

AVALIAÇÃO DAS PERDAS SENSORIO-MOTORAS DO PÉ E TORNOZELO DECORRENTES DA NEUROPATIA DIABÉTICA

SACCO ICN¹, SARTOR CD¹, GOMES AA¹, JOÃO SMA¹ E CRONFLI R²

¹ Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, SP - Brasil

² Hospital Universitário, USP, São Paulo, SP - Brasil

Correspondência para: Profa. Dra. Isabel de C. N. Sacco, Depto. Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina – USP, Rua Cipotânia, 51, Cidade Universitária, CEP 05360-000, São Paulo, SP – Brasil, email: icnsacco@usp.br

Recebido: 14/02/2006 - Revisado: 31/07/2006 - Aceito: 28/09/2006

RESUMO

Objetivos: Identificar déficits sensório-motores de pés de pacientes diabéticos neuropatas e comparar os déficits do grupo neuropata com um grupo de sujeitos saudáveis. **Método:** 49 diabéticos neuropatas (GD) e 22 controles foram submetidos a um protocolo de três estágios: (1) entrevista por meio de questionário, que caracterizou a neuropatia e sintomas, (2) avaliação da função muscular, amplitude de movimentos e testes funcionais dos pés e tornozelos, (3) avaliação da sensibilidade tátil e térmica. Os grupos foram comparados por meio dos testes Qui-quadrado, Mann-Withney e Teste T ($p < 0,05$). **Resultados:** O GD mostrou perda significativa das sensibilidades tátil e térmica em comparação ao grupo controle, principalmente nos calcanhares (49,0% no GD e 97,3% no GC). A função muscular está diminuída no GD, com predomínio da perda do grau 5. Os músculos mais afetados são os interósseos (23,4%), extensor do hálux (42,5%) e tríceps sural (43,2%), enquanto que o GC teve todos os músculos preservados. Todas as ADMs do GD estão diminuídas em relação ao GC. O GD apresentou os testes funcionais de tornozelo diminuídos em 50%. **Conclusão:** Houve diferenças significativas entre os grupos quanto às perdas sensitivas, de função muscular, amplitude de movimento e funcionais. Essas diferenças podem ser atribuídas à neuropatia diabética.

Palavras-chave: sensibilidade, diabetes, neuropatia diabética, avaliação, Fisioterapia.

ABSTRACT

Assessment of motor sensory losses in the foot and ankle due to diabetic neuropathy

Objective: To identify motor sensory deficits in the feet of neuropathic diabetic patients and compare their deficits with a group of healthy subjects. **Method:** 49 neuropathic diabetics (group NG) and 22 controls (group CG) underwent a three-stage protocol: (1) an interview using a questionnaire to characterize the neuropathy and symptoms; (2) assessment of muscle function and range of motion, and functional tests on the feet and ankles; (3) assessment of tactile and thermal sensitivity. The groups were compared using the chi-squared, Mann-Whitney and Student t tests ($p < 0.05$). **Results:** NG presented significant losses of tactile and thermal sensitivity in comparison with CG, especially in the heels (49.0% of NG and 97.3% of CG). Muscle function was decreased in NG, with predominance of loss of grade 5. The muscles most affected were the interossei (23.4%), extensor hallucis (42.5%) and triceps surae (43.2%), while all muscle function was preserved in CG. All ranges of motion in NG were reduced in comparison with CG. The functional tests on the ankles in NG presented a decrease of around 50%. **Conclusion:** There were significant differences between the groups with regard to sensitivity, muscle function, range of motion and functional losses. These differences can be attributed to the diabetic neuropathy.

Key words: sensitivity, diabetes, diabetic neuropathy, assessment, physical therapy.

INTRODUÇÃO

A diabetes mellitus pode ser considerada como um problema de saúde universal, afetando populações de países em todos os estágios de desenvolvimento. Conforme dados da OMS, o Brasil, com cerca de 10 milhões de diabéticos, é o 6º país do mundo em número de pessoas com diabetes¹. Em São Paulo, encontrou-se o maior índice entre as capitais brasileiras: 10 casos a cada 100.000 habitantes².

A diabetes mellitus leva a diversas complicações crônicas que contribuem para o aumento da morbidade e mortalidade dos pacientes. Entre elas, estão as complicações vasculares causadoras de retinopatia e nefropatia, hipertensão arterial sistêmica, dislipidemia e neuropatias. Estas atingem o sistema nervoso periférico, sendo que a principal forma é a polineuropatia diabética simétrica distal, equivalendo a cerca de 75% de todas as neuropatias destes diagnósticos³. A neuropatia diabética pode levar a transtornos tróficos da pele e da estrutura osteoarticular do pé, levando ao chamado pé diabético. Pacientes diabéticos que apresentam insensibilidade, fraqueza muscular e diminuição de amplitude de movimento têm maior risco para o desenvolvimento de ulcerações nos pés⁴.

Os movimentos mais afetados são a flexão, inversão e eversão de tornozelo e movimentos da primeira articulação metatarsal-falangeana⁵. Esses movimentos, quando limitados, diminuem a habilidade do complexo do pé de absorver o choque e as rotações transversais durante a marcha, contribuindo para a patogênese da ulceração plantar no pé insensível⁶. Ocorre o aparecimento de deformidades como dedos em martelo e em garra, deslocamento de coxins gordurosos sob as cabeças dos metatarsos, aumentando as pressões plantares nessas regiões, predispondo a ulcerações, infecções e necrose⁷.

A atrofia muscular observada nos pacientes com neuropatia diabética, especialmente nos músculos intrínsecos do pé, pode causar deformidades, diminuição da amplitude de movimento de pé e tornozelo, também contribuindo para o aumento de pressões plantares⁴. A ulceração é a complicação mais comum do pé diabético e é responsável por mais de 90% dos casos de osteomielite⁸.

Sacco et al.⁹ elaboraram um protocolo simples e de fácil aplicação que avaliava as perdas sensitivas, de amplitude de movimento, de função muscular e da funcionalidade de membros inferiores nos diabéticos neuropatas e observaram que esses pacientes apresentaram perdas significativas em relação a esses aspectos. Porém, não houve comparação com um grupo controle, não se sabendo, portanto, se essas alterações são exclusivas da neuropatia ou se são decorrentes de outros fatores como o envelhecimento, obesidade ou inatividade física.

Considerando que as complicações sensório-motoras trazem grande morbidade para esses pacientes, torna-se necessário que se identifiquem fatores de risco predisponentes

a fim de que sejam evitados. Dessa forma, o objetivo deste estudo é avaliar e comparar modalidades de sensibilidade somatossensorial plantar, amplitude articular e função musculoesquelética de tornozelo e pé de diabéticos neuropatas e de indivíduos não diabéticos assintomáticos, para que se possa verificar se as prováveis perdas são decorrentes exclusivamente da neuropatia diabética.

MATERIAL E MÉTODOS

Casuística

A amostra experimental foi constituída por um grupo de 49 diabéticos neuropatas diagnosticados clinicamente (GD) tipo 1 ou 2, pontuação na entrevista inicial¹⁰ de, no mínimo, 2 pontos, voluntários, e por um grupo controle (GC) composto de 22 adultos não diabéticos.

Para a formação do grupo GD, foram entrevistados 198 diabéticos neuropatas por meio de um questionário¹⁰ validado que avalia a gravidade da neuropatia diabética. Esse questionário investiga sintomas, presença de úlceras plantares na história clínica e dificuldades funcionais e, quando obtidos 2 pontos ou mais, de um total de 15, o paciente diabético é considerado neuropata. Desses 198, 49 atingiram os critérios para inclusão.

Os indivíduos do GC foram recrutados após a coleta dos dados do GD, de forma a parear as variáveis da idade, índice de massa corpórea (IMC), níveis de atividade física, e eram provenientes da própria instituição onde o estudo foi realizado. Houve dificuldade na seleção desta amostra, não sendo possível atingir o mesmo número de sujeitos do GD, porém a análise inferencial realizada permite que as comparações entre os grupos seja feita, mesmo com a diferença de números, sem comprometer os resultados estatísticos, já que os testes aplicados consideram tais diferenças.

Os critérios de inclusão para os grupos foram: ambos os sexos, sujeitos com idade inferior a 60 anos, deambulação independente, ausência de macroangiopatia, osteoartrose em membros inferiores, sem história de doenças neurológicas, musculares ou reumáticas fora da etiologia da diabetes, sem história de alcoolismo e sem amputação de pés bilateral de forma total ou parcial a partir do nível dos metatarsos.

Todos os sujeitos tomaram conhecimento dos procedimentos experimentais através de um termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pela Comissão Ética local (Protocolo no. 262/02).

Protocolo experimental

O protocolo experimental foi constituído de 2 etapas que tiveram a duração aproximada de cinquenta minutos: (1) avaliação da sensibilidade somatossensorial tátil e térmica e (2) avaliação da amplitude articular, função muscular e da funcionalidade de tornozelo e pé.

Na primeira etapa do protocolo experimental, as modalidades de sensibilidade tátil e térmica foram avaliadas em 5 áreas plantares: antepé medial, antepé lateral, médio-pé, calcanhar e hálux¹¹. A sensibilidade tátil foi avaliada utilizando um conjunto de monofilamentos de nylon, tipo Semmes -Weinstein (SORRI Bauru[®])⁵. Os monofilamentos, do mais fino para o grosso, foram pressionados sobre esses sítios plantares até que fossem dobrados. O mais fino monofilamento sentido pelo sujeito define seu nível de sensibilidade tátil. Foram utilizados 3 monofilamentos: 4,17; 5,07 e 6,10. A sensibilidade térmica foi avaliada fazendo um contato na superfície plantar com um corpo de prova de 0,5 cm de diâmetro e material metálico aquecido por 30 segundos, um frio, resfriado por imersão em gelo por 1 minuto e um neutro. O corpo de prova neutro foi aplicado antes da aplicação do corpo de prova quente ou frio. Esse modo de avaliação térmica é utilizado em ambulatórios clínicos¹⁰, muito embora não haja um consenso na clínica ou na literatura em relação ao tamanho do corpo de prova, ou à temperatura do mesmo, ou ainda se é usada ou não uma temperatura neutra entre as avaliações.

A segunda etapa foi constituída de uma avaliação funcional, em que foram realizados testes de função muscular, amplitude articular e testes funcionais em atividades da vida diária. Os testes de função muscular foram baseados nos protocolos estabelecidos por Kendall et al.¹², graduando de 0 a 5 a função muscular e foram aplicados nos músculos do pé (flexores e extensores dos dedos e hálux, lumbricais e interósseos) e nos músculos flexor (m. tibial anterior) e extensor (m. tríceps sural) do tornozelo. As amplitudes de movimentos articulares de tornozelo e pé (flexão e extensão, inversão e eversão) foram avaliadas segundo a metodologia adotada por de Marques¹³, utilizando-se um goniômetro universal.

A avaliação funcional dos membros inferiores foi feita por meio de alguns testes descritos por Palmer e Epler (2000)¹⁴, utilizando como escala para a análise dos dados o número de repetições realizadas pelo sujeito em cada teste. Pedia-se ao sujeito que, em pé, levantasse os dedos e antepé do chão (dorsiflexão), levantasse o calcanhar do chão (flexão plantar), levantasse a parte lateral do pé do chão (eversão) e que levantasse a parte medial do pé do chão (inversão). Sentado, o sujeito devia pegar um algodão com os dedos do pé (flexão dos dedos) e levantar só os dedos do pé do chão (extensão dos dedos). Contou-se o número de repetições durante o período de 30 segundos. A orientação dada aos pacientes foi a de repetir o movimento a maior quantidade de vezes possível. Para o teste de eversão e inversão de pé, utilizou-se a seguinte classificação: nenhuma repetição - não funcional, de 1 a 2 repetições - pouco funcional, de 3 a 4 repetições - razoavelmente funcional, de 5 a 6 repetições - funcional. Para os demais testes de flexão e extensão de tornozelo e dedos,

utilizou-se a seguinte escala: nenhuma repetição - não funcional, de 1 a 4 repetições - pouco funcional, de 5 a 9 repetições - razoavelmente funcional, de 10 a 15 repetições - funcional. Dessa forma, os pacientes foram divididos em 4 níveis (não-funcional, pouco funcional, razoavelmente funcional e funcional) para a análise dos dados.

Tratamento estatístico

As variáveis idade, massa, estatura, IMC, amplitude de movimento articular, número de repetições nos testes funcionais foram analisadas por meio de testes paramétricos e não paramétricos, dependendo da sua distribuição de normalidade. Para comparação das variáveis antropométricas e de ADM entre os 2 grupos foi utilizado o Teste t. Variáveis em escala ordinal como a função muscular, sensibilidade tátil e proprioceptiva, pontuação geral do questionário de Feldman e os testes funcionais foram comparadas entre o GD e GC pelo teste de Mann-Whitney. Já a sensibilidade térmica (escala nominal) foi comparada por meio do teste Qui-quadrado. Para todas as avaliações, verificou-se semelhança nas respostas entre o pé D e E, pelo teste Qui-quadrado; dessa forma realizaram-se as comparações entre os grupos sem distinguir D e E, totalizando 98 pés avaliados para o grupo GD e 44 para o GC. Foram consideradas diferenças estatisticamente significativas quando o nível de significância era menor ou igual a 0,05.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os dois grupos foram semelhantes quanto à idade (GC - 53,3±4,3 anos, GD - 58,5±11,0 anos), índice de massa corpórea (GC - 25,4±6,7 kg/m², GD - 27,4±6,8) e inatividade física (GC -81,8%, GD -73,5%). O tempo médio de diabetes foi de 13,1±7,5 anos e a última glicemia de jejum foi de 182,8±81,7. Quanto à pontuação do questionário de Feldman, os dois grupos apresentaram-se estatisticamente diferentes em relação às medianas (GC - 1, GD - 6). O restante dos resultados é apresentado a seguir.

Quanto à ADM, o GD apresentou médias inferiores ao GC, sendo que a extensão do tornozelo foi o movimento articular que mostrou diferença significativa.

Tanto a sensibilidade tátil quanto a térmica estiveram diminuídas no GD em relação ao GC, com diferenças significativas em todas as regiões plantares, em especial no calcanhar.

A função muscular também apresentou-se estatisticamente menor no GD em relação ao GC em todos os grupos musculares testados. Os grupos mais afetados foram os interósseos, tríceps sural e extensor dos dedos.

Os testes funcionais mostraram resultados inferiores no grupo dos pacientes neuropatas, enquanto que o GC apresentou todos os resultados máximos.

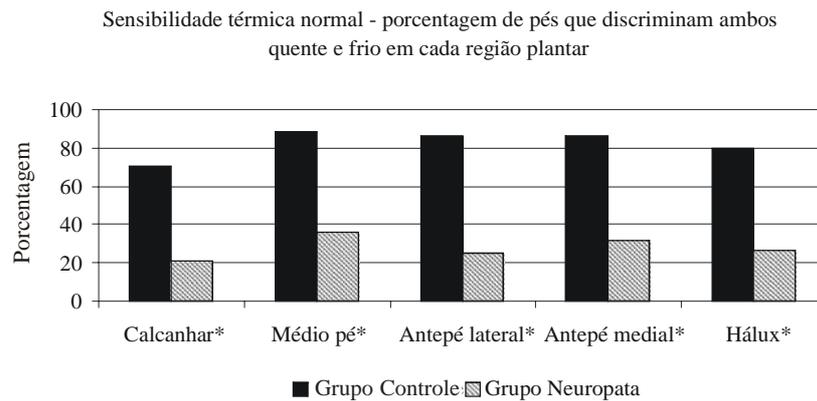


Figura 1. Distribuição de porcentagem de pés que discriminam ambas as temperaturas quente e frio em cada região plantar para os dois grupos estudados (* para $p < 0,05$).

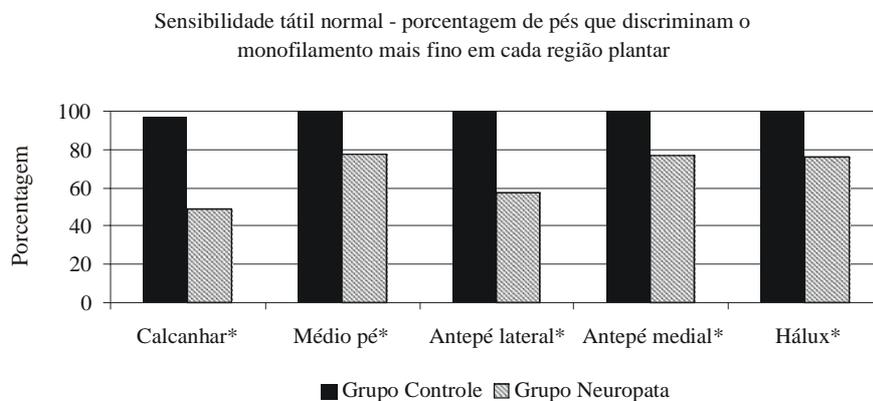


Figura 2. Distribuição de porcentagem de pés que discriminam o monofilamento mais fino em cada região plantar para os dois grupos estudados (* para $p < 0,05$).

Tabela 1. Médias e desvio-padrão das amplitudes de movimento das articulações dos tornozelos (* para $p < 0,05$).

Movimento articular	Grupo Controle	Grupo Neuropata
Extensão tornozelo (normal - 0 – 45°)	38,7 ± 6,1	31,1 ± 10,3 *
Dorsiflexão tornozelo (normal - 0 – 20°)	12,9 ± 5,5	10,7 ± 7,7
Inversão do tornozelo (normal 0 – 40°)	27,8 ± 8,4	17,5 ± 6,9
Eversão do tornozelo (normal 0 – 20°)	17,2 ± 6,9	10,6 ± 6,3

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A diminuição de mobilidade articular, função muscular e funcionalidade de membros inferiores observada especialmente no GD, porém também observada em menor grau no GC, poderia ser atribuída ao processo natural de envelhecimento. Porém, ambos os grupos se encontram na faixa de adultos maduros e não idosos¹⁵, e pode-se assumir que a neuropatia diabética é um fator responsável pelas diferenças encontradas entre os dois grupos.

Os dois grupos apresentam-se com sobrepeso, também de acordo com a OMS¹⁶. Portanto, mais uma vez, embora

não adequada a distribuição antropométrica da massa em ambos os grupos, não se pode atribuir as diferenças encontradas entre os grupos ao sobrepeso.

O tempo de diagnóstico da diabetes dos indivíduos avaliados foi de 13,1 anos, e o valor médio da última glicemia de jejum foi de 182,8 mg/dl, que está acima do esperado para o controle da diabetes, já que o valor considerado normal para essa população é de até 126 mg/dl para a glicemia de jejum¹⁷. Um dos fatores que predispõe ao aparecimento da neuropatia periférica é o valor glicêmico alto, assim como a flutuação do mesmo¹⁷.

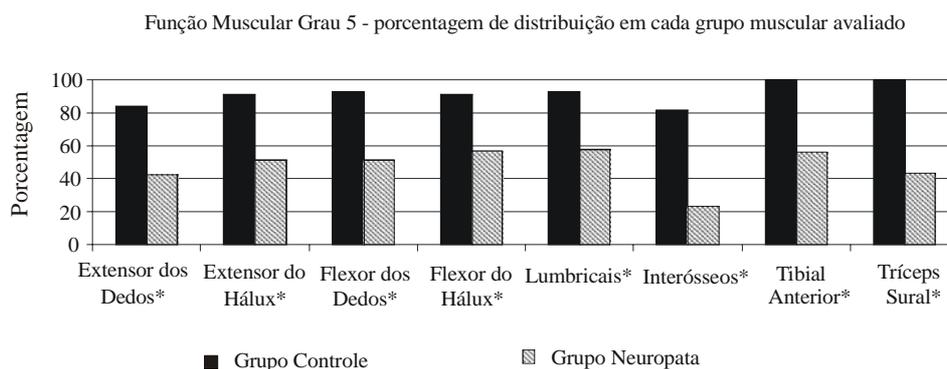


Figura 3. Distribuição da porcentagem de função muscular grau 5 dos grupos musculares avaliados para os dois grupos estudados (* para $p < 0,05$).

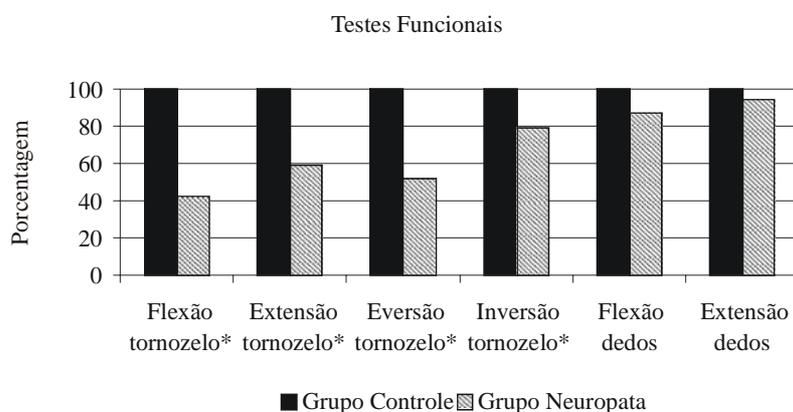


Figura 4. Distribuição da porcentagem de pés e tornozelos que se apresentaram funcionais, segundo a classificação funcional, para cada movimento testado nos dois grupos estudados. (* para $p < 0,05$).

Dos pacientes avaliados, 73,5% não realizavam atividade física regularmente, mesmo sabendo que o exercício físico faz parte do seu tratamento por melhorar a tolerância à glicose e a sensibilidade à insulina. Além disso, o exercício físico também pode retardar e impedir a atrofia tissular, melhorando a tolerância do tecido a suportar cargas e diminuindo a chance do aparecimento de úlceras plantares¹⁸. O GC também se mostrou, em sua maioria, composto por sujeitos inativos (81,8%). Isso garante que as diferenças entre esse grupo e o GC, quanto as ADMs e a função muscular observadas, não são decorrentes da prática de atividades físicas regulares.

Houve bastante dificuldade em encontrar estudos que utilizaram avaliação semelhante a este estudo para que fosse possível a comparação dos resultados. Não há, na literatura, uma avaliação sensorial e funcional com os mesmos parâmetros selecionados no presente estudo e com essa mesma população.

Quanto às sensibilidades somatossensoriais tátil e térmica, observa-se que há diminuição importante e significativa no GD. Embora o Consensus of the Diabetic Foot¹⁹ estabeleça o monofilamento 5,07 como critério para neuropatia diabética, a perda sensorial já com o monofilamento 4,17 indica perda de sensação protetora para o pé, vulnerabilidade a lesões e perda de discriminação para quente e frio e chama a atenção

para o início da instalação da doença. Assim, se essa perda pode ser identificada logo no início, os aspectos preventivos podem ser reforçados e os clínicos, estabelecidos a fim de evitar complicações. A maior parte da amostra de diabéticos concentrou-se não nessa fase inicial, mas em uma moderadamente avançada, em que apenas pouco mais da metade das respostas dadas por esses sujeitos se referiu ao monofilamento mais fino (4,17), estando predispostos a sofrer ferimentos e quedas com maior facilidade do que a mesma população de indivíduos saudáveis.

O calcanhar é a região do pé que apresenta maior quantidade de queratina e gordura, justamente por ser uma das regiões mais sobrecarregadas durante as tarefas de locomoção e receber inervação sensitiva do nervo sural. Sabe-se que esse nervo é um dos primeiros a serem acometidos na progressão da neuropatia diabética²⁰, e pode explicar o seu maior comprometimento em relação às outras áreas. Deve-se considerar que um fator importante de influência na interpretação do estímulo é a caracterização do tegumento plantar. Se esse tegumento for muito ou pouco queratinizado, com grande ou pequeno coxim adiposo, ocorrerá interferência na percepção do estímulo tátil e térmico¹¹, que pode explicar a diminuição da percepção sensitiva encontrada no GC.

A perda da sensibilidade é um dos principais fatores que contribuem para a diminuição das aferências para o sistema de controle motor e, portanto, para a diminuição do equilíbrio, gerando alterações na marcha e na postura, como menor cadência, passos mais curtos e menor aceleração, assim como lentidão na correção de erros motores ou quando é necessário transpor obstáculos²¹. Dessa forma, pode-se inferir que esses pacientes neuropatas estão mais propensos a sofrer episódios de quedas, que tenham dificuldade em subir escadas e mesmo deambular por ruas movimentadas e acidentadas.

Os músculos intrínsecos do pé são os principais responsáveis pela manutenção dos arcos plantares, e a fraqueza deles pode determinar uma alteração da estrutura do pé, gerando áreas de hiperpressão e predispondo ao aparecimento de úlceras plantares²². Conforme observou-se, neste estudo, no grupo GD, com fraqueza do músculo tibial anterior, que é um dos primeiros músculos a serem comprometidos na neuropatia diabética²⁰, ocorre o desenvolvimento do “pé caído”, fazendo com que, na fase de apoio da marcha, a ação excêntrica necessária para frenar o movimento do apoio do antepé no chão esteja menos eficiente, aumentando o choque dessa região do pé com o solo, fato esse já observado por alguns autores²³. Assim, pode ocorrer um aumento da pressão plantar na região do antepé em função dessa situação e maior chance do aparecimento de úlceras plantares.

Essa perda de função muscular, entre outros fatores, refletiu na dificuldade que os sujeitos do GD apresentaram na realização dos testes funcionais, nos quais receberam pontuação significativamente menor em relação ao GC. Foram os testes funcionais de extensão e flexão dos dedos que apresentaram maior correlação ($R= 0,37$ e $0,424$, $p= 0,00$), embora não tão representativa, com os testes de função muscular dos extensores longo e curto dos dedos e interósseos plantares, músculos esses que efetivamente são os motores primários de tais ações. Embora a correlação não tenha sido tão expressiva, observa-se uma tendência e um achado clínico que mostram uma dificuldade funcional real no grupo dos pacientes com neuropatia ao realizarem essas atividades funcionais. Além desses testes funcionais, todos os outros também tiveram suas pontuações reduzidas no GD em relação ao GC, e é nítida a diferença entre os dois grupos, em que todos os sujeitos controle são 100% funcionais.

Tanto a função muscular quanto os testes funcionais envolvidos na flexão de tornozelo estão comprometidos. Além do nervo sural, o nervo fibular é um dos primeiros a serem acometidos no decorrer da progressão da neuropatia diabética²⁰ e esse é responsável pela inervação do músculo tibial anterior, motor primário da flexão de tornozelo. Pode-se inferir que diabéticos portadores da neuropatia apresentam diminuição da função do tornozelo, fundamentalmente decorrente do acometimento do nervo fibular.

A diminuição das ADMs são consideradas também fatores de risco para o desenvolvimento de úlceras plantares^{6,7,15}. Na

avaliação das amplitudes articulares, observa-se clinicamente que todas médias das ADMs do GD apresentam redução, porém as mais significativas foram as de extensão de tornozelo e eversão de pé. A flexão de tornozelo e inversão de pé, apesar de não apresentarem diferença estatística, apresentam importante redução de amplitude no GD, e podem também ser resultado do acometimento do músculo tibial anterior.

Além da flexão de tornozelo, os testes funcionais para a inversão, eversão e extensão de tornozelo foram os mais comprometidos no GD. Vários fatores podem explicar as alterações nos testes funcionais avaliados: (a) redução na força e da massa muscular²⁴; (b) diminuição da resistência muscular, também descrito por Andersen²⁴; (c) alterações de sensibilidade; (d) redução de ADMs. Todos esses fatores apresentaram-se diminuídos nesse estudo no GD.

CONCLUSÃO

Os diabéticos neuropatas apresentam diminuição das sensibilidades tátil e térmica, principalmente nos calcanhares; da função muscular, especialmente nos músculos intrínsecos do pé, tibial anterior e tríceps sural; das ADMs e da função de tornozelos. Dessa forma, pode-se concluir que, de fato, a neuropatia diabética foi a principal responsável pelas alterações observadas, já que fatores como o envelhecimento e a inatividade física estavam presentes tanto nos diabéticos quanto nos controles. Todas essas reduções funcionais, sensoriais e musculoesqueléticas podem contribuir para a diminuição da qualidade de vida e para o aparecimento de úlceras plantares, o que implica muitas vezes, internações hospitalares onerosas e que poderiam ser evitadas com um programa preventivo eficiente. A prevenção é um dos principais aspectos a serem orientados aos pacientes de forma a evitar complicações.

Apoio: FAPESP 03/00840-7.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pan-American Health Organization [home page na internet]. Washington: organization; 2000 [atualizada em 18 de junho de 2004; acesso em 11 de fevereiro de 2006]. Prevalence of Diabetes among Older Adults in Seven Countries of Latin America and the Caribbean (LAC): The Health Wellbeing and Ageing (SABE) Project. [aproximadamente 1 tela]. Disponível em: <http://www.paho.org/common/Display.asp?Lang=E&RecID=6714>.
2. Indicadores de morbidade e fatores de risco. Brasil: Ministério da Saúde; [atualizada em 1988; acesso em 22 de julho de 2002]. Taxa de prevalência de diabete mellito; [aproximadamente 1 tela]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2001/d10.htm>.
3. Obrosova IG. Update on the pathogenesis of diabetic neuropathy. *Curr Diab Rep*. 2003;3(6):439-45.
4. Schie GHM. A review of the Biomechanics of the diabetic foot. *Lower Extremity Wounds*. 2005;4(3):160-70.

5. Cavanagh PR, Simoneau GG, Ulbrecht JS. Ulceration, unsteadiness, and uncertainty: the biomechanical consequences of Diabetes mellitus. *J Biomech.* 1993;26(1):23-40.
6. Muller MJ, Diamond JE, Delitto A, Sinacore DR. Insensitivity, limited joint mobility, and plantar ulcers in patients with diabetes mellitus. *Phys Ther.* 1989;69(6):453-62.
7. Zimny S, Schatz H, Pfohl M. The role of limited joint mobility in diabetic patients with an at-risk foot. *Diabet Care.* 2004;27(4):942-6.
8. Tomas MB, Patel M, Marwin SE, Palestro CJ. The diabetic foot. *Br J Radiol.* 2000;73:443-50.
9. Sacco ICN, João SMA, Alignani D, Ota DK, Sartor CDS, Silveira LT, et al. Implementing a clinical assessment protocol for sensory and skeletal function in diabetic neuropathy patients at a university hospital in Brazil. *São Paulo Med J.* 2005; 123(5):229-33.
10. Feldman EL, Stevens MJ, Thomas PK, Brown MB, Canal N, Greene DA. A practical two-step quantitative clinical and electrophysiological assessment for the diagnosis and staging of diabetic neuropathy. *Diabetes Care.* 1994;17(11):1281-9.
11. Sacco ICN, Amadio AC. A Study of biomechanics parameters in gait analysis and somatic sensorial thresholds of diabetic neuropathic patients. *Clin Biomech.* 2000;15(3):196-202.
12. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Músculos: provas e funções.* 4ª ed. São Paulo (SP): Manole; 1995.
13. Marques AP. *Manual de Goniometria.* São Paulo (SP): Manole; 1997.
14. Palmer L, Epler ME. Princípios das Técnicas de Exame. In: Palmer L, Epler ME, editors. *Fundamentos das técnicas de avaliação musculoesquelética.* 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000. p. 7-33.
15. Obesity and nutrition transition. Geneva: World Health Organization; [atualizada em 2000; acesso em 18 de dezembro de 2005]. Obesity: preventing and managing the global epidemic; [aproximadamente 16 telas]. Disponível em: <http://www.who.int/nutrition/publications/obesity/en/index.html>.
16. National Center for Health Statistics. Health, United States. Hyattsville MD, Public Health Service, 1990.
17. Boulton AJ, Malik RA, Arezzo JC, Sosenko JM. Diabetic Somatic Neuropathies. *Diabetes Care.* 2004;27(6):1458-86.
18. Maluf KS, Mueller MJ. Comparison of physical activity and cumulative plantar tissue stress among subjects with and without diabetes mellitus and a history of recurrente plantar ulcers. *Clin Biomech.* 2003;18:567-75.
19. Jirkovská A, Boucek P, Wosková V, Bartos V, Skibová J. Identification of patients at risk for diabetic foot: a comparison of standardized noninvasive testing with routine practice at community diabetes clinics. *J Diabetes Compl.* 2000;15:63-8.
20. Richardson JK, Ching C, Hurvitz EA. The relationship between electromyographically documented peripheral neuropathy and falls. *J Am Soc Geriatr Dent.* 1992;40(10):1008-12.
21. Menz HB, Lord SR, St George R, Fitzpatrick RC. Walking stability and sensorimotor function in older people with diabetic peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(2): 245-52.
22. Sacco ICN, Amadio AC. Influence of the diabetic neuropathy on the behavior of electromyographic and sensorial responses in treadmill gait. *Clin Biomech.* 2003;18(5):426-34.
23. Hirsch IB. Protecting and Treating the Neuropathic Foot. American Diabetes Association. 1996;14(1):14-6.
24. Andersen H, Stalberg E, Gjerstad MD, Jakobsen J. Association of muscle strength and electrophysiological measures of reinnervation in diabetic neuropathy. *Muscle Nerve.* 1998; 21(12):1647-54.