

Efeito do treinamento proprioceptivo em mulheres diabéticas

Effect of proprioceptive training among diabetic women

Santos AA¹, Bertato FT², Montebelo MIL¹, Guirro ECO¹

Resumo

Contextualização: O *diabetes mellitus* é uma doença comum na população idosa e representa um dos principais problemas de Saúde Pública em todo o mundo. Os indivíduos acometidos pelo *diabetes mellitus* apresentam predisposição a desenvolver neuropatias, que podem ser diagnosticadas pela detecção de pontos de maior pressão e sensibilidade tátil diminuída. **Objetivo:** Avaliar a amplitude da oscilação do centro de pressão na posição bipodal com olhos abertos e sensibilidade tátil plantar após 12 semanas de treinamento proprioceptivo. **Materiais e métodos:** Foram recrutadas 13 voluntárias diabéticas, com idade média de 61,77 ($\pm 7,55$ anos). A avaliação sensitiva e baropodométrica foi realizada antes e após seis e 12 semanas de intervenção fisioterapêutica. Esta foi aplicada duas vezes por semana e constou de um circuito composto por 13 estações com diferentes texturas. Os valores referentes à sensibilidade tátil foram submetidos ao teste de análise de variância de Friedman. Dados quanto à oscilação ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) do centro de pressão foram analisados pelo teste rank de Wilcoxon. **Resultados:** Em relação aos valores referentes à oscilação AP do centro de força, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os valores antes, após seis e 12 semanas de intervenção fisioterapêutica, porém não houve diferença significativa ($p > 0,05$) quanto à oscilação ML entre os grupos ao longo do tempo. Os resultados também apontam melhora significativa ($p < 0,05$) na sensibilidade tátil dos pontos analisados. **Conclusões:** Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que o treinamento utilizado foi efetivo para incremento da sensibilidade tátil plantar e redução da oscilação AP na população estudada.

Palavras-chave: diabetes; neuropatia periférica; fisioterapia.

Abstract

Background: *Diabetes mellitus* is a common disease among the elderly and represents one of the principal public health problems worldwide. Individuals who suffer from *diabetes mellitus* present a predisposition to develop neuropathies. These problems can be diagnosed by means of the detection of points with greater pressure and diminished tactile sensitivity. **Objective:** To evaluate the center of pressure oscillatory amplitude in the bipedal position with eyes open and the plantar tactile sensitivity after 12 weeks of proprioceptive training. **Methods:** Thirteen diabetic volunteers of mean age 61.77 ± 7.55 years were recruited. Baropodometric and sensitivity evaluations were performed before the physical therapy intervention and after six and 12 weeks of therapy. The therapy was applied twice a week and consisted of a circuit composed of 13 stations with different textures. The tactile sensitivity values were subjected to the Friedman analysis of variance test. The data on the anteroposterior and mediolateral oscillation of the center of pressure were analyzed using the Wilcoxon rank test. **Results:** For the anteroposterior oscillation of the force center, there were significant differences ($p < 0.05$) between the values before and after six and twelve weeks of physical therapy intervention. However, there were no significant differences ($p > 0.05$) regarding mediolateral oscillation between the groups over the course of time. The results also showed significant improvement ($p < 0.05$) in the tactile sensitivity of the points analyzed. **Conclusions:** It can be concluded that the training undertaken was effective in increasing the plantar tactile sensitivity and reducing the anteroposterior oscillation of the center of pressure in the studied sample.

Key words: diabetes; peripheral neuropathy; physical therapy.

Recebido: 09/04/2007 – Revisado: 30/08/2007 – Aceito: 22/02/2008

¹ Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep) – Piracicaba (SP), Brasil

² Curso de Graduação em Fisioterapia, Unimep

Correspondência para: Elaine Caldeira de Oliveira Guirro, Rodovia do Açúcar, km 156, Taquaral, CEP 13400-911, Piracicaba (SP), Brasil, e-mail: ecguirro@unimep.br

Introdução ::::

O *diabetes mellitus* (DM) é considerado um problema de Saúde Pública prevalente, com elevado ônus social e econômico¹. Dentre as complicações clínicas do DM, destacam-se a cegueira, a insuficiência renal, a nefropatia e a neuropatia periférica (NP)^{2,3}.

A NP parece surgir como um distúrbio sensorial, autonômico e como uma doença motora progressiva e irreversível⁴, podendo interromper as aferências e eferências da extremidade inferior, responsáveis por manter a postura e o passo normal⁵ e, conseqüentemente, perdendo-se a propriocepção.

A propriocepção é a capacidade de perceber a posição e o movimento, permitindo que haja monitoração da progressão de qualquer seqüenciamento de movimento e possibilitando movimentos posteriores. Trata-se de uma modalidade sensorial mediada por mecanorreceptores, que são receptores localizados em músculos e em órgão neurotendinosos e que têm a função de discriminar a informação temporal e espacial sobre a pressão de contato nos pés^{6,7}.

Com a diminuição da sensibilidade plantar e de informações provenientes dos mecanorreceptores, há também restrições sobre o equilíbrio em indivíduos idosos e diabéticos⁸. Neste sentido, a atividade física direcionada para propriocepção e treino de equilíbrio pode reduzir as morbidades relacionadas ao envelhecimento e ao DM, sendo que efeitos significativos podem ser encontrados com 12 semanas de treinamento^{9,10}.

A medida da amplitude da oscilação do centro de pressão durante a postura ereta tem sido utilizada na avaliação da estabilidade postural, pois existe forte correlação entre elas, sendo a amplitude desta inversamente proporcional ao controle do equilíbrio^{11,12}.

Nesse contexto, a proposta deste estudo foi avaliar a oscilação do centro de pressão na posição bipodal com olhos abertos e a sensibilidade tátil plantar, após 12 semanas de treinamento proprioceptivo, com a finalidade de minimizar as complicações decorrentes do DM.

Materiais e métodos ::::

Esta pesquisa foi realizada de acordo com a resolução nº. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep), sob protocolo nº. 89/04, sendo que todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Sujeitos

Participaram do estudo 13 voluntárias diabéticas, com idade variando entre 50 e 70 anos ($62 \pm 7,55$), sedentárias¹³, que

fazem uso de hipoglicemiantes orais, de um total inicial de 21 voluntárias convidadas e avaliadas.

Foram considerados fatores de exclusão: portadoras de déficits cognitivos, portadoras de NP de outras etiologias, cegueira e falta a duas sessões.

As voluntárias estavam em acompanhamento médico e foram submetidas à avaliação fisioterapêutica prévia, na qual foram coletados: massa corporal ($71,15 \pm 8,98$ kg), estatura ($1,51 \pm 0,06$ m), índice de massa corpórea (IMC, $30,99 \pm 4,70$ kg/m²), razão da circunferência da cintura e do quadril (RCQ, $0,87 \pm 0,13$), além da pressão arterial.

Procedimento experimental

A intervenção fisioterapêutica foi aplicada duas vezes por semana, durante 45 minutos, por um período de 12 semanas, sendo dividido em três fases: aquecimento (15 minutos), treinamento proprioceptivo e desaquecimento, com monitoramento da pressão arterial.

O treinamento de equilíbrio foi embasado nas técnicas de Frenkel¹⁴ adaptadas e modificadas para indivíduos portadores de DM com alteração de sensibilidade plantar, exigindo, assim, um elevado grau de concentração e de controle visual dos movimentos e das repetições, podendo, desta maneira, alcançar a efetividade na aquisição dos movimentos funcionais¹⁵. Para tanto, foram aplicados exercícios em circuitos caracterizados por marcha coordenada sobre marcadores colados no chão, alternando-se os pés, a velocidade e a direção.

O protocolo proprioceptivo envolveu treino de marcha, equilíbrio e propriocepção, com a finalidade de proporcionar a estimulação sensorial da superfície. Utilizou-se um circuito com diferentes texturas, composto por 13 estações. O tempo de permanência em cada estação foi de dois minutos, sendo o ritmo estabelecido por músicas que se alternavam entre rápidas e lentas. Os materiais utilizados para compor o circuito foram colocados na seguinte seqüência: espuma de 10cm de espessura, caixa de madeira contendo grãos de feijão, colchonete com espessura de 2cm e de densidade menor que a da espuma, caixa de madeira contendo algodão e, novamente, o colchonete com 2cm de espessura. Uma prancha de equilíbrio foi utilizada para promover balanceios látero-laterais.

Na sétima estação, as voluntárias, em posição sentada, foram estimuladas a trabalhar a musculatura flexora da região plantar, movimentando uma toalha com os pododáctilos. Na oitava estação, repete-se a espuma com 10cm de espessura e, na nona estação, utilizaram-se duas bolas de propriocepção com 8cm de diâmetro e projeções externas, apoiadas sobre o chão.

Com a finalidade de propiciar uma sensação fina diferenciada, a décima estação consistiu de uma caixa de madeira contendo painço e, na 11ª estação, empregou-se novamente

a estimulação, utilizando-se a espuma com 2cm de espessura. O equilíbrio e o movimento de quadril foram trabalhados na 12ª estação, com a utilização de duas bolas terapêuticas (bolas suíças, com 75cm de diâmetro) e, na 13ª estação, foi utilizada lixa ferro de pedreiro, número 34, sobre a qual as voluntárias deslizavam os pés alternadamente.

Para o relaxamento, foram utilizados exercícios respiratórios, movimentos ativos lentos e alongamento da musculatura de membros superiores e inferiores, além da região lombar.

A análise baropodométrica foi efetuada utilizando-se a plataforma de pressão Matscan (Tekscan®), com 2.288 sensores, resolução de 1.4 sensor/cm², medindo 436 x 369mm, por meio de um software em ambiente Windows, com monitoração em tempo real, acoplado a um microcomputador padrão.

Para análise do centro de massa, os dados foram coletados na posição bipodal com os olhos abertos (BA), com tempo de tomada de seis segundos, repetidas por três vezes, em diferentes momentos: antes da intervenção fisioterapêutica e após seis e 12 semanas.

A sensibilidade tátil na região plantar foi avaliada por meio do monofilamento de Semmes-Weinstein de 10g, marca Sorri®, segundo critério adotado pela American Diabetes Association (ADA)¹⁶.

As polpas do primeiro, terceiro e quinto pododáctilos e as respectivas projeções das cabeças dos metatarsos foram tocadas por dois segundos. A prova foi considerada negativa quando a voluntária deixava de sentir o toque em qualquer um dos pontos examinados.

Análise dos dados

Os dados referentes à amplitude ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) foram convertidos em linguagem ASCII, utilizando-se o software Research Foot 5.72 (Matscan®), sendo que estes foram transportados e analisados pelo programa Excel (Microsoft Windows®). Para que esses dados fossem normalizados, eles foram multiplicados pelo valor da distância entre os sensores (0,8382cm).

Análise estatística

O cálculo amostral foi efetuado no programa Graphpad Statmate 2.0 (Power test), baseado em médias e desvios-padrão dos dados referentes à oscilação do centro de pressão em mulheres idosas diabéticas, obtidos em estudo piloto. Para um erro alfa de 0,05 e poder de teste de 80%, houve indicação para avaliação de 13 voluntárias.

Inicialmente, foi realizada análise exploratória dos dados, na qual foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk para todas as variáveis estatísticas consideradas. Em seguida,

aplicou-se o critério de Bartlett's, para avaliar a homocedasticidade das variáveis.

Os dados quanto à oscilação AP e ML do centro de massa foram analisados pelo teste rank de Wilcoxon.

Os valores referentes à sensibilidade tátil foram submetidos ao teste de análise de variância (ANOVA) de Friedman.

Em todas as análises, utilizou-se o programa BioEstat versão 4.0 e considerou-se o nível de significância de 5%.

Resultados

Comparando-se a sensibilidade antes, após seis e 12 semanas de treinamento proprioceptivo, notou-se significativa melhora da sensibilidade tátil plantar ($p < 0,05$), apesar da ocorrência de outliers. No teste de sensibilidade tátil plantar, dos 12 pontos inicialmente estipulados, apenas 15% das voluntárias sentiam todos os pontos examinados. Após seis semanas de treinamento proprioceptivo, esse índice elevou-se para 46% e, após 12 semanas, o índice atingiu 85% (Figura 1).

Em relação aos valores médios referentes à oscilação AP do centro de pressão, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os valores ao longo do tempo, antes, após seis e 12 semanas de intervenção fisioterapêutica (Figura 2).

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) quanto à oscilação ML entre o grupo antes da intervenção fisioterapêutica, quando comparado aos grupos após intervenção (seis e 12 semanas).

Discussão

O DM acomete cerca de 7,6% da população no Brasil com idade entre 30 e 69 anos, sendo que cerca de 50% dos pacientes desconhecem o diagnóstico e 24% daqueles reconhecidamente portadores de DM não fazem qualquer tipo de tratamento¹⁷.

O componente sensitivo da NP implica em perda gradual da sensibilidade à dor, percepção da pressão plantar, temperatura e propriocepção¹⁸, e pode produzir instabilidade postural^{19,20}, favorecer o aumento de quedas e conseqüentes fraturas, além de úlceras plantares na população diabética²¹⁻²³.

Tilling, Darawil e Britton²⁴ observaram instabilidade postural em mulheres diabéticas, fato que se assemelha aos achados deste estudo.

O maior período de latência encontrado nas respostas posturais em indivíduos portadores de NP demonstra que este tipo de complicação predispõe à instabilidade postural²⁵. A maior oscilação AP encontrada no presente estudo poderia ser explicada pela deficiência proprioceptiva encontrada em indivíduos acometidos pelo DM.

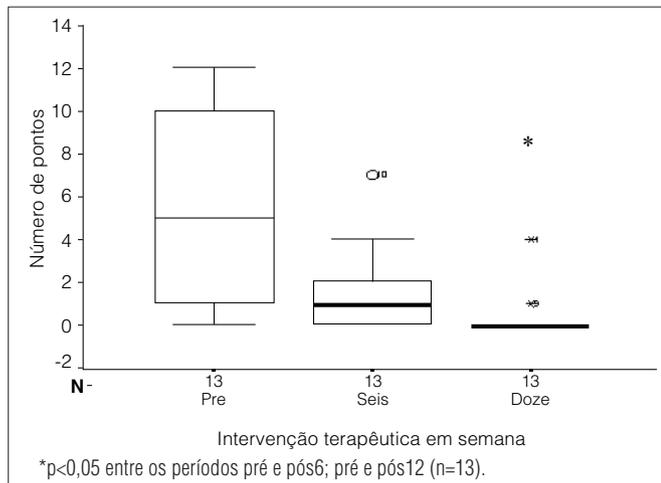


Figura 1. Número de pontos insensíveis ao monofilamento (10g) na superfície plantar, bilateralmente, de diabéticas no período pré, após seis e 12 semanas de intervenção fisioterapêutica.

A atividade física tem sido avaliada como medida terapêutica para instabilidade postural. Estudos^{26,27} avaliaram a aplicação de programas de exercícios proprioceptivos em voluntários diabéticos e observaram que os parâmetros de equilíbrio e manutenção postural podem ser otimizados por provável aumento das aferências periféricas, reduzindo quedas por perda sensitiva. Visto que o controle postural é dado pela interação dos sistemas vestibular, visual e sômato-sensorial, e que qualquer alteração em um ou mais desses sistemas, como déficit sensitivo nos pés, resulta em instabilidade postural, o incremento da sensibilidade tátil plantar e a redução da oscilação AP, observadas após o treinamento proprioceptivo deste estudo, poderiam ser atribuídos aos estímulos multisensoriais exercidos pelo mesmo.

A redução da sensibilidade tátil plantar de indivíduos com NP é mais evidente na planta do que no dorso, quando o teste

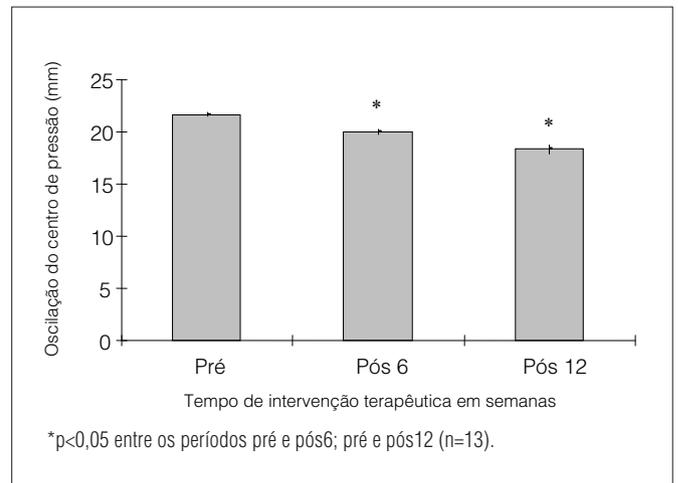


Figura 2. Valores médios ± desvio-padrão da oscilação ântero-posterior (AP) do centro de pressão na posição bipodal com olhos abertos, antes e após seis e 12 semanas de intervenção fisioterapêutica.

é realizado utilizando-se o monofilamento de Semmes-Weinstein²⁸. McGill et al.²⁹ demonstraram que o monofilamento de 10g apresenta 88% de grau de sensibilidade e 68% de grau de especificidade. Os resultados obtidos neste estudo também evidenciaram a eficácia do monofilamento de 10g para avaliação da sensibilidade no pé de indivíduos diabéticos.

A viabilidade de uma proposta de intervenção com baixo custo para prevenção de morbidades em diabéticos foi investigada³⁰, sendo que o presente estudo também contempla o aspecto social, na medida em que propõe procedimentos viáveis e de custo reduzido.

Os resultados permitem concluir que a intervenção terapêutica proposta propiciou estímulos multisensoriais, contribuindo para melhora da estabilidade postural na população estudada.

Referências bibliográficas

- Georg AE, Duncan BB, Toscano CM, Schmidt MI, Mengue S, Duarte C, et al. Análise econômica de programa para rastreamento do diabetes mellitus no Brasil. *Rev Saude Publica*. 2005;39(3):452-60.
- Guyton AC, Hall JE. *Tratado de fisiologia médica*. 10ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
- Kwon OV, Minor SD, Maluf KS, Mueller MJ. Comparison of muscle activity during walking in subjects, with and without diabetic neuropathy. *Gait Posture*. 2003;18(1):105-13.
- Leonard DR, Farooqui H, Myers F, Myers S. Restoration of sensation, reduced pain, and improved balance in subjects with diabetic peripheral neuropathy: a double-blind, randomized, placebo-controlled study with monochromatic near-infrared treatment. *Diabetes Care*. 2004;27(1):168-72.
- Cavanagh PR, Hewitt FG, Perry JE. In shoe plantar pressure measurement: a review. *The Foot*. 1992;12:185-94.
- Machado A. *Neuroanatomia funcional*. 2ª ed. São Paulo: Atheneu; 2000.
- 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.
- Corriveau, H, Hébert R, Raïche M, Prince F. Evaluation of postural stability in the elderly with stroke. *Arch Phys Rehabil*. 2004;85(7):1095-101.
- Hue O, Ledrole D, Seynnes O, Bernard PL. Influence d'une pratique motrice de type "posture-équilibration-motricité" sur les capacités pastorales du suget âgé. *Ann Réadatation Méd Phys*. 2001;44(2):81-8.

10. Cimbiz A, Cakir O. Evaluation of balance and physical fitness in diabetic neuropathic patients. *J Diabetes Complications*. 2004;19(3):160-4.
11. Lafond D, Corriveau H, Prince F. Postural control mechanisms during quiet standing in patients with diabetic sensory neuropathy. *Diabetes Care*. 2004;27(1):173-8.
12. 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.
13. Benedetti TB, Mazo GZ, Barros MVG. Aplicação do questionário internacional de atividades físicas para avaliação de mulheres idosas: validade concorrente e reprodutibilidade teste-reteste. *Rev Bras Cienc e Mov*. 2004;12(1):25-34.
14. Sullivan SBO, Schmitz TJ. *Fisioterapia, avaliação e tratamento*. 4ª ed. São Paulo: Manole; 2003.
15. Sacco ICN, Amadio AC. A study of biomechanical parameters in gait analysis and sensitive cronaxie of neurophatic patients. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2000;15(3):196-202.
16. American Diabetes Association. Economic costs of diabetes in the U.S. in 2002. *Diabetes Care*. 2003;26(3):917-32.
17. Gross JL. Detecção e tratamento das complicações crônicas do Diabete Melito: Consenso Brasileiro. *Rev Ass Med Brasil*. 1999; 45(3):279-84.
18. Pedrosa HC, Nery ES, Sena FV. O desafio do Projeto: Salvando o Pé diabético. *Terapêutica em Diabetes. Boletim do Centro Brasileiro de Diabetes*. 1998;19:1-10.
19. Horak FB, Dickstein R, Peterka RJ. Diabetic neuropathy and surface sway-referencing disrupt somatosensory information for postural stability in stance. *Somatosensory and Mot Res*. 2002;19(4):316-26.
20. Nasher LM. Computerized dynamic posturography: Clinical applications. In: Jacobson GP, Newman CW, Kartush JM, editors. *Handbook of balance function testing*. New York: Mosby Year Book; 1993. p. 308-34.
21. Frykberg RG, Lavery LA, Pham H, Harvey C, Harkless L, Veves A. Role of neuropathy and high foot pressures in diabetic foot ulceration. *Diabetes Care*. 1998;21(10):1714-9.
22. Gutierrez EM, Helber MD, Dealva D, Ashton-Miller JA, Richardson JM. Mild diabetic neuropathy affects ankle motor function. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2001;16(6):522-8.
23. Menz HD, Lord SR, St George R, Fitzpatrick RC. Walking stability and sensorimotor function in older people with diabetic peripheral neuropathy. *Arch of Phys Med and Rehabil*. 2004;85(2):245-52.
24. Tilling LM, Darawil K, Britton M. Falls as a complication of diabetes mellitus in older people. *J Diabetes Complications*. 2006;20:158-62.
25. Dickstein R, Peterka RJ, Horak FB. Effects of light fingertip touch on postural responses in subjects with diabetic neuropathy. *J Neurol Neurosurg Psych*. 2003;74(5):620-6.
26. Richardson JK, Sandman BS, Vela S. A focused exercise regimen improves clinical measures of balance in patients with peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(2):205-9.
27. Gauchard GC, Gangloff P, Jeandel C, Perrin PP. Physical activity improves gaze and posture control in the elderly. *Neurosc Res*. 2003;45(4):409-17.
28. Miranda-Palma B, Sosenko JM, Bowker JH, Mizel MS, Boulton AJ. A comparison of the monofilament with other testing modalities for foot ulcer susceptibility. *Diabetes Res Clin Pract*. 2005;70(1):8-12.
29. McGill M, Molyneaux L, Spencer R, Heng LF, Yue DK. Possible sources of discrepancies in the use of the Semmes-Weinstein monofilament. Impact on prevalence of insensate foot and workload requirements. *Diabetes Care*. 2001;24(1):183-4.
30. De Berardis G, Pellegrini F, Franciosi M, Belfiglio M, Di Nardo B, Greenfield S, et al. Are Type 2 diabetic patients offered adequate foot care? The role of physician and patients characteristics. *J Diabetes Complications*. 2005;19(6):319-27.