscular de membros inferiores, baixa aptidão física, alta ingestão de medicamentos e uso de medicação psicotrópica e cardiovascular<sup>5</sup>.

No envelhecimento, verifica-se modificações no metabolismo energético, o que resulta em aumento da gordura corporal, diminuição das fibras e massa musculares, da estatura devido à compressão do espaço intervertebral, e às mudanças na densidade óssea e nas curvaturas vertebrais, o que pode levar às alterações no posicionamento do Centro de Gravidade (CG) e consequentes quedas<sup>6-10</sup>.

A Queda é definida como um evento não-intencional, de origem multifatorial, que tem como resultado a transferência de posição do indivíduo para um nível inferior em relação à sua posição inicial, e que pode ser causado por fatores internos, forças externas agindo sobre o corpo ou sem que tenha havido algum fator determinante. Ela ocorre quando a linha vertical do CG ultrapassa os limites da base de sustentação e a correção da posição corporal não acontece a tempo<sup>11,12</sup>.

O CG é considerado como um ponto virtual no qual se concentra toda a massa do corpo, de forma uniforme, conceito este, equivalente ao centro de massa (CM) quando o corpo está submetido à força gravitacional<sup>13,14</sup>. Em objetos que apresentam geometria definida, a localização do CG é facilmente percebida pelo ponto de encontro de suas diagonais. Em corpos articulados, o CG é resultante de todas as posições dos centros de gravidade específicos de cada segmento que os compõem e oscila de acordo com a movimentação ou posição assumida pelo mesmo corpo. Porém, em corpos geometricamente irregulares, como o corpo humano, sua localização tende a ser mais próxima de onde há mais massa corporal distribuída<sup>8,15</sup>.

No indivíduo adulto em posição anatômica, ereta e estática, o centro de gravidade encontra-se ligeiramente anterior à segunda vértebra sacral, próximo aos quadris e aproximadamente, a 55% da sua estatura<sup>16</sup>. Variações antropométricas e dos segmentos corporais causam alterações na localização do CG, que é encontrado mais alto no homem devido à maior largura dos ombros e mais baixo nas mulheres por apresentarem os quadris mais largos.

A análise da localização do CG é essencial para conhecer o local de sua projeção na base de apoio e, conseqüentemente, o estado de equilíbrio do corpo e a propensão de quedas, além de facilitar o entendimento da biomecânica desse corpo nas atividades motoras diárias<sup>11,17</sup>. Portanto, o objetivo do presente estudo foi identificar a altura percentual do CG e o número de quedas (NQ) sofridas nos últimos 12 meses, compará-los entre idosos ativos e sedentários e correlacioná-los com variáveis antropométricas (massa corporal, estatura e IMC).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### População e amostra

A amostra foi composta por 102 idosos de ambos os sexos com idade entre 60 e 84 anos. Dentre eles, 64 participavam do projeto "Atividades físicas e recreativas para a terceira idade (AFRID)" da Faculdade de Educação Física (FAEFI), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), e 38 eram sedentários.

Todos os idosos participantes do projeto AFRID foram convidados a participar do estudo, sendo avaliados aqueles que compareceram à coleta de dados. Estes foram considerados ativos, pois realizavam atividades físicas por mais de uma hora, durante três vezes na semana. Foi solicitado aos mesmos que indicassem outros idosos que não participassem do projeto. Os idosos indicados foram convidados a participar da pesquisa e foram avaliados aqueles que compareceram à coleta de dados.

O estudo teve como critérios de inclusão idosos de ambos os sexos com idade entre 60 e 84 anos, participantes do projeto AFRID e idosos indicados por estes. Foram adotados como critérios de exclusão idosos que apresentavam doenças cerebrodegenerativas e alterações neurológicas; perda de consciência; amputação de membro inferior ou uso de prótese; aqueles incapazes de deambular independentemente; os que se locomoviam por cadeiras de rodas; que não assinaram o termo de consentimento informado livre e esclarecido, bem como idosos institucionalizados.

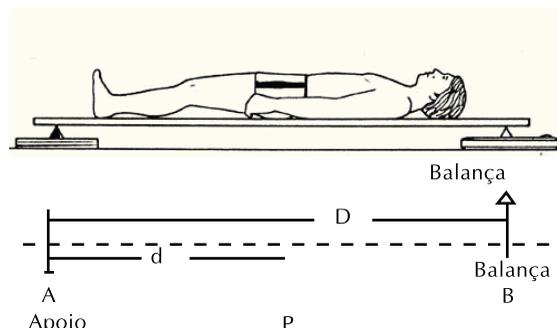
### Protocolo metodológico

Primeiramente, o presente estudo foi aprovado pelo Conselho de Ética e Pesquisa (CEP) em seres humanos do Centro Universitário do Triângulo – UNITRI (número: 601239). Após o preenchimento e assinatura do termo de consentimento, foram avaliados: a) dados antropométricos; b) número de quedas sofridas no último ano; c) nível de atividade física dos idosos sedentários e d) altura percentual do CG.

O número de quedas sofridas no último ano foi coletado através da aplicação de um questionário elaborado por Perracini<sup>18</sup>. A avaliação antropométrica foi realizada através da mensuração da massa corporal e estatura e, em seguida, foi analisado o índice de massa corpórea (IMC):  $IMC (Kg/m^2) = \text{massa corporal (Kg)}/\text{Estatura (m)}^2$ <sup>19</sup>. A mensuração da massa corporal foi realizada por uma balança Filizola® com escala de 0 a 150 kg e precisão de 100g, devidamente calibrada e aferida pelo INMETRO. Os idosos apresentaram-se descalços e portando roupas leves. Para a avaliação da estatura, foi utilizado um estadiômetro marca Sanny®, com o indivíduo posicionado em ortostatismo, pés paralelos e descalços, olhar numa posição horizontal e confortável.

O nível de atividade física foi avaliado pelo questionário de BAECKE modificado para idosos (QMBI), sendo estabelecido ponto de corte em 9,4 e 16,5 pontos<sup>20</sup>. Este questionário não foi aplicado ao grupo caso, pois os mesmos já estavam engajados no projeto AFRID que exige uma permanência mínima no treinamento de 3 vezes por semana, durante 50 minutos. Em relação às regras do programa, os idosos que se ausentassem por 3 aulas consecutivas ou alternadas, sem justificativa legal, eram excluídos do projeto AFRID.

Para determinar o posicionamento do Centro de Gravidade (%CG) do corpo dos voluntários, em relação ao eixo longitudinal no plano transversal, foi utilizado o método da Prancha de Reação<sup>8</sup>. Foi usado um bloco de madeira da mesma altura da superfície de pesagem da balança, uma balança digital Filizola® com escalas de 0 a 150 kg e precisão de 100 gramas, e uma prancha rígida de 2m de comprimento por 1m de largura com suportes pontiagudos e nítidos em ambas as pontas (figura 1). O avaliado postou-se sobre a prancha de reação em decúbito dorsal e permaneceu imóvel, com os membros superiores ao longo do corpo e respiração tranquila até que as medidas fossem coletadas e anotadas. Antes do início da avaliação, a leitura da balança já marcava o valor zero, pois a massa da prancha havia sido calculada e retirado como o valor de tara, ou seja, o valor subtraído do total.



Fórmula:1

$$\sum \tau = 0 \quad MC(P) \times d - B \times D \rightarrow d = B \cdot 2 / MC(P)$$

Fórmula:2

$$\%CG = d \times 100 / \text{estatura}$$

**Figura 1.** Método da Prancha de Reação e fórmulas aplicadas aos dados obtidos, onde: d = posição do CG (em metro); B = Leitura da balança (kg); P = Massa Corporal (kg); D = distância conhecida entre os dois apoios pontiagudos (m).

O cálculo dessas medidas de localização do plano que contém o centro de gravidade envolveu a soma dos torques que atuaram ao redor do apoio da plataforma de mesma altura da superfície de pesagem da balança. Os valores da leitura da balança, a massa corporal do voluntário e a distância entre os apoios são levados a uma fórmula, na qual o somatório de todos os torques foi igual a zero (equilíbrio estático). A distância entre a força de reação do ponto referencial (apoio) situado sobre a balança e o apoio da plataforma (eixo) será sempre zero, o que fisicamente corresponde à origem dos pontos.

Por isso, mesmo considerando que o apoio da plataforma também exerça uma força de reação sobre a prancha, ela não cria torque. Com a prancha de reação e o indivíduo em equilíbrio estático, pôde ser calculada a distância entre o plano do CG do indivíduo e o eixo, correspondendo à altura do CG de acordo com a fórmula 1 demonstrada na figura 1. Esta medida da distância entre o plano do CG e o indivíduo foi anotada. Ao final deste cálculo, obteve-se o valor de d em escala métrica, mas para transformá-lo em percentual de altura (%), foi utilizada a fórmula 2, também demonstrada na figura 1.

### Tratamento Estatístico

Para a análise estatística foram usados os Softwares SPSS versão 12.0 e o BioEstat versão 4.0

Foram calculados média aritmética e desvio padrão dos dados. Para o cálculo de p, foi aplicado teste t para amostras não pareadas e para as correlações entre as variáveis intra-grupo (massa corporal, IMC, %CG e número de queda) foi aplicado o Coeficiente de Correlação de Pearson. Foi considerado um nível de significância de 95%, com  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

As características da amostra constituída por 102 idosos estão descritas na tabela 1. É importante ressaltar que os idosos de ambos os grupos apresentam sobrepeso com IMC acima de 25.1 kg/m<sup>2</sup>, de acordo com a OMS<sup>21</sup>.

**Tabela 1.** Caracterização da amostra em relação aos grupos de idosos fisicamente ativos (IA) e sedentários (IS) expressos em média, desvio-padrão e Índice de Massa Corporal (IMC).

Variáveis	IA (64)	IS (38)
	Média (DP)	Média (DP)
Idade (anos)	70,03±5,91	65,87±5,22
Sexo feminino (n)	61	25
Sexo masculino (n)	3	13
Massa corporal (Kg)	64,81±11,14	66,63±14,41
Estatura (m)	1,55±0,07	1,58±0,09
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	26,87±4,03	26,48±4,47

Os valores da altura percentual do CG e NQ sofridos, no último ano, pelos idosos de ambos os grupos são demonstrados na tabela 2. Ao comparar estas variáveis entre o grupo de idosos ativos e sedentários não houve diferença estatisticamente significativa ( $p=0,88$  e  $p=0,68$  respectivamente).

**Tabela 2.** Resultados de altura percentual do CG (%CG) e número de quedas (NQ) no último ano em ambos os grupos de idosos expressos em média e desvio-padrão ( $\pm$ ).

IDOSOS	CG (%)	NQ
IA (64)	57,54 $\pm$ 2,57	0,91 $\pm$ 1,09
IS (38)	57,47 $\pm$ 1,94	1,03 $\pm$ 1,94

As correlações entre altura percentual do CG, variáveis antropométricas e o NQ sofridas pelos idosos ativos e sedentários estão representadas na tabela 3, sendo que não houve correlações estatisticamente significativas entre as variáveis analisadas.

## DISCUSSÃO

De acordo com o ponto de corte estabelecido pela World Health Organization (WHO)<sup>21</sup> e Kyle et

al.<sup>22</sup>, 67,65% dos participantes do presente estudo apresentaram um índice de massa corpórea (IMC) acima do normal ( $26,73 \pm 4,18$  Kg/m<sup>2</sup>), ou seja, sobrepeso, sendo 84,31% da amostra composta por indivíduos do sexo feminino, além disso, mais da metade destes caíram no último ano, porém, não houve correlação com ocorrência de quedas devido a essa alteração antropométrica, como observado na tabela 3. No estudo realizado com idosos residentes no Município de São Paulo, foram demonstradas características de sobrepeso e obesidade em maior proporção no gênero feminino (40,5%) e verificou-se que 28,6% dos idosos referiram quedas, porém, também não foi encontrada correlação entre estas variáveis<sup>23</sup>.

Sabe-se que o envelhecimento leva a uma redistribuição da proporção de gordura corporal dos membros para o tronco, tornando-a mais centralizada, com isso, pode-se inferir que o CG aproxima-se dessa nova distribuição, alterando sua localização. O CG elevado e modificado deve ser compensado por alterações de outras estruturas do corpo, como por exemplo, o aumento da base de suporte, da força muscular, com intuito de melhorar o equilíbrio corporal e evitar quedas durante as tarefas diárias, pois é fato que quanto maior a área de apoio, menor a chance do CG se deslocar além do seu limite.

Os idosos, na tentativa de abaixar o CG e aproximá-los da base de apoio para manterem o equilíbrio corporal e evitar quedas, apresentavam encurtamento dos flexores e fraqueza dos abdutores e adutores de quadril<sup>24</sup>.

No presente estudo, os valores da altura percentual do CG encontrados são considerados altos, ou seja, acima de 55% em relação à estatura do indivíduo, entretanto, a ocorrência de quedas sofridas durante os últimos 12 meses foi abaixo de 1,0 nos idosos ativos (média de 0,91) e, em média, de 1,03 no grupo de idosos sedentários. Porém não foi observada correlação entre a altura percentual do CG, número de quedas e variáveis antropométricas (massa corporal, estatura e IMC) nos dois grupos de idosos (IA e IS).

**Tabela 3.** Correlação entre altura percentual do CG (%CG) e número de quedas sofridas no último ano (NQ) com as variáveis antropométricas dos idosos fisicamente ativos (IA) e sedentários (IS).

	Massa corporal (kg)	Estatura (m)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	NQ	%CG
%CG em IA	-0,06	0,02	-0,07	-0,07	-
%CG em IS	0,11	0,30	-0,08	0,12	-
NQ em IA	-0,07	-0,18	0,03	-	-0,07
NQ em IS	-0,02	-0,28	0,16	-	0,12

Diferentemente dos nossos resultados, estudos demonstraram, numa população de adultos e idosos, respectivamente, que em indivíduos mais altos o CG encontra-se ligeiramente elevado, o qual pode gerar desequilíbrio, pois há uma tênue relação entre estatura corporal e CG, podendo interferir no equilíbrio corporal e predispor o indivíduo a quedas<sup>8,25</sup>.

Isso pode ser esclarecido pela fórmula do Torque (T),  $T = F \times d_{\lambda}$ , onde, com a elevada localização do CG ( $d_{\lambda}$ ), uma menor força (F) pode deslocar o corpo para fora da base de sustentação, causando o início da marcha, o rompimento do equilíbrio ou concretizando a queda. Entretanto, nessa fórmula biomecânica, não se considera o tamanho da base de sustentação e os outros sistemas envolvidos no controle do equilíbrio e postura corporais.

Em uma abordagem diferente do nosso estudo, Berger et al., em 1992<sup>26</sup>, utilizando a plataforma de força, demonstraram que pessoas de diferentes estaturas apresentaram o mesmo ângulo de inclinação no controle da postura frente a um momento instável. Possivelmente, por esses motivos, apesar de o CG dos idosos apresentar-se elevado, estes não apresentaram desequilíbrio e alto número de quedas.

Podemos salientar que não é somente um único sistema ou um fator isolado que está envolvido no controle do equilíbrio corporal e na prevenção de quedas. O sistema neuromuscular integrado com os sistemas visual, vestibular, SNC e sensorial previne as quedas ao colocar a base de suporte embaixo do CG durante a realização de qualquer tarefa, seja ela dinâmica ou estática, e o SNC estimula e gera padrões motores no sentido de regular e manter essa relação entre o CG e a base de sustentação do corpo. O sistema vestibular percebe a aceleração linear e angular durante os giros e o somatossensorial detecta a posição e a velocidade de todos os segmentos do corpo, recruta os músculos e orienta a ação da gravidade.

A força dos músculos do membro inferior, como quadríceps, bíceps femoral, semitendinoso, semimembranoso, gastrocnêmio, solear, tibial posterior e tibial anterior, também é um componente importante para manter a mobilidade funcional dos idosos em simples tarefas diárias como caminhar, permanecer de pé, bem como, levantar e sentar em uma cadeira. Mesmo com o declínio funcional desses sistemas, o idoso saudável consegue manter essa relação, mas, certamente, de forma diferenciada. Desta maneira, estudos demonstram maior ativação dos músculos do membro inferior, principalmente, o bíceps femoral, solear e tibial posterior no controle postural de idosos<sup>27-30</sup>.

Como não foi objetivo do estudo avaliar o tamanho da base de sustentação, a relação CG-CP (Centro de Gravidade - Centro de Pressão) e o desempenho funcional dos diversos sistemas do corpo, não é possível afirmar tal ocorrência, porém, seria interessante, em futuros trabalhos, medir a distância entre os pés para avaliar mais uma característica biomecânica no controle do equilíbrio e quedas.

Sabe-se que este estudo apresenta limitações inerentes aos estudos transversais, como efeitos de coorte e tendência temporal, que podem influenciar nas alterações fisiológicas, antropométricas e na ocorrência de quedas com o passar dos anos.

## CONCLUSÃO

Contudo, conclui-se que tanto idosos ativos quanto sedentários apresentam sobrepeso e um valor de altura percentual do CG acima do considerado fisiológico (55%), valor este que não apresentou diferença entre idosos fisicamente ativos e sedentários. Por outro lado, os idosos de ambos os grupos não demonstraram um alto número de quedas no último ano, além disso, estas não apresentaram maior incidência em um dos grupos. Assim, é possível inferir que a alteração observada na localização do CG dos idosos, na presente amostra, não interfere diretamente no número de quedas sofridas por eles nos últimos 12 meses.

Outros estudos sobre a localização percentual do CG no idoso e sua relação com outras variáveis biomecânicas, características clínicas, e bio-psico-sociais devem ser realizados com o intuito de avaliá-los de uma forma integral, na tentativa de detectar quais são os fatores que interferem no equilíbrio corporal e consequentes quedas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Stel VS, Smit JH, Pluijm SMF, Lips P. Consequences of falling in older men and women and risk factors for health service use and functional decline. *Age Ageing* 2004;33(1):58-65.
2. Macedo GB, Marques KSF, Oliveira EB, Gomes GC, Pereira LSM. Parâmetros clínicos para identificar o medo de cair em idosos. *Rev Fisioter Mov* 2005;18(3):65-70.
3. Feder G, Cryer C, Donovan S, Carter Y. Guidelines for the prevention of falls in people over 65. *BMJ* 2000;321(7267):1007-11.
4. Pereira SEM, Buksman S, Perracini M, Py L, Barreto KML, Leite VMM. Projeto Diretrizes: Quedas em Idosos. SBGG. 2001:2-9.
5. Ganança FF, Gazzola JM, Aratani AC, Perracini MR, Ganança MM. Circunstâncias e conseqüências de

- quedas em idosos com vestibulopatia crônica. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2006;72(3):388-93.
6. Matsudo SM, Matsudo VKR, Barros Neto TL, Araújo TL. Evolução do perfil neuromotor e capacidade funcional de mulheres fisicamente ativas de acordo com a idade cronológica. *Rev Bras Med Esporte* 2003;9(6):365-76.
  7. Kura GG, Ribeiro LSP, Niquetti R, Tourinho-Filho H. Nível de atividade física, IMC e índices de força muscular estática entre idosas praticantes de hidroginástica e ginástica. *Rev Bras Cienc Envelhecimento Hum* 2004;1(2):30-40.
  8. Hall SJ. *Biomecânica Básica*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.
  9. Krause MP, Buzzachera CF, Hallage T, Santos ECR, Silva SG. Alterações morfológicas relacionadas à idade em mulheres idosas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2006;8(2):73-7.
  10. Ribeiro ASB, Pereira JS. Melhora do equilíbrio e redução da possibilidade de queda em idosas após os exercícios de Cawthorne e Cooksey. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2005;71(1):38-46.
  11. Coutinho ESF, Bloch KV, Rodrigues LC. Characteristics and circumstances of falls leading to severe fractures in elderly people in Rio de Janeiro, Brazil. *Cad Saúde Pública* 2009;25(2):455-9.
  12. Moreira MD, Costa AR, Felipe LR, Caldas CP. Variáveis associadas à ocorrência de quedas a partir dos diagnósticos de enfermagem em idosos atendidos ambulatorialmente. *Rev Lat-am Enfermag* 2007;15(2):311-17.
  13. Coutinho ESF, Fletcher A, Bloch KV, Rodrigues LC. Risk factors for falls with severe fracture in elderly people living in a middle-income country: a case control study. *BMC Geriatr* 2008;8:21.
  14. Urquiza MA. Desenvolvimento de uma plataforma de força multiaxial para instrumentação biomédica [Dissertação] Uberlândia (MG): Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia; 2005.
  15. Enoka RM. *Bases neuromecânicas da cinesiologia*. 2ª ed. São Paulo: Manole, 2000.
  16. Hellebrandt FA, Tepper RH, Braun GL. Location of the cardinal anatomical orientation planes passing through the center of weight in young adult women. *Am J Physiol* 1938;121(2):465-70.
  17. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Post* 1995;3(4):193-214.
  18. Perracini MR. Prevenção e manejo de quedas no idoso. *Portal do Equilíbrio e Queda nos Idosos* [periódico na internet]. 2006 [acesso em: 2007 nov. 22]. Disponível em: <http://pequi.incubadora.fapesp.br/portal/quedas>.
  19. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. *Tech Rep Ser* 854; Geneva: WHO; 1995.
  20. Mazo GZ, Mota J, Benedetti TB, Barros MVG. Validade concorrente e reprodutibilidade: teste-reteste do questionário de Baecke modificado para idosos. *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 2001;6(1):5-11.
  21. World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of the WHO Consultation on Obesity. WHO. 1998:132-40.
  22. Kyle UG, Morabia A, Schutz Y, Pichard C. Sedentarism Affects Body Fat Mass Index and Fat-Free Mass Index in Adults Aged 18 to 98 Years. *Nutr* 2004;20(3):255-60.
  23. Lebrão ML, Laurenti R. Saúde, bem-estar e envelhecimento: o estudo SABE no Município de São Paulo. *Rev Bras Epidemiol* 2005;8(2):127-41.
  24. Pinho L, Dias RC, Souza TR, Freire MTF, Tavares CF, Dias JMD. Avaliação isocinética da função muscular do quadril e do tornozelo em idosos que sofrem quedas. *Rev Bras Fisioter* 2005;9(1):93-9.
  25. Ringsberg K, Gerdhem P, Johansson J, Obrant KJ. Is there a relationship between balance, gait performance and muscular strength in 75-years-old women? *Age Ageing* 1999;28:289-93.
  26. Berger W, Trippel M, Discher M, Dietz V. Influence of Subjects' Height on the Stabilization of Posture. *Acta Otolaryngol* 1992;112(1):22-30.
  27. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Postura* 1995;3(4):193-214.
  28. Matsudo SM, Matsudo VKR, Neto TLB. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Rev Bras Cienc Mov* 2000;8(4):21-32.
  29. Skoyles JR. Human balance, the evolution of bipedalism and dysequilibrium syndrome. *Med Hypothes* 2006;66(6):1060-8.
  30. Laughton CA, Slavin M, Katdare K, Nolan L, Bean JF, Kerrigan DC, et al. Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait Posture* 2003;18(2):101-8.

---

#### Endereço para correspondência

Fernanda Veruska Narciso  
Av. José Resende Costa, nº 171, ap. 101,  
Bairro Santa Maria,  
38408-010 – Uberlândia, MG. Brasil  
E-mail: fernandanarciso@hotmail.com