

**ARY SOUZA**

**"AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS  
MONOFILAMENTOS DE SEMMES-WEINSTEIN NO  
DIAGNÓSTICO E EVOLUÇÃO DA NEUROPATIA  
DIABÉTICA ATRAVÉS DA ANÁLISE  
COMPARATIVA COM O ESTUDO  
ELETROFISIOLÓGICO DOS NERVOS E DA  
CORRELAÇÃO COM O EXAME CLÍNICO"**

**Tese apresentada A Universidade  
Federal de São Paulo - Escola Paulista  
de Medicina, para a obtenção do  
Titulo de Mestre em Ortopedia e  
Traumatologia.**

**São Paulo  
1997**

A 89 a

**Souza, Ary**

Avaliação da eficácia dos monofilamentos de Semmes-Weinstein no diagnóstico e evolução da neuropatia diabética através da análise comparativa com o estudo eletrofisiológico dos nervos e da correlação com o exame clínico / Ary Souza. Sao Paulo, 1997.

88 O. ilustr.

Tese (Mestrado em Ortopedia e Traumatologia) - Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina.

I. Monofilamentos de Semmes-Weinstein. 2. Neuropatia diabética. 3. Pé diabético - úlcera plantar. 4. Eletrofisiologia do nervo

**UNIFESP - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO  
ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ORTOPEDIA E  
TRAUMATOLOGIA**

**COORDENADOR: Prof. Dr. Flávio Faloppa**  
**Livre Docente e Chefe de Clínica da**  
**Disciplina de Mão e Membro Superior**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Caio Augusto de Souza Nery**  
**Professor Adjunto - Livre Docente do**  
**Departamento de Ortopedia e**  
**Traumatologia da Universidade Federal de**  
**São Paulo - Escola Paulista de Medicina**

# ÍNDICE

	Página
1 - INTRODUÇÃO .....	02
2- LITERATURA .....	07
3 - MATERIAL E MÉTODOS .....	22
3.1 Método Clínico .....	24
3.2 Método — Estudo Neurofisiológico .....	24
3.3 Método — Pesquisa da Sensibilidade .....	28
3.4 Técnica de Aplicação .....	35
3.5 Registro dos Resultados do Teste .....	38
3.6 Método Estatístico .....	41
4- RESULTADOS .....	43
5 -DISCUSSÃO .....	55
6 -CONCLUSÕES .....	66
7 - RESUMO .....	68
SUMMARY .....	71
- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	74
9 - BIBLIOGRAFIA .....	83

## 1 - INTRODUÇÃO

As alterações de sensibilidade no paciente portador de *diabetes mellitus* são responsáveis diretas pela considerável morbidade relacionada com as úlceras plantares e suas conseqüências.

Podemos colher dados confiáveis sobre a gravidade do problema nos países onde existem programas direcionados ao estudo e à conseqüente prevenção e posterior tratamento das patologias que afetam os pés dos portadores de *diabetes mellitus*.

Assim, no Reino Unido, as internações devidas a problemas com os pés diabéticos ocuparam 1.250.000 leitos hospitalares em um ano, com um custo aproximado de 325 milhões de dólares. Nos Estados Unidos da América do Norte, 20% das internações por diabetes são devidas a problemas nos pés e são responsáveis por 50% de todas as amputações não traumáticas efetuadas naquele país (cerca de 50.000 amputações por ano) (LAING, COUGLEY, KLENERMAN, 1991; BIRKE et al., 1992).

O numero de internações decorrentes de afecções nos pés representa um contingente superior ao total de internações originadas das demais complicações diabéticas. Esse quadro se agrava quando se leva em conta que cerca de 50% dos amputados terão lesões sérias no membro contralateral, dentro dos próximos 2 anos (MURRAY & BOULTON, 1995).

A maioria dos pacientes diabéticos (60-70%) com úlceras plantares têm neuropatia e 15-20% deles apresentam neuropatia associada a problemas vasculares. (LAING, 1994)

As taxas de prevalência de neuropatia variam de 0 a 93%, dependendo do critério usado para o seu diagnóstico, variando desde a avaliação isolada dos sintomas até o estudo eletrofisiológico do nervo. Como norma, tem sido recomendada a medida de vários parâmetros para determinar a neuropatia: sinais e sintomas, exame clínico, estudo eletrodiagnóstico, 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.(KUMAR et al., 1994)

Diante da gravidade da situação em relação ao comprometimento dos pés e suas temíveis conseqüências, programas preventivos com pacientes portadores de diabetes mellitus, vêm sendo desenvolvidos, visando num primeiro estágio, identificar o pé em risco, ou seja, aqueles pés que apresentem problemas neurológicos. Importante salientar que considerável parcela de pacientes insensíveis desconhecem as próprias deficiências (40%) (HOLEWSKI et al., 1989). Na seqüência os programas são direcionados ao acompanhamento dos pés com neuropatia medindo a evolução da doença com o objetivo de se poder intervir o mais breve possível para preservar o membro.

Essa prevenção é de extrema utilidade pois, além de reduzir a morbidade e a mortalidade, reduz os altos custos que as complicações normalmente demandam. Como argumento podemos citar o exemplo de um hospital de Londres onde, após a instalação de uma clínica especializada em pés diabéticos, observou-se uma acentuada queda no número de amputações e verificou-se a cicatrização na maior parte das úlceras plantares. Isso só foi possível porque os pacientes foram

**direcionados a um programa preventivo que incluía o uso de calçados especiais. A maioria dos pacientes aceitaram calçados com modificações que protegem a região plantar e somente 26% destes tiveram úlceras mais tarde. Uma minoria preferiu usar seus próprios calçados, e 83% deles tiveram posteriormente algum tipo de ulceração nos pés. (LAING \_et al., 1991)**

**Ainda como exemplo de programa preventivo, podemos citar o Programa de Educação e Controle do Diabetes (PECD), que, em 1991, contava com 1572 pacientes cadastrados, na regional de Taguatinga (DF). Estudo feito durante dois meses do referido ano revelou uma queda considerável no número de internações no setor de emergências de pacientes com complicações nos pés: de todos os pacientes internados no referido período, 82,6% não eram cadastrados no PECD de Taguatinga, mas procedentes de outras áreas do Distrito Federal e do Brasil (PEDROSA, 1991) (Programa de Educação e Controle do Diabetes Regional de Taguatinga Distrito Federal - "Salvando o Pé Diabético")**

**Estamos desenvolvendo em Bauru, sob a orientação do Grupo de Pé do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Escola Paulista de Medicina (UNIFESP), um programa preventivo para o pé diabético. Os pacientes são avaliados inicialmente pelo setor de endocrinologia e depois encaminhados ao setor de ortopedia, onde após detalhada anamnese é feito rigoroso exame clínico.**

**Para o estudo do comprometimento dos nervos periféricos utilizamos o estesiômetro de Semmes-Weinstein que tem sido de grande utilidade na detecção e acompanhamento das neuropatias periféricas. Este método de avaliação apresenta duas grandes vantagens**

sobre os outros métodos : fácil operacionalização e principalmente baixo custo, o que viabiliza sua utilização em programas que envolvem um contingente expressivo de pacientes, num país com tanta carência de recursos.

Preocupados com a eficácia do referido método, e considerando ser o estudo eletrofisiológico um recurso diagnóstico objetivo e altamente sensível na detecção das neuropatias, fizemos uma comparação entre os dois procedimentos.

Um dos objetivos do presente trabalho foi verificar a eficácia do método de avaliação da neuropatia diabética pelos monofilamentos de Semmes-Weinstein, comparando-o a um outro método, já sedimentado e com resultados bem definidos, o estudo eletrofisiológico dos nervos de freqüente utilização na avaliação das neuropatias periféricas.

O outro objetivo visou estabelecer a correlação entre os sintomas e ..sinais clínicos presentes no mesmo grupo de pacientes diabéticos estudado, com neuropatia estabelecida, como úlceras plantares, garra de artelhos, paralisia da musculatura íntinseca do pé, sensações de adormecimento ou queimação, e os diversos graus de comprometimento neurológico detectados pelos monofilamentos, permitindo assim avaliar a extensão e evolução



**das perdas sensoriais e motoras.**

## **2. LITERATURA**

## 2 - LITERATURA

FREY (1894) avaliou a sensibilidade toque-pressão usando pêlo natural, como por exemplo a crina de cavalo e o cabelo humano, que têm diferentes espessuras e graus de rigidez.

Ele usou a força de inclinação dos pêlos, ao tocar a pele, como uma medida do estímulo mecânico.

BRANDSMA (1947) fez um amplo estudo sobre os monofilamentos com uma revisão extensa, destacando as propriedades mecânicas dos filamentos, como por exemplo o material usado em sua confecção e a força necessária para curvá-los.

Fez críticas quanto à numeração dos filamentos: não deveriam ser expressos em números que representam o logaritmo de dez vezes a força necessária para curvar o filamento. Diz que os filamentos deveriam ser numerados: 1,2,3 etc., com cada número representando uma força de encurvamento real. Também sugeriu formas de padronização do uso dos monofilamentos e do registro dos resultados.

SEMMES et al. (1960) publicaram os resultados de suas pesquisas sobre as mudanças somatosensoriais em pacientes com lesão cerebral após sofrerem ferimentos penetrantes. Eles introduziram o atual instrumento para testes compostos por filamentos de nylon em número de 20, graduados, que exercem forças progressivamente maiores de acordo com o aumento do diâmetro do filamento.

**PRINCE & BUTLER (1967)** conseguiram equacionar, com esse trabalho, os níveis crescentes de forças necessárias pelos monofilamentos para os níveis de diminuição na função sensorial. Foram eles que começaram agrupando os monofilamentos em níveis que poderiam ser comparados com os níveis de função esperados dos pacientes. Eles perceberam que embora alguns ferimentos fossem semelhantes havia uma diferença considerável no nível de função dos pacientes. Por exemplo: de 2 pacientes que não conseguiram identificar a diferença no teste entre dois pontos, um pôde sentir o fósforo que queimaria o seu dedo e o outro não. Essa constatação os levou a concluir que deve haver um nível protetor de sensação que não era medido pelo outro teste (discriminação entre dois pontos). A partir daí eles associaram os danos ao nervo periférico ao nível de função, usando uma escala para os testes.

**GOODWIN & WATSON (1968)** enfatizaram a necessidade do diagnóstico precoce das neurites em pacientes com hanseníase. Destacaram que os nervos comprometidos podem ser palpados nos locais onde mais comumente são atingidos, como por exemplo o ulnar ao nível do cotovelo e o fibular comum em seu trajeto ao redor do colo da fibula.

Para eles, os testes de eletrodiagnóstico foram úteis para a avaliação da função do nervo. Entretanto, em muitos serviços o seu uso é impraticável. Assim, eles sugeriram, para a detecção e acompanhamento das neurites, um método de fácil execução, que seja reprodutível e que possa ser aplicado em série, permitindo total comparação entre testes consecutivos. Para isto utilizaram o

"Voluntary Muscle Test", um sistema graduado que mede a contração voluntária dos músculos. Acentuaram a importância da medida da amplitude dos movimentos, uma vez que nas mãos e nos pés a força de gravidade tem pouca influência na avaliação. Por isto, fizeram uma escala com modificações:

*Grau 1 - paralisia completa do músculo.*

*Grau 2 - amplitude incompleta de movimento articular possível, sem a ação da gravidade.*

*Grau 3 - amplitude completa do movimento articular contra a gravidade.*

*Grau 4 - amplitude completa do movimento contra a gravidade e alguma resistência (sub-máximo).*

*Grau 5 - força muscular normal, com amplitude e resistência normais (máximo).*

Os autores aconselharam também o uso de testes sensoriais, uma vez que o teste de contração voluntária da musculatura somente detecta alguma perda de função após o comprometimento de 25% das fibras nervosas responsáveis pela inervação do músculo examinado.

FALK et al. (1984) descreveram a técnica de condução usando eletrodo justa neural e indicaram sua utilização em distúrbios dos ramos interdigitais dos pés (neuroma de Morton, por exemplo). Descreveram também as alterações diante de uma neuropatia diabética.

WEISE, GARFIN, GELBERMAN (1985) fizeram testes para avaliar as perdas sensoriais de pacientes com hérnia de disco, usando os monofilamentos, o teste da picada de agulha e o teste com o algodão.

Concluíram que os monofilamentos são mais sensíveis e que os outros testes não eram confiáveis.

**BIRKE & SIMS (1986)** estudaram 72 pacientes com hanseníase e 28 pacientes com diabetes todos com úlceras plantares, sendo 132 úlceras nos hansenianos e 45 úlceras nos diabéticos. Constataram os locais mais freqüentes das úlceras: o hálux e a cabeça do quinto metatarsiano. Usaram para o estudo três monofilamentos: 4,17(1g.); 5,07 (10g.) e 6,10 (75g.). Observaram que nenhum dos pacientes com úlceras conseguiu sentir os monofilamentos menores que 6,10 (75g.). Assim, consideraram o monofilamento 5,07 (10g.), situado na escala imediatamente abaixo, como o nível de sensação protetora para os hansenianos. Observaram que, para os pacientes diabéticos, seria necessário um estudo com uma população maior para determinar o nível de sensação protetora.

**LEVY, ABRAHAM, ABRAHAM (1987)** estudaram o envolvimento nas fibras finas e grossas na neuropatia diabética recente, com resposta sensitiva no nervo plantar medial registrada em ramos distais do pé e limiares sensitivos térmicos e vibratórios. Evidenciou-se a precocidade do estudo de condução sensitiva distal.

**BRAND (1989)** fez um estudo importante sobre a fisiopatologia das úlceras plantares. Destacou que a grande maioria das feridas na pele dos pés insensíveis têm origem mecânica. Ressaltou o fato de o paciente não acreditar que as úlceras aparecem devido à

maneira de andar e aceitam a afirmação que a ferida surgiu "por causa do diabetes", relevando a um segundo plano os cuidados com os pés.

Distribuiu em quatro classes os mecanismos pelos quais os tecidos moles dos pés sofrem ulcerações:

1- Trauma direto - responsável por 10% das úlceras.

2- Pressão contínua — pressões de pequena intensidade, não reconhecidas pelo paciente, sendo, portanto exercidas por longos períodos de tempo.

A pressão contínua causa isquemia dos tecidos e é responsável pela maioria das úlceras das bordas do pé.

3- Inflamação - devida a estresse moderado e repetitivo, aplicado exatamente no mesmo local da pele. É o principal mecanismo de formação das úlceras na região plantar, geralmente localizadas sob as proeminências ósseas.

4- Infecção - aparece após a pele ter sido lesada por um dos três mecanismos anteriormente citados.

O autor, de maneira pioneira, traçou diretrizes relacionadas à prevenção e tratamento das úlceras plantares, tais como: não andar descalço, examinar o interior do calçado antes de usá-lo, usar calçado com desenho apropriado, uso de palmilhas moldadas protegendo as zonas de maior atrito, uso de sapato com sola rígida e a colocação de gessos de contato total para a cicatrização das feridas plantares.

**NIAKAN & HARATI (1988)** estudaram 72 pacientes diabéticos com evidência clínica de neuropatia sensoriomotora para determinar a sensibilidade da resposta simpático-cutânea na detecção da disfunção sudomotora e a correlação com outros testes de função

autonômica, com sintomas autonômicos e o grau de neuropatia periférica. Todos os pacientes tinham velocidade de condução alterada e a resposta simpático-cutânea estava ausente em 83% dos pacientes. Os resultados sugerem que a atividade sudomotora detectada pela resposta simpático-cutânea é um teste válido para a investigação da disautonomia na neuropatia diabética.

BOUCHE (1988) relatou a dificuldade do diagnóstico etiológico das polineuropatias e discutiu o auxílio da eletrofisiologia na determinação da natureza dos distúrbios do nervo periférico, dando ênfase aos estudos de condução nervosa para separar os diferentes tipos de neuropatias periféricas.

HOLEWSKI et al. (1988) fizeram um estudo com 80 pacientes divididos em 4 grupos: 20 indivíduos sem diabetes (controles); 20 pacientes diabéticos sem neuropatia; 20 pacientes diabéticos com neuropatia e sem história de úlcera plantar e 20 pacientes diabéticos com história de úlcera plantar, ou com úlcera em atividade.

Conseguiram demonstrar que há uma diminuição de sensação à pressão cutânea nos pés dos pacientes diabéticos com história de úlcera plantar, e que o melhor discriminador entre os grupos estudados foi o nível do limiar de sensibilidade, por eles encontrado com o monofilamento 5,07 (10g.). Enfatizaram que isto deveria ser usado em um estudo prospectivo para determinar aqueles pacientes com risco de desenvolver úlcera plantar.



**NAVARRO, KENNEDY, FRIES (1989)** estudaram a sensibilidade térmica, comparando-a a achados clínicos e ao estudo da condução nervosa. Concluíram ser o estudo de sensibilidade térmica altamente efetivo, porém ressaltaram que também pode ser encontrado diminuído ou ausente o potencial de ação do nervo plantar medial mesmo com sensação térmica normal. Isto confirma os graus variáveis de anormalidades que existem nos diferentes tipos de fibras nervosas que são as responsáveis pelos sinais e sintomas dos pacientes diabéticos. Observaram que as fibras nervosas finas são mais precoce e severamente atingidas do que as fibras grossas mielinizadas.

**BELL-KROTOSKI (1990)** realizou um amplo estudo sobre os monofilamentos, englobando desde a sua introdução para o uso clínico até o aperfeiçoamento a que foi submetido. Salientou as qualidades do monofilamento como a sua facilidade de execução a sua rápida interpretação visual através das cores, facilitando o acompanhamento e a evolução do dano sensorial. Revelou áreas onde se pode esperar um nível menor de sensibilidade, como a região plantar do pé, onde a espessa camada de queratina tem influência. Nesta área, segundo ela, poder-se-ia esperar um toque leve diminuído mas se por outro lado for observada diminuição do nível de sensação protetora, isto deve ser encarado como um sinal de alerta, porque mesmo com calosidade o paciente normal deve ter uma sensação protetora.

Descreveu o método de execução do teste e a forma de interpretação dos resultados.

**SOSENKO et al. (1990)** fizeram um estudo comparando a eficácia da medida do limiar de percepção da pressão cutânea com outras medidas de limiar de sensibilidade, como por exemplo a sensibilidade vibratória e a sensibilidade ao frio e calor, objetivando detectar os pés em risco de desenvolver úlceras nos pacientes diabéticos. Uma de suas conclusões é que pacientes com úlceras plantares tem limiar de percepção muito mais alto no hálux do que os pacientes sem úlcera. Esta associação é mais alta do que com limiar de sensação vibratória e acentuadamente maior do que com o limiar de sensação térmica. Ao contrário da maioria dos autores encontraram o monofilamento 4,21 como sendo o que apresentou maior sensibilidade e especificidade. Justificaram dizendo que os outros estudos não incluíam todos os calibres dos monofilamentos.

**KLIMA, WEIGAND, DELISA (1991)** realizaram os estudos de condução nervosa e o teste quantitativo do limiar de percepção vibratória em pacientes com neuropatia periférica (*diabetes mellitus* e ou doença renal em estágio final). Mostraram a eficácia do estudo de condução nervosa e a validade e praticidade do teste do limiar da percepção vibratória para avaliar a gravidade da neuropatia periférica.

**BIRKE et al. (1992)** fizeram um estudo comparativo do tempo de cicatrização das úlceras neuropáticas dos diabéticos e hansenianos e concluíram que não havia diferença no tempo de cura e afirmaram que a perda de sensação protetora e o estresse mecânico constituíram causas primárias de ulceração em ambas as patologias. Caracterizaram as úlceras como neuropáticas e vasculares. Constataram ainda que a

cabeça do primeiro metatarsiano, o hálux e a cabeça do quinto metatarsiano foram os locais onde as úlceras plantares se instalaram mais freqüentemente em ambos os grupos.

LEVY et al. (1992) estudaram a resposta simpático-cutânea no pé de 68 pacientes diabéticos escolhidos ao acaso, e 46 pessoas normais com idades pareadas. Definiram os limites normais de latência e amplitude. Concluíram ser um teste objetivo e reproduzível e que a latência reflete a condução ao longo de uma via multineuronal e não puramente a medida na função da fibra C. A amplitude reflete a densidade das glândulas sudoríparas espontaneamente ativadas e elas dependem mais da temperatura do que da latência.

HENDRIKSEN et al. (1992) realizaram estudos de condução nervosa, teste de função autonômica de ramos terminais e reflexo H no músculo sóleo em 60 pacientes diabéticos insulino-dependentes. O trabalho sugeriu que as fibras finas são vulneráveis em um estágio precoce da neuropatia diabética. Os membros superiores são menos freqüentemente comprometidos que os inferiores.

RITH-NAJARIAN, STOLUSKY, GOHDES (1992) estudaram 358 (88%) de 406 pacientes diabéticos de uma comunidade de índios americanos. Fizeram um seguimento de 32 meses, observando que neste período 41 pacientes desenvolveram úlceras e outros 14 sofreram amputações. Usaram, como um dos critérios para identificar os pacientes em risco, o monofilamento 5,07 (10g.) que se mostrou eficaz na detecção dos pés insensíveis.

**GILMORE, ALLEN, HAYES (1993)** estudaram 57 pacientes diabéticos sem doença vascular periférica. Foram realizados estudos de condução nervosa, testes da função autonômica e medida do fluxo sanguíneo no pé. Concluíram que a neuropatia autonômica está associada ao desenvolvimento da úlcera plantar em pacientes diabéticos.

**DICK & THOMAS (1993)** destacaram que os sintomas relativos ao envolvimento autonômico em pacientes diabéticos estão identificados desde o último século, mas só recentemente é que se aprofundou o conhecimento sobre esse tipo de neuropatia diabética. A variedade de testes que podem ser aplicados experimentalmente é enorme, mas poucos apresentam respostas clínicas como por exemplo o reflexo cardiovascular. A neuropatia autonômica diabética assim como a polineuropatia sensitiva simétrica estão provavelmente relacionadas ao comprimento dos axônios envolvidos. A perda da sudorese nos pés tende a ser uma manifestação precoce.

**LEHMAN, ORSINI, NICHOLL (1993)** fizeram um trabalho explicando a dificuldade de adaptação e do desenvolvimento da técnica de avaliação sensorial com o uso dos monofilamentos de Semmes-Weinstein no Brasil. Relacionaram as dificuldades a fatores como a extensa área do território brasileiro e as disparidades econômicas e sociais entre as diversas regiões do país, entre outros. Destacaram a simplicidade do uso dos monofilamentos na detecção das neuropatias, bem como o seu baixo custo. Atribuem a Frank Duerksen o mérito da introdução do uso dos monofilamentos de Semmes-Weinstein no Brasil

no Instituto "Lauro de Souza Lima" em Bauru, para avaliar pacientes portadores de hanseníase.

Os primeiros monofilamentos usados em nosso país para testes nos membros superiores eram compostos por um conjunto de 0,05g., 0,2g., 2g., 4g. e 300g. Nesta época não existia um conjunto para o uso nos pés, e foi posteriormente introduzido o monofilamento de 10g. de força.

FALK, STALBERG, BISCOHFF (1994) concluíram que os estudos de condução nervosa sensitivos eram essenciais para o diagnóstico das neuropatias focais e polineuropatias difusas.

Descreveram detalhadamente os métodos mais comuns para o estudo da condução nervosa sensitiva.

BROWN & BARINGER (1994) classificaram as neuropatias diabéticas em quatro grupos, enfocando que todos os quatro grupos se comportam de maneira diferente e requerem diferentes tipos de abordagem. A polineuropatia distal simétrica é a mais comum de todas elas. Identificam as fibras finas como responsáveis pela sensação de temperatura e picada, enquanto a sensação de posição e vibratória são determinadas pela fibras grossas.

HOELDTKE et al. (1994), realizaram um estudo com 62 pacientes com diabetes e 20 indivíduos controles. Dividiram os pacientes diabéticos em quatro grupos: 13 pacientes diabéticos com doença vascular periférica e úlcera plantar; 23 pacientes diabéticos com outros sinais e sintomas de neuropatia, porém sem úlcera plantar; 13 pacientes

diabéticos sem neuropatia ou úlcera plantar; 13 pacientes diabéticos com úlceras neuropáticas típicas. Tinham como propósito deste estudo, medir a função neurológica de pacientes diabéticos com doença vascular periférica e úlcera plantar. Foi constatado que quase todos os pacientes (12 de 13) tinham evidência de polineuropatia tanto sensorial como autonômica.

**BOYKO, SMITH, AHRON (1994)** relataram resultados preliminares de um estudo com 778 pacientes diabéticos usando o monofilamento 5,07. Concluíram que este monofilamento é um válido previsor de risco para pacientes com problemas nos pés.

**MARCIANO & GARBINO (1994)** compararam 60 estudos de condução nervosa com 60 testes de sensibilidade com estesiômetro de Semmes-Weinstein nos membros superiores em pacientes hansenianos e não encontraram diferença estatística nos resultados entre ambos os exames quanto à detecção do envolvimento neurológico e quanto à evolução das neuropatias.

**MURRAY & BOULTON (1995)** fizeram um estudo detalhado da etiopatogenia da úlcera plantar, enfatizando que os principais fatores causais estão relacionados à neuropatia, à doença vascular periférica e ao estresse anormal no pé, dando especial atenção ao fator neuropatia que poderia estar implicado em cerca de 90 % na formação da úlcera plantar em cerca de 600 episódios de ulceração que foram revistos nos

últimos anos. Citaram como outros fatores que facilitam a formação da úlcera plantar a limitação da movimentação articular, as calosidades, as deformidades nos pés e a reduzida resistência à infecção.

McNEELY et al. (1995) fizeram um estudo em 46 pacientes com úlcera diabética nos pés e em 322 controles. A neuropatia foi determinada com o uso da sensibilidade vibratória, dos monofilamentos e dos reflexos tendinosos. A doença macrovascular foi medida pelo índice de pressão braço-tornozelo, e a perfusão cutânea foi medida pela tensão transcutânea de oxigênio (TcPO<sub>2</sub>) no dorso do pé. Encontraram 3 variáveis importantes: a ausência do reflexo aquiliano, ausência de sensibilidade ao monofilamento 5,07 (10g.) e TcPO<sub>2</sub> menor que 30mmHg. Concluíram que ambas, neuropatia e vasculopatia, são fortes fatores independentes no desenvolvimento de úlceras diabéticas nos pés. Neste modelo o mais forte fator encontrado foi devido a deficiente oxigenação cutânea. Entretanto, na aplicação clínica, o exame sensorial com um monofilamento 5,07 provavelmente permanece como a mais prática medida de avaliação do risco.

OLMOS et al (1995) com o objetivo de avaliar os monofilamentos de Semmes-Weinstein com um potencial previsor de úlcera plantar, fizeram um estudo com 168 pacientes diabéticos sem lesões nos pés e 14 pacientes com história de úlcera plantar no último ano. Além dos monofilamentos usaram também um neurômetro para

medir o limiar de percepção ao nível do nervo fibular. Concluíram que tanto o monofilamento como o neurômetro tem características que permitem o seu uso para determinar os limites de percepção sensorial nos pés. Entretanto o uso do neurômetro requer um maior tempo de aplicação, além de ser mais dispendioso e necessitar de um técnico treinado, o que dificulta o seu uso.



### **3. MATERIAL E METODOS**

### **3- MATERIAL E MÉTODOS**

**Foram examinados trinta e cinco pacientes diabéticos não insulino dependentes, tipo II, entre trinta e nove e setenta e dois anos, com idade média de cinqüenta e seis anos, com duração da doença entre dois e trinta anos, média de onze anos. Eram dezenove pacientes do sexo masculino e dezesseis pacientes do sexo feminino (quadro 1).**

**Quadro 1 - Identificação do grupo de trinta e cinco pacientes diabéticos estudados de acordo com sexo e idade.**

<b>Nº ORDEM</b>	<b>NOME</b>	<b>SEXO</b>	<b>IDADE</b>
1	C. S.	F	43 anos
2	E. C. S.	M	67 anos
3	N. P. A	F	40 anos
4	J. D. O.	M	49 anos
5	J. W. S.	M	50 anos
6	E. V. B.	F	55 anos
7	J. P. O.	M	67 anos
8	A. D. F. B.	M	58 anos
9	B. F.	F	60 anos
10	M. E. S.	F	55 anos
11	M. M. R.	F	69 anos
12	O. G. E.	M	39 anos
13	O. C.	M	56 anos
14	W. B. S.	M	41 anos
15	M. J. P. B.	F	55 anos
16	L. P. R.	M	53 anos
17	J. C. V.	F	72 anos
18	W. P. C.	M	62 anos
19	G. F. B.	M	56 anos
20	V. G.	M	55 anos
21	A. R. I.	F	67 anos
22	I. J. M.	F	62 anos
23	C. F. A.	M	63 anos
24	T. C. A. F.	F	62 anos
25	L. C. M.	M	41 anos
26	J. A. M.	M	63 anos
27	R. F. S.	F	60 anos
28	B. F. G.	M	63 anos
29	S. B. L.	M	48 anos
30	E. B.	F	65 anos
31	L. C. L.	F	58 anos
32	O. C.	M	51 anos
33	A. S. M.	M	50 anos
34	J. P. S.	F	61 anos
35	A. R. R.	F	62 anos

### **3.1 - Método Clínico**

Após ouvirmos o relato das queixas do paciente, a respeito da sintomatologia da doença, como ardências, formigamentos, queimações, relacionadas com o comprometimento dos nervos periféricos, passamos ao exame clínico, procurando detectar eventuais deformidades como artelhos em garra, calosidades, fissuras na pele ou úlceras plantares. Na palpação procuramos pontos de aumento de temperatura (infecção) ou diminuição da temperatura (isquemia); avaliamos o estado de lubrificação da pele (comprometimento autonômico).

Fizemos o exame da musculatura intrínseca do pé através da graduação da contração muscular dos músculos abductor do hálux e abductor do quinto dedo, seguindo uma escala que os classifica como normais, paréticos ou paralisados (GWDWIN, 1968).

Palpamos os pulsos arteriais (tibial posterior e pedioso). Avaliamos a mobilidade articular do pé e tornozelo e analisamos a marcha do paciente.

### **3.2 - Método - Estudo Neurofisiológico**

O equipamento utilizado é o Eletromiógrafo PL 1002, marca Polimed, com osciloscópio com máxima amplificação de 5uV/divisão e velocidade de varredura máxima de 0,2 mseg/divisão. Os estímulos elétricos para as fibras sensitivas e motoras consistiam de pulsos retangulares de 50 a 200 microsegundos. As respostas foram registradas no osciloscópio por um registrador gráfico da marca Polimed.

A temperatura dos membros inferiores foi medida com um termômetro digital de superfície de 4 canais, tendo como objetivo mantê-la em torno de 32 graus Celsius. Quando esteve mais de 1 grau Celsius abaixo daquele valor, o membro do paciente foi aquecido em forno de Bier, e o membro contralateral era mantido com cobertor até se completar o exame. Além disso foi usado aquecedor de ambiente para manter a temperatura da sala nas manhãs mais frias.

Os estudos de condução sensitiva foram realizados com o ajuste dos filtros de baixa frequência em 20 Hz e o de alta frequência em 2 KHz, sendo as latências medidas manualmente no osciloscópio.

Foram realizadas estudos de condução sensitiva no nervo sural, bilateralmente, pela técnica antidrômica (FARIA & SILVA, 1990; FALK, STALBERG, BISCHOFF, 1994), mantendo-se uma distância acima de 100 mm entre os eletrodos de estimulação e captação, e, finalmente, feita a medida da velocidade de condução sensitiva.

Para o estudo de condução motora foi usado o filtro de baixa frequência com 2 Hz e o de alta com 10 KHz; as latências foram medidas manualmente e amplificação usada foi de 200W. (MCLEOD, 1974; KIMURA, 1984; OH, 1993; STALBERG & FALK, 1993).

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 fibula, tendo a velocidade sido medida ao longo da perna.

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 seu padrão de normalidade, para definirmos o comprometimento deste segmento (DE FARIA & SILVA, 1990; FELSENTHAL, 1992).

Realizou-se o estudo das latências tardias, ondas F, com o filtros de baixa e alta freqüência em 100 Hz e 10 Khz, respectivamente (KIMURA, 1984; OH, 1993; STALBERG & FALK, 1993).

Além dos estudos de condução rotineiros para avaliar as fibras sensitivas e motoras, acima descritos, acrescentamos também o estudo das respostas simpatico-cutâneas (RSC) nos membros inferiores, com a seguinte técnica: eletrodos de captação ativo na região plantar e referência no dorso do pé e estímulo no nervo tibial no tornozelo contralateral. Os estímulos consistiam de pulsos retangulares de 200 a 500 microsegundos de duração e intensidade de 50 a 100 V. Os filtros de baixa freqüência foram usados em 20 Hz e os de alta freqüência em 2 Khz, sendo as latências medidas manualmente no osciloscópio e as amplitudes medidas pico a pico.

Para os estudos rotineiros de condução utilizou-se o padrão de normalidade conforme SETHI & THOMPSON (1989).

Os resultados foram classificados de acordo com o gradiente de lesão encontrado na neuropatia diabética, nas formas da polineuropatia sensitiva e na polineuropatia sensitiva-motora simétrica distal, conforme a classificação de DICK- THOMAS (1993). O gradiente eletrofisiológico consistiu de 5 graus: O estágio 1 quando todos os estudos foram normais; o estágio 2 quando estava presente o distúrbio autonômico isolado; como estágio 3, consideramos o distúrbio de condução sensitiva, a redução do potencial de ação e da velocidade condução, mais a alteração da resposta simpatico-cutânea (RSC); o

**estádio 4** engloba, além dos distúrbios da resposta simpático-cutânea e sensitivos, a alteração motora, com diminuição do potencial de ação, o aumento das latências distais e latências tardias F, e o **estádio 5** representa a somatória dos distúrbios presentes nos estágios anteriores com as reduções das velocidades de condução caracterizando os processos desmielinizantes mais avançados. (Tabela 1)

**Tabela 1 - Gradiente eletrofisiológico de lesão nas neuropatias diabéticas**

- 
1. ESTUDO ELETROFISIOLÓGICO NORMAL
  2. DISTÚRBIO AUTONÔMICO ISOLADO (A)
  3. A + DISTÚRBIO SENSITIVO (S)
  4. A + S + ALTERAÇÃO MOTORA (M)
  5. A + S + M + DESMIELINIZAÇÃO
-

### **3.3 - Método - Pesquisa da Sensibilidade**

No teste da sensibilidade foi utilizado o estesi6metro de Semmes-Weinstein, com a finalidade de avaliar e quantificar o limiar de percepção do tato e sensação de pressão profunda do pé.

Utilizamos para isto, um conjunto de monofilamentos de nylon, fabricado em Baum pela SORRI (Sociedade de Reabilitação e Reintegração do Incapacitado), composto por fios de nylon de diâmetros diferentes cada um com trinta e oito milímetros de comprimento e fixados a uma haste, formando com esta um ângulo de noventa graus. (Figura 1)

**Figura 1 - Conjunto de monofilamentos utilizado**



Quando aplicado perpendicularmente á pele, no momento em que se curva levemente, cada monofilamento exerce uma força específica na área testada que corresponde à variação de 0,05g.; 0,02g.; 2g.; 4g.; 10g. e 300g. Quanto maior o diâmetro do fio, maior será a força para curvÁ-lo (BRANDSMA, 1947; BELL-KROTOSKI, 1990; WEINSTEIN, 1993).

A numeração dos filamentos é expressa em números que representam aproximadamente o logaritmo de dez vezes a força necessária para encurvar o filamento (BRANDSMA, 1947; LEVIN, PEARSALL, RUDERMAN, 1978; MULLER, 1996), segundo a fórmula:

Valor =  $\log_{10}$  [força (em mg. x 10)]. Assim, por exemplo, os monofilamentos 4,17; 5,07 e 6,10 requerem, para serem curvados, a aplicação de forças de 1g.; 10g. e 7,071). respectivamente.

De acordo com PRIN -F4-: BUTLER (1967) a percepção de cada monofilamento está associada a um nível funcional, cuja interpretação e registro gráfico para a aplicação no pé, está representada no quadro abaixo (quadro 2).

**Quadro 2 - Quadro relacionando a numeração monofilamentos com o nível de alteração de sensibilidade e seus respectivos registros gráficos**

FILAMENTO	INTERPRETAÇÃO	REGISTRO GRÁFICO
0,05g.	Sensibilidade normal	Círculo verde.....●
0,2g.		Círculo azul.....●
2g.	Sensibilidade protetora diminuída	Círculo roxo.....●
4g.	Perda da Sensibilidade Protetora	Círculo vermelho.....●
10g.		Círculo com x vermelho.....⊗
300g.	Sensação de pressão profunda presente	Círculo com contorno vermelho ○
Ausência de percepção ao monofilamento de 300g.	Perda da sensação de pressão profunda.	Círculo preto.....●

Com a codificação em cores da força dos filamentos podemos produzir um mapeamento da área testada que fornece ao examinador os limiares diferenciais de toque e os locais de sensibilidade normal ou relativamente normal e áreas de diminuição da sensibilidade,

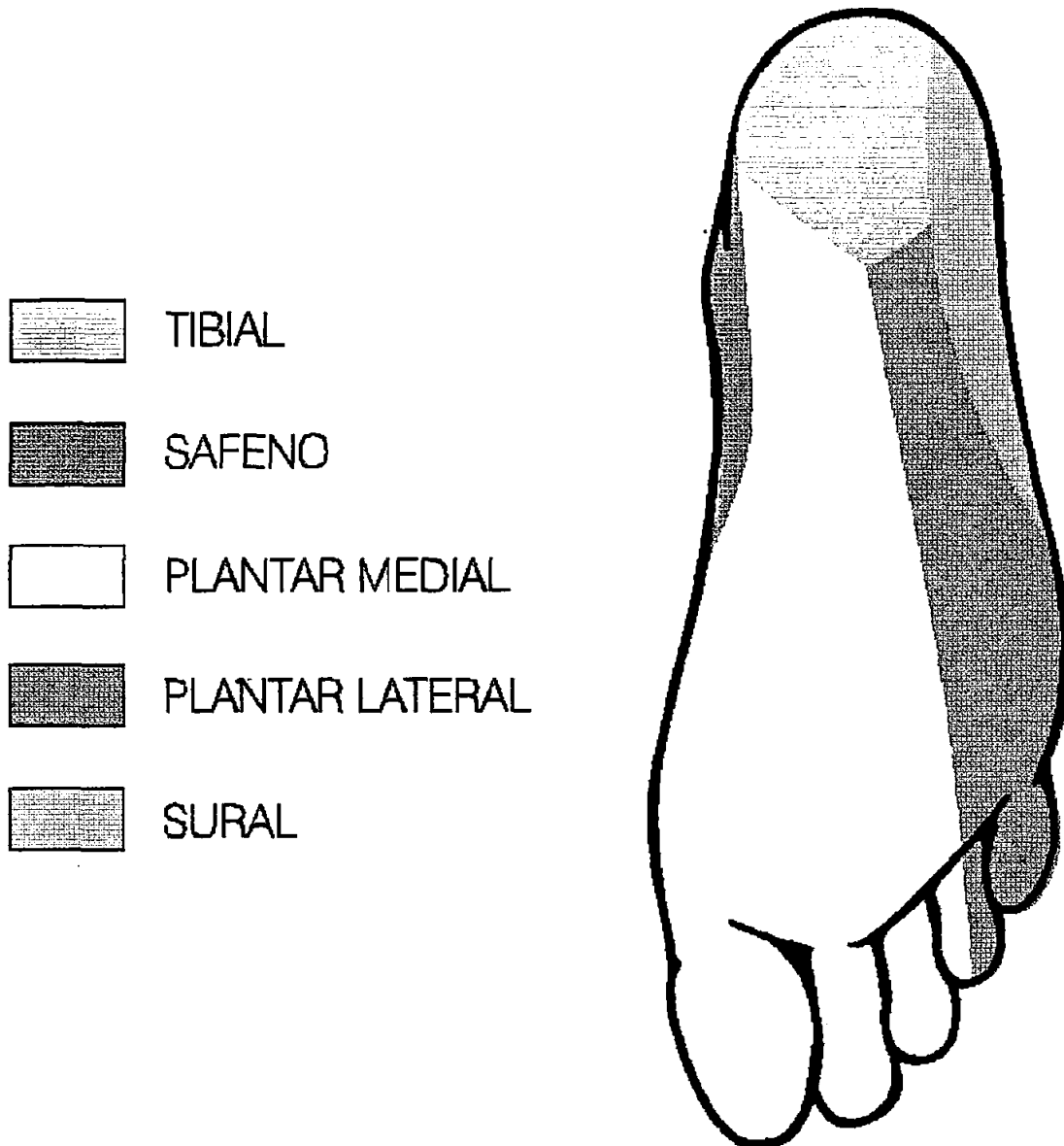
**facilitando a interpretação do resultado, uma vez coloridos os territórios com as cores correspondentes (Figuras 2 e 3)**

**Figura 2 - Material usado para mapeamento (monofilamentos; canetas e pés mapeados)**

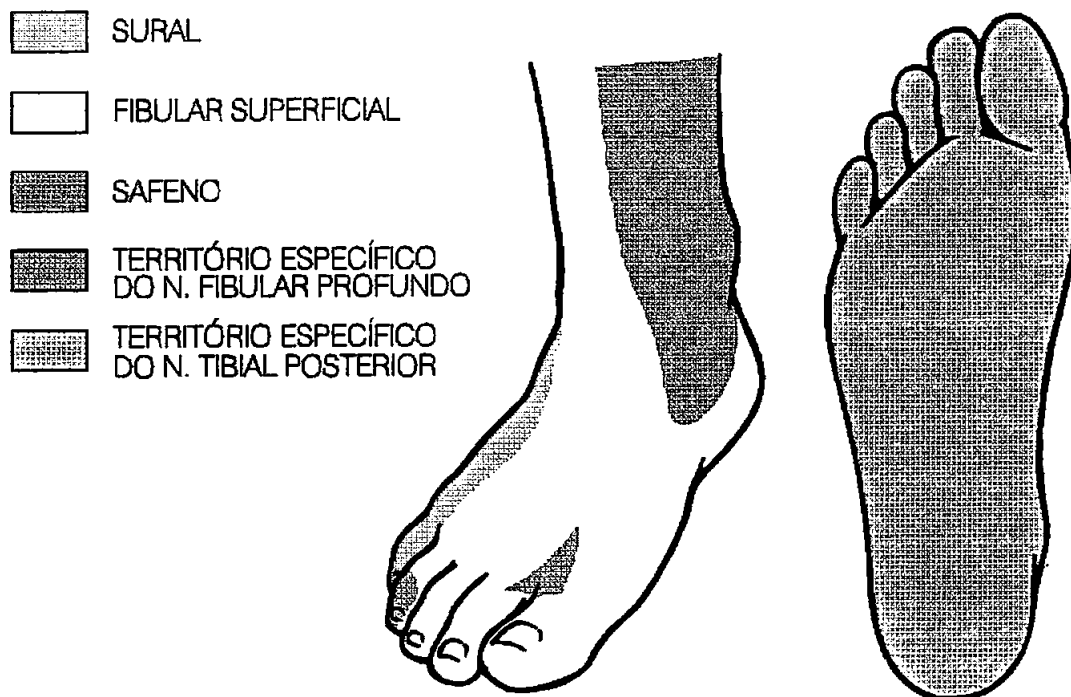
### **Figura 3 - Exemplo de mapeamento dos pés**

**Realizamos o teste de sensibilidade nos nervos tibial posterior, fibular e sural em pontos representativos de sua distribuição sensitiva (GRAY, 1977) (Figura 4 e 5)**

Figura 4 - Distribuição da inervação sensitiva na região plantar



**Figura 5 - Distribuição da inervação sensitiva na região dorsal, medial e lateral do pé**



### **3.4 - Técnica de Aplicação**

O paciente deve, inicialmente, receber o estímulo em uma área de sensibilidade normal para poder estabelecer comparação com o estímulo aplicado na área afetada. É importante somente saber se o paciente sente o estímulo mecânico. A qualidade do estímulo sentido não é relevante (BRANDSMA, 1947).

O teste inicia-se com o monofilamento de 0,05g. Na ausência de resposta, prossegue-se com o monofilamento de 0,2g. E assim sucessivamente em ordem crescente sempre verificando se o paciente a cada teste sentiu ou não o toque.

Os monofilamentos de 0,05g. e 0,2g. devem ser testados três vezes em seguida no mesmo local. Constatou-se que isto seria necessário nas medidas de força do filamento: um só toque pode não alcançar o limiar exigido desses filamentos leves (BELL-KROTOSKI, 1990).

Os demais monofilamentos foram aplicados uma vez em cada área. Pesquisamos cada área testada, no mínimo três vezes, para definir o resultado a ser registrado.

Para que não ocorram erros durante a aplicação dos monofilamentos devemos observar que:

- o monofilamento deve estar perpendicular à pele (Figura 6)
- a distância inicial entre a pele e a extremidade do fio deve ser aproximadamente 2 cm.
- o filamento deve curvar-se levemente ao entrar em contato com a pele (Figura 7)

- não deve ocorrer o deslizamento do fio
  - não se deve encostar a lateral do fio
  - o tempo de estímulo deve ser de aproximadamente 2 segundos.
- deve-se evitar área com calosidades e úlceras.

**Figura 6 - Aplicação do monofilamento perpendicular á pele**



**Figura 7 - Demonstrando como o monofilamento deve curvar-se  
ao entrar em contato com a pele**

### **3.5 - Registro dos Resultados do Teste**

Após definirmos o resultado de cada área do pé, fazemos o registro enquadrando-os numa das graduações da tabela 2:

**Tabela 2: GRADIENTE DE ALTERAÇÕES SENSITIVAS AOS MONOFILAMENTOS SEMMES WEINSTEIN**

- 
- 1- SENSIBILIDADE NORMAL
  - 2- SENSIBILIDADE PROTETORA DIMINUÍDA
  - 3- PERDA DA SENSIBILIDADE PROTETORA
  - 4- SENSAÇÃO DE PRESSÃO PROFUNDA PRESENTE
  - 5- SENSAÇÃO DE PRESSÃO PROFUNDA AUSENTE
- 

Como vimos anteriormente o monofilamento de 0,2g (azul) representou sensibilidade diminuída na mão. Porém no pé a sensibilidade a esse nível de toque é considerada normal. Assim os monofilamentos de 0,05g. (verde) e 0,2g. (Azul) foram agrupados no primeiro grau da escala (1- sensibilidade normal).

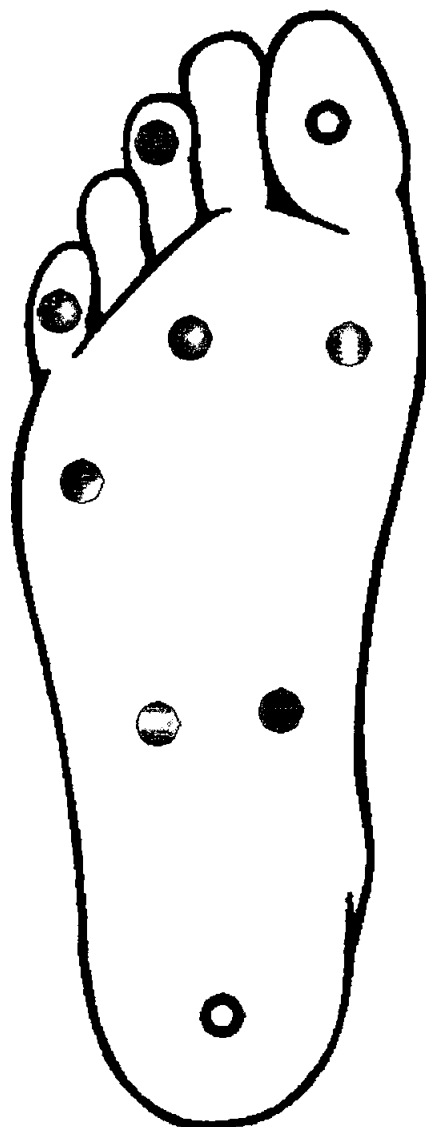
Um dado bastante comum na avaliação dos pés é a constatação de valores diferentes entre um pé e outro. Para o registro do

resultado final consideramos, neste trabalho, o grau de maior comprometimento se houver discrepância entre os pés. Por exemplo: se no pé direito encontrarmos grau 2 do gradiente do monofilamento de Semmes Weinstein e, no pé esquerdo, grau 3, consideramos este grau como o resultado final para efeito de registro.

Ao mapearmos a região plantar, freqüentemente encontramos áreas com comprometimentos sensitivos desiguais num mesmo pé. Neste estudo, a presença de uma só área com maior comprometimento que as demais é o suficiente para enquadrar o pé no nível de graduação referente àquela mais alta encontrada na escala do gradiente de alterações sensitivas aos monofilamentos de Semmes Weinstein.

Por exemplo, se num mesmo pé encontrarmos áreas com diminuição da sensibilidade protetora, e outras com nível de sensação de pressão profunda presente, o registro será feito neste último gradiente (Figura 8)

Figura 8 - Exemplo de avaliação da sensibilidade plantar pelos monofilamentos de Semmes-Weinstein



### **3.6 - Método Estatístico**

**Dada a natureza das variáveis em causa usamos um teste não paramétrico, pois este não exige a normalidade da distribuição das variáveis. No presente trabalho utilizamos o teste não paramétrico de Spearman (SIEGEL, 1956).**

## **4. RESULTADOS**

## 4 - RESULTADOS

Quadro 3 - Gradientes encontrados com os estudos da sensibilidade eletrofisiológica em 35 pacientes portadores de *diabetes mellitus* e registro das principais alterações clínicas dos pacientes

Nº ORDEM	NOME	SEXO	IDADE (anos)	DURAÇÃO DA DOENÇA	S-W	E.F.	U.P.	G.A.	P./Pr.
1	C.S	F	43	16	4	4	-	+	-
2	E.C.S.	M	67	10	3	2	-	-	-
3	N.P.A.	F	40	5	3	2	-	+	+
4	J.D.O	M	49	11	3	4	-	+	+
5	J.W.S.	M	50	18	2	3	-	-	+
6	E.V.B.	F	55	3	1	1	-	-	-
7	J.P.O	M	67	11	4	4	-	-	+
8	A.D.F.	M	58	6	5	5	+	+	+
9	B.F.	F	60	25	4	3	-	+	-
10	M.E.S.	F	55	5	4	2	+	+	+
11	M.M.R.	F	69	26	5	5	-	+	+
12	O.G.E	M	39	5	5	3	+	+	+
13	O.C.	M	56	25	4	4	-	+	+
14	W.B.S	M	41	3	1	1	-	-	-
15	M.J.P.	F	55	15	3	2	-	+	-
16	L.P.R.	M	53	14	2	3	-	+	+
17	J.C.V.	F	72	12	2	1	-	-	-
18	W.P.C.	M	62	30	2	5	-	-	+
19	G.F.B.	M	56	11	4	5	+	-	+
20	V.G.	M	55	14	3	1	-	+	+
21	A.R.I.	F	67	16	4	4	-	+	-
22	I.J.M.	F	62	20	2	1	-	-	-
23	C.F.A.	M	63	5	3	2	-	+	-
24	T.C.A.	F	62	8	2	1	-	+	+
25	L.C.M.	M	41	2	2	1	-	-	+
26	JAM.	M	63	8	3	2	-	+	-
27	R.F.S.	F	60	8	3	3	-	-	-
28	B.F.G.	M	63	15	5	4	-	+	+
29	S.B.L.	M	48	6	2	2	-	+	-
30	E.B.	F	65	10	3	1	-	+	-
31	L.C.L.	F	58	2	3	1	-	+	-
32	O.C.	M	51	8	5	5	+	+	+
33	A.S.M.	M	50	2	1	1	-	-	-
34	J.P.S.	F	61	8	4	3	-	+	-
35	A.R.R.	F	62	5	3	1	-	-	-

**S-W: Testes com os Monofilamentos de Semmes-Weinstein - E.F.: Estudo Eletrofisiológico Geral**

**U.P.: Úlcera plantar**

**G.A.: Garra de artelhos**

**P./Pr.: Paresia ou paralisia da musculatura intrínseca do pé**

**+: Presente**

**-: Ausente**

### **GRADIENTE DE ALTERAÇÕES SENSITIVAS AOS**

**MONOFILAMENTOS S-W 1 - Sensibilidade normal**

**2- Sensibilidade protetora diminuída**

**3 - Perda sensibilidade protetora**

**4 - Sensações de pressão profunda presente**

**5 - Sensação de pressão profunda ausente**

### **GRADIENTE ELETROFISIOLÓGICO DE LESÃO NA NEUROPATIA DIABÉTICA**

**1 - Estudo eletrofisiológico normal**

**2 - Distúrbio autonômico isolado (A)**

**3 - A + Distúrbio sensitivo (S)**

**4 - A + S + Motor (M)**

**5 - A+ S+M + Desmielinização**

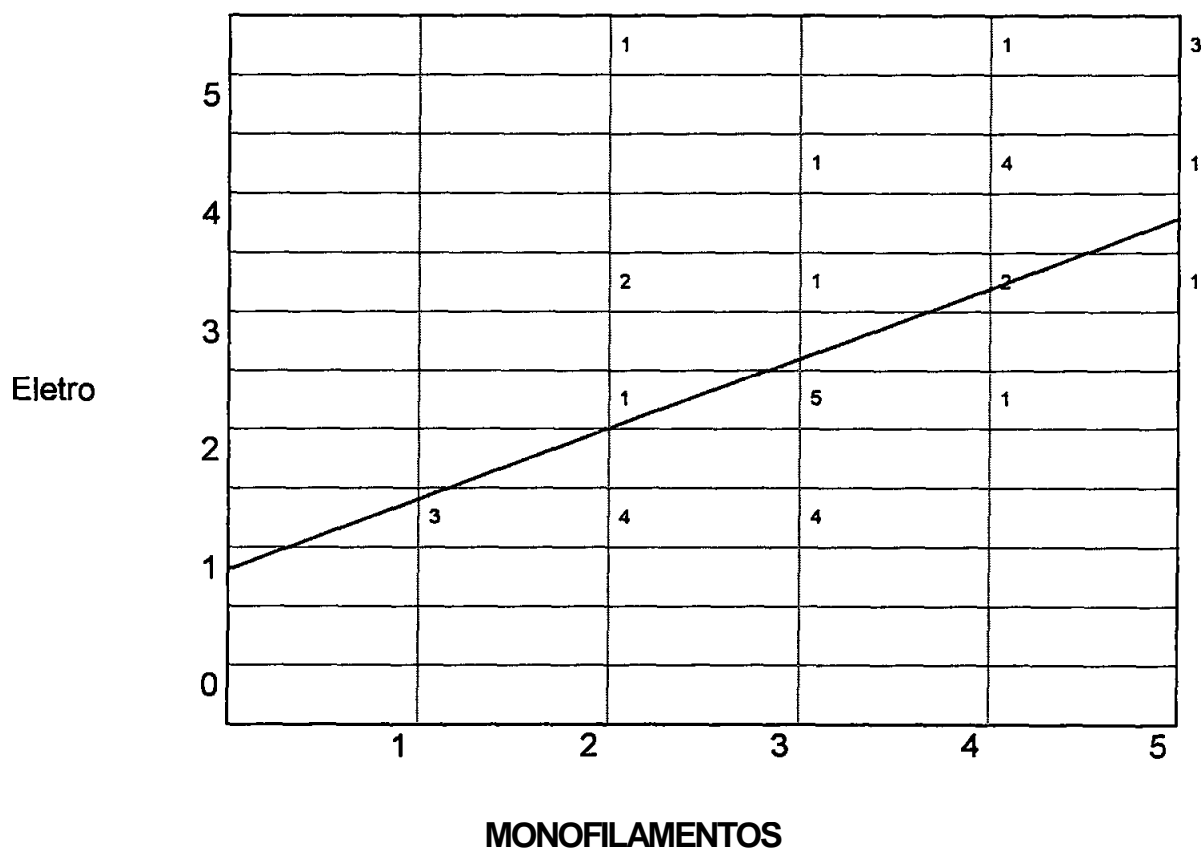


**QUADRO 4 - Resultado comparativo entre os dois métodos de acordo com os gradientes obtidos.**

ELETRO	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

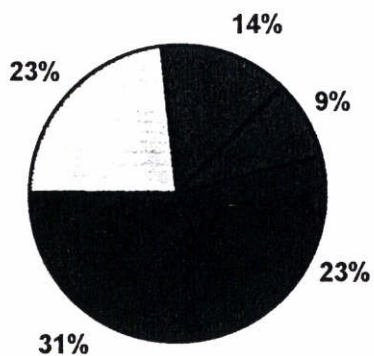
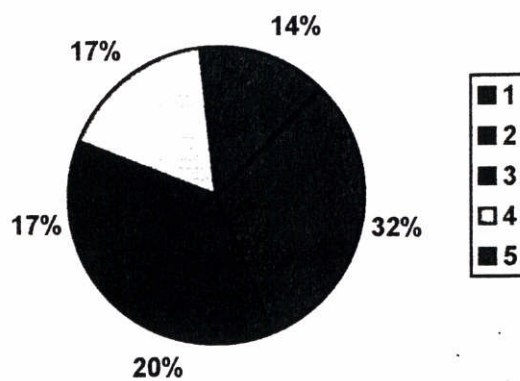
**Coeficiente de correlação de Spearman  $r = 0,677$**

**Gráfico 1 - Representação Gráfica do resultado comparativo entre os dois métodos**



**TABELA 3 - Resultado do gradiente de alterações sensitivas pelo monofilamento e do gradiente eletrofisiológico nos 35 indivíduos estudados.**

Gradiente	Monofilamentos	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%)

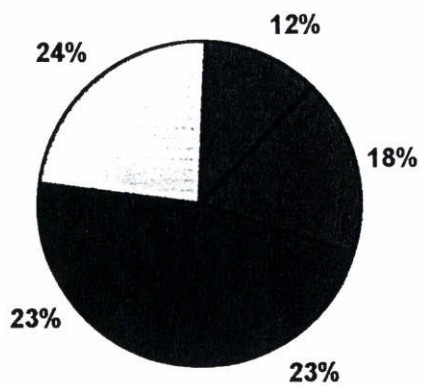
**GRÁFICO 2****a) Gradiente de alterações sensitivas pelo monofilamento****b) gradiente eletrofisiológico, nos 35 indivíduos estudados.**

**TABELA 4 - Resultado do gradiente de alterações sensitivas pelo monofilamento e do gradiente eletrofisiológico nos 35 indivíduos estudados, de acordo com a faixa etária.**

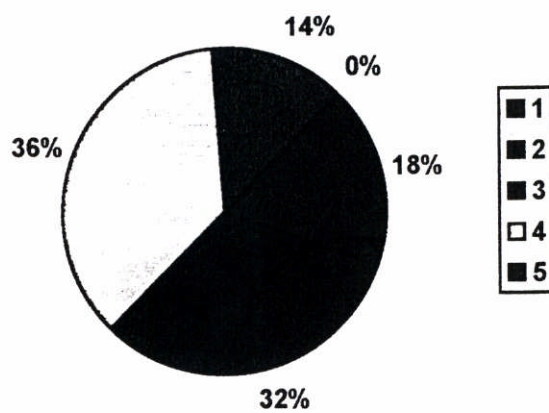
Gradiente	Monofilamentos		Eletrofisiológico	
	=< 56a	> 56a	=<56a	> 56 a
1	3(18%)	0(0%)	5 (28%)	6 (32%)
2	4(23%)	4 (18%)	4 (24%)	3 (17%)
3	4(23%)	7 (32%)	3 (18%)	3 (17%)
4	4(24%)	8 (36%)	3 (18%)	3 (17%)
5	2(12%)	3 (14%)	2 (12%)	3 (17%)
<b>Total</b>	<b>17(100%)</b>	<b>18 (100%)</b>	<b>17 (100%)</b>	<b>18 (100%)</b>

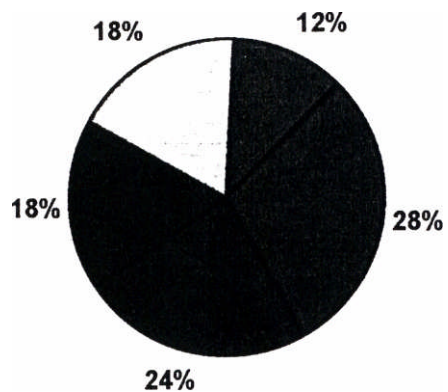
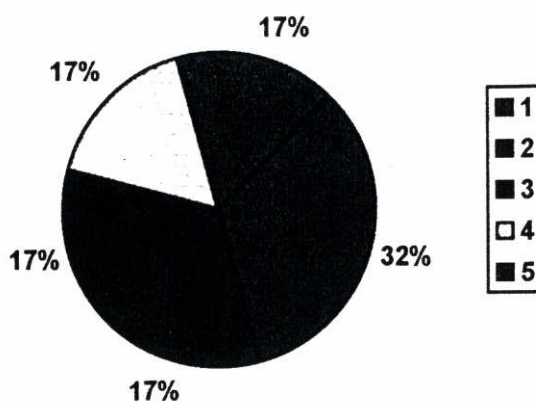
**GRÁFICO 3 - Gradiente de alterações sensitivas pelo monofilamento:**

**a) indivíduos com idade até 56 anos**



**b) indivíduos com mais de 56 anos**



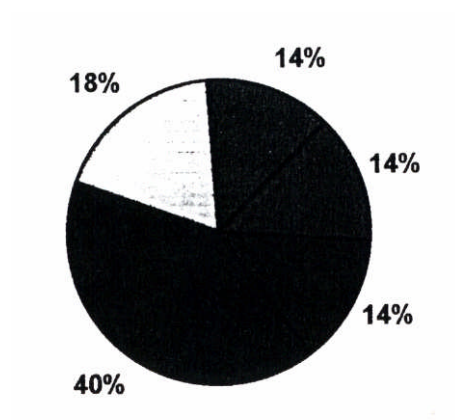
**GRÁFICO 4 - Gradiente eletrofisiológico:****a) indivíduos com até 56 anos****b) indivíduos com mais de 56 anos.**

**TABELA 5 - Resultado do gradiente de alterações sensitivas pelo monofilamento e do gradiente eletrofisiológico nos 35 indivíduos estudados, de acordo com a duração da doença.**

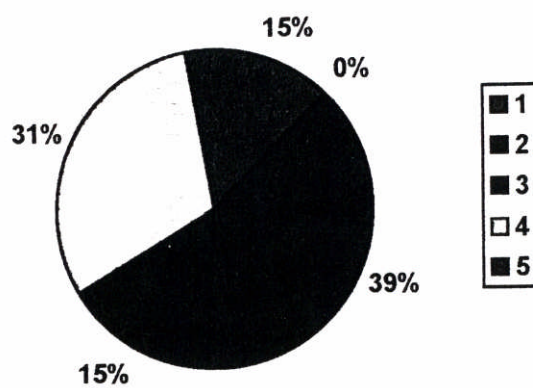
Gradiente	Monofilamentos		Eletrofisiologia	
	$\leq 1$	$> 1$	$\leq 1$	$> 1$
1	(14%)	(0%)	(36%)	(23%)
2	(14%)	(39%)	(27%)	(8%)
3	(40%)	(15%)	(14%)	(23%)
4	(18%)	(31%)	(9)	(31%)
5	(14%)	(15%)	(14%)	(15%)
To	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)

**GRÁFICO 5 - Gradiente de alterações sensitivas pelo monofilamento:**

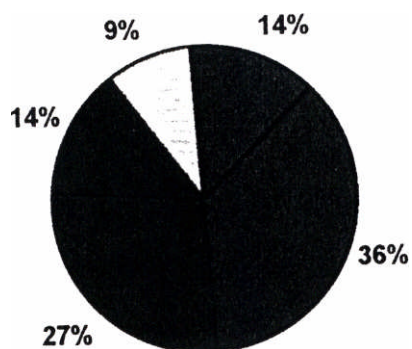
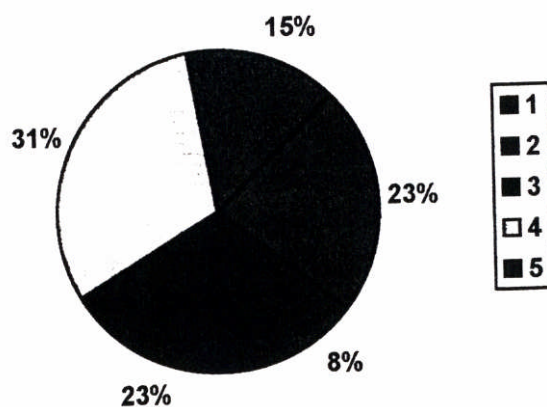
**a) indivíduos com doença até 11 anos**



**b) indivíduos com doença a mais de 11 anos.**





**GRÁFICO 5 - Gradiente****eletrofisiológico:****a) indivíduos com doença até 11 anos****b) indivíduos com doença a mais de 11 anos.**

## 5. DISCUSSÃO

## 5 - DISCUSSÃO

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 doença acarreta quatro tipos de neuropatias: polineuropatia; neuropatia proximal motora; neuropatia aguda focal e mononeuropatia compressiva crônica.

A polineuropatia é a mais comum: ela compromete fibras sensitivas, fibras autonômicas e fibras motoras, nesta ordem decrescente de freqüência. A lesão de fibras sensitivas leva à dor e à perda de sensibilidade; a lesão autonômica leva a alterações gástricas, à obstipação, à retenção urinária, à impotência, à diminuição da sudorese, especialmente nos pés, e à hipotensão ortostática; e o comprometimento dos nervos motores leva à fraqueza e à atrofia muscular (BROWN 7 BARINGER, 1994).

Associados à neuropatia, a doença vascular periférica e as pressões anormais na região plantar são fatores causais importantes da lesão no pé diabético (BRAND, 1989; MURRAY & BOULTON, 1995)

Estudos realizados por HOELDTKE et al. (1994) mostraram que a doença vascular periférica, por si só, não associada a neuropatia, é uma causadora incomum de úlceras plantares. BIRKE et. al. (1992) em estudo visando a comparação do tempo de cicatrização de úlceras plantares devidas à hanseníase e ao diabetes, identificaram, em relação às últimas, dois tipos de lesões: 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 que não a região plantar - as úlceras vasculares ou isquêmicas.

As pressões anormais sob o pé, por si só, não são suficientes para determinar uma úlcera plantar. Esta somente se instalará em um pé com uma inervação comprometida.

Assim, devido ao exposto, tem-se concentrado esforços na detecção e acompanhamento da neuropatia do diabético, no sentido da prevenção da úlcera plantar, e conseqüências tais como as infecções e as traumáticas amputações.

O estudo da condução nervosa tem sido o método mais amplamente usado e considerado como aquele com maior consistência para a avaliação da neuropatia diabética (BOUCHE, 1988; KLIMA et al.,1991). Os estudos de condução nervosa rotineiros para avaliação dos membros inferiores são realizados nas fibras motoras nos nervos fibular e tibial posterior, sendo avaliadas a amplitude do potencial de ação motor composto (PAMC), a velocidade de condução, as latências distais e condução nervosa das fibras sensitivas do nervo sural (BOUCHE, 1988; DICK & THOMAS, 1993). Os estudos de condução nervosa são também de grande utilidade para determinar a natureza dos distúrbios neurológicos periféricos, procurando diferencia-los entre alterações somente motoras ou sensitivas ou ainda se há o predomínio de uma das modalidades, quando ambas estão envolvidas; caracterizam ainda os comprometimentos em axonais, com redução das amplitudes dos potenciais de ação motor compostos e velocidade de condução normal ou pouco diminuída, ou os processos desmielinizantes com reduções acentuadas das velocidades de condução, dispersão temporal dos potenciais de ação motor compostos e bloqueios de condução.

O estudo eletrofisiológico 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 objetivo de avaliarmos essas últimas fibras acrescentamos aos testes rotineiros o estudo da resposta simpático-cutânea (RSC) (NIAKAN & HARATI, 1988; NAVARRO et al 1989; LEVY et al. , 1992;). Os distúrbios autonômicos foram relacionados ao desenvolvimento da úlcera plantar (GILMO et al, 1993), atuando como fator causal ou predisponente.

A polineuropatia diabética simétrica, assim como a neuropatia diabética autonômica, são difusas e o envolvimento neurogênico está relacionado ao comprimento das fibras, sendo que a lesão das fibras autonômicas foi considerada precoce por alguns autores (HE IKSEN et al, 1992; DICK HOMAS, 1993), e até mais severa q s fibras grossas segundo outros (NAVARRO et al., 1989).

Como a resposta simpático-cutânea foi estudada na planta do pé e o nervo sural foi estudado rotineiramente no seguimento perna-tornozelo, a primeira, obviamente, analisa fibras bem mais distais que o estudo de rotina. Sabemos que existem técnicas mais avançadas para a identificação das fibras sensitivas do nervo tibial posterior para o hálux utilizando eletrodos de agulha justa neural (FALK et al, 1994) e que esse método sena o ideal visando a detecção precoce da neuropatia diabética (LEVY et al., 1992). Porém a referida técnica é invasiva, de aplicação compleia e demorada, não sendo aplicável em controles rotineiros da evolução da neuropatia em pacientes diabéticos.

No presente trabalho tivemos grande dificuldade material para a realização do exame eletrofisiológico mesmo utilizando-se uma técnica

menos invasiva e de mais fácil execução. Foram feitos estudos da resposta simpático-cutânea para a detecção precoce da neuropatia diabética, proporcionando assim a comparação com outro método de pesquisa da sensibilidade.

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.

Desde que foi idealizado por FREY (1894), no final do século passado, o método de pesquisa da sensibilidade e pelo toque-pressão tem sido freqüentemente aperfeiçoado. Substituindo os instrumentos usados inicialmente por FREY (1894), como por exemplo, pêlos naturais humanos ou de cavalos, SEMMES et al. (1960), passaram a usar monofilamentos de nylon, advindo daí o nome atribuído ao método (monofilamentos de Semmes-Weinstein).

PRINCE & BUTLER ( 1967) foram os primeiros a relatar sobre a relevância clínica dos filamentos na fisioterapia e na terapia ocupacional. Eles compararam o teste dos filamentos com outros testes conhecidos como o teste de discriminação de dois pontos, por exemplo.

Até então, as avaliações de sensibilidade eram feitas de uma maneira qualitativa, usando-se técnicas que não eram padronizadas e instrumentos que não foram testados quanto á sua confiabilidade e validade, como a picada de alfinete e o teste da lã de algodão (WEISE al., 1985). E interessante ressaltar que os testes citados do alfinete e da lã de algodão, são testes qualitativos, ao contrário do teste com os filamentos que é considerado quantitativo, uma vez que as mudanças na

percepção do toque podem ser expressas em números (BRANDSMA, 1947)

O conjunto de monofilamentos de Semmes-Weinstein produz resultados que são reprodutíveis dentro de uma 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 (BELL-KROTOSKI, 1990).

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. Assim, BIRKE & SIMS (1986) foram os primeiros a definir o nível de sensação protetora usando os monofilamentos 4,17; 5,07 e 6,10 correspondendo à força de 1,0g.; 10g. e 75g., respectivamente para avaliação de pacientes hansenianos e diabéticos com úlcera plantar. Eles observaram que nenhum paciente com úlcera no pé conseguiu sentir o monofilamento 5,07 (10g.) e concluíram que o referido filamento é o melhor indicador de sensação protetora.

HOLEWSKY et al. (1988) observaram que o limite 5,07 (10g.) ocorreu em grande frequência em paciente diabéticos com úlcera plantar, mas raramente nos diabéticos sem úlceras ou nos indivíduos controles.

SOSENKO et al. (1990) usaram 17 monofilamentos de calibres diferentes para determinar o limiar de percepção de pacientes com ou sem úlcera plantar, concluindo ser o monofilamento 4,21 o que melhor detectou diferença entre pacientes com e sem úlcera. Sua argumentação é de que os demais estudos não incluíram outros

filamentos com valores intermediários, ocasionando assim menor rigor na escolha do nível sensorial.

Em um estudo prospectivo, RITH-NAJARIAN et al. (1992) examinaram 358 pacientes, correspondentes a 88% do total de diabéticos de uma população de índios americanos, visando à prevenção de úlcera plantar ou amputação, tendo concluído que a insensibilidade ao monofilamento 5,07 era um fator de risco considerável.

Em outro estudo prospectivo, BOYKO et al. (1994) apresentaram resultados preliminares do seguimento de 778 pacientes com diabetes, dos quais 88 apresentaram úlcera plantar e 20 sofreram amputação, tendo constatado ser o monofilamento 5,07 um importante previsor de pés com alto risco de úlcera plantar.

Também OLMOS et al. (1995) objetivando avaliar o monofilamento de Semmes-Weins como potencial previsor de úlcera plantar, usando o monofilamento 5,07 como limite, conseguiu demonstrar a eficácia do dispositivo comparando-o a outro método de medida da sensibilidade, o neurômetro.

Importante também ressaltar, em relação aos monofilamentos, sua fácil execução e grande validade quanto à aplicação clínica. Isto pôde ser demonstrado em estudo de McNEELY et al. (1995), visando a determinar a importância da vasculopatia e da neuropatia na ulceração do pé. Eles chegaram à conclusão de que ambas (vasculopatia e neuropatia) são fatores determinantes no desenvolvimento de úlceras diabéticas nos pés. Identificaram, neste estudo como o mais forte fator de lesão a deficiente oxigenação cutânea. Concluíram, entretanto, que na aplicação clínica o exame sensorial com o monofilamento 5,07



provavelmente permanece como a mais prática medida de avaliação de risco.

Todos esses estudos retrospectivos ou prospectivos têm demonstrado a eficiência do método do monofilamento, especialmente do monofilamento 5,07(10g.) como um válido previsor de pacientes com risco de problemas nos pés.

Nossa experiência com o uso dos monofilamentos decorre do trabalho que realizamos com pacientes portadores de hanseníase no Instituto Lauro Souza Lima", em Bauru. Nesta instituição, MARCIANO & GARBINO (1994) já realizaram estudos comparativos entre o teste de sensibilidade cutânea com os monofilamentos e o estudo da condução nervosa em pacientes com hanseníase, chegando à conclusão da 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 Recuperação e Reintegração do Incapacitado), após adaptações feitas em nosso país (LEHMAN et al, 1993).

Em nosso estudo pudemos constatar um bom grau de coincidência entre os métodos do monofilamento e o método eletrofisiológico expresso pelo coeficiente de correlação de Spearman ( $r = 0,677$ ). Isto pode ser visibilizado ao analisarmos o gráfico 1 e quadro 4.

Da tabela 3 e gráfico 2, podemos constatar e confirmar a distribuição homogênea entre os diversos graus tanto dos

monofilamentos quanto do estudo eletrofisiológico. Ainda analisando a tabela 3 notamos que o método de Semmes-Weinstein revelou-se altamente sensível para detectar os pacientes que apresentavam algum tipo de alteração, pois observamos 91% dos pacientes situados entre o grau 2 e o grau 5. O estudo eletrofisiológico detectou 69% dos pacientes na faixa de 2 a 5. Como podemos observar a maior diferença entre os dois métodos situou-se nos pacientes sem comprometimento (grau 1).

Ao analisarmos em conjunto o quadro 3 e as tabelas 3, 4 e 5, notamos que os 3 pacientes (número de ordem 6; 14 e 33) avaliados como não tendo alteração ao exame dos monofilamentos estavam situados na faixa etária abaixo de 56 anos e com duração da doença menor que 11 anos. Portanto eram indivíduos mais jovens e com menor tempo de comprometimento pela doença, o que a nosso ver confere maior credibilidade ao método pois seria de se esperar que numa faixa etária menor e com menor tempo de doença encontrássemos os indivíduos com taxas menores de comprometimento neurológico.

O nosso estudo também ofereceu uma boa visão do comprometimento clínico dos pacientes e sua correlação com os déficits neurológicos medidos pelos monofilamentos. Assim ao analisarmos nossos dados em relação aos pacientes (número de ordem 8; 11; 12; 28 e 32 , no quadro 3) com o grau máximo (5=perda da sensibilidade profunda) constatamos que 3 pacientes (número de ordem 8; 12 e 32) tinham úlcera plantar. Apresentavam também artelhos em garra e todos eles tinham algum tipo de paralisia ou paresia da musculatura Intrínseca dos pés, avaliadas segundo critérios de GOOD (1968). Os outros 2 pacientes com grau 5 (número de ordem 11 e 2) embora não tivessem úlcera plantar apresentavam outros tipos de comprometimentos: um tinha

garra dos artelhos, paralisia do abductor do hálux e abductor do quinto dedo do pé D e paresia do abductor do hálux e abductor do quinto dedo do pé E (número de ordem 11) e o outro (número de ordem 28) apresentava garra dos artelhos, paresia do abductor do quinto dedo do pé D e E além de hiperqueratose na região plantar.

Em relação aos 8 pacientes classificados no grau 4 (número de ordem 1; 7; 9; 10; 13; 19; 21 e 34), com comprometimento neurológico também acentuado, observamos que existiam 2 pacientes com úlceras plantares (número de ordem 10 e 19) e que a maioria dos pacientes deste grupo apresentava alterações na motricidade dos dedos examinados ou seja algum grau de paralisia ou paresia do abductor do hálux e abductor do quinto dedo do pé. 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 comprometimento menor da sensibilidade.

Os achados acima relacionados aos monofilamentos coincidem com os outros estudos já realizados e citados anteriormente neste capítulo. Embora no presente estudo tivéssemos considerado como perda da sensibilidade protetora o toque do monofilamento de 4g, observamos que os pacientes com maior comprometimento clínico ultrapassavam este limite, passando a sentir somente o monofilamento imediatamente acima na escala. Não constatamos, também, nenhum paciente do grupo estudado que tivesse úlcera plantar situado no nível de sensibilidade do monofilamento de 4g. O monofilamento 5,07 (10g.) parece constituir um sinal de alerta para os pacientes com diabete, pois observamos que as complicações passam a ser mais freqüentes a este

nível, o que demonstra estar o paciente perdendo o mecanismo de proteção e defesa dos pés e isto deve colocar tanto paciente quanto médico alertas, na expectativa quanto às graves conseqüências que o pé diabético pode vir a sofrer como úlceras e amputações. O importante é que uma vez constatada essa deficiência possam ser tomadas medidas preventivas através de um programa consistente que vise a manutenção da integridade dos pés.

## 6. CONCLUSÕES

## **6 – CONCLUSÕES**

**1 - O presente estudo, com pacientes diabéticos, vem demonstrar a eficiência do método de avaliação clínica da sensibilidade com os monofilamentos de Semmes-Weinstein.**

**2 — Fica demonstrado a sua confiabilidade como instrumento de avaliação da neuropatia diabética. Isto ficou comprovado no presente trabalho através do estudo comparativo feito com o método eletrofisiológico, um procedimento objetivo, de constante aplicação clínica e amplamente sedimentado quanto à qualidade de seus resultados. Os dados obtidos através do exame com os monofilamentos demonstraram apresentar parâmetros de avaliação igualmente significativos, atingindo assim o primeiro objetivo proposto.**

**3 - Constatamos a estreita relação entre as alterações encontradas nos pés dos pacientes diabéticos que apresentavam neuropatia com os diferentes graus de perda de sensibilidade, aferidos através dos monofilamentos, propiciando confiável estadiamento da evolução da patologia, alcançando assim o outro objetivo a que se propôs o presente trabalho.**

**4 - Estas constatações autorizaram concluir serem os monofilamentos de Semmes-Weinstein um instrumento confiável de avaliação de pacientes diabéticos, o que aliado à sua praticidade de aplicação e baixo custo operacional o credencia para ser utilizado em programas de prevenção e controle da enfermidade.**

## 7. RESUMO

## 7 - RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi aferir a eficácia dos monofilamentos de Semmes-Weinstein como instrumento de avaliação da sensibilidade dos pés de pacientes portadores de *diabetes mellitus*.

Realizou-se uma análise comparativa entre o método de Semmes-Weinstein e o exame eletrofisiológico dos nervos em pacientes diabéticos. Foram estabelecidas, também, correlações entre os achados clínicos dos pacientes e os graus de comprometimento dos nervos periféricos detectados pelo exame com os monofilamentos.

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

Para o estudo da condução nervosa foram medidas a amplitude e a latência da resposta simpático cutânea-plantar, as amplitudes e potenciais de ação sensitiva e a velocidade de condução do nervo sural. Ainda foram estudados os nervos tibial posterior (latência distal) e fibular (latências distais e proximais e a velocidade de condução ao longo da perna). Para os dois últimos nervos também foram medidas as latências tardias, ondas F.

O estudo da sensibilidade ao toque e pressão foi realizado utilizando-se um conjunto de monofilamentos de *nylon*, de 0,05g.; 0,2g.; 2g.; 4g.; 10g. e 300g.



Foi calculado o coeficiente de correlação não paramétrico de Spearman entre os dois métodos e obteve-se  $r = 0,677$ , o que é considerado estatisticamente significativo.

Quanto à correlação entre o exame clínico dos pés dos pacientes e a avaliação pelos monofilamentos constatou-se que houve uma estreita associação entre os graus mais avançados de comprometimento sensorial detectados pelo método e as alterações encontradas, como úlcera plantar, garra de artelhos e paralisia da musculatura intrínseca do pé, permitindo um acompanhamento seguro da evolução das alterações dos nervos periféricos afetados pela patologia.



# SUMMARY

## SUMMARY

The objective of the present work was to assess the effectiveness of the Semmes-Weinstein monofilaments as an instrument for the assessment of the sensitivity of the feet of patients with *diabetes mellitus*.

A comparative analysis was made between the Semmes-Weinstein method and the electro-physiological examination of nerves in diabetic patients. Correlations were also established between the clinical findings of the patients and the degrees of involvement of the peripheral nerves as detected by the examination with monofilaments.

Thirty five non-insulin dependent patients were assessed, of which 16 were females and 19 males, between 39 and 72 years of age, averaging 56 years, and a period of illness varying between 2 and 30 years, with an average of 11 years.

For the nerve conduction study, measurements were taken of the amplitude and the latency of the sympathetic cutaneo-plantar response, the amplitudes and sensitive action potentials and the conduction velocity of the sural nerve. Also studied were the posterior tibial nerve (distal latency) and the fibular nerve (distal and proximal latencies and conduction velocity along the leg). For these last two nerves the delayed latencies, F waves were also measured.

The study of sensitivity to touch and pressure was conducted using a set of nylon monofilaments of 0.05g, 0.2g, 2g, 4g, 10g, and 300g.

*Spearman's non parametric coefficient of correlation was calculated between the two method giving  $r = 0,677$ , wich is considered statistically significant.*

As for the correlation between the clinical examination of the patient's feet and the assessment by monofilaments, it was established that there was a close association between the more advanced degrees of sensory involvement detected by this method and the alterations observed, such as plantar ulcer, claw toes and paralysis of the intrinsic musculature of the foot, permitting a reliable accompaniment of the evolution of the alterations of the peripheral nerves affected by the pathology.

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELL-KROTOSKI, J.A. - Light touch-deep pressure testing using Semmes-Weinstein monofilaments. In: HUNTER, J.M.; SCHNEIDER, L.H.; MACKIN, E.J.; CALLAHAN, A.D., eds. - Rehabilitation of the hand. 3. ed. St. Louis, Mosby, 1990. p. 585-93.
- BIRKE, J.A. & SIMS, D.S. - Plantar sensory threshold in the ulcerative foot. Lepr. Rev., 57: 261-7, 1986.
- BIRKE, J.A.; NOVICK, A.; PATOUT, C.A.; COLEMAN, W.C. - Healing rates of plantar ulcers in leprosy and diabetes. Lepr. Rev., 63: 365-74, 1992.
- BOUCHE, P. - Electrophysiological studies in the assessment of polyneuropathies. Neurophysiol. Clin., 18: 101-22, 1988.
- BOYKO, E.J.; SMITH, D.G.; AHRON, J.H. - A prospective study of risk factors for diabetic foot ulcer. Rehabil. R. D. Progress Reports, 32: 318-9, 1994.
- BRAND, P.W. - Pathomechanics of soft tissue injury. In: INSENSITIVE FOOT SEMINAR, Carville, 1989. Notes. Carville, 1989. p. 7-21.
- BRANDSMA, J.W. - Intrinsic minus hand : (patho) Kinesiology rehabilitation and reconstruction. [s.l., s.n.], 1947. p. 35-49.

19

BROWN, M.J. & BARINGER, J.R. - Differentiating the diabetic neuropathies. Hosp. Pract., 15: 37-44, 1994.

DE FARIA, C.R. & SILVA, I.M. - Electromyographic diagnosis in leprosy. Arq. Neuropsiquiatr., 48 : 403-13, 1990.

DICK, P.J. & THOMAS, P.K - Peripheral neuropathy. 3. ed. Philadelphia, Saunders, 1993. p. 695, 1224.

FALK, B.; HURME, M.; HAKKRAINEN, S.; AARNIO, P. - Sensory conduction velocity of plantar digital nerves in Morton's metatarsalgia. Neurology, 35: 698-701, 1984.

FALK, C.; STALBERG, E.; BISCOHFF, C. - Sensory nerve conduction studies with surface electrodes. Methods Clin. Neurophysiol., 5: 1-20, 1994.

FELSENTHAL, G.; BUTLER, D.H.; SHEAR, M.S. — Across-tarsal-tunnel motor-nerve conduction technique. Arch. Phys. Med. Rehabil., 73: 64-9, 1992.

FREY, M. von - Beitrage zur physiologie des Schmerzsinnns. Ber. Sach. Gesell der Wissenschaften, 46: 185-96, 1894.

GILMORE, J.E.; ALLEN, J.; HAYES, J.R. - Automic function in neuropathic diabetic patients with foot ulceration. Diabetes Care, 16: 61-7, 1993.



- GOODWIN, C.S. - The use of the voluntary muscle test in leprosy neuritis. Leor. Rev., 39: 209-16, 1968.
- GOODWIN, C.S. & WATSON, J.M. - Neuritis and paralysis in leprosy. Physiother., 69 (?): 327-32, 1968.
- GRAY, H. - Anatomia. 29. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1977. 1147p.
- HENDRIKSEN, P.H.; OEY, P.L.; WIENEKE, G.H.; BRAVENBOER, B.; BANGA, J.D. - Subclinical diabetic polyneuropathy: early detection of involvement of different nerve fibre types. J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry, 55: 902-8, 1992.
- HOELDTKE, R.D.; DAVIS, K.M.; HSHIEH, P.B.; GASPAR, S.R.; DWORKIN, G.E. - Are there two types of diabetic foot ulcers? J. Diabetic Complications, 8: 117-25, 1994.
- HOLEWSKI, J.J.; STESS, R.M.; GRAF, P.M.; GRUNFELD, C. - Aesthesiometry: quantification of cutaneous pressure sensation in diabetic peripheral neuropathy. J. Rehabil. Res. Dev., 25: 1-10, 1988.
- HOLEWSKI, J.J.; MOSS, K.M.; STESS, R.M.; GRAF, P.M.; GRUNFELD, D.C. - Prevalence of foot pathology and lower extremity complications in a diabetic out patient clinic. J. Rehabil. Res. Dev., 26: 35-44, 1989.

JOHNSON, E.W. - Practical electromyography. 2. ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1988. 620p.

KIMURA, J. - Principles and pitfalls of nerve conduction studies. Ann. Neurol., 16: 415-29, 1984.

KLIMA, R.R.; WEIGAND, A.H.; DELISA, J.A. - Nerve conduction studies and vibration perception thresholds in diabetic and uremic neuropathy. Am, J. Phys. Med. Rehabil. 70: 86-90, 1991.

KUMAR, S.; ASHE, H.A.; PARNELL, L.N.; FERNANDO, D.J.S.; TSIGOS, C.; YOUNG, R.J.; WARD, J.D.; BOULTON, A.J.M. - The prevalence of foot ulceration and its correlates in type 2 diabetic patient: a population - based study. Diabetic. Med., 11:480-4, 1994.

LAING, P. - Diabetic foot ulcers. Am. J. Surg. 167 (supp1.1): 531-6, 1994.

LAING, P.; COGLEY, D.; KLENERMAN, L. - Economic aspects of the diabetic foot. Foot, 1: 111-2, 1991.

LEHMAN, L.F.; ORSINI, M.B.P.; NICHOLL, A.R.J. - The development and adaptation of the Semmes-Weinstein monofilaments in Brazil. J. Hand Ther., 6: 290-9, 1993.

LEVIN, S.; PEARSALL, G.; RUDERMAN, R.J. - Von Frey's method of measuring pressure sensibility in the hand: an engineering analysis

of the Weinstein-Semmes pressure aesthesiometer. J. Hand Surg., 3: 211-6, 1978.

LEVY, D.M.; ABRAHAM, R.R.; ABRAHAM, R.M. - Small and large fibre involvement in early diabetic neuropathy: a study with the medial plantar response and sensory thresholds. Diabetes Care, 10: 441-7, 1987.

LEVY, D.M.; REID, G.; ROWLEY, D.A.; ABRAHAM, R.R. - Quantitative measures of sympathetic skin response in diabetes: relation to sudomotor and neurological function. J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry, 55: 902-8, 1992.

McLEOD, J.G.; HARGRAVE, J.C.; WALSH, J.C.; BOOTH, G.C.; GYE, R.S.; BAKRON, A. - Nerve conduction studies in leprosy. Int. J. Lepr., 41: 21-31, 1974.

McNEELY, M.J.; BOYKO, E.J.; AHRONI, J.H.; STENSEL, V.L.; REIBER, G.E.; SMITH, D.G. - The independent contributions of diabetic neuropathy and vasculopathy in foot ulceration. Diabetes Care, 18: 216-9, 1995.

MARCIANO, L.H.S.C. & GARBINO, J.A. - Comparação de técnicas de monitoração da neuropatia hanseniana: teste de sensibilidade e estudo de condução nervosa. Hansenol. Int., 19: 5-10, 1994.

- MUELLER, M.J. - Identifying patients with diabetes mellitus who are at risk for lower - extremity complications: use of Semmes-Weinstein monofilaments. Phvs. Ther., 76: 68-71, 1996.
- MURRAY, H.J. & BOULTON, A.J.M. - The pathophysiology of diabetic foot ulceration. Diabetic Foot Clin. Pediatr. Med. Surg., 12: 1-17, 1995.
- NAVARRO, X.; KENNEDY, W.R.; FRIES, T.J. - Small nerve fiber dysfunction in diabetic neuropathy. Muscle Nerve, 12: 498-507, 1989.
- NIAKAN, E. & HARATI, Y. - Sympathetic skin response in diabetic peripheral neuropathy. Muscle Nerve, 11: 261-4, 1988.
- OH, S.J. - Clinical electromyography: nerve conduction studies. 2.ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1993, 696p.
- OLMOS, P.R.; CATALAND, S.; O'DORISIO, T.M.; CASEY, C.A.; SMEAD, W.L.; SIMON, S.R. - The Semmes-Weinstein monofilament as a potential predictor of foot ulceration in patients with non insulin - dependent diabets. Am. J. Med. Sci., 309: 76-82, 1995.
- PEDROSA, H.C. - Proieto: salvando o pé diabético. Taguatinga, Programa de Educação e Controle do Diabetes, [1991].

PRINCE, K. von & BUTLER, B. - Measuring sensory function of the hand in peripheral nerve injuries. Am. J. Ocup. Ther., 21: 385-95, 1967.

RITH-NAJARIAN, S.; STOLUSKY, T.; GOHDES, D.M. - Identifying diabetic patients at high risk for lower extremity amputation in a primary health care setting. Diabetes Care, 15: 1386-9, 1992.

SEMMES, J.; WEINSTEIN, S.; GHENT, L.; TEUBER, H.L. - Somato sensory changes after penetrating brain wounds in man. Cambridge, Hayward University Press, 1960. 91p.

SETHI, R.K. & THOMPSON. L.L. - The electromvographer's handbook. 2. ed. Toronto, Little, Brow, 1989, 199p.

SIEGEL, S. - Nonparametric statistics for the behavioral sciences. Ames, McGraw - Hill Book, 1956. p. 202-13.

SOSENKO, J.M.; KATO, M.; SOTO, R.; BILD, D.E. - Comparison of quantitative sensory - threshold measures for their association with foot ulceration in diabetic patients. Diabetes Care, 13: 1057-61, 1990.

STALBERG, E. & FALK, B. - Clinical motor nerve conduction studies. Methods Clin. Neurophysiol., 4: 61-80, 1993.

**WEINSTEIN, S. - Fifty years of somato sensory research: from Semmes-Weinstein monofilaments to the Weinstein enhanced sensory test J. Hand Ther., 6: 11-22, 1993.**

**WEISE, M.D.; GARFIN, S.R.; GELBERMAN, R.H. - Lower extremity sensibility testing in patients with hemiated lumbar intervertebral discs. J. Bone Joint Surg., 67: 1219-24, 1985.**

## **9. BIBLIOGRAFIA**

## 9 - BIBLIOGRAFIA

- BELL-KROTOSKI, J.A. - Pocket filaments and specifications for the Semmes-Weinstein monofilaments. J. Hand., 3: 26-31, 1990.
- BELL-KROTOSKI, J.A. - Sensibility testing. State of the art. In: HUNTER, J.M.; SCHNEIDER, L.H.; MACKIN, E.J.; CALLAHAR, A.D.; eds. - Rehabilitation of the hand. 3. ed. St. Louis, Mosby, 1990. p. 557-84.
- BELL-KROTOSKI, J.A. & BUFORD, W.L. - The force-time relationship of clinically used sensory testing instruments. J. Hand Ther., 1: 76-85, 1988.
- BELL-KROTOSKI, J.A. & TOMANCIK, E. - The repeatability of testing with Semmes-Weinstein monofilaments. J. Hand Surg., 12: 155-61, 1987.
- BIRKE, J.A. & SIMS, D.S. - Plantar sensory threshold in the Hansen's disease ulcerative foot. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOMECHANICS AND CLINICAL KINESIOLOGY OF HAND AND FOOT, Madras, 1985. Proceedings. Madras, 1985. p. 16-18.
- BRANDSMA, J.W. & STRIEN, G. van - Oostendorp RAB. Onderzoek van de drukperceptie met (mono) filamenten. Ned. T. Man Ther., 10: 27-37, 1991.



- BUHLER, S.S.; HILLER, D.; ALBRECHT, H.P.; SIEDEL, C.; HORNSTEIN, O.P. - Disturbances of cutaneous microcirculation in patients with diabetic legs: additional parameters for a new therapeutic concept? Acta Derm. Venereol., 74: 250-6, 1994.
- CALISSI, P.T. & JABER, L.A. - Peripheral diabetic neuropathy: current concepts in treatment. Ann. Pharmacother., 29: 769-77, 1995.
- CARVALLOV., A.; ORDONES V., M.E.; GARCIA V., H.; TAPIA G., J.C.; BEKAVAC A., J.; VALENCIA R., J.; MOREIRA A., M. - Diabetico adulto no insulinodependente: limitacion de la movilidad articular y compromiso de partes blandas. Rev. Med. Chil., 119: 1016-21, 1991.
- CHAN, A.W.; MacFARLANE, I.A.; BOWSHER, D.; CAMPBELL, J.A. eighted needle pinprick sensory thresholds: a simple test of sensory function in diabetic peripheral neuropathy. J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry, 55: 56-9, 1992.
- COLLIER, J.H. & BRODBECK, C.A. - Assessing the diabetic foot: plantar callus and pressure sensations. Diabetes Educ., 19: 5038, 1993.
- DONOFRIO, P.D. - Electrodiagnostic evaluation of polyneuropathy. In: AAEM ANNUAL MEETING, Charleston, 1992. Selected Topics. Charleston, 1992. p. 36-46.

DUFFY, J.C. & PATOUT, C.A. - Management of the insensitive foot in diabetes: lessons learned from Hansen's disease. Milit. Med., 155: 575-9, 1990.

DYCK, P.J.; KARNES, J.; O'BRIEN, P.C.; ZIMMERMAN, I.R. - Detection threshold of cutaneous sensation in humans. In: DYCK, P.J. ; THOMAS, P.K.; LAMBERT, E.H.; BUNGER, R., eds. - Peripheral neuropathy. 2. ed. Philadelphia, Saunders, p. 1103-38.

FESS, E. - The need for reability and validity in hand assessment instruments. J. Hand Surg., 11: 621-3, 1986.

GARBINO, J.A. - Gênese das incapacidades em hanseníase. Bauru, 1991. Instituto "Lauro de Souza Lima". 32p.

HERNANI, M.L.G. - Normas para apresentação de dissertação e teses. São Paulo, BIREME, 1990. 45p.

INTERNATIONAL SERIALS DATASYSTEM & INTERNATIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION - Liste d'abbreviations de mots des titre de publications em série: conforme à ISO 4 -1984 / List of serial title word abbreviations: in accordance with ISO 4 - 1984. Paris, ISDS / ISO, 1985. 215p.

KAPLAN, M. & GELBER, R.H. - Evaluation of testing modalities for peripheral neuropathy in lepromatous Hansen's disease. Phys. Ther., 65: 1662-5, 1985.

**KLENERMANN, P.; HAMMOND, C. KULKARNI, V.N.; METHA, J.M. -**  
Vibration sense and tarsal disintegration. Indian J. Lepr., 62:  
4228, 1990.

**KLIMA, R.R. -** Nerve conduction studies and vibration perception  
thresholds in diabetic and uremic neuropathy. Am. J. Phvs. Med.  
Rehabil., 70: 86-90, 1991.

**LE QUESNE, P.M.; FOWLER, C.J.; PARKHOUSE, N. -** Peripheral  
neuropathy profile in various groups of diabetic. J. Neurol.  
Neurosurg. Psychiatry, 53: 558-63, 1990.

**LEVY, D.; ABRAHAM, R.; REID, G.A. -** A comparison of two  
methods for measuring thermal thresholds in diabetic  
neuropathy. J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry, 52: 1072-7, 1989.

**LISTA DESCRITORES BIOMÉDICOS:** tradução parcial do espanhol  
e português do MeSH-NLM. São Paulo, 1984, Centro Latino  
Americano de Informação em Ciências da Saúde. 319p.

**MASSON, E.A.; VEVES, A.; FERNANDO, D.; BOULTON, A.J.M. -**  
Current perception thresholds: a new, quick, and  
reproducible method for the assessment of peripheral  
neuropathy in diabetic mellitus. Diabetologia, 32: 724-8,  
1989.

MOSS, S.E.; KLEIN, R.; KLEIN, B.E.K. - The prevalence and incidence of lower extremity amputation in a diabetic population. Arch. Intern.Med., 152: 610-6, 1992.

MUELLER, M.J.; DIAMOND, J.E.; SINACORE, D.R.; DELITTO, A.; BLAIR, V.P.; DRURY, D.A.; ROSE, S.J. - Total contact casting in treatment of diabetic plantar ulcers: controlled clinical trial. Diabetes Care, 12: 384-8, 1989.

NAAFS, B. & DAGNE, T. - Sensory testing: a sensitive method in the follow-up of nerve involvement. Int. J. Lepr., 45: 364-8, 1977.

PECORARO, R.E.; REIBER, G.E.; BURGESS, E.M. - Pathways to diabetic limb amputation: bases for prevention. Diabetes Care, 13: 513-21, 1990.

RENDELL, M.S.; DOVGAN, D.J.; BERGMAN, T.F.; O'DONNELL, G.P.; DROBNY, E.P.; KATIMS, J.J. - Mapping diabetic sensory neuropathy by current perception threshold testing. Diabetes Care, 12: 636-40, 1989.

SIMA, A.A.F. & GRENNE, D.A. - Diabetic neuropathy in the elderly. Drugs Aging, 6: 125-35, 1995.

UCCIOLI, L.; MONTICONE, G.; RUSSO, F.; MORMILE, F.; DUROLA, L.; MENNUNI, G.; BERGAMO, F.; MENZINGER, G. - Autonomic neuropathy and transcutaneous oxymetry in diabetic lower extremities. Diabetologia, 37: 1051-5, 1994.

**VERGHESE, M.; ITTIMANI, K.V.; SATTYANARAYAN, K.R.;  
MATHAI, R.; BHAKTHAVIZIAM, C. - Study of the  
conduction velocity in motor fibres of ulnar and median  
nerve in leprosy. Int. J. Lepr., 38: 271-7, 1990.**

**WATKINS, P.J. & EDMONDS, M.E. - Sympathetic nerve failure in  
diabetes. Diabetologia, 25: 73-7, 1983.**