

RESPOSTAS ESTABILOMÉTRICA DE JOVENS E IDOSOS PARA RECUPERAR O EQUILÍBRIO APÓS UMA PERTURBAÇÃO INESPERADA CONTROLADA

STABILOMETRIC RESPONSES OF YOUNG AND ELDERLY TO RECOVER BALANCE AFTER AN UNEXPECTED CONTROLLED PERTURBATION

Carlos Alberto Veiga Bruniera^{*}
André Luiz Felix Rodacki^{**}

RESUMO

A presente investigação teve como objetivo determinar as características empregadas durante a recuperação do equilíbrio decorrentes de uma perturbação inesperada entre idosos e adultos jovens. Para tanto, 20 jovens universitários ($22 \pm 2,6$ anos; $62,3 \pm 10,6$ kg) e 20 idosos ($70,3 \pm 3,2$ anos; $64,5 \pm 9,3$ kg) foram submetidos a um teste de perturbação do controle postural sobre uma plataforma de forças. A amplitude do CP na direção anteroposterior foi de $3,20 \pm 0,67$ cm para os jovens, que apresentaram um menor deslocamento do que os idosos ($4,55 \pm 0,9$ cm; $p < 0,05$). Verificou-se que os idosos apresentaram deslocamentos maiores e mais rápidos do centro de pressão na direção anteroposterior do que os adultos jovens. Esta maior amplitude de oscilação nos idosos provoca uma resposta mais lenta na recuperação da instabilidade, com isto aumentando a probabilidade de queda nesta população.

Palavras-chave: Envelhecimento. Estabilometria. Controle corporal.

INTRODUÇÃO

A ampliação do tempo de vida da população idosa pode ser vista como uma consequência de vários fatores, especialmente de parâmetros relacionados à saúde. As modificações que ocorrem com o envelhecimento compreendem a diminuição de um conjunto de capacidades físicas que decorrem de transformações nos sistemas neuromuscular e metabólico e podem modificar substancialmente a mobilidade e a funcionalidade (SPIRDUSSO, 2005) e tornar os idosos mais propensos a acidentes. De fato, as quedas estão entre os acidentes mais frequente entre idosos e podem causar lesões, levar à incapacidade e até mesmo à morte.

O número de quedas aumenta progressivamente com a idade, independente de gênero ou diferenças étnicas a ocorrência de quedas é crescente em relação à idade. Estudos epidemiológicos apontam que a incidência de quedas em idosos é de 32% em idosos entre 65 e 74 anos, 35% em entre 75 e 84 anos e de 51%

naqueles acima de 85 anos (PEREIRA, 2001). No Brasil, aproximadamente 30% dos idosos sofrem uma queda pelo menos uma vez ao ano, sendo que a frequência de quedas em mulheres é maior do que em homens da mesma faixa etária, estas quedas estão associadas à idade avançada, redução da capacidade funcional, condições de saúde ruins e pouca satisfação com a vida (SIQUEIRA et al., 2011).

Nesse contexto, os fatores de risco intrínsecos (fisiológicos e musculoesqueléticos - redução na força e potência muscular, alterações no padrão da marcha, déficit visual e auditivo, limitação da amplitude de movimentos e mudanças no equilíbrio) têm sido considerados os mais determinantes para as quedas (PERRACINI; RAMOS 2002; HILL; SCHWARZ 2004) e as estratégias para influenciá-los tem recebido grande atenção. Logo, a compreensão dos mecanismos associados às quedas pode prover importantes indicativos para aqueles envolvidos em programas de intervenção.

Os declínios que ocorrem sobre o sistema neuromuscular comprometem o sistema de

* Doutor. Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Esportes, Londrina-Pr, Brasil.

** Doutor. Universidade Federal do Paraná, Departamento de Educação Física, Curitiba-Pr, Brasil.

controle postural, que responde pelo controle do equilíbrio. Idosos com histórico de quedas têm sido reportados com maior déficit no controle postural do que seus pares sem histórico de quedas (GONÇALVES; RICCI; COIMBRA, 2009). Em geral, o equilíbrio tem sido determinado através de testes estabilométricos, que são realizados em condição estática sobre uma plataforma de forças. Um conjunto de parâmetros de deslocamento do centro de pressão tem sido empregado para determinar a capacidade dos idosos em manter o equilíbrio em uma postura estática (PATTON et al., 1997; HAYES, 1982). Dessa forma, tem sido assumido que quanto maior forem os deslocamentos do centro de pressão, pior é o controle postural e, conseqüentemente, pior será o equilíbrio. Todavia, os achados de jovens e idosos tem revelado elevada similaridade nos parâmetros estabilométricos, especialmente quando os testes são realizados sem restrições sensoriais (ex., redução da visão) e a base de suporte é confortável. Logo, algumas condições mais desafiadoras (ex. posição de tandem; apoio unipodal) têm sido aplicadas, mas ainda dentro de contextos estáticos. Apesar das maiores demandas sobre o sistema de controle postural para manter o equilíbrio, testes estáticos parecem diferir substancialmente dos desafios impostos durante as condições dinâmicas em que as quedas ocorrem no mundo real. De fato, as quedas raramente ocorrem a partir de condições estáticas, mas durante condições dinâmicas como é o caso da locomoção (MELZER; BENJUYA; KAPLANSKI, 2004) onde tropeços e escorregões desafiam mais marcadamente o controle postural de idosos e são os principais fatores associados às quedas. Dessa forma, é necessário entender como os distúrbios influenciam a capacidade de idosos em recuperar o equilíbrio e evitar acidentes.

Os estudos que envolveram condições dinâmicas tem permitido caracterizar importantes particularidades entre jovens e idosos a partir das ações necessárias para reagir a um distúrbio, que são geralmente aplicados na superfície de apoio e visam reproduzir as condições em que tropeços e escorregões ocorrem (THELEN et al., 1997; MACKEY; ROBINOVITCH 2005; MADEMLI; ARAMPATZIS; KARAMANIDIS, 2008). Ainda que tais testes guardem certa proximidade com

as reais condições em que as perturbações ocorrem, sua experimentação é relativamente difícil posto as demandas instrumentais e operacionais requeridas em ambientes laboratoriais relativamente sofisticados. Assim, outras estratégias para determinar a capacidade de recuperação do equilíbrio de forma objetiva e simplificada são atrativas. Por exemplo, a aplicação de uma perturbação inesperada controlada que envolve a movimentação da superfície de suporte tende a deslocar o centro de massa e necessita uma rápida resposta do sistema neuromuscular para recuperar o equilíbrio e reconduzir o centro de massa a uma posição estável. Esses estímulos podem ser produzidos com baixo custo através de uma estrutura metálica montada sobre rodas que permitem o deslocamento abrupto, porém controlado da superfície de apoio e que possibilite simular mais proximamente as condições dinâmicas encontradas durante tropeços e escorregões. Não são conhecidos estudos que tenham empregado estímulos similares.

Todavia, antes que o teste de perturbação do equilíbrio possa ser aplicado é necessário determinar sua capacidade de discriminar adequadamente a capacidade de recuperação do equilíbrio. Assim, espera-se que um teste dinâmico seja capaz de diferenciar jovens e idosos, visto que as degenerações que acompanham o envelhecimento modificam e reduzem o controle postural e causam respostas reativas mais lentas em idosos. Por outro lado, a integridade e funcionalidade do sistema de controle postural de jovens permitem respostas mais eficiente e conseqüente melhor capacidade de recuperação do equilíbrio frente a perturbações.

Dessa forma, o presente estudo parte da premissa que jovens possuem mínima ou nenhuma alteração neuromuscular e um controle postural inalterado que permitirá recuperar o equilíbrio de forma diferenciada dos idosos após a aplicação de um distúrbio controlado. Por outro lado, espera-se que as alterações degenerativas associadas ao processo de envelhecimento influenciem o controle postural e que causem maiores dificuldades nos idosos em recuperar o equilíbrio após um distúrbio. Assim, o objetivo deste estudo foi determinar as diferenças entre jovens e idosos sobre um conjunto de parâmetros estabilométricos durante

a recuperação do equilíbrio decorrente de uma perturbação controlada e inesperada.

MÉTODOS

A amostra foi composta por 20 jovens universitários ($22 \pm 2,6$ anos; $62,3 \pm 10,6$ kg), estudantes do curso de Educação Física da Universidade Estadual de Londrina (UEL) e 20 idosos ($70,3 \pm 3,2$ anos; $64,5 \pm 9,3$ kg) do Projeto de Extensão da terceira idade da Universidade Estadual de Londrina (UEL), que atenderam os seguintes critérios de inclusão: para os idosos, apresentar idade mínima de 60 anos, não necessitar dispositivos de auxílio para a realização das atividades da vida diária, não apresentar histórico recente de fraturas de membros inferiores, cirurgias articulares ou qualquer outro tipo de problema clínico que provocassem redução do equilíbrio. Foram excluídos portadores de próteses de membros inferiores, apresentavam problemas de alterações visuais e/ou vestibulares que poderiam impedir a execução dos testes, histórico de fratura de membros inferiores ou coluna e entorse de tornozelo nos últimos 12 meses, AVC e outros distúrbios neurológicos, reumatologias, diabéticos insulínico-dependentes, tontura ou dores limitantes recentes, uso de drogas, álcool e benzodiazepínicos de longa duração, os quais provocam déficits de equilíbrio, que foram diagnosticados através de entrevista com cada um dos participantes, para os jovens os critérios foram: não apresentar histórico recente de fraturas de membros inferiores, cirurgias articulares ou qualquer outro tipo de problema clínico que provocassem redução do equilíbrio. Foram excluídos portadores de próteses de membros inferiores, apresentavam problemas de alterações visuais e/ou vestibulares que poderiam impedir a execução dos testes, histórico de fratura de membros inferiores ou coluna e entorse de tornozelo nos últimos 12 meses. Antes da realização do estudo, os sujeitos consentiram em participar e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido que foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Estadual de Londrina (UEL), parecer 94.191, CAAE 02986012.3.0000.5231.

Os participantes compareceram ao laboratório para uma única sessão experimental e

foram testados na condição dinâmica com o auxílio de uma plataforma de forças (*FootWork*, França), que consiste em uma base rígida recoberta por um conjunto de sensores capacitivos de pressão ($7,62 \times 7,62$ mm). Este equipamento é composto de um conversor A/D de 16 bits que opera com uma frequência de amostragem de 100hz. A plataforma foi conectada a um microcomputador e os dados foram analisados pelo programa *FootWorkt* (*Arkipelago*, versão 2.9.9.0, sendo que o método de tratamento de dados das variáveis de equilíbrio foi desenvolvido em parceria com a empresa AM3, França). Os dados foram filtrados a partir de uma rotina estabelecida pelo próprio sistema e um conjunto de parâmetros estabilométricos foi estabelecido: amplitude de oscilação do centro de pressão na direção anteroposterior e a velocidade média quadrática do centro de pressão na direção anteroposterior.

O distúrbio foi aplicado a partir de uma posição ereta, onde os participantes foram posicionados sobre uma plataforma de força, com os pés paralelos e levemente afastados numa postura confortável e o movimento gerado na plataforma foi semelhante para todos os participantes.

Foi desenvolvido um carrinho móvel acoplado a um sistema de trilho, onde foi colocada a plataforma, que permite aplicar um distúrbio de forma imprevisível possibilitando avaliar a reação postural dos sujeitos. Essa plataforma foi montada em um sistema de quatro rodas que deslizarão por um trilho de metal, permitindo os movimentos translacionais. O movimento da plataforma ocorreu através da tração exercida devido ao peso de anilhas posicionadas no final do sistema, correspondendo a aproximadamente 5% do valor da massa de cada participante (Figura 1). Os participantes foram instruídos a permanecer estáveis e por aproximadamente 20s e a perturbação ocorreu de forma inesperada entre o 10° e o 15° s a partir do início da coleta dos dados. Os participantes não foram informados sobre o instante do início da coleta de dados. Tal procedimento visou evitar a realização de estratégias antecipatórias. Os participantes realizaram o teste duas vezes seguindo o mesmo protocolo e foi utilizada a média para a análise dos dados.

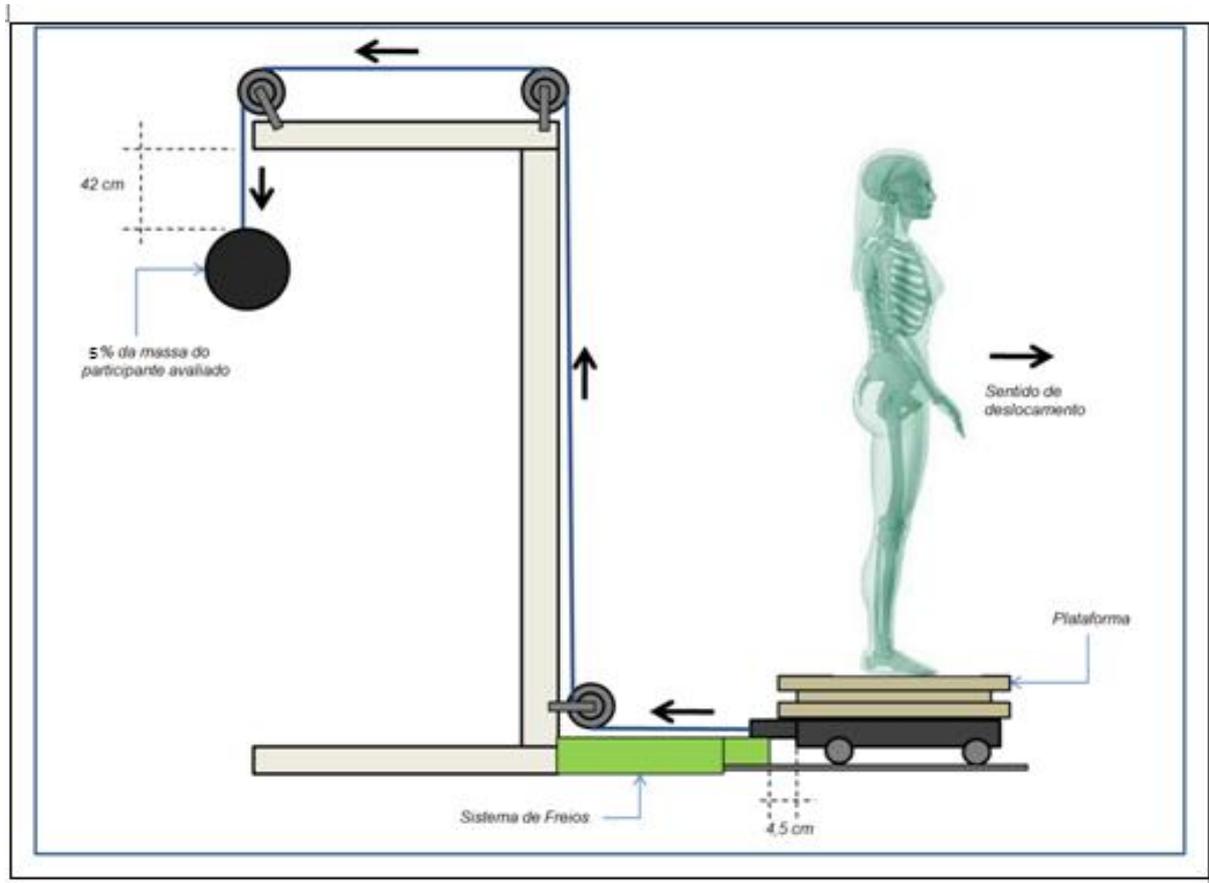


Figura 1 – Sistema teste de recuperação do equilíbrio (vista lateral).
Fonte: Akel (2012).

Os resultados foram inicialmente analisados para normalidade e homogeneidade através dos testes de *Shapiro-Wilk* e *Levene*, respectivamente. Os dados foram comparados por meio de um número de testes t onde os grupos foram às variáveis dependentes e as medidas de restabelecimento de equilíbrio/desequilíbrio como variáveis independentes. A estratégia de *Bonferroni* foi adotada para reduzir o erro tipo I. Os testes foram realizados através do pacote estatístico *Statistica 7.0* e tiveram o coeficiente de significância de 0.05.

RESULTADOS

A amplitude do CoP na direção anteroposterior foi de $4,55 \pm 0,9$ cm para os idosos, que apresentaram um maior deslocamento do que os jovens ($3,20 \pm 0,67$ cm; $p < 0,05$), para a direção médio lateral os valores

encontrados para os idosos foi de $2,05 \pm 0,65$ e para os jovens ($1,18 \pm 0,24$; $p < 0,05$). A velocidade média do CoP dos idosos ($5,19 \pm 1,61$ cm.s⁻¹) também diferiu daquela observada nos jovens ($2,52 \pm 0,13$ cm.s⁻¹; $p < 0,05$).

DISCUSSÃO

A presente investigação buscou determinar diferenças entre jovens e idosos sobre os parâmetros estabilométricos, especificamente na capacidade de recuperar o equilíbrio em resposta a um distúrbio controlado e inesperado. Os resultados indicam diferenças na capacidade de recuperar o equilíbrio entre jovens e idosos.

Vários estudos têm comparado o equilíbrio dinâmico entre jovens e idosos (BOUISSET; DO, 2008; HUANG; BROWN, 2013) e encontrado diferenças na amplitude de oscilação anteroposterior entre os grupos (CARVALHO;

SOARES, 2004; PRADO; STOFFREGEN; DUARTE, 2007). De fato, maiores amplitudes de oscilação do centro de pressão têm sido observados em idosos quando comparados a adultos jovens durante testes estáticos. Os idosos apresentaram deslocamentos maiores e mais rápidos do centro de pressão na direção anteroposterior. Esta maior amplitude de oscilação nos idosos revela as respostas de recuperação da instabilidade mais lentas, o que se traduz pelo aumentando a probabilidade de queda nesta população (DALEY; SPINKS, 2000).

O equilíbrio envolve a capacidade de recuperar-se frente a uma instabilidade e envolve a habilidade de antecipar-se e mover-se de forma a promover um efetivo controle do centro de massa corporal e evitar a queda (MELZER; BENJUYA; KAPLANSKI, 2004). Para tanto, vários mecanismos aferentes e eferentes possuem papel fundamental no processo de percepção-ação. Assim, o controle do equilíbrio postural consiste em uma reação às forças externas que deslocam o centro de massa ou uma antecipação às forças internas geradas por movimentos corporais (HORAK; HENRY; SHUMWAY-COOK, 1997).

As alterações que ocorrem com a idade na integração de vários tipos de informação sensorial (visual, vestibular e somatossensorial), no sistema neuromuscular (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT 2001; SPIRDUSSO, 2005), podem levar o idoso a apresentar um déficit na manutenção do equilíbrio. Alguns estudos têm verificado diminuição na capacidade proprioceptiva de idosos (FRANCO; BOHRER; RODACKI, 2012), principalmente nos receptores articulares, fusos musculares e órgãos tendinosos de Golgi (KAPLAN et al., 1985; PETRELLA; LATTANZIO; NELSON, 1997; HURLEY; REES; NEWHAN, 1998), que podem influenciar na capacidade de gerar força e potência muscular (RINGSBERG et al., 1999; MALONE; McPOIL; NITZ, 2002).

O mecanismo do equilíbrio é extremamente complexo e dependente de respostas sensoriais múltiplas (D'ELBOUX; NÉRI; CACHIONI, 2004) desta forma, um déficit em um ou mais sistemas envolvidos pode ser responsável por um desequilíbrio postural, com consequente redução na capacidade do idoso em controlar a oscilação

anteroposterior do corpo e aumento do risco de queda (HORAK; MacPHERSON, 1996).

Uma das primeiras possibilidades dessas reduções está na perda da capacidade muscular de produzir respostas rápidas a fim de permitir a recuperação do centro de massa (PIIRTOLA; ERA 2006). Assim, o envelhecimento pode ter modificado a forma com que o sistema nervoso central realiza os ajustes necessários para a manutenção do equilíbrio em respostas às perturbações (DUARTE, 2000), que têm por função minimizar os efeitos das perturbações posturais.

A diferenças encontradas entre jovens e idosos indicam uma maior capacidade dos jovens de utilizar os mecanismos relacionados à recuperação do movimento (MADEMLI; ARAMPATZIS; KARAMANIDIS, 2008), que reforçam a melhor capacidade reativa dos jovens frente a distúrbios e sua melhor capacidade em evitar quedas quando comparados a idosos. Portanto, as diferenças nas variáveis do equilíbrio postural permitem diferenciar jovens e idosos.

CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu verificar que os idosos apresentaram deslocamentos maiores e mais rápidos do centro de pressão na direção anteroposterior do que os adultos jovens. Esta maior amplitude de oscilação nos idosos provoca uma resposta mais lenta na recuperação da instabilidade, com isto aumentando a probabilidade de queda nesta população.

A metodologia empregada na análise do controle postural do presente estudo demonstrou que existe uma diferença entre estas populações, o qual pode ser considerado como um método seguro, eficiente e específico para ser utilizado em futuras investigações.

STABILOMETRIC RESPONSES OF YOUNG AND ELDERLY TO RECOVER BALANCE AFTER AN UNEXPECTED CONTROLLED PERTURBATION

ABSTRACT

This research aimed to determine the characteristics employed during balance recovery arising from an unexpected disruption between elderly and young adults. Therefore, 20 university students (22 ± 2.6 anos; 62.3 ± 10.6 kg) and 20 elderly (70.3 ± 3.2 anos; 64.5 ± 9.3 kg) underwent a test disturbance of posture control on a force platform. The amplitude of the CP in the anteroposterior direction was 3.20 ± 0.67 cm for the young, which showed a smaller displacement than the elderly (4.55 ± 0.9 cm, $p < 0.05$). It was found that the elderly had the largest and fastest displacements of center of pressure in the antero-posterior direction than young adults. This increased amplitude of oscillation for the elderly causes a slower response in the recovery of instability, thus increasing the probability of falling in this population.

Keywords: Aging health. Stabilometry. Postural control.

REFERÊNCIAS

- AKEL, S. M. **Ajustes posturais a um distúrbio controlado em idosos com e sem histórico de quedas**. 2012. 67f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- BOUISSET, S.; DO, Mm. C. Posture, dynamic stability, and voluntary movement. *Clinical Neurophysiology*, Melbourne, v.38, n.3, p. 345- 362, 2008.
- CARVALHO, J.; SOARES, J. M. C. Envelhecimento e força muscular; breve revisão. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 4, n.3, p. 79-93, 2004.
- DALEY, M. J.; SPINKS, W. L. Exercise, mobility and aging. **Sport Medicine**, Cham, v. 29, n. 1, p. 1-12, 2000.
- D'ELBOUX, D. M. J.; NÉRI, A. L.; CACHIONI, M. **Saúde e qualidade de vida na velhice**. São Paulo: Alinea, 2004.
- DUARTE, M. **Análise establográfica da postura ereta humana quase – estática**. 2000. 87f. Tese (Doutorado Livre Docência em Biomecânica)-Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- FRANCO, P. G.; BOHRER, R. C. D.; RODACKI, A. L. F. Intra-observer reproducibility of the feet soles two-point discrimination test in asymptomatic elderly and young individuals. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, São Carlos, v. 16, n. 6, p. 523-527, 2012.
- GONÇALVES, D. F. F.; RICCI, N. A.; COIMBRA, A. M. V. Equilíbrio funcional de idosos da comunidade: comparação em relação ao histórico de quedas. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 13, n. 4, p. 316-323, 2009.
- HAYES, K. C. Biomechanics of postural control. **Exercise and Sport Science Reviews**, Indianapolis, v. 10, n. 1, p. 363-392, 1982.
- HILL, K.; SCHWARZ, J. Assessment and management of falls in older people. **International Medicine Journal**, London, v. 34, n. 9-10, p. 557-564, 2004.
- HORAK, F. B.; MacPHERSON, J. M. Postural orientation and equilibrium. Exercise: regulation and Integration of systems multiple. In: ROWELL, L. B.; SHERPHERD, J. T. (Ed.). **Handbook of physiology**. New York: Oxford, 1996. p. 255-258.
- HORAK, F. B.; HENRY, S. M.; SHUMWAY-COOK, A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. **Physical Therapy**, Philadelphia, v. 7, n. 5, p. 517-532, 1997.
- HUANG, M. H.; BROWN, S. H. Age differences in the control of postural stability during reaching tasks. **Gait Posture**, Philadelphia, v. 38, n. 4, p. 837-842, 2013.
- HURLEY, M. V.; REES, J.; NEWHAN, D. J. Quadriceps function, proprioceptive. Acuity and functional performance in healthy young, middle- aged and elderly subjects. **Age and Ageing**, Oxford, v. 27, n. 1, p. 55-62, 1998.
- KAPLAN, F. S.; NIXON, J. E.; REITZ, M.; RINDFLEISH, L.; TUCKER, J. Age related changes in proprioception and sensation of joint position. **Acta Orthopaedica Scandinavica**, Copenhagen, v. 56, n. 1, p. 72-74, 1985.
- MACKEY, D. C.; ROBINOVITCH, S. N. Postural steadiness during quiet stance does not associate with ability to recover balance in older women. **Clinical Biomechanics**, Philadelphia, v. 20, n. 8, p. 776-783, 2005.
- MADEMLI, L.; ARAMPATZIS, A.; KARAMANIDIS, K. Dynamic stability control in forward falls: postural corrections after muscle fatigue in young and older adults. **European Journal Physiology**, London, v. 103, n. 3, p. 295-306, 2008.
- MALONE, T.; McPOIL, T.; NITZ, A. J. **Fisioterapia em ortopedia e medicina no esporte**. 3. ed. São Paulo: Santos, 2002.
- MELZER, I.; BENJUYA, N.; KAPLANSKI, J. Postural stability in the elderly: a comparison between fallers and non fallers. **Age and Ageing**, Oxford, v. 33, n. 6, p. 602-607, 2004.
- PATTON, J.; PAI, Y. C.; LEE, W. Engineering in Medicine and Biology Society. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE, 19th, 1997, Chicago. **Proceedings...** Chicago: Dept. of Biomed. Eng., Northwestern Univesity, 1997.
- PEREIRA, S. R. M. O idoso que cai. In: PEREIRA, S.R.M.; BUKSMAN, S.; PERRACINI, M.; PY, L.; BARRETO, K. M. L.; LEITE, V. M. M.. Sociedade Brasileira de Geriatria e gerontologia. **Caminhos do envelhecer**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. p. 217-221.

PERRACINI, M. R.; RAMOS, L. R. Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 6, p. 709-716, 2002.

PETRELLA, R. J.; LATTANZIO, P. J.; NELSON, M. G. Effect of age and activity on knee joint proprioception. **American Journal Physical Medicine Rehabilitation**, Philadelphia, v. 76, n. 3, p. 235- 241, 1997.

PIIRTOLA, M.; ERA, P. Force platform measurements as predictors of falls among older people – A review. **Gerontology**, Basel, v. 52, n. 1, p. 1-16, 2006.

PRADO, J. N.; STOFFREGEN, T. A.; DUARTE, M. Postural sway during dual tasks in young and elderly adults. **Gerontology**, Basel, v. 53, n. 5, p. 274-281, 2007.

RINGSBERG, K.; GERDHEM, P.; JOHANSON, J.; O'BRANT, K. J. Is there a relationship between balance, gait performance and muscular strength in 75-year-old women? **Age and Ageing**, Oxford, v. 28, n.3, p. 289-293, 1999.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. Development of postural control. In: SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. **Motor control: theory and practical applications**. 2. ed. Lippincott: Williams & Wilkins, 2001. p.211-233.

SIQUEIRA, F. V.; FACCHINI, L. A.; SILVEIRA, D. S.; PICCINI, R. X.; TOMASI, E.; THUMÉ, E.; SILVA, S. M.; DILÉLIO, A. Prevalence of falls in elderly in Brazil: a countrywide analysis. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 9, p. 1819-1826, 2011.

SPIRDUSSO, W. W. **Dimensões físicas do envelhecimento**. São Paulo: Manole, 2005.

THELEN, D. G.; WOJCIK, L. A.; SCHULTZ, A. B.; ASHTON-MILLER, J. A. Age differences in using a rapid step to regain balance during a forward falls. **Journal of Gerontology Medical Sciences**, Oxford, v. 52, n. 1, p. 8-13, 1997.

Recebido em 29/07/2013

Revisado em 24/06/2014

Aceito em 30/08/2014

Endereço para correspondência: Carlos Alberto Veiga Bruniera. Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Desporto, Rodovia Celso Garcia Cid (Pr 445, Km 380), Campus Universitário, CEP 86.057-970, Londrina (Pr). E-mail: cavbruniera@gmail.com.