

# Efeitos da intervenção fisioterapêutica nas respostas sensoriais e funcionais de diabéticos neuropatas

## *Effects of a physical therapy treatment in sensory and functional responses of neuropathic diabetic patients*

Aline Arcanjo Gomes<sup>1</sup>, Cristina Dallemole Sartor<sup>1</sup>, Sílvia Maria Amado João<sup>2</sup>,  
Isabel de Camargo Neves Sacco<sup>3</sup>, Márcia Martins Silveira Bernik<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Fisioterapeutas

<sup>2</sup> Fisioterapeuta; Profa. Dra. do Fofito/FMUSP (Depto. de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo)

<sup>3</sup> Profa. Dra. do Fofito/FMUSP

<sup>4</sup> Médica endocrinóloga Dra. do Hospital Universitário da USP

### ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Aline Arcanjo Gomes  
R. Evaristo Rodrigues de  
Arruda 192  
Jd. Dourado  
07093-100 Guarulhos SP  
e-mail: aline\_arcanjo@hotmail.com

Estudo desenvolvido no Laboratório de Biomecânica do Movimento e Postura Humana do Fofito/ FMUSP; apresentado ao III Congresso Mundial da Sociedade Internacional de Medicina Física e Reabilitação, SP, abr. 2005; e ao XVI Congresso Brasileiro de Fisioterapia, SP, out. 2005.

Apoio financeiro: Fapesp  
(Processo n° 03/12099-0)

APRESENTAÇÃO  
abr. 2006

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO  
set. 2006

**RESUMO:** O objetivo foi elaborar e aplicar um tratamento fisioterapêutico para diabéticos neuropatas e comparar suas respostas sensoriais, motoras e funcionais, pré e pós-intervenção, com um grupo de sujeitos não-diabéticos assintomáticos. Participaram do estudo 10 sujeitos controle (GC) e 10 diabéticos neuropatas (GD) diagnosticados clinicamente. Realizou-se uma avaliação motora, funcional e sensorial nos dois grupos pré e pós-intervenção. O tratamento foi aplicado individualmente duas vezes por semana, por 45 minutos, durante 5 semanas. Foram feitos alongamentos de cadeia posterior e tibial anterior; exercícios ativos resistidos para musculatura intrínseca do pé e tornozelo; treino de atividades de vida diária e fornecidas orientações de autocuidado com os pés. Os dados foram analisados estatisticamente. Comparando-se os dados do GD pós-tratamento com os do GC, verificou-se melhora na sensibilidade térmica nas regiões de calcanhar, hálux, antepé lateral e medial; a amplitude ativa de dorsiflexão e eversão do tornozelo igualou-se à do GC; houve melhora significativa da extensão e inversão do pé; e o GD alcançou funções musculares (musculatura intrínseca do pé, tríceps sural e tibial anterior) semelhantes às do GC. Em diabéticos neuropatas, o tratamento fisioterapêutico proposto mostrou-se eficaz na atenuação dos sintomas dormência, formigamento e queimação, além de contribuir para a mobilidade e prevenção de limitações de função muscular.

**DESCRIPTORIOS:** Amplitude de movimento; Modalidades de fisioterapia; Neuropatias diabéticas/reabilitação

**ABSTRACT:** The purpose of this study was to elaborate and apply a physical therapy treatment for diabetic neuropathic patients, comparing their sensorial, motor and functional responses before and after treatment to those of a healthy control group. Ten healthy subjects (CG) and 10 neuropathic diabetes patients (DG) clinically diagnosed were studied. Motor, functional and sensorial evaluations were performed pre and post-intervention in both groups. Treatment was individually applied in 45-minute sessions twice a week, during 5 weeks. Therapy program consisted in stretching exercises for hamstrings, triceps surae and tibialis anterior muscles, actively-resisted exercises for intrinsic and extrinsic foot and ankle muscles, practice of daily activities and feet self-care orientations. Data were statistically analysed. When comparing DG post treatment data to DG-pre and CG, thermal sensitivity showed improvement in heel, hallux, lateral and medial forefoot; DG ankle dorsiflexion and eversion ROM reached values similar to those of CG's; DG showed significant improvement in ankle extension and inversion; and DG-post reached the same muscular functions observed in CG in intrinsic feet muscles, tibialis anterior and triceps surae. The physical therapy treatment showed effective in reducing distal numbness, tingling and pricking and it was also effective in preventing muscle function and mobility limitations in diabetic neuropathic patients.

**KEY WORDS:** Diabetic neuropathies/rehabilitation; Physical therapy modalities; Range of motion

## INTRODUÇÃO

Pode-se considerar atualmente o diabetes melito como uma epidemia de proporções mundiais. O Brasil tem cerca de 10 milhões de diabéticos, sendo o 6º país em número de doentes<sup>1</sup>. Dentre as complicações decorrentes do diabetes está a neuropatia diabética que, variando de acordo com o critério diagnóstico e métodos utilizados no exame, apresenta incidência entre 9,2% e 79% dos pacientes diabéticos. Os fenômenos neurológicos costumam aparecer após cinco a dez anos de evolução do diabetes, mas podem ser as primeiras manifestações da doença<sup>2</sup>.

O doente apresenta inicialmente uma neuropatia sensorial distal geralmente simétrica, caracterizada por progressiva perda de sensação distal para proximal, parestesias (adormecimento ou formigamento), dor e sensação de pés frios<sup>3</sup>. Esses sintomas aparecem devido ao acometimento dos axônios de menor diâmetro (fibras Aδ e C), pouco mielinizados<sup>4</sup>. Progressivamente, é possível o envolvimento de fibras motoras, o que pode causar redução de força muscular e atrofia, com possível geração de deformidades ortopédicas nos pés<sup>5</sup>. No caso de acometimento motor, os sintomas referidos são fraqueza, instabilidade, quedas e dificuldade na marcha<sup>6</sup>.

É escasso o número de estudos com relação à aplicação de fisioterapia em pacientes com comprometimento motor e sensorial pela neuropatia diabética. Dijs et al.<sup>7</sup> realizaram 10 sessões de mobilização passiva da articulação do tornozelo em 11 pacientes com neuropatia diabética e diminuição da mobilidade dessa articulação. Os autores obtiveram melhora significativa da mobilidade que, no entanto, diminuía após a conclusão do tratamento. A diminuição da mobilidade do tornozelo está associada à alteração da distribuição de pressão plantar que, por sua vez, tem relação com o surgimento de ulcerações nas plantas dos pés. Goldsmith et al.<sup>8</sup> avaliaram o pico de pressão plantar em pacientes diabéticos que realizaram exercícios ativos

e passivos não-supervisionados nas articulações dos pés e encontrou redução do pico de pressão plantar após um mês de realização dos exercícios de amplitude de movimento. Como a pressão plantar está relacionada à formação de úlceras plantares, pode ser possível reduzir o risco de ulceração com a terapia proposta<sup>8</sup>.

Diante do contexto descrito e da escassez de estudos que abordem intervenção fisioterapêutica na neuropatia diabética, o presente trabalho visa a construção e aplicação de um protocolo de tratamento fisioterapêutico de cinesioterapia, com o objetivo de recuperar as funções esqueléticas e melhorar a condição do sistema osteomioarticular de pacientes diabéticos neuropatas. Serão comparadas as respostas somatossensoriais, de amplitude de movimento (ADM) e aspectos funcionais de diabéticos neuropatas antes e após o tratamento, comparando-se tais respostas ainda às de um grupo de sujeitos não-diabéticos assintomáticos.

## METODOLOGIA

A amostra foi composta de 20 adultos voluntários de ambos os sexos, pareados em idade, etnia e características antropométricas, distribuídos igualmente em dois grupos experimentais: grupo diabético (GD) e grupo controle (GC). O GD foi composto por diabéticos neuropatas tipo 2 que frequentavam o Ambulatório Multidisciplinar Padronizado de Atenção ao Diabético do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo, submetidos à pré-seleção por meio de uma entrevista baseada no questionário de Feldman et al.<sup>9</sup>, que classifica a neuropatia diabética. Os critérios de exclusão para o grupo diabético foram: sujeitos acima de 70 anos, portadores de macroangiopatia, osteoartrose em membros inferiores, pontuação menor que 2 no questionário de Feldman et al.<sup>9</sup>, história de doenças neurológicas, musculares ou reumáticas fora da etiologia do diabetes, história de uso excessivo de álcool<sup>10</sup>.

O GC foi composto por sujeitos não-diabéticos, sem qualquer acometimento neurológico, vascular ou musculoesquelético. Todos os sujeitos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo comitê de ética do Hospital Universitário da USP (protocolo 262/02).

Antes de o GD ser submetido à intervenção fisioterapêutica e após a intervenção, todos os sujeitos de ambos os grupos foram submetidos a um protocolo de avaliação<sup>11</sup> de forma a complementar o diagnóstico e verificar o acometimento motor e sensorial decorrente da neuropatia diabética. As duas avaliações foram realizadas pelo mesmo avaliador para que o resultado fosse o mais fidedigno possível. Esse protocolo foi constituído de três etapas: (1) entrevista para caracterização da neuropatia por meio do questionário de Feldman et al.<sup>9</sup>; (2) avaliação sensorial tátil, térmica e proprioceptiva em regiões da superfície plantar bilateral; e (3) avaliação motora e funcional por meio de provas de função muscular, amplitude articular de pé e tornozelo e testes funcionais de membros inferiores.

O questionário de Feldman et al.<sup>9</sup> compõe-se de 15 questões; para ser diagnosticado como diabético neuropata o sujeito deveria apresentar 2 ou mais respostas afirmativas. A sensibilidade tátil foi avaliada pelo contato com monofilamentos de nylon, tipo Semmes-Weinstein de diferentes espessuras (4.17, 5.07 e 6.10) em algumas regiões plantares. Para a sensibilidade térmica, foi realizado contato na superfície plantar do paciente usando um corpo de prova metálico de 0,5 cm de diâmetro (quente e frio). A propriocepção foi avaliada pela percepção da direção do movimento do hálux e dos dedos do pé<sup>6,12</sup>.

As provas de função muscular foram realizadas para os músculos do pé e tornozelo baseadas em protocolos estabelecidos por Kendall<sup>13</sup> com escala de 0 a 5, sendo grau 0 ausência de contração muscular e grau 5 contração máxima. A ADM de tornozelo foi mensurada segundo critérios de

Marques<sup>14</sup> e os testes funcionais dos membros inferiores (MMII) foram baseados em Palmer *et al.*<sup>15</sup>, utilizando como escala para a análise dos dados o número de repetições realizadas pelo paciente durante determinado intervalo de tempo. Para o teste de eversão e inversão de pé, utilizou-se o tempo de 15 segundos. Para os demais testes de flexão e extensão de tornozelo e dedos, utilizou-se 30 segundos.

## Intervenção fisioterapêutica

Após a avaliação inicial, o GD foi submetido a um tratamento fisioterapêutico elaborado com o intuito de minimizar as perdas motoras e sensoriais decorrentes da neuropatia, detectadas na avaliação inicial. O atendimento dos pacientes foi feito duas vezes por semana, individualmente, 45 minutos por sessão, durante 5 semanas, totalizando 10 sessões. Em caso de não-comparecimento ao atendimento, este era repostado em outro dia da mesma semana ou na semana seguinte, tomando-se o cuidado de não haver intervalo maior que uma semana entre duas sessões consecutivas.

Durante o tratamento os pacientes foram orientados a realizar um controle rígido da glicemia, não praticar qualquer outro exercício que não os habitualmente feitos e, além disso, foi recomendado o controle intensivo da dieta, seguindo estritamente as recomendações nutricionais recebidas no Ambulatório. Orientações sobre autocuidado com os pés foram dadas aos sujeitos fracionadamente durante as dez sessões de tratamento, para que fossem mais facilmente assimiladas. Os pacientes também foram orientados e incentivados a realizar alguns exercícios em casa.

A modalidade terapêutica utilizada foi a cinesioterapia. Nas três primeiras sessões foram realizados: alongamento de isquiotibiais, tríceps sural e tibial anterior; mobilização passiva de MMII até a ADM máxima de cada paciente; exercícios ativos resistidos isotônicos para fortalecimento da musculatura intrínseca do pé (pegar caneta

e bolinha de borracha com os arcos); exercícios ativos resistidos com auxílio de faixa terapêutica de borracha (Thera-band® amarela, de 40 cm, oferece resistência de 6,75 N) para dorsiflexores, inversores e eversores do complexo tornozelo-pé; exercício ativo resistido para tríceps sural em apoio unipodálico.

Da 4ª à 6ª sessões foi enfatizado o ganho de resistência dessa mesma musculatura. A maioria dos exercícios foram mantidos, sendo modificada apenas a postura do paciente e o número de repetições: os alongamentos foram mantidos, mas a mobilização passou a ser ativa resistida em padrão analítico e diagonal; exercícios para musculatura intrínseca do pé foram realizados em ortostatismo com apoio de membro superior para melhor equilíbrio; os exercícios de fortalecimento de tibial anterior, inversores e eversores do complexo tornozelo-pé foram mantidos com faixa de borracha que oferece maior resistência (Thera-band® vermelha, de 40 cm, resistência de 9 N); exercício de fortalecimento de tríceps sural com maior número de repetições.

Da 7ª à 9ª sessões o objetivo foi a melhora do desempenho nas atividades funcionais como a marcha e o subir e descer escadas, bem como ganho de equilíbrio durante postura estática e dinâmica. Os alongamentos foram mantidos bem como os exercícios de fortalecimento de tibial anterior, inversores e eversores do complexo tornozelo-pé, com auxílio de faixa de borracha (Thera-band® verde, de 40 cm) que oferece resistência de 11 N. A 10ª sessão foi constituída pelo treino de atividades funcionais e finalização das orientações de autocuidado com os pés.

## Análise estatística

Para a comparação de variáveis contínuas (idade, massa, estatura, índice de massa corporal (IMC), ângulo de amplitude de movimento articular, número de repetições nos testes funcionais) entre os grupos, foram utili-

zados testes paramétricos (ANOVA e post hoc de Scheffé) e não-paramétricos (Kruskal Wallis), dependendo da distribuição da normalidade dos dados testada pelo teste Shapiro Wilks. Quando a comparação foi realizada entre dois grupos (pré e pós-intervenção), foi utilizado o teste T pareado para as variáveis com distribuição normal e o teste de Willcoxon para as variáveis com distribuição não-normal. Variáveis em escala ordinal, como função muscular, sensibilidade tátil e proprioceptiva, foram analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis para a comparação de três grupos, Mann-Whitney para a comparação de dois grupos independentes e Willcoxon para condições pareadas (pré e pós-tratamento).

A sensibilidade térmica e respostas ao questionário de Feldman foram analisadas por tabelas de contingência e teste Qui-quadrado. Foram consideradas diferenças estatisticamente significativas quando o nível de significância era menor que 0,05. Na análise da sensibilidade foi realizado teste Qui-quadrado para observar se havia diferença significativa entre a sensibilidade das diversas áreas dos pés direito (D) e esquerdo (E); como a sensibilidade térmica, tátil e proprioceptiva do pé D foi estatisticamente igual à do pé E em todas as áreas do pé analisadas, então para efeito de comparação entre os grupos não houve distinção entre os lados. Para a função muscular e amplitude de movimento, os lados demonstraram-se estatisticamente diferentes, sendo então considerados separadamente na apresentação dos resultados.

## RESULTADOS

Os grupos GD e GC apresentaram-se semelhantes nas características idade (GD: 57,8±5,8; GC: 54,2±4,3 anos), IMC (GD: 25,4±3,6; GC: 26,4±3,4 Kg/m<sup>2</sup>) e número de inativos no grupo (GD: 90%; GC: 90%). O valor da última glicemia do GD antes do tratamento (GD-pré) foi 222,1±76,2 mg/dl e, após o tratamento (GD-pós), 218,3±76,8 mg/dl. Na pontuação do questionário de

Feldman et al.<sup>9</sup>, que determina características da neuropatia diabética, os grupos apresentaram-se diferentes: a mediana da pontuação do GC (1) foi significativamente menor que a do GD-pré (7,5) e GD-pós (6), mas a mediana do GD-pós foi estatisticamente menor que a do GD-pré, revelando que, após o tratamento, alguns sintomas da neuropatia diminuíram ou desapareceram.

Para os sintomas de dormência e queimação, GC (10% e 20%, respectivamente) e GD-pós (30% e 20%, respectivamente) exibiram porcentagens de indivíduos com queixa significativamente menor quando comparados aos do GD-pré (80% e 70%, respectivamente). Dessa forma, o GD-pós igualou-se ao GC. Quanto ao incômodo de formigamento e piora dos sintomas no repouso, o GC (10% e 40%, respectivamente) apresentou porcentagem significativamente menor de sujeitos com essas queixas quando comparados ao GD-pré (80% e 90%, respectivamente), porém o grupo GD-pós (50% e 80%, respectivamente) apresentou porcentagem de indivíduos semelhante ao GC.

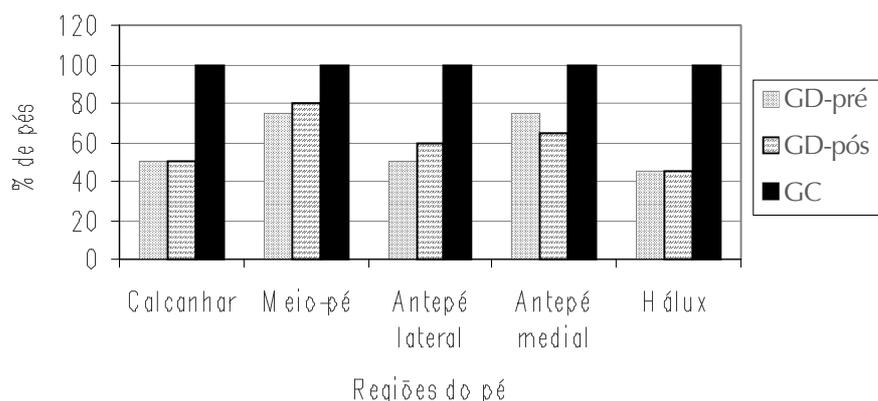
Quanto à piora dos sintomas à noite, o grupo diabético pré (90%) e pós-tratamento (70%) apresentou significativamente maior incidência de sujeitos com essa queixa do que o GC (20%), não sendo encontrada diferença estatisticamente significativa entre GD-pré e pós.

**Tabela 1** Respostas (%) quanto à sensibilidade térmica em regiões dos pés dos sujeitos do grupo diabético (GD) pré e pós-tratamento (n=20) e do grupo controle (GC, n=20)

Resposta (%)		Calcanhar	Meio-pé	Antepé lateral	Antepé medial	Hálux
Não discrimina	GD-pré	60 <sup>*,**</sup>	35	55 <sup>*</sup>	40	50 <sup>*</sup>
	GD-pós	20 <sup>**</sup>	20	20	20	20
	GC	5 <sup>*</sup>	0	0	0	0
Quente ou frio	GD-pré	25	40	30	40 <sup>*</sup>	40
	GD-pós	45	35	25	40	35
	GC	15	0	5	10 <sup>*</sup>	10
Quente e frio	GD-pré	15	25	15	20	10
	GD-pós	35	45	55	40	40
	GC	80	100	95	90	90

<sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup> representam valores significativamente diferentes

Sensibilidade ao monofilamento 4.17



**Gráfico 1** Presença (%) de sensibilidade ao monofilamento 4.17 nos pés direito e esquerdo dos sujeitos do grupo diabético (GD) pré e pós-tratamento (n=20) e do grupo controle (GC, n=20)

Quanto à sensibilidade somatossensorial térmica, a Tabela 1 apresenta a distribuição da amostra estudada.

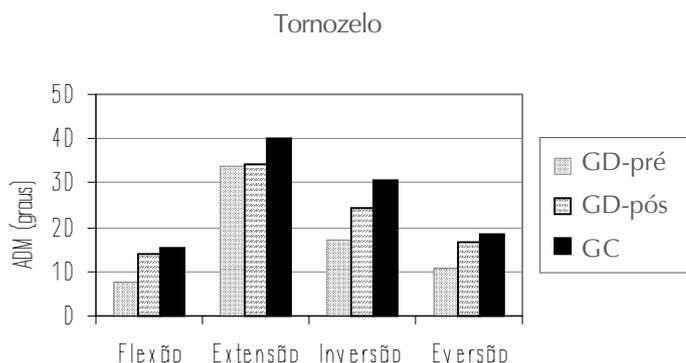
No que concerne à sensibilidade tátil, o GC apresentou 100% de sensibilidade ao monofilamento 4.17 em todas as regiões, portanto estatisticamente superior à do grupo diabético, tanto antes quanto após o tratamento, em todas as áreas exceto meio-pé. No GD, não foi constatada diferença estatisticamente significativa entre as avaliações pré e pós-tratamento, em todas as regiões (Gráfico 1).

Nos testes de propriocepção em hálux e dedos, o GC exibiu porcentagem de acerto (100% em ambos) estatisticamente maior que GD-pré (respectivamente 84%, 81%), sendo que

o GD-pós apresentou porcentagens (hálux 95,6%, dedos 95%) significativamente maiores em relação ao GD-pré, igualando-se ao GC, demonstrando assim melhora da sensibilidade proprioceptiva após o tratamento. Quanto à reprodução de movimento, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos (GD-pré: 94,95%; GD-pós: 100% e GC: 100% de acerto).

A ADM de extensão de tornozelo do grupo controle foi significativamente maior que em GD-pré e GD-pós; os grupos pré e pós-tratamento não diferiram entre si. A flexão de tornozelo apresentou-se significativamente maior em GC e GD-pós em relação ao GD-pré, sendo que os grupos GC e GD-pós apresentaram-se semelhantes. Quanto às amplitudes de inversão e eversão do pé, observou-se que as do GC foram significativamente maiores que as de GD-pré e pós; o GD-pós apresentou amplitude significativamente maior que a do GD-pré, mas ainda diferente dos valores obtidos pelo GC quanto à inversão, e semelhantes quanto à eversão (Gráfico 2).

O grau de função muscular dos músculos lumbricais do pé, interósseos plantares, tibial anterior e tríceps sural no GC e GD-pós foi significativamente maior do que o do GD-pré bilateralmente, sendo que o GC e GD-pós apresentaram-se semelhantes, desta-



**Gráfico 2** Amplitude média dos movimentos de extensão, dorsiflexão, inversão e eversão dos tornozelos direito e esquerdo dos sujeitos do grupo diabético (GD) pré e pós-tratamento (n=10) e do grupo controle (GC, n=10)

cando a importância do tratamento para a melhora do grau de função desses músculos (Gráfico 3).

Para os movimentos de dorsiflexão de tornozelo bilateral, o GC e o GD-pós apresentaram número de repetições estatisticamente maior que GD-pré, não sendo encontrada diferença estatisticamente significativa entre GC e GD-pós, revelando aumento do número de repetições após o tratamento. Já para eversão do pé bilateralmente e flexão plantar do tornozelo direito, GC e GD-pós exibiram número de repetições significativamente maiores que o GD-pré, sendo que o GD após o tratamento se igualou ao GC (Tabela 2).

## DISCUSSÃO

Há escassez de estudos científicos sobre o tratamento fisioterapêutico de cinesioterapia em pacientes diabéticos neuropatas, o que tornou mais difícil a comparação dos resultados obtidos por esta pesquisa com outras previamente publicadas.

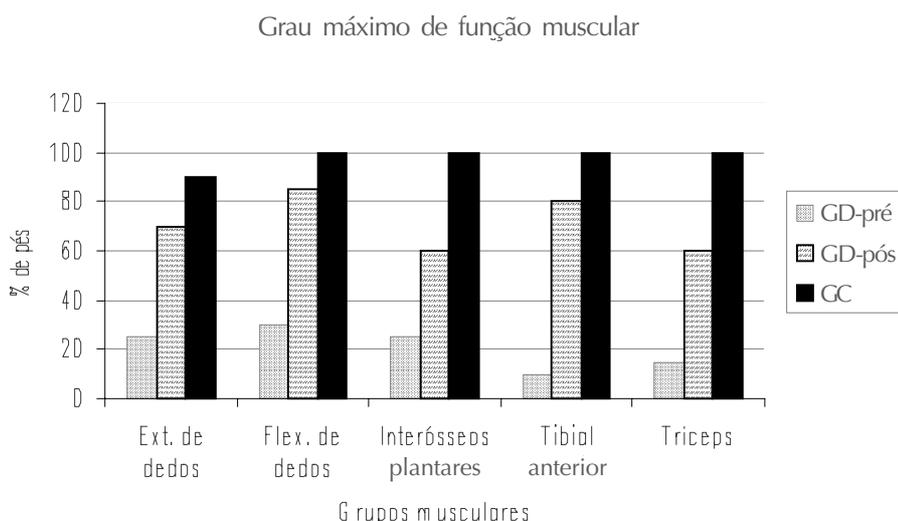
A avaliação da neuropatia diabética pelo questionário elaborado por Feldman *et al.*<sup>9</sup> apresentou mediana de pontuação para o GC de 1, o GD-pré 7,5 e o GD-pós 6; após as 10 sessões de tratamento fisioterapêutico, houve redução da sintomatologia. Os

sintomas mais referidos pelo GD-pré foram dormência (80%), formigamento (80%) e queimação (70%) e estes, segundo os pacientes, pioram à noite (90%) e em repouso (90%). Os sintomas de dormência e queimação apresentaram queda significativa pós-tratamento, com porcentagem de sujeitos que ainda revelavam os sintomas de 30% e 20%, respectivamente, valores semelhantes aos do GC (10% e 20% respectivamente), evidenciando que o grupo diabético praticamente igualou-se aos indivíduos saudáveis no que se refere à presença desses sintomas.

Os exercícios terapêuticos realizados podem ter promovido uma melhor circulação nas extremidades dos MMII e, dessa forma, contribuído para uma melhor circulação no nível dos nervos periféricos, o que facilita a perfusão neural, reduzindo a hipóxia endoneural e permitindo melhora na condução nervosa, atenuando a sintomatologia nos pacientes diabéticos durante o período de intervenção<sup>36</sup>.

Na sensibilidade térmica da região de antepé lateral, observamos maior frequência de não-discriminação de quente e frio no GD-pré comparado ao GD-pós, sendo que este se igualou estatisticamente ao GC quanto à frequência de discriminação das duas modalidades. O mesmo ocorreu na região de antepé medial, revelando melhora da capacidade de discriminar quente e frio em ambas as regiões - importante para evitar eventuais traumas, como queimaduras - proporcionando proteção.

Considerando que 90% dos sujeitos do grupo de diabéticos não realizava exercício físico, podemos inferir que os exercícios terapêuticos podem ter proporcionado maior recrutamento muscular durante o período de tratamento. Há possibilidade de ter ocorrido aumento das eferências no sistema e pode ser que esse aumento tenha promovido redução do limiar de fibras nervosas sensitivas, facilitando o disparo de aferências, podendo assim ter sido observada melhora na sensibilidade térmica e redução da sintomato-



**Gráfico 3** Presença (%) de grau máximo de função muscular (5) em músculos dos pés dos sujeitos do grupo diabético (GD) pré e pós-tratamento (n=20) e do grupo controle (GC, n=20). Ext. = extensor; Flex. = flexor

**Tabela 2** Média e desvio padrão do número de repetições dos testes funcionais dos sujeitos do grupo diabético (GD, n=10) e do grupo controle (GC, n=10)

Testes	Lado	GD-pré	GD-pós	GC
Flexão de tornozelo em pé	D	6,9±9,4*, **	12,8±10,3**	19,5±5,7*
	E	6,8±9,4*, **	11,8±11,6**	17,3±5,8*
Extensão de tornozelo em pé	D	9,9±7,1***	17,5±4,3**	16,8±4,5*
	E	7,0±7,0*	17,0±3,8	16,7±6,0*
Eversão em pé	D	4,5±4,4***	5,7±5,2**	10,9±3,6*
	E	4,8±4,0***	5,2±4,6**	10±3,3*
Inversão em pé	D	5,8±4,1*	9,3±4,1	12,1±3,8*
	E	5,7±4,0***	9,7±4,3**	10,6±3,2*
Flexão dos dedos sentado	D	12,6±4,9***	17,5±4,5**	17±3,1*
	E	12,1±5,6*	18,2±5,6	17,6±3,5*
Extensão dos dedos sentado	D	18,2±8,5***	23,3±5,7**	30,8±11,3*
	E	17,6±7,3*	23,2±6,1**	33,4±11,6*,**

\*, \*\* representa valores significativamente diferentes

logia. Utiliza-se freqüentemente em fisioterapia estímulos aferentes com o objetivo de facilitação da eferência<sup>17</sup>. Dessa forma, a intervenção fisioterapêutica não promoveu a regeneração de fibras nervosas acometidas pela neuropatia diabética, mas pode ter contribuído para o melhor funcionamento das fibras ainda íntegras, propiciando assim melhor resposta para a sensibilidade e redução dos sintomas.

Quanto à sensibilidade tátil, todos os sujeitos que constituíram o GC identificaram o estímulo tátil de 4.17, não apresentando comprometimento da sensibilidade. No GD-pré, observamos que o calcanhar, antepé lateral e hálux foram as regiões com menor porcentagem de diabéticos (45 a 50%) que identificaram o estímulo de 4.17. Note-se que só perceber o estímulo a partir de 5.07 já acarreta perda de sensação protetora, vulnerabilidade a lesões e perda da discriminação quente/frio; segundo o Consensus of the Diabetic Foot<sup>18</sup>, a não-percepção desse monofilamento indica a presença de neuropatia. Observamos que 40% dos sujeitos não discriminaram o filamento de 5.07 nas regiões de calcanhar e antepé-lateral e 35% no hálux, sendo que 25% dos indivíduos não discriminaram qualquer dos três monofilamentos nas regiões de calcanhar e antepé medial e 20%

no hálux e antepé lateral, demonstrando um comprometimento importante dessa modalidade sensitiva.

Após o tratamento, não houve melhora nessa perda de sensibilidade tátil. É importante ressaltar porém que também não houve piora durante o período de intervenção. É possível que os pacientes, após a realização dos exercícios terapêuticos, tenham melhorado sua percepção em relação ao pé; além disso, o teste realizado já era conhecido por eles, facilitando a segunda aplicação. Também não se pode descartar a possibilidade de ter ocorrido uma estabilização do quadro.

As fibras responsáveis pela sensibilidade térmica pertencem ao grupo Aδ e C, são pouco mielinizadas e algumas são amielinizadas, tendo um diâmetro menor. Os receptores cutâneos de pressão (corpúsculo de Meissner, corpúsculo de Pacini, corpúsculo de Ruffini e receptor de Merkel) possuem fibras do tipo Aβ e também são pouco mielinizados<sup>19</sup>. As fibras pouco mielinizadas já têm baixa velocidade de condução e são prejudicadas pelo acúmulo de sorbitol e de sódio intra-axonal durante a evolução da neuropatia diabética, em ocorrência da condição de hiperglicemia<sup>20</sup>. Os sujeitos do GD podem ter mantido

glicemia elevada durante o período de tratamento: a média pré-tratamento era de 222,1±76,2 mg/dl e pós-tratamento de 218,3±76,8 mg/dl. Isso pode ter contribuído para que não fosse observada melhora na sensibilidade tátil, já que as fibras nervosas estavam submetidas aos efeitos da hiperglicemia.

Os diabéticos avaliados apresentavam uma perda proprioceptiva menor em relação às outras sensibilidades (térmica e tátil). Isso pode ser devido a que a neuropatia periférica diabética apresenta progressão de acometimentos de distal para proximal e das fibras nervosas não-mielinizadas de pequeno calibre para as mielinizadas de grande calibre<sup>4</sup>. Considerando esse último aspecto, a propriocepção seria a última a ser acometida dentre as modalidades somatossensoriais, por corresponder às fibras mielinizadas; no caso, os diabéticos estudados ainda não teriam evoluído com alteração importante dessa sensibilidade.

Na avaliação da amplitude de movimentos articulares, observou-se que a média para dorsiflexão foi de 7,4° no GD pré-tratamento, enquanto no GD-pós encontramos 14,1°, sendo esses valores estatisticamente semelhantes aos do grupo controle (15,1°). Vê-se que mesmo o GC não apresentou amplitude total de dorsiflexão, já que o valor considerado normal é de 0° a 20°, segundo Marques<sup>14</sup>. Esse fato pode ser devido à inatividade física de 90% dos sujeitos do grupo controle. O ganho de amplitude de dorsiflexão é extremamente relevante para a população estudada pois, segundo Sauseng & Kastenbauer<sup>21</sup>, a limitação da mobilidade da articulação do tornozelo pode acentuar a presença de elevadas pressões plantares durante a marcha, aumentando os riscos de ulceração.

Na prova de função muscular do músculo extensor longo e curto dos dedos, bilateralmente, observou-se que a mediana dos valores de GC e GD-pós foi grau 5 (função máxima), valor significativamente maior que de GD-pré (grau 4). Dessa forma, infere-se a eficácia do tratamento fisio-

rapêutico na melhora da força dessa musculatura que é inervada pelo fibular profundo, que está entre os primeiros nervos a serem acometidos pela neuropatia diabética<sup>22,23</sup>. A prática dos exercícios terapêuticos pode ter facilitado o recrutamento de maior número de unidades motoras íntegras e promovido movimento funcional.

Quanto ao grau de função dos músculos flexor curto dos dedos e flexor curto do hálux, bilateralmente, os sujeitos do GC e do GD-pós apresentaram mediana com grau de função máximo, estatisticamente maior que o GD-pré (grau 4); o GC e GD-pós apresentaram-se semelhantes também quanto ao grau de função dos músculos lumbricais do pé e interósseos plantares, novamente destacando a importância do tratamento para o ganho de função da musculatura intrínseca do pé. É importante ressaltar que os músculos flexor curto dos dedos e do hálux, bem como os lumbricais do pé, são inervados pelo nervo plantar medial, que também se inclui entre os primeiros a serem acometidos pela neuropatia<sup>22,23</sup>.

Quanto aos músculos tibial anterior e tríceps sural, o GC e o GD após o tratamento apresentaram grau de função significativamente maior em relação ao GD-pré, não existindo dife-

rença significativa entre GC e GD-pós. O tratamento fisioterapêutico, ao proporcionar melhora de força muscular bem como amplitude de movimento de dorsiflexão, pode melhorar a distribuição de carga entre as áreas do pé durante a marcha; e, com a redução dos picos de pressão, pode prevenir possíveis ulcerações<sup>8</sup>.

Em relação ao número de repetições nos testes funcionais, observou-se que, para os movimentos de dorsiflexão e eversão do complexo tornozelo-pé bilateral, o GC e GD-pós exibiram número de repetições estatisticamente maior em relação ao GD-pré, sendo que GD-pós se igualou ao GC. Constatou-se assim ganho de resistência muscular, importante para a realização das atividades funcionais, como a marcha em solos estáveis e instáveis, que exigem, além de força muscular, resistência para a prática da atividade durante maior período de tempo, facilitando o deslocamento de forma independente.

Para os movimentos de flexão plantar, inversão, flexão dos dedos e extensão dos dedos, houve número de repetições estatisticamente maior do GD-pós em relação ao GD-pré; e o GC apresentou número de repetições significativamente maior que o GD-pré e o GD-pós. Destaca-se a eficácia do

tratamento com o ganho de função muscular e conseqüente melhora da funcionalidade.

## CONCLUSÃO

O tratamento fisioterapêutico demonstrou-se eficaz na atenuação dos sintomas de dormência, formigamento e queimação decorrentes da neuropatia diabética. Houve importante melhora da sensibilidade térmica em todas as regiões plantares, com exceção do meio-pé. Da mesma forma, o tratamento promoveu melhora na funcionalidade de membros inferiores dos diabéticos neuropatas, fundamentalmente pelo ganho de mobilidade articular de tornozelo e função muscular da perna, pé e tornozelo, alcançando graus de função e mobilidade semelhantes aos que os sujeitos controle obtiveram. De maneira importante, destaca-se o ganho de função de tibial anterior e amplitude de movimento de dorsiflexão, funções estas fundamentais para as habilidades de locomoção independente. Infere-se que, em pacientes diabéticos neuropatas, o tratamento fisioterapêutico aplicado neste estudo pode prevenir incapacidades decorrentes da diminuição de funcionalidade em membros inferiores e reduzir custos com cuidados específicos no domicílio.

## REFERÊNCIAS

---

- 1 Bradley WG, Daroff RB, Fenichel GM, Marsden CD. *Neurology in clinical practice*. 3rd ed. Boston: Butterworth-Heinemann; 2000.
- 2 Brasil. Ministério da saúde. Indicadores de morbidade e fatores de risco: taxa de prevalência de diabetes melito. Brasília; 2001. [citado 22 jul. 2002]. Disponível em <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2001/d10.htm>>.
- 3 Cameron NE, Eaton SE, Cotter MA, Tesfaye S. Vascular factors and metabolic interactions in the pathogenesis of diabetic neuropathy. *Diabetologia* 2001;44(11):1973-88.
- 4 Cavanagh PR, Simoneau GG, Ulbrecht JS. Ulceration, unsteadiness, and uncertainty: the biomechanical consequences of diabetes mellitus. *J Biomech.* 1993;26(Suppl 1):23-40.
- 5 Cavanagh PR, Ulbrecht JS. Biomechanics of the diabetic foot: a quantitative approach to the assessment of neuropathy, deformity, and plantar pressure. In: Jahss MH. *Disorders of the foot & ankle: medical and surgical management*. Philadelphia: W.B. Saunders; 1991. v.2, p.1864-907.
- 6 Davidson MB. *Diabetes mellitus: diagnosis and treatment*. 4th ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1998.
- 7 Dick PJ, Karnes JL, Daube J, O'Brien P, Service J. Clinical and neuropathological criteria for the diagnosis and staging of diabetic polyneuropathy. *Brain.* 1985;108:861-80.
- 8 Dijs HM, Roofthoof JM, Driessens MF, De Bock PG, Jacobs C, Van Arcker KL. Effect of physical therapy on limited joint mobility in the diabetic foot: a pilot study. *J Am Podiatr Med Assoc* Mar. 2000;90(3):126-32.
- 9 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):1281-89.
- 10 Goldsmith JR, Lidtke RH, Shott S. The effects of range-of-motion therapy on the plantar pressures of patients with diabetes mellitus. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2002;92(9):483-90.
- 11 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.
- 12 Kendall FP. *Músculos: provas e funções*. 4a ed. São Paulo: Manole; 1995.
- 13 Marques AP. *Manual de goniometria*. São Paulo: Manole; 2003.
- 14 Martin JH, Jessell TM. Modality coding in the somatic sensory system. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. *Principles of neural science*. 3rd ed. London: Prentice-Hall; 1991. Cap. 24, p.341-52.
- 15 O'Sullivan SB. Estratégias para o incremento do controle motor. In: O'Sullivan SB, Schmitz TJ, editores. *Fisioterapia: avaliação e tratamento*. 3a ed. São Paulo: Manole; 2000. p.363-410.
- 16 Palmer ML, Epler M. *Clinical assessment procedures in physical therapy*. Philadelphia: J.B. Lippincott; 1990.
- 17 Pickup JC, Williams GMD. *Textbook of diabetes*. Oxford: Blackwell Scientific; 1991. v.1.
- 18 Richardson JK, Ching C, Hurvitz EA. The relationship between electromyographically documented peripheral neuropathy and falls. *J Am Geriat Soc.* 1992;40(10):1008-12.
- 19 Sacco ICN, João SMA, Alighani A, Ota DA, Sartor CD, 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.
- 20 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.
- 21 Sanvito WL, Oliveira CP, Sandril S. Neuropatia diabética. In: Jablonka S. *Diabetes mellitus: diagnóstico e tratamento*. São Paulo: Fundo Ed. Byk-Prociencx; 1980. p.145-54.
- 22 Sauseng S, Kastenbauer T. Effect of limited joint mobility on plantar pressure in patients with type 1 diabetes mellitus. *Acta Med Austr.* 1999;26(5):178-81.
- 23 Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction of balance: suggestion from the field. *Phys Ther.* 1986;66(10):1548-50.

Agradecimentos à Fapesp pelo apoio financeiro durante todo o desenvolvimento do projeto.