

ARTIGO  
ORIGINAL**Avaliação da neuropatia periférica: correlação entre a sensibilidade cutânea dos pés, achados clínicos e eletroneuromiográficos****Evaluation of diabetic neuropathy: correlation between cutaneous sensibility in the feet, clinical and eletroneuromyographic findings**

Ary Souza<sup>1</sup>, Caio Augusto de Souza Nery<sup>2</sup>, Lúcia Helena Soares Camargo Marciano<sup>3</sup>, José A. Garbino<sup>4</sup>.

**RESUMO**

**Objetivo:** Avaliar a eficácia dos monofilamentos de Semmes-Weinstein no diagnóstico e prognóstico do pé com neuropatia diabética. **Método:** Estudo prospectivo em 35 pacientes diabéticos tipo II. Os pacientes foram submetidos a um protocolo contendo anamnese, levantamento das queixas, exames clínicos, estudo neurofisiológico e pesquisa da sensibilidade cutânea nos pés. **Resultado:** Pôde-se constatar bom grau de concordância entre os monofilamentos de Semmes-Weinstein e o estudo neurofisiológico. Os monofilamentos de Semmes-Weinstein se revelaram sensíveis para detectar pacientes com algum tipo de alteração. **Discussão:** constatou-se bom grau de coincidência entre os monofilamentos de Semmes-Weinstein e o estudo neurofisiológico expresso pelo coeficiente de correlação de Spearman ( $r=0,677$ ). Os monofilamentos de Semmes-Weinstein demonstraram ser eficazes na detecção de alterações da sensibilidade cutânea, observando-se que 91% dos pacientes apresentaram variações entre os graus 2 e 5. O estudo neurofisiológico detectou 69% dos pacientes na faixa de 2 a 5 graus. A maior diferença entre os dois métodos ficou evidenciada nos pacientes sem comprometimento (grau 1), demonstrando uma sensibilidade mais elevada dos monofilamentos de Semmes-Weinstein. O estudo também mostrou uma boa correlação entre o comprometimento clínico dos pacientes com os déficits neurológicos medidos pelos monofilamentos de Semmes-Weinstein. **Conclusão:** os monofilamentos de Semmes-Weinstein são confiáveis para diagnosticar a neuropatia diabética dos pés. Há correlação entre os achados neurofisiológicos e os critérios clínicos obtidos com os monofilamentos. Os monofilamentos de Semmes-Weinstein ajudam na avaliação do prognóstico e evolução do pé diabético e podem ser utilizados com segurança na avaliação dos pés com neuropatia periférica.

**PALAVRAS CHAVE**

diabetes mellitus, neuropatia, prevenção, eletroneuromiografia avaliação clínica

**ABSTRACT**

**Objective:** To evaluate the efficacy of the Semmes-Weinstein monofilaments for diagnosis and prognosis of feet with diabetic neuropathy. **Methods:** a prospective study with 35 type II diabetic patients. Patients took part of a protocol including anamnesis, complaints, physical examination, electrophysiological study and determination of cutaneous sensitivity of the feet. **Results:** Semmes-Weinstein monofilaments and electrophysiological study coincided highly. The Semmes-Weinstein monofilaments were sensitive to detect patients with some degree of change. **Discussion:** A good degree of agreement was observed between the Semmes-Weinstein monofilaments and electrophysiological study methods, as expressed by the correlation coefficient of Spearman ( $r=0.677$ ). The Semmes-Weinstein monofilaments were more sensitive to detect patients with some type of change, because we observed 91% of patients between grade 2 and grade 5. The electrophysiological study detected 69% of patients in the same range. Major difference was observed in patients without involvement (grade 1) showing elevated sensitivity of the Semmes-Weinstein monofilaments. The study also showed good correlation between clinical

Recebido em 17 de Novembro de 2005, aceito em 10 de Dezembro de 2005

<sup>1</sup>Mestre em Ortopedia e Traumatologia. Ortopedista do Instituto Lauro de Souza Lima

<sup>2</sup>Professor Adjunto; Livre-Docente do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Unifesp/EPM

<sup>3</sup>Terapeuta Ocupacional. Mestre em Reabilitação. Pesquisador Científico do Instituto Lauro de Souza Lima

<sup>4</sup>Médico Especialista em Medicina de Reabilitação e Neurofisiologia Clínica. Chefe do Laboratório de Medicina Física da Divisão de Reabilitação do Instituto Lauro de Souza Lima

Endereço para correspondência:

Instituto Lauro de Souza Lima  
Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros, Km 225/226  
Caixa Postal CEP: 17034-971 – Bauru, SP  
Telefone: (14) 3103-5875 / (14) 3103-5923  
e-mail: reabpesquisa@ilsl.br

involvement of patients with neurological deficits measured with the Semmes-Weinstein monofilaments. Conclusion: the Semmes-Weinstein monofilaments are reliable to diagnose neuropathic diabetes of the feet. There is correlation between neurological findings and clinical criteria obtained with the monofilaments. The Semmes-Weinstein monofilaments are helpful in the evaluation of prognosis and evolution of the diabetic foot and they may be safely utilized in the evaluation of the feet with peripheral neuropathy.

#### KEYWORDS

diabetes mellitus, neuropathy, prevention, electroneuromyography, clinical evaluation

## Introdução

As alterações de sensibilidade plantar no paciente com diabetes mellitus são responsáveis diretas pela considerável morbidade relacionada com as úlceras plantares e suas conseqüências<sup>1</sup>.

A maioria dos pacientes diabéticos (60-70%) com úlceras plantares tem neuropatia e 15-20% deles apresentam neuropatia associada a problemas vasculares<sup>2</sup>.

As taxas de prevalência de neuropatia variam de 0 a 93%, dependendo do critério usado para o seu diagnóstico, ou seja, desde a avaliação isolada dos sintomas até o estudo neurofisiológico do nervo. Como norma, tem sido recomendada a medição de vários parâmetros para determinar a neuropatia: sinais e sintomas, exame clínico, estudo neurofisiológico, testes quantitativos de sensibilidade e testes de função autonômica. Entretanto, estas recomendações não são facilmente aplicáveis a um volume grande de pacientes e, ainda, não estão todas elas disponíveis na rotina diária dos diversos serviços de saúde<sup>3</sup>.

Diante da gravidade da situação do comprometimento dos pés e suas temíveis conseqüências, programas preventivos com pacientes com diabetes mellitus vêm sendo desenvolvidos, visando, num primeiro estágio, identificar o pé em risco, ou seja, os que apresentem problemas neurológicos<sup>4,5,1</sup>. É importante salientar, que considerável parcela de pacientes com insensibilidade desconhece as próprias deficiências (40%)<sup>6</sup>. Essa prevenção é de extrema utilidade, pois, além de diminuir a morbidade e a mortalidade, reduz os altos custos que as complicações normalmente demandam<sup>4</sup>.

Para o estudo do comprometimento dos nervos periféricos foram utilizados os monofilamentos de Semmes-Weinstein (SW), que têm sido de grande utilidade na detecção e acompanhamento das neuropatias periféricas. Esse método de avaliação apresenta dois aspectos positivos: fácil operacionalização e, especialmente, baixo custo, o que viabiliza sua utilização em programas que envolvam um contingente expressivo de pacientes, num país com tanta carência de recursos.

Tendo em vista que o estudo neurofisiológico é um recurso diagnóstico de alta sensibilidade e especificidade, este estudo teve por objetivos: avaliar a sensibilidade cutânea com os monofilamentos de SW no diagnóstico e prognóstico do pé com neuropatia diabética, comparar a avaliação cutânea com o exame neurofisiológico e correlacionar sinais clínicos dos pés neuropáticos com perda sensitiva avaliada pelos monofilamentos de Semmes-Weinstein.

## Objetivo

Este estudo teve como objetivo verificar se num grupo de pacientes diabéticos com neuropatia estabelecida - determinada por úlceras plantares, garra de artelhos, paralisia da musculatura intrínseca do pé, sensações de adormecimento ou queimação - os autores poderiam estabelecer uma correlação entre os sintomas e sinais clínicos presentes, bem como os graus de perda sensitiva detectados pelos monofilamentos.

## Método

Realizou-se um estudo prospectivo em 35 pacientes diabéticos, de ambos os sexos, em tratamento no serviço de ortopedia do SUS, no Ambulatório de Especialidade e no Laboratório de Medicina Física da Divisão de Reabilitação do Instituto Lauro de Souza Lima de Bauru - SP. Os pacientes avaliados pertenciam à classe clínica tipo II, ou seja, não insulino dependente.

Foram incluídos neste trabalho, pacientes com diabetes mellitus comprovado e em tratamento médico regular. Os critérios de exclusão foram: dificuldade de compressão para se submeter aos testes e ser portador de problemas neurológicos centrais e moléstias potencialmente causadoras de neuropatia periférica.

## Avaliação clínica

Os pacientes foram submetidos a um protocolo de avaliação, efetuando-se a anamnese (antecedentes pessoais e familiares), exame clínico para detectar deformidades (artelhos em garra, calosidades, fissuras na pele ou úlceras plantares) e um interrogatório para levantamento de queixas sobre a sintomatologia da doença - como a presença de parestesias, disestesias e dor crônica - relacionadas com o comprometimento dos nervos periféricos. Na palpação dos pés, procurou-se pontos de aumento de temperatura (infecção) ou diminuição da temperatura (isquemia).

O exame da musculatura intrínseca do pé foi realizado mediante graduação da contração muscular dos músculos abductor do hálux e abductor do quinto dedo, segundo uma escala que os classifica como normais, paréticos ou paralisados<sup>7</sup>. Também se avaliou a mobilidade articular do pé e tornozelo e a marcha dos pacientes. Os pulsos arteriais (tibial posterior e pedioso) foram palpados para afastar a possibilidade de uma arteriopatia avançada.

## Avaliação neurofisiológica

Para a avaliação neurofisiológica, o equipamento utilizado foi o Eletromiógrafo PL 1002, assinalando-se as respostas do osciloscópio por um registrador gráfico da marca Polimed.

A temperatura dos membros inferiores foi medida com um termômetro digital de superfície de quatro canais, tendo-se como objetivo mantê-la em torno de 32 graus Celsius. Quando estava mais que 1 grau Celsius abaixo daquele valor, os membros inferiores eram aquecidos em forno de Bier. Além disso, foi usado um aquecedor de ambiente para manter a temperatura da sala nas

manhãs mais frias.

Foram realizados estudos de condução sensitiva no nervo sural (bilateralmente, pela técnica antidrômica, mantendo-se uma distância acima de 100 mm entre os eletrodos de estimulação), na perna, no 1/3 distal, bem como na captação no tornozelo (na região retro-maleolar) e, finalmente, feita a medida da velocidade de condução sensitiva<sup>8,9,10</sup>.

Os potenciais de ação motores foram registrados nos músculos extensor curto dos dedos para o nervo fibular e flexor curto do hálux para o nervo tibial posterior. Os fibulares foram estimulados no tornozelo e abaixo da cabeça da fíbula, tendo a velocidade sido medida ao longo da perna<sup>11,12,10</sup>.

O tibial posterior foi estudado somente no segmento do tornozelo, considerando-se a amplitude do potencial de ação motor composto (PAMC) e a latência motora através do tornozelo e de seu padrão de normalidade, para definir-se o comprometimento deste segmento<sup>8,13</sup>. Foram também realizados os estudos das latências tardias (ondas F), segundo as técnicas rotineiras<sup>11,14,15</sup>.

Além dos estudos de condução rotineiros para avaliar as fibras sensitivas e motoras, acima descritos, efetuou-se também o estudo das respostas simpático-cutâneas (RSC) nos membros inferiores, com a seguinte técnica: eletrodos de captação ativa na região plantar e referência no dorso do pé, além de estímulo no nervo tibial no tornozelo contralateral<sup>16</sup>.

Ressalte-se que foram usados os filtros de baixa frequência em 2 Hz (a menor faixa disponível no equipamento). Embora superior à recomendada pela literatura consultada (0,3-0,5 Hz)<sup>16</sup>, foi aplicada previamente em indivíduos normais e em todos foram obtidas as respostas (RSC).

Para o estudo rotineiro de condução, utilizou-se o padrão de normalidade conforme Sethi e Thompson<sup>17</sup>, exceto para as distintas faixas etárias, sexo e altura, considerando-se que a RSC estava alterada somente quando não era detectada.

Os resultados foram classificados pelos autores, para o grupo de pacientes em estudo como gradientes neurofisiológicos de comprometimento nos membros inferiores, nas formas de polineuropatia sensitiva e polineuropatia sensitiva-motora simétrica distal. O gradiente neurofisiológico apresentou 5 graus: o estágio 1, quando todos os estudos foram normais; o estágio 2, quando estava presente o distúrbio autonômico isolado.

Considerou-se a alteração autonômica isolada como grau 2 com base nos trabalhos de Young e colaboradores<sup>18</sup>, nos quais o comprometimento das fibras pouco mielinizadas precede as grosseiramente mielinizadas.

Designou-se como estágio 3, o distúrbio de condução sensitiva, a redução do potencial de ação e da velocidade de condução, mais a alteração da resposta simpático-cutânea (RSC). O estágio 4 englobou, além dos distúrbios da resposta simpático-cutânea e sensitivos, a alteração motora, com diminuição do potencial de ação e aumento das latências distais e tardias F. Para o estágio 5, considerou-se a somatória dos distúrbios presentes nos estágios anteriores, com as reduções das velocidades de condução caracterizando os processos desmielinizantes secundários avançados (Quadro 1).

Quadro 1  
Gradiente neurofisiológico de lesão na neuropatia diabética.

Interpretação	Gradiente de alteração sensitiva
Estudo neurofisiológico normal	Estágio 1
Distúrbio autonômico isolado (A)	Estágio 2
A + Distúrbio sensitivo (S)	Estágio 3
A + S + Motor (M)	Estágio 4
A + S + M + Desmielinização	Estágio 5

#### AValiação da Sensibilidade

O teste de sensibilidade foi realizado utilizando-se um conjunto de seis monofilamentos de náilon de Semmes-Weinstein (0,05g, 0,2g, 2,0g, 4,0g, 10,0g e 300,0g), com a finalidade de avaliar e quantificar o limiar de percepção do tato e sensação de pressão profunda do pé<sup>19,20</sup>. De acordo com Von Prince e Butler<sup>21</sup>, a percepção de cada monofilamento está associada a um nível funcional cuja interpretação, para a aplicação no pé, está representada no Quadro 2.

Realizou-se o teste de sensibilidade em nove territórios es-

Quadro 2  
Código de registro, correlação com os níveis funcionais e gradiente de alterações sensitivas aos monofilamentos de Semmes-Weinstein.

Código para registro	Monofilamento	Interpretação
Círculo preenchido em verde	0,05 gramas	Sensibilidade normal no pé
Círculo preenchido em azul	0,2 gramas	Sensibilidade normal no pé
Círculo preenchido em violeta	2,0 gramas	Sensibilidade protetora diminuída
Círculo preenchido em vermelho	4,0 gramas	Perda da sensibilidade protetora
Círculo preenchido em vermelho	10,0 gramas	Perda da sensibilidade protetora
Círculo contornado em vermelho	300,0 gramas	Sensação de pressão profunda presente
Ausência de percepção ao monofilamento de 300,0g	Não sente	Perda da sensação de pressão profunda

pecíficos do nervo tibial posterior, um do fibular e um do sural (Figura 1). Para garantir a confiabilidade dos resultados obtidos por meio da aplicação dos monofilamentos de SW, é necessário seguir a metodologia corretamente. Apresenta-se a seguir algumas regras básicas:

- realizar o teste em ambiente tranquilo;
- demonstrar o instrumento e a forma de aplicação em área da pele com sensibilidade normal;
- instruir o paciente a dizer “sim” logo que sentir o toque, por mais leve que seja;
- antes de iniciar o teste, confirmar se o paciente compreendeu as instruções, repetindo-se o exame em áreas com sensibilidade normal.
- impedir que o paciente assista ao exame;
- repetir o estímulo duas a três vezes em cada área antes de definir o resultado;
- manter o estímulo por aprox. um segundo e meio;
- estimular área cutânea com sensibilidade normal a cada dois ou três estímulos táteis não identificados pelo paciente, ofere-

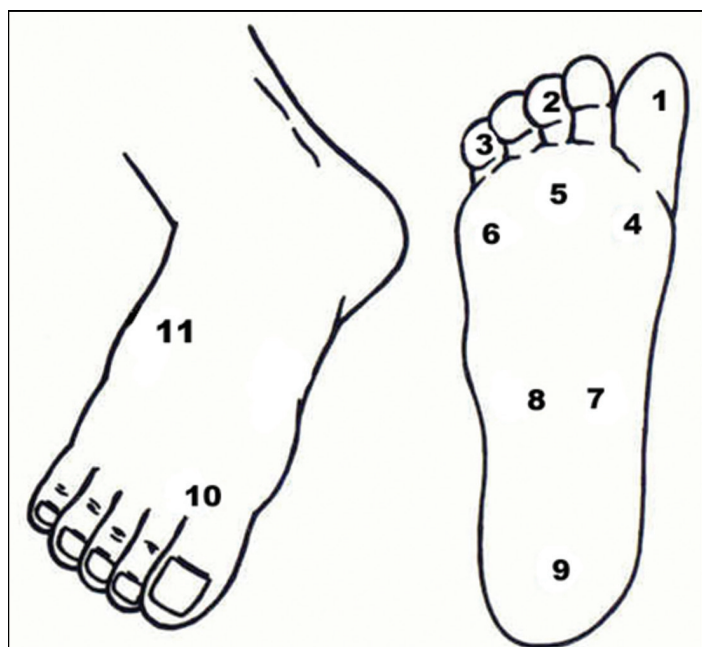


Figura 01  
territórios específicos dos nervos tibial posterior (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9), ramo profundo do nervo fibular (10) e sural (11).

cendo-lhe uma referência de sensação cutânea em uma área com sensibilidade normal;

- evitar movimentos articulares durante a avaliação da sensibilidade tátil;
- evitar a aplicação de estímulos em áreas com calos e úlceras, o teste deve ser realizado em área próxima, dentro do mesmo território específico avaliado.

### Registro dos Resultados do Teste

Após definir o resultado de cada área do pé, o registro foi enquadrado numa das cinco graduações apresentadas no Quadro 3. De modo geral, um dado bastante comum na avaliação dos pés é a constatação de valores diferentes entre um pé e outro. Assim, neste trabalho, para o registro do resultado final, considerou-se a discrepância de valores entre ambos os pés como o grau de maior comprometimento. Por exemplo: se no pé direito fosse encontrado grau 2 do gradiente do monofilamento de Semmes-Weinstein e, no pé esquerdo, grau 3, considerava-se esse grau como o resultado final para efeito de registro.

No mapeamento da região plantar, freqüentemente são encontra-

Quadro 3  
Gradiente de alterações sensitivas aos monofilamentos de Semmes-Weinstein.

Interpretação	Gradiente de alteração sensitiva
Sensibilidade normal	Estágio 1
Sensibilidade protetora diminuída	Estágio 2
Perda da sensibilidade protetora	Estágio 3
Sensação de pressão profunda presente	Estágio 4
Perda da sensação de pressão profunda	Estágio 5

das áreas com comprometimentos sensitivos desiguais num mesmo pé. Neste estudo, a presença de uma só área com maior comprometimento que as demais foi suficiente para enquadrar o pé no nível de graduação mais alto encontrado na escala do gradiente de alterações sensitivas aos monofilamentos de Semmes-Weinstein.

### Análise Estatística

Dada a natureza das variáveis em estudo, utilizou-se o teste não paramétrico de Spearman<sup>22</sup>, visto que este não exige a normalidade da distribuição das variáveis.

### Resultados

Foram examinados 35 pacientes diabéticos não insulino dependentes, tipo II, com média de idade de 56 anos, variando entre 39 e 72 anos e duração da doença entre 2 e 30 anos, média de 11 anos. Eram 19 pacientes do sexo masculino e 16 do feminino.

Na Tabela 1 são demonstrados os resultados da correlação entre o estudo neurofisiológico e a pesquisa de sensibilidade cutânea com os monofilamentos de Semmes-Weinstein, de acordo com os gradientes obtidos. Nesta distribuição, os gradientes dos dois testes se sobrepõem; tem-se, assim, a demonstração visual da concordância dos achados visto que não se verificou a ocorrência de casos com resultados extremos. Na mesma tabela, observa-se que, nos cantos superior direito e inferior esquerdo, ocorre pequena ou nenhuma incidência de casos com alteração.

Tabela 1  
Comparação dos resultados obtidos pelos métodos de avaliação pelos monofilamentos e pela eletroneuromiografia.

Eletrof.	Monofilamento					Total
	1	2	3	4	5	
1	3	4	4	0	0	11
2	0	1	5	1	0	7
3	0	2	1	2	1	6
4	0	0	1	4	1	6
5	0	1	0	1	3	5
Total	3	8	11	8	5	35

Coefficiente de correlação de Spearman  $r = 0,677$

Na Tabela 2 apresenta-se a freqüência dos resultados dos dois testes, distribuídos em colunas e com percentuais calculados. Pôde-se constatar e confirmar a distribuição homogênea entre os diversos graus – tanto dos monofilamentos quanto do estudo neurofisiológico. Nota-se que o método de Semmes-Weinstein detectou que 91% dos pacientes apresentavam algum tipo de alteração, situando-se entre os graus 2 e 5. O estudo neurofisiológico detectou que 69% dos pacientes se encontravam na faixa de 2 a 5 graus. Observa-se que a maior diferença entre os dois métodos evidenciou-se nos pacientes sem comprometimento (grau 1), o que demonstra uma sensibilidade mais elevada dos monofilamentos de Semmes-Weinstein – embora estatisticamente os métodos tenham

Tabela 2  
Resultados do gradiente de alterações sensitivas pelo monofilamento e do gradiente neurofisiológico nos 35 indivíduos estudados.

Gradiente	Monofilamento		Eletrofisiologia	
1	3	(9%)	11	(31%)
2	8	(23%)	7	(20%)
3	11	(31%)	6	(17%)
4	8	(23%)	6	(17%)
5	5	(14%)	5	(14%)
Total	35	(100%)	35	(100%)

sido coincidentes, ao se considerar todos os gradientes expressos pelo coeficiente de correlação de Spearman ( $r=0,677$ ).

Na Tabela 3 observa-se que os três pacientes que não apresentaram alterações sensitivas estavam situados na faixa etária abaixo de 56 anos. A Tabela 4 demonstra que esses três pacientes apresentavam duração da doença menor que 11 anos, portanto, eram indivíduos mais jovens e com menor tempo de comprometimento pela doença.

## Discussão

Tabela 3  
Resultado do gradiente de alterações sensitivas pelo monofilamento e do gradiente neurofisiológico nos 35 indivíduos estudados, de acordo com a faixa etária.

Gradiente	Monofilamento		Eletrofisiologia	
	$\leq 56$ anos	$> 56$ anos	$\leq 56$ anos	$> 56$ anos
1	3 (18%)	0 (0%)	5 (28%)	6 (32%)
2	4 (23%)	4 (18%)	4 (24%)	3 (17%)
3	4 (23%)	7 (32%)	3 (18%)	3 (17%)
4	4 (24%)	8 (36%)	3 (18%)	3 (17%)
5	2 (12%)	3 (14%)	2 (12%)	3 (17%)
Total	17 (100%)	18 (100%)	17 (100%)	18 (100%)

A neuropatia é a mais freqüente complicação do diabetes mellitus que afeta as extremidades e, especialmente, os membros inferiores, causando o chamado pé diabético. A neuropatia apresenta-se de várias formas clínicas, de acordo com as fibras nervosas mais envolvidas e a distribuição dos sinais, e a sua classificação, segundo Dick e Thomas<sup>23</sup>, é a seguinte:

- polineuropatias simétricas: sensitiva e sensitivo-motora, autonômica e polineuropatia, com predomínio motor proximal de membros inferiores;
- focal e mononeuropatia multifocal: neuropatia cranial, mononeuropatia de tronco e membro, com predomínio motor assimétrico de membros inferiores;
- formas mistas.

Todos os pacientes examinados neste trabalho apresentavam a forma de polineuropatia simétrica.

Associado à neuropatia com perda da sensibilidade plantar, o paciente pode apresentar a doença vascular periférica e as pressões anormais na região plantar. Todos são considerados fatores causais importantes da lesão no pé diabético<sup>24,25</sup>. Entretanto, estudos realiza-

dos por Hoeldtke et al.<sup>10</sup> mostraram que a doença vascular periférica, por si só, não associada à neuropatia, é uma causadora incomum de úlceras plantares. Birke<sup>26</sup>, em estudo visando a comparação do tempo de cicatrização de úlceras plantares conseqüentes da hanseníase e do diabetes, identificaram dois tipos de lesões advindas do diabetes: uma indolor, circular, com calosidade, avermelhada e localizada sob áreas de saliência óssea, na superfície plantar do pé – as úlceras neuropáticas; e, outro tipo de úlcera, dolorosa, irregular, sem calosidade, clara, localizada em área do pé fora da região plantar – as úlceras vasculares ou isquêmicas.

As pressões anormais sob o pé não são suficientes para determinar uma úlcera plantar. Esta somente se instalará em um pé com uma inervação comprometida. E para a detecção e acompanhamento do comprometimento nervoso na pessoa diabética, têm-se concentrado esforços na procura de métodos de praticidade e eficiência de aplicação em programas de Saúde Coletiva.

O estudo da condução nervosa tem sido o método mais amplamente utilizado e considerado como o de maior consistência para a avaliação da neuropatia diabética<sup>27,28</sup>. Esse método também é útil para determinar a natureza dos distúrbios neurológicos periféricos – procurando diferenciá-los somente entre alterações motoras ou sensitivas – ou para verificar se há o predomínio de uma das modalidades.

O estudo neurofisiológico rotineiro possibilita, assim, a avaliação das fibras densamente mielinizadas, motoras e sensitivas, em regiões distais e proximais das extremidades, mas não tem acesso às fibras finamente mielinizadas. Com o objetivo de avaliar as fibras finamente mielinizadas, acrescentou-se aos testes rotineiros o estudo da resposta simpático-cutânea (RSC)<sup>29,30,31</sup>, visto que os distúrbios autonômicos também estão relacionados ao desenvolvimento da úlcera plantar, atuando como fator causal ou predisponente<sup>32</sup>.

A polineuropatia diabética simétrica, assim como a neuropatia diabética autonômica, é difusa, estando o envolvimento neurogênico relacionado ao comprimento das fibras. A lesão das fibras autonômicas, considerada precoce por vários autores<sup>33</sup>, é mais grave que a lesão das fibras grossas, segundo outros<sup>30</sup>, e precederia o envolvimento dos demais tipos de fibras, embora este assunto não esteja resolvido ainda<sup>8</sup>. Como a resposta simpático-cutânea é estudada na planta do pé, enquanto o nervo sural é estudado rotineiramente no seguimento perna-tornozelo. Obviamente, a resposta simpático-cutânea analisa fibras mais distais que o estudo de rotina. A avaliação neurofisiológica auxilia na definição do tipo de neuropatia,

Tabela 4  
Resultado do gradiente de alterações sensitivas pelo monofilamento e do gradiente neurofisiológico nos 35 indivíduos estudados, de acordo com a duração da doença.

Gradiente	Monofilamento		Eletrofisiologia	
	$\leq 11$ anos	$> 11$ anos	$\leq 11$ anos	$> 11$ anos
1	3 (14%)	0 (0%)	8 (36%)	3 (23%)
2	3 (14%)	5 (39%)	6 (27%)	1 (8%)
3	9 (40%)	2 (15%)	3 (14%)	3 (23%)
4	4 (18%)	4 (31%)	2 (9%)	4 (31%)
5	3 (14%)	2 (15%)	3 (14%)	2 (15%)
Total	22 (100%)	13 (100%)	22 (100%)	13 (100%)

quais são as fibras nervosas envolvidas, qual o grau de severidade e quais os processos fisiopatológicos em andamento.

Por outro lado, o exame da sensibilidade cutânea com os monofilamentos de Semmes-Weinstein tem se mostrado de fácil execução e confiável quanto aos resultados, o que o credencia para o uso clínico rotineiro<sup>34</sup>.

Semmes e Weinstein<sup>35</sup> desenvolveram os monofilamentos de náilon para medir limiares de força na variação progressiva de pressão. Von Prince e Butler<sup>21</sup> foram os primeiros a relatar a relevância clínica dos monofilamentos: realizaram, em pacientes com neuropatia periférica, estudos comparativos entre os monofilamentos de Semmes-Weinstein e outros testes conhecidos (discriminação de dois pontos, temperatura, dor, estereognosia e grafestesia). Esta comparação permitiu estabelecer correspondência com níveis funcionais.

Até então, as avaliações de sensibilidade eram feitas de maneira qualitativa, usando-se técnicas que não eram padronizadas e instrumentos que não haviam sido testados quanto a sua confiabilidade e validade (alfinete, algodão)<sup>36</sup>. É interessante ressaltar que o uso do teste com os monofilamentos de Semmes-Weinstein, considerado semiquantitativo, permite identificar e monitorar a sensibilidade e, por isso, é considerado um dos melhores para uso no trabalho de campo<sup>37</sup>.

O conjunto de monofilamentos de Semmes-Weinstein produz resultados que são reprodutíveis dentro de certa variação de força, usualmente expressa em miligramas, e pode correlacionar os limiares de toques crescentes ou decrescentes com os níveis de função do paciente, com abundante aplicação clínica<sup>38</sup>.

Diversos estudos têm sido realizados para investigar a segurança do uso dos monofilamentos nas neuropatias periféricas e, ao mesmo tempo, determinar os limites de percepção que possam causar danos aos pacientes com perda de sensibilidade<sup>39,40,41</sup>. Assim, Birke e Sims<sup>42</sup> foram os primeiros a definir o nível de sensação protetora para avaliação de pacientes hansenianos e diabéticos com úlcera plantar, usando os monofilamentos 4.17, 5.07 e 6.10, que correspondem à força de 1g, 10g e 75g, respectivamente. Os citados autores observaram que nenhum paciente com úlcera no pé conseguiu sentir o monofilamento 5.07 (10g), tendo concluído, como os demais estudos posteriores, que o referido filamento é o melhor indicador de sensação protetora e um instrumento válido na previsão de pacientes com risco de lesões plantares<sup>33,39,43-47</sup>.

No Brasil, Marciano e Garbino<sup>48</sup> realizaram estudos comparativos entre o teste de sensibilidade cutânea com os monofilamentos e o estudo da condução nervosa em membros superiores, em pacientes com hanseníase. Concluíram pela eficiência dos testes na detecção e acompanhamento dos déficits funcionais neurológicos.

O conjunto de monofilamentos utilizados no presente trabalho é o desenvolvido no Gillis W. Long Hansen's Disease Center, em Carville, Louisiana, nos Estados Unidos da América, tendo sido posteriormente fabricado em Bauru, na SORRI (Sociedade de Reabilitação e Reintegração do Incapacitado), após adaptações feitas no Brasil<sup>20</sup>.

O estudo mostra uma boa correlação do comprometimento clínico dos pacientes com os déficits neurológicos medidos pelos

monofilamentos (Tabela 1). Ao analisar-se os dados de cinco pacientes com o grau máximo (5= perda da sensibilidade profunda), constatou-se que três deles tinham úlcera plantar, apresentavam também artelhos em garra e todos tinham algum tipo de paralisia ou parestesia da musculatura intrínseca dos pés, avaliadas segundo critérios de Goodwin<sup>7</sup>. Os outros dois pacientes com grau 5, embora não tivessem úlcera plantar, apresentavam outros tipos de comprometimentos: um tinha garra dos artelhos, paralisia do abdutor do hálux e abdutor do quinto dedo do pé direito; parestesia do abdutor do hálux e abdutor do quinto dedo do pé esquerdo; e o outro, apresentava garra dos artelhos, parestesia do abdutor do quinto dedo dos pés direito e esquerdo, além de hiperqueratose na região plantar.

Nos oito pacientes classificados no grau 4, com comprometimento neurológico também acentuado, verificou-se que dois tinham úlceras plantares, e que a maioria deste grupo apresentava alterações na motricidade dos dedos examinados, ou seja, algum grau de paralisia ou parestesia do abdutor do hálux e abdutor do quinto dedo do pé. Os pacientes apresentavam ainda algum grau de garra dos artelhos, calosidades plantares e também queixas mais pronunciadas de sensação de adormecimento dos pés ou queimação, do que os pacientes situados nos grupos com menor comprometimento da sensibilidade.

No presente estudo, embora tenha se considerado como perda da sensibilidade protetora sentir o toque do monofilamento de 4g, observou-se que os pacientes com maior comprometimento clínico ultrapassavam este limite, passando a sentir somente o monofilamento imediatamente acima na escala. Não se constatou úlcera plantar situada no nível de sensibilidade do monofilamento de 4g. O monofilamento 5.07 (10g) parece constituir um sinal de alerta para os pacientes com diabetes, pois as complicações passam a ser mais frequentes nesse nível, o que demonstra perda do mecanismo de proteção e defesa dos pés. Isso deve colocar em alerta, tanto paciente quanto médico, para se iniciar efetivamente as medidas preventivas, mediante um programa consistente que vise a manutenção da integridade dos pés.

## Conclusões

Neste trabalho evidenciou-se a confiabilidade dos monofilamentos de Semmes-Weinstein na detecção do comprometimento neurológico da neuropatia diabética dos pés. Os dados obtidos pelo exame com os monofilamentos mostram semelhanças na graduação do envolvimento neurológico comparáveis aos neurofisiológicos, sendo aplicáveis ao acompanhamento desses pacientes.

Constatou-se uma estreita relação entre as alterações encontradas nos pés dos pacientes diabéticos que apresentavam neuropatia, com os diferentes graus de perda da sensibilidade, aferidos pelos monofilamentos e pelos testes neurofisiológicos, propiciando confiável estadiamento da evolução da doença.

E, finalmente, confirma-se o teste com os monofilamentos de Semmes-Weinstein como um instrumento de avaliação de pacientes diabéticos, fato que, aliado a sua praticidade de aplicação e baixo custo operacional, o credencia para ser utilizado em programas de prevenção e reabilitação, tanto em âmbito dos serviços quanto populacionais.

**Observação:** Este trabalho faz parte da linha de pesquisa em neuropatias periféricas da Divisão de Reabilitação do Instituto Lauro de Souza Lima.

## Referências Bibliográficas

- Singh N, Armstrong DG, Lipsky BA. Preventing foot ulcers in patients with diabetes. *JAMA*. 2005; 293(2):217-28.
- Laing P. Diabetic foot ulcers. *Am J Surg*. 1994;167(1A):31S-36S.
- Kumar S, Ashe HA, Parnell LN, Fernando DJ, Tsigos C, Young RJ, et al. The prevalence of foot ulceration and its correlates in type 2 diabetic patients: a population-based study. *Diabet Med*. 1994;11(5):480-4.
- Casolari MR, Castro RF, Maia RM, Castro AV, Reis R, et al. Análise retrospectiva dos pés de pacientes diabéticos do ambulatório de diabetes da santa casa de Belo Horizonte, MG. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2002; 46:173-6.
- Valk G, Kiergsmann D, Assendelft W. Patient education for preventing diabetic foot ulceration. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005; (1):CD001488.
- Holewski JJ, Moss KM, Stess RM, Graf PM, Grunfeld C. Prevalence of foot pathology and lower extremity complications in a diabetic outpatient clinic. *J Rehabil Res Dev*. 1989;26(3):35-44.
- Goodwin CS. The use of the voluntary muscle test in leprosy neuritis. *Lepr Rev*. 1968;39(4):209-16.
- DeFaria CR, Silva IM. Electromyographic diagnosis of leprosy. *Arq Neuropsiquiatr*. 1990;48(4):403-13.
- Falck B, Stalberg E, Bischoff C. Sensory nerve conduction studies with surface electrodes. *Methods Clin Neurophysiol*. 1994;5:1-20.
- Johnson EW. *Practical electromyography*. 2 ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1988.
- Kimura J. Principles and pitfalls of nerve conduction studies. *Ann Neurol*. 1984;16(4):415-29.
- McLeod JG, Hargrave JC, Walsh JC, Booth GC, Gye RS, Barron A. Nerve conduction studies in leprosy. *Int J Lepr Other Mycobact Dis*. 1975;43(1):21-31.
- Felsenthal G, Butler DH, Shear MS. Across-tarsal-tunnel motor-nerve conduction technique. *Arch Phys Med Rehabil*. 1992;73(1):64-9.
- Oh SJ. *Clinical electromyography: nerve conduction studies*. 2 ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1993.
- Stalberg E, Falck B. Clinical motor nerve conduction studies. *Methods Clin Neurophysiol*. 1993;4:61-80.
- Frey MV. Beiträge zur Sinnesphysiologie der Haut. Berichte über die Verhandlung der Königlich-sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig, Mathematisch-Physikalische Klasse. 1894; 46:185-96.
- Sethi RK, Thompson LL. *The electromyographer's handbook*. 2 ed. Toronto: Little Brown; 1989.
- Young RJ, Zhou YQ, Rodriguez E, Prescott RJ, Ewing DJ, Clarke BF. Variable relationship between peripheral somatic and autonomic neuropathy in patients with different syndromes of diabetic polyneuropathy. *Diabetes*. 1986;35(2):192-7.
- Lehman LF, Orsini MB, Nicholl AR. The development and adaptation of the Semmes-Weinstein monofilaments in Brazil. *J Hand Ther*. 1993 Oct-Dec;6(4):290-7.
- Baccarelli R, Marciano LHSC. Avaliação dos membros superiores para a prevenção de incapacidades. In: Baccarelli R, Opromolla DVA, editors. *Prevenção de incapacidade e reabilitação em hanseníase*. Bauru: Instituto Lauro de Souza Lima; 2003. p.72-81.
- Von Prince K, Butler B Jr. Measuring sensory function of the hand in peripheral nerve injuries. *Am J Occup Ther*. 1967;21(6):385-95.
- Siegel S. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. Ames: McGraw Hill Book; 1956. p.202-13.
- Dick PJ, Thomas PK. *Peripheral neuropathy*. 3 ed. Philadelphia: Saunders; 1993. p.695-1224.
- Brand PW. Pathomechanics of soft tissue injury. In: *Insentive foot Seminar*; 1989; Carville. Anais. Carville; 1989. p. 7-21.
- McNeely MJ, Boyko EJ, Ahroni JH, Stensel VL, Reiber GE, Smith DG, et al. The independent contributions of diabetic neuropathy and vasculopathy in foot ulceration. How great are the risks? *Diabetes Care*. 1995;18(2):216-9.
- Birke JA, Novick A, Patout CA, Coleman WC. Healing rates of plantar ulcers in leprosy and diabetes. *Lepr Rev*. 1992;63(4):365-74.
- Bouche P. Electrophysiological studies in the assessment of polyneuropathies. *Neurophysiol Clin*. 1988;18(2):101-22.
- Klima RR, Weigand AH, DeLisa JA. Nerve conduction studies and vibration perception thresholds in diabetic and uremic neuropathy. *Am J Phys Med Rehabil*. 1991;70(2):86-90.
- Levy DM, Abraham RR, Abraham RM. Small- and large-fiber involvement in early diabetic neuropathy: a study with the medial plantar response and sensory thresholds. *Diabetes Care*. 1987;10(4):441-7.
- Navarro X, Kennedy WR, Fries TJ. Small nerve fiber dysfunction in diabetic neuropathy. *Muscle Nerve*. 1989;12(6):498-507.
- Niakan E, Harati Y. Sympathetic skin response in diabetic peripheral neuropathy. *Muscle Nerve*. 1988;11(3):261-4.
- Gilmore JE, Allen JA, Hayes JR. Autonomic function in neuropathic diabetic patients with foot ulceration. *Diabetes Care*. 1993;16(1):61-7.
- Hendriksen PH, Oey PL, Wieneke GH, Bravenboer B, van Huffelen AC. Subclinical diabetic polyneuropathy: early detection of involvement of different nerve fibre types. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1993;56(5):509-14.
- Garbino JA, Opromolla DVA. Monitoração da neuropatia da hanseníase. In: Baccarelli R, Opromolla DVA, editors. *Prevenção de incapacidade e reabilitação em hanseníase*. Bauru: Instituto Lauro de Souza Lima; 2003. p.33-6.
- Semmes J, Weinstein S, Ghent L, Teuber HL. *Somato sensory changes after penetrating brain wounds in man*. Cambridge: Harvard University Press; 1960.
- Weise MD, Garfin SR, Gelberman RH, Katz MM, Thome RP. Lower-extremity sensibility testing in patients with herniated lumbar intervertebral discs. *J Bone Joint Surg Am*. 1985;67(8):1219-24.
- Brandsma JW. *Intrinsic minus hand: (patho) kinesiology, rehabilitation and reconstruction*. [Thesis]. Utrecht, The Netherlands: University of Utrecht; 1993.
- Bell-Krotoski JA. Light touch-deep pressure testing using Semmes-Weinstein monofilaments. In: Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ, Callahan AD, editors. *Rehabilitation of the hand*. St. Louis: Mosby; 1990. p.585-93.
- Kamei N, Yamane K, Nakanishi S, Yamashita Y, Tamura T, Ohshita K, et al. Effectiveness of Semmes-Weinstein monofilament examination for diabetic peripheral neuropathy screening. *J Diabetes Complications*. 2005;19(1):47-53.
- Leonard DR, Farooqi MH, 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.
- Caselli A, Pham H, Giurini JM, Armstrong DG, Veves A. The forefoot-to-rearfoot plantar pressure ratio is increased in severe diabetic neuropathy and can predict foot ulceration. *Diabetes Care*. 2002;25(6):1066-71.
- Birke JA, Sims DS. Plantar sensory threshold in the ulcerative foot. *Lepr Rev*. 1986;57(3):261-7.
- Boyko EJ, Smith DG, Ahroni JH. A prospective study of risk factors for diabetic foot ulcer. *Rehabil RD Progress Reports*. 1994;32:318-9.
- Hoeldtke RD, Davis KM, Hshieh PB, Gaspar SR, Dworkin GE. Are there two types of diabetic foot ulcers? *J Diabetes Complications*. 1994;8(2):117-25.
- Holewski JJ, Stess RM, Graf PM, Grunfeld C. Aesthesiometry: quantification of cutaneous pressure sensation in diabetic peripheral neuropathy. *J Rehabil Res Dev*. 1988;25(2):1-10.
- Pedrosa HC. *Salvando o pé diabético: programa de educação e controle do diabetes [apostilado]*. Taquatinga; 1991.
- Rith-Najarian SJ, Stolusky T, Gohdes DM. Identifying diabetic patients at high risk for lower-extremity amputation in a primary health care setting. A prospective evaluation of simple screening criteria. *Diabetes Care*. 1992;15(10):1386-9.
- Marciano LHSC, Garbino JA. Comparação de técnicas de monitoração da neuropatia hanseniana: teste de sensibilidade e estudo de condução nervosa. *Hansen Int*. 1994;19:5-10.