

# ESTUDO BAROPODOMÉTRICO EM IDOSOS SUBMETIDOS À INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA

*Pedobarometric study in elderly after physical therapy intervention*

Fábio Marcon Alfieri<sup>1</sup>  
Rosana Macher Teodori<sup>2</sup>  
Rinaldo Roberto Jesus de Guirro<sup>3</sup>

## Resumo

Alterações durante o envelhecimento podem promover mudanças no controle postural. O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos de um programa regular de intervenção fisioterapêutica sobre a distribuição da pressão plantar. A intervenção foi aplicada a 29 idosos com idade média de 63,06 ± 2,84 anos, durante 3 meses, a qual constou de exercícios de aquecimento, flexibilidade, estimulação proprioceptiva e estimulação sensorial cutânea plantar. Os exames de baropodometria foram realizados antes e após a intervenção, utilizando-se de uma plataforma de pressão computadorizada (MatScan-Tekscan®). Os resultados foram analisados pelos softwares Statística 6.0 e Graph Pad InStat. As médias foram comparadas pelo teste t de Student com significância de 5%. Após intervenção verificou-se que a área de contato da superfície plantar aumentou significativamente para as posições bipodais, tanto com os olhos abertos 7%, quanto com os olhos fechados 6,5%. Para as posições unipodais com olhos abertos ou fechados não houve diferença significativa. Com relação ao pico de pressão, somente a posição bipodal com os olhos abertos apresentou diminuição significativa de 8,5%. Os resultados demonstram que a intervenção proposta foi efetiva quando os voluntários foram examinados na condição bipodal. Estas mudanças sobre a distribuição da pressão plantar podem permitir melhora no controle postural em indivíduos idosos, tornando-os menos propensos a quedas.

**Palavras-chave:** Fisioterapia; Envelhecimento; Baropodometria; Controle postural.

- 
- <sup>1</sup> Prof. MS. Fábio Marcon Alfieri – Docente do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP.  
<sup>2</sup> Profa. Dra. Rosana Macher Teodori – Docente do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP Rodovia do Açúcar, km 156 – Piracicaba-SP, Bairro Taquaral - CEP: 13.400-911. PPG-Fisioterapia. e-mail: rteodori@unimep.br  
<sup>3</sup> Prof. Dr. Rinaldo Roberto de Jesus Guirro – Coordenador e Docente do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP

## Abstract

Alterations during the aging may provoke changes in the postural control. The aim of this work was verify the effects of physiotherapy intervention regular program on the plantar pressure distribution. The intervention was applied on 29 elders average 63,06 years ( $\pm 2,84$ ) 3 months long, that consisted of warming, flexibility, proprioceptive stimulation, and plantar cutanea sensorial stimulation exercices. The pedobarometric tests were accomplished after and before the intervention, using a computerized pressure plataform (MatScan-Tekscan®). The results were analised through the Statistica 6.0 and Graph Pad Instat softwares. The average were compaired by *student t* test with 5% significance. After the intervention was verified that the plantar surface contact area rose significantly to the bipodal positions, 7% with opened eyes, and the contact pressure peak on the bipodal evaluation with closed and opened eyes, and 6,5% with closed eyes. To the unipodals positions with closed and opened eyes, there were no significant differences. In relation to the pressure pike, only the bipodal position with opened eyes show significative decreased of 8,5%. The results demonstrate that the proposed intervention was effective when the volunteers were examined on bipodal position. These changes on plantar pressure distribution may allow improvement in the elderly people postural control, getting them less prone to falls.

**Keywords:** Physical therapy; Aging; Pedobarometry; Postural control.

## Introdução

Durante o processo de envelhecimento ocorrem alterações psicológicas, emocionais, sociais e biológicas na vida das pessoas.

As mudanças biológicas são marcantes, pois estão presentes em todos os aparelhos e sistemas do corpo. As perdas funcionais podem ser observadas com maior destaque nos sistemas cardiorrespiratório, cardiovascular, musculoesquelético, endócrino, sensorial (audição, olfato, gustação, equilíbrio, visão), imunológico e nervoso (1, 2).

Considerando o sistema sômato-sensorial, tanto o sistema nervoso central como o periférico podem sofrer alterações. Neste último, há perda de fibras mielinizadas e não mielinizadas e diminuição da velocidade de condução nervosa, levando o idoso a ter diminuição da discriminação sensorial, bem como alteração nas respostas autonômicas e fluxo sanguíneo às estruturas nervosas. Tais alterações estruturais propiciam, por exemplo, aumento do limiar de sensibilidade vibratória nas mãos e pés dos idosos (3).

Além da perda dos receptores, ocorre um declínio de até 30% nas fibras sensoriais que inervam os receptores periféricos, podendo ocorrer neuropatias periféricas, o que não é raro em idosos (4). Existem estimativas de que 1 a cada 5 idosos apresenta evidências de neuropatia periférica, sendo que estas e outras perdas proprioceptivas aumentam o limiar para a detecção do movimento e dificultam a reprodução precisa de movimentos articulares, ou seja, dificulta a

propriocepção (5). Assim, pessoas idosas são menos sensíveis à vibração, à pressão tátil, à dor e à temperatura cutânea.

Com a diminuição da sensação plantar, pode haver limitações sobre o controle do equilíbrio quando este é solicitado de forma imprevisível por mudanças posturais multidirecionais (6).

Em virtude das alterações nos sistemas visual, vestibular e sômato-sensorial, relacionadas à estabilidade postural, a capacidade de manutenção do controle postural na posição ortostática pode estar alterada no idoso, limitando a realização de suas atividades de vida diária e podendo favorecer quedas.

A literatura reporta que cerca de 30% dos idosos sofrem quedas ao menos uma vez ao ano, sendo que alguns apresentam índice de queda ainda maior. Além de fraturas e outros problemas físicos provocados pelas quedas, considera-se o alto custo, tanto para o indivíduo acometido quanto para o sistema de saúde, devido aos transtornos provocados pelas quedas (7, 8, 9, 10).

O exercício físico regular tem sido reportado na literatura como fator favorável à saúde por diminuir riscos potenciais de doenças, melhorar a capacidade cardiovascular e locomotora (aumento da densidade mineral óssea, melhora de problemas ósteo-articulares, força muscular, equilíbrio, dentre outros), aumentando a capacidade funcional e promovendo melhores condições de vida aos idosos (11, 12, 13). A prática regular de exercício é um fator que não só contribui para a melhoria nas condições de vida durante o envelhecimento, mas também fornece estímulos que vão propiciar

ao idoso melhor capacidade de manutenção do controle postural.

Desta forma, aplicou-se neste estudo um programa de intervenção fisioterapêutica com ênfase na estimulação proprioceptiva para investigar possíveis benefícios à estabilidade postural de idosos sedentários.

### Materiais e Métodos

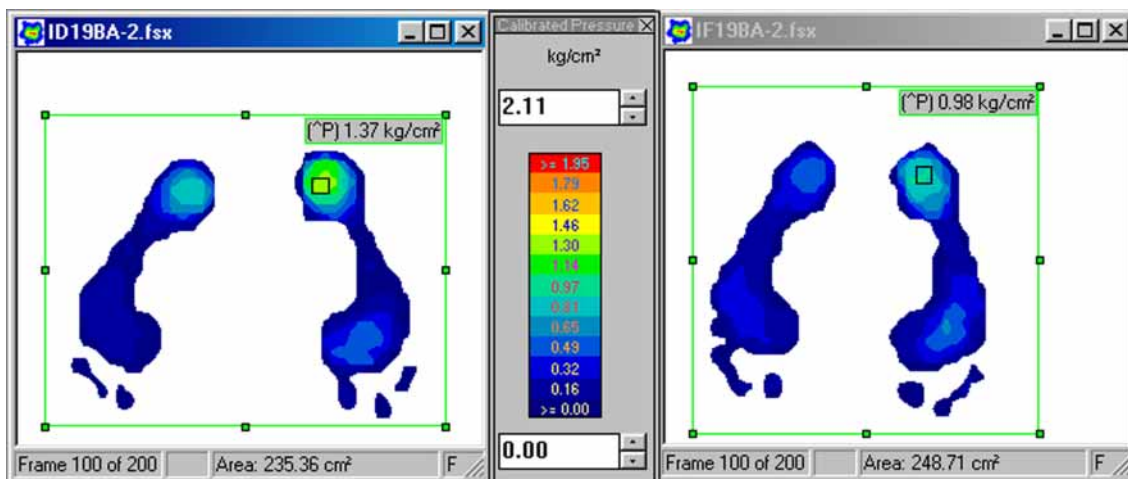
O trabalho foi aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa. Participaram 29 idosos (8 homens e 21 mulheres), com idade média de 63,06  $\pm$  2,84 anos.

Os critérios para inclusão dos voluntários foram: ter idade entre 60-70 anos e apresentar índice de massa corporal (IMC) entre 20-30. Foram excluídos aqueles que realizassem exercício físico regularmente (2 ou mais vezes por semana), os portadores de cardiopatias, osteossíntese (sobretudo de membro inferior), portadores de próteses

articulares, aqueles que apresentassem queixas de tonturas, história de quedas no último ano, indivíduos com diabetes (insulino-dependentes), com história de fraturas prévias (sobretudo no membro inferior e coluna vertebral), os que não apresentassem correção visual e os portadores de doenças neurológicas. Como critério de descontinuação considerou-se a falta em três ou mais sessões de intervenção e/ou presença de dor nos membros inferiores. Todos os participantes realizaram uma avaliação clínica prévia à intervenção para verificação das condições de saúde.

Utilizou-se para avaliação um sistema de baropodometria computadorizada (MatScan-Tekscan®), que consiste de uma Plataforma de Pressão MatScan-Tekscan com 2288 sensores, resolução de 1.4 sensor/cm<sup>2</sup>, medindo 436mm x 369mm; um *software* em ambiente Windows com monitoração em tempo real, acoplado a um microcomputador Pentium II padrão. Este sistema avaliou a área e o pico de pressão de contato da superfície plantar, conforme mostra a figura 1.

Figura 1: Imagem bidimensional demonstrando a distribuição da área de contato (cm<sup>2</sup>) e pico de pressão de contato plantar (Kg/cm<sup>2</sup>) antes (A) e após (B) a intervenção.



A avaliação baropodométrica foi realizada 24 horas antes do início da intervenção fisioterapêutica e 24 horas após o seu término. O voluntário permanecia sobre a plataforma em posição ortostática, com o olhar horizontal e os membros superiores ao longo do corpo, com base de sustentação livre.

Os indivíduos foram avaliados nas posições: bipodal com olhos abertos (BA), bipodal com olhos fechados (BF), unipodal com olhos abertos (UA) e unipodal com olhos fechados (UF).

A seqüência das posições de coleta foi estabelecida de forma aleatória para evitar possíveis adaptações do equilíbrio postural durante a coleta dos dados, que teve duração de aproximadamente 10 segundos para cada posição, considerando que o sistema realiza a gravação do filme em *frames* (200 quadros durante 10 segundos). Nos testes em posição unipodal, o voluntário era orientado a flexionar o joelho do membro contralateral a 90° e, em seguida, quando necessário, fechar os olhos para que a coleta fosse iniciada. Cada posição foi coletada 3 vezes.

O protocolo de intervenção considerou níveis progressivos de dificuldade por se tratar de um trabalho que envolveu a prática regular de exercícios para estimulação proprioceptiva em idosos sedentários, evitando dor, cansaço e até mesmo quedas. O programa teve duração de 3 meses, com frequência de três sessões semanais de uma hora.

A intervenção fisioterapêutica enfatizou a estimulação sensorial proprioceptiva e vestibular, suprimindo a visão em determinados momentos com o objetivo de suscitar respostas adequadas à melhora da estabilidade postural.

Considerando as características apresentadas por indivíduos idosos, bem como as maneiras pelas quais o controle postural pode ser estimulado, o programa de exercícios aplicado considerou as propostas reportadas na literatura (13, 14, 15, 16, 17).

O programa de intervenção era composto das seguintes fases: a) aquecimento e flexibilidade (10 minutos); b) fortalecimento muscular (15 minutos); c) exercícios de estimulação proprioceptiva (30 minutos); d) exercícios de relaxamento (5 minutos).

Para **aquecimento**, os voluntários realizavam exercícios gerais, como caminhadas rápidas, jogar bolas com os pés e com as mãos, exercícios de dissociação de cinturas, tanto em pé como em decúbito dorsal; os exercícios de **alongamento** dos grupos musculares (flexores, extensores, adutores do quadril, flexores e extensores do joelho, flexores plantares e paravertebrais) foram realizados em decúbito dorsal e em pé. Para **fortalecimento** muscular foram utilizados distratores de diferentes resistências, dando ênfase ao fortalecimento dos músculos flexores plantares, extensores e flexores do joelho, flexores, adutores, abdutores e extensores do quadril, em decúbito dorsal, na posição ortostática e sentada. A escolha do grau de resistência do elástico foi realizada de acordo com a facilidade para execução do exercício.

Previamente aos exercícios de estimulação do equilíbrio propriamente dito, os voluntários participavam em conjunto de exercícios que combinavam estimulação sensorial da superfície plantar e exercícios de equilíbrio dinâmico. Esta etapa teve duração de 5 minutos nos quais os voluntários realizavam caminhadas para frente, para trás, para os lados, com os olhos abertos e alguns movimentos com os olhos fechados, sobre diferentes tipos de

superfícies, texturas e densidades, como: isopor, colchonetes, EVA (etil vinil acetato), colchão casca de ovo, flutuador de piscina e almofadas com diferentes espessuras. Também era solicitado aos voluntários transpor obstáculos como bastões, cordas, dentre outros, recebendo comando para caminhar, ora de forma mais lenta, ora mais rápida.

Para **estimulação proprioceptiva**, os voluntários cumpriam 3 etapas: a primeira (10 minutos) envolvendo dispositivos como: cama elástica, disco de gel para propriocepção e balancim, nos quais os voluntários ficavam em apoio bipodal e unipodal com os olhos abertos e olhos fechados durante 5-10-15-20 segundos, de acordo com o nível de facilidade para cada participante; a segunda etapa (10 minutos) constituiu de exercícios sobre bola suíça (65cm) envolvendo deslocamento látero-lateral, ântero-posterior, circundução e de “quicar”, exercícios apoiando um dos pés sobre a bola e realizando seu deslocamento, sendo todos os exercícios realizados com e sem o auxílio da visão; a última etapa (10 minutos) constituiu de exercícios sobre a prancha de equilíbrio e o disco de propriocepção, nos quais os voluntários realizavam deslocamentos látero-laterais, ântero-posteriores em apoio bipodal e unipodal, com e sem o auxílio da visão.

Para **relaxamento** foram utilizados exercícios de respiração associados a movimentos ativos lentos das articulações dos membros superiores e inferiores, na posição ortostática.

Para análise estatística foi utilizado o sistema computacional Statística versão 6.0 e Graph Pad Instat – (DATASET1./SD). Utilizou-se o teste *t* de Student para a comparação das médias, sendo considerado o nível de significância de 5%.

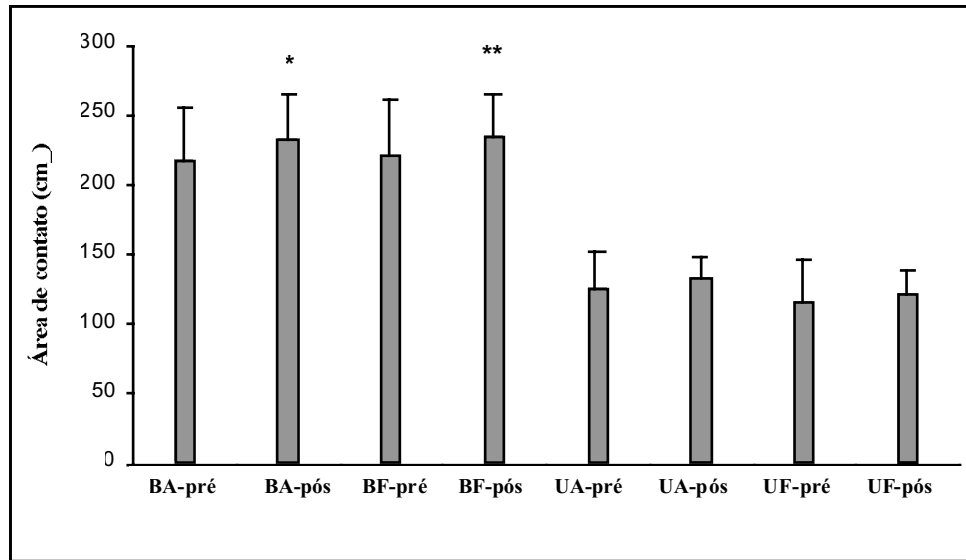
## Resultados

Analisando a **área de contato da superfície plantar**, observou-se aumento significativo nas posições bipodal com olhos abertos (BA) e bipodal com olhos fechados (BF) após intervenção. A média do apoio BA passou de  $217,37 \pm 37,47\text{cm}^2$  para  $232,72 \pm 30,95\text{cm}^2$  ( $p=0,003$ ) e no apoio BF que inicialmente era de  $219,72 \pm 40,10\text{cm}^2$ , passou para  $234,41 \pm 30,48\text{cm}^2$  ( $p=0,005$ ). Para as posições unipodais não houve diferença entre os valores médios coletados antes e após o programa de inter-

venção, resultando nos valores de  $125,93 \pm 25,80\text{cm}^2$  e  $132,38 \pm 16,03\text{cm}^2$  para a posição unipodal com olhos abertos (UA), e  $116,18$

$\pm 29,57\text{cm}^2$  e  $121,12 \pm 17,64\text{cm}^2$  para a posição unipodal com olhos fechados (UF), conforme demonstra a figura 2.

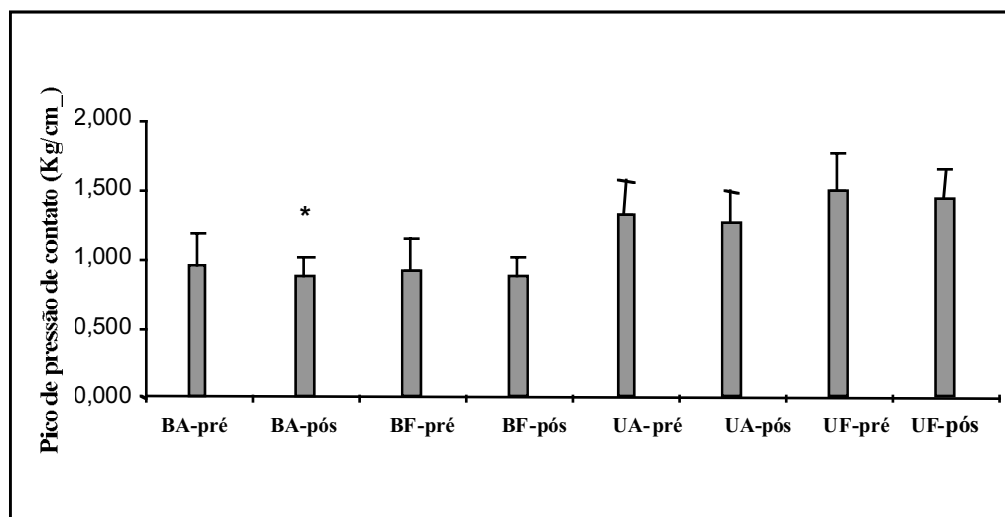
Figura 2- Valores médios da área de contato da superfície plantar ( $\text{cm}^2$ ) nas diferentes posições de avaliação: BA- bipodal com olhos abertos, BF- bipodal com olhos fechados, UA- unipodal com olhos abertos, UF- unipodal com olhos fechados, em relação ao respectivo pré, utilizando o teste t de Student ( $n=29$ ;  $* p<0,05$ ).



Na avaliação do **pico de pressão de contato** observou-se redução significativa nos valores médios somente no apoio BA, passando de  $0,95 \pm 0,23\text{kg/cm}^2$  para  $0,87 \pm 0,13\text{kg/cm}^2$  após intervenção ( $p=0,02$ ). Para as outras posições assumidas pelos

voluntários, temos que as médias antes e após a intervenção foram de  $0,92 \pm 0,23 \text{ kg/cm}^2$  e  $0,86 \pm 0,15\text{kg/cm}^2$  para BF;  $1,33 \pm 0,22\text{kg/cm}^2$  e  $1,26 \pm 0,21\text{kg/cm}^2$  para UA e  $1,49 \pm 0,27\text{kg/cm}^2$  e  $1,43 \pm 0,21\text{kg/cm}^2$  para UF, respectivamente, conforme figura 3.

Figura 3- Valores médios do pico de pressão de contato da superfície plantar ( $\text{Kg/cm}^2$ ) nas diferentes posições de avaliação: BA- bipodal com olhos abertos, BF- bipodal com olhos fechados, UA- unipodal com olhos abertos, UF- unipodal com olhos fechados, em relação ao respectivo pré, utilizando o teste t de Student ( $n=29$ ;  $* p<0,05$ ).



## Discussão

As alterações dos sistemas vestibular, sômato-sensorial e visual durante o processo de envelhecimento podem refletir sobre o controle postural. Como o controle postural é responsável pela orientação da postura e manutenção do equilíbrio, as ações dependentes destas funções ficam prejudicadas. Visando promover melhora na capacidade de controle postural, a prática regular de exercício físico vem sendo estudada e divulgada na literatura científica para demonstrar sua influência sobre o equilíbrio.

Considerando que as perdas proprioceptivas durante o envelhecimento aumentam o limiar para a detecção do movimento e dificultam a reprodução precisa de movimentos articulares, ou seja, a propriocepção; é possível que uma forma de intervenção específica como a estimulação proprioceptiva possa interferir mais efetivamente sobre o controle do movimento e a estabilidade postural (5).

O aumento da área de contato na superfície plantar observado neste estudo na posição bipodal após intervenção sugere facilitação do controle dos movimentos da estabilidade postural, uma vez que o número de receptores sensoriais da superfície plantar em contato com a superfície também aumenta, suprindo o sistema nervoso com informações mais precisas da periferia. Essa facilitação na posição bipodal com os olhos abertos favorece a estabilidade para a realização das atividades de vida diária e marcha, podendo tornar os indivíduos menos propensos a quedas.

O incremento da área de contato favorece melhor distribuição dos picos de pressão de contato. Segundo Lord (18), altos picos de pressão sobre os pés são frequentemente relacionados à necessidade de atenção clínica devido ao efeito potencial de causar lesões ao tecido plantar. Perry, McIlroy, Maki (6) também citam que como o estímulo sensorial cutâneo plantar tem importante papel na regulação da marcha e controle postural, a interferência da presença de calosidades e de superfícies menos sensíveis pode alterar a informação plantar e prejudicar o controle postural, pois afetam as informações sômato-sensoriais. Observou-se neste estudo que o aumento da área de contato na superfície plantar permitiu melhor distribuição da pressão de

contato, fazendo com que os picos de pressão de contato diminuíssem para a posição BA. Esse resultado sugere que a intensidade de pressão aplicada à determinada área plantar pode ser melhor distribuída a partir desse tipo de intervenção, tornando os idosos menos propensos a desenvolver calosidades, que possam vir a interferir com o controle postural.

Considera-se então que o aumento da área de contato e a diminuição dos picos de pressão de contato na superfície plantar promovidos por este programa de intervenção poderiam favorecer o controle postural de idosos sedentários e a estabilidade postural, evitando quedas.

Neste trabalho, embora os voluntários também realizassem exercícios em apoio unipodal, o programa de intervenção não foi focalizado neste apoio em virtude das atividades de vida diária serem realizadas em apoio bipodal. Desta forma, os resultados obtidos são positivos, pois permitem considerar que o protocolo de intervenção proposto foi efetivo para melhorar a estabilidade postural de idosos sedentários.

No apoio bipodal com olhos fechados, verificou-se que a diminuição no valor médio do pico de pressão de contato após o programa de intervenção não foi significativa como na posição bipodal com olhos abertos, o que permite ressaltar a importância da visão sobre o controle postural. Quando utilizadas as condições como olhos abertos e fechados na avaliação, há uma reorganização dos diferentes componentes do controle postural. Em idosos, os sensores visuais são os mais importantes no controle postural e motor, enquanto que os proprioceptivos e vestibulares são menos utilizados, porém sob condições de olhos fechados, os indivíduos têm que compensar a privação visual, utilizando as outras fontes sensoriais, explicando o fato de que nas posições sem o auxílio da visão os resultados tendem a ser piores (19).

Nas avaliações em que há privação das informações visuais, os resultados são piores em relação aos testes com olhos abertos (17). Perrin, Gauchard, Perrot, Jeandel (15) relatam que quando há alteração de alguma parte dos sistemas que atuam sobre o controle postural, os indivíduos se tornam mais susceptíveis a quedas. Examinando um grupo de 65 idosos acima de 60 anos, eles também verificaram que os dados obtidos com

os olhos fechados foram piores que aqueles com os olhos abertos em todos os grupos.

Como o controle postural é dado pela interação dos sistemas vestibular, visual e somato-sensorial, este estudo buscou estimular a estabilidade corporal por exercícios multissensoriais, visando principalmente promover a melhora do controle postural de idosos por meio de estímulos sensoriais cutâneo plantares.

A propriocepção e a informação sensorial da superfície plantar são os fatores mais importantes para a manutenção do equilíbrio postural em condições normais e que a atividade física aumenta esses estímulos, permitindo maior eficiência para adaptação postural (15). Perry Mclroy, Maki (6) ratificam essa argumentação, apontando que o estímulo sensorial cutâneo plantar parece representar um importante papel na regulação da marcha humana e contribui para o controle postural, especialmente em condições de mudanças posturais multidirecionais que ocorrem de forma imprevisível durante a marcha, considerando que as aferências dos mecanorreceptores plantares fornecem informações detalhadas que podem facilitar reações compensatórias.

### Conclusão

Este estudo avaliou a influência de um programa de intervenção fisioterapêutica voltado à estimulação proprioceptiva sobre a estabilidade postural de indivíduos idosos. A análise baropodométrica demonstrou 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. Esses resultados sugerem aumento das aferências cutâneo-plantares, com conseqüente facilitação do controle motor e estabilidade postural, o que pode favorecer a estabilidade para realização das atividades diárias e da marcha, tornando os idosos menos propensos a quedas e suas conseqüências. Estudos futuros poderiam demonstrar a influência deste programa de intervenção sobre a força muscular dos idosos, uma vez que o incremento nos mecanismos neurais pode refletir em ganho de força e repercutir sobre o controle postural, melhorando a qualidade de vida dessa população.

### Referências

1. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
2. Kauffman I. Manual de reabilitação geriátrica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
3. Verdú E, Ceballos D, Vilches JJ, Navarro X. Influence of aging on peripheral nerve function and regeneration. *Journal of the Peripheral Nervous System* 2000; 5:191-208.
4. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Controle Motor. Teoria e aplicações práticas. 2. ed. São Paulo: Manole, 2003.
5. Speers RA, Kuo AD, Horak FB. Contributions of altered sensation and feedback responses to changes in coordination of postural control due to aging. *Gait and Posture* 2002;16:20-30.
6. Perry SD, Mclroy WE, Maki BE. The role of plantar cutaneous mechanoreceptors in the control of compensatory stepping reactions evoked by unpredictable, multi-directional perturbation. *Brain Research* 2000; 877: 401-406.
7. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly person living in the community. *New England Journal of Medicine* 1988; 319:701-707.
8. Campbell AJ, Borrie MJ, Spears GF. Risk factors for falls in a community –based prospective study of people 70 years and older. *Journal Gerontology* 1989; 44:112-117.
9. King MB, Tinetti MG. Falls in community dwelling older persons. *Journal of the American Geriatrics Society* 1995; 43:2246-1154.
10. Perracini MR, Ramos LR. Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade. *Revista de Saúde Pública* 2002; 36(6):709-716.
11. Bahr R. Clinical review: recent advances sports medicine. *British Medical Journal* 2001; 323:328-331.
12. Nied RJ, Franklin B. Promoting and prescribing exercise for the elderly. *American Family physician* 2002; 65(3): 419-426.

13. Bij AKVD, Laurant MGH, Wensing M. Effectiveness of physical activity interventions for older adults. *American Journal of Preventive Medicine* 2002; 22(2):120-133.
14. Evans JW. Exercise training guidelines for the elderly. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1999; 31(1):12-17.
15. Perrin PP, Gauchard GC, Perrot C, Jeandel C. Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. *British Journal of Sports Medicine* 1999; 33:121-126.
16. Jeandel C, Vuillemin A. Effets des activités physiques sur le contrôle postural chez le sujet âgé. *Science & Sports* 2000; 15:187-193.
17. Rogers ME, Rogers NL, Takeshima N, Islam MM. Methods to assess and improve the physical parameters associated with fall risk in older adults. *Preventive Medicine* 2003; 36:255-264.
18. Lord M. Spatial resolution in plantar pressure measurement. *Medical Engineering & Physics* 1997; 19(2):140-144.
19. Gauchard GC, Jeandel C, Tessier A, Perrin PP. Beneficial effect of proprioceptive physical activities on balance control in elderly human subjects. *Neuroscience Letters* 1999; 273:81-84.

Recebido em: 09/03/2005

*Received in:* 03/09/2005

Aprovado em: 14/04/2006

*Approved in:* 04/14/2006