

La prueba de los monofilamentos: una alternativa para la detección oportuna del riesgo de pie diabético

Diana Carolina Delgado Díaz,¹ Esperanza Herrera Villabona,² Diana Marina Camargo Lemos³

El principal factor desencadenante del pie diabético, complicación más común de la *Diabetes Mellitus*, es la Neuropatía Diabética (N.D), cuya patogénesis aún es ampliamente discutida. Un método simple, de bajo costo y reproducible para la evaluación de la alteración o ausencia de la sensación protectora, es la prueba de sensibilidad realizada con los monofilamentos *semmes-weinstein* (S.W), recomendada como herramienta de tamizaje para la identificación de pacientes diabéticos en riesgo de ulceración. Sin embargo, algunos investigadores discuten su potencial clínico, debido a la falta de estandarización de la técnica de aplicación. *Salud UIS* 2004; 36:32-39

Palabras claves: neuropatía diabética, sensación protectora, monofilamento, *semmes-weinstein*

The main factor for diabetic foot development, the most frequent complication in Diabetes Mellitus, is Diabetic Neuropathy (D.N), whose specific etiopathology is still unknown. A simple, inexpensive and reproducible method for assessing the sensorial component of D.N, defined as the absence of protective sensation, is the *Semmes-Weinstein* monofilament kit, which has been repeatedly recommended as a screening tool for identifying diabetic patients with risk of ulceration. However, several researchers discuss its clinical potential, because of the lack of a standardized application technique. *Salud UIS* 2004; 36:32-39

Key words: diabetic neuropathy, protective sensation, monofilament, *semmes-weinstein*

INTRODUCCIÓN

La *Diabetes Mellitus* (D.M) es el trastorno de origen endocrino más frecuente en la población mundial. En 1985 un estimado de 30 millones de personas en el mundo presentaba diabetes; esta cifra aumentó a 135 millones en 1995 y a 177 millones en el año 2000. Según los últimos informes de la Organización Mundial de la Salud, se estima que para el año 2025, los casos de diabetes aumentarán aproximadamente a 300 millones.¹⁻⁵

En Colombia, la D.M es la novena causa de muerte. En la población de 45 a 49 años, es la responsable del 2% de los egresos hospitalarios y del 1% de las consultas. En la población de 60 años estas cifras aumentan al 3% para

ambos casos. Por lo anterior, se ubica entre las 10 primeras causas de morbilidad de la población adulta colombiana y representa un problema de importancia en la salud pública. A pesar que en el país se desconocen los costos generados en la atención de la enfermedad, puede suponerse que son altos en consideración a las cifras de morbimortalidad, la cronicidad y la discapacidad de las complicaciones, siendo la más frecuente el pie diabético.⁶⁻⁸

En su monografía, Martínez y cols. presentan la definición de "pie diabético" acordada por la Sociedad española de Angiología y Cirugía vascular; consideran que esta afección es una alteración clínica de base etiopatogénica neuropática, inducida por hiperglicemia mantenida en la que, con o sin coexistencia de isquemia y previo evento traumático, se produce lesión y ulceración del pie.⁹ Esta definición enfatiza en la neuropatía como factor desencadenante, la cual es responsable de la pérdida de sensibilidad protectora, que ocasiona una mayor susceptibilidad para presentar lesión en el pie, aún por pequeños traumatismos.

La neuropatía periférica crónica asociada con la diabetes (N.D), es una complicación muy frecuente, presente en más del 50% de los individuos con dicha entidad.¹⁰⁻¹²

1 Fisioterapeuta. Profesora Cátedra Escuela de Fisioterapia UIS.

2 Fisioterapeuta. M.S.c.en Fisiología. Esp. Docencia Universitaria. Profesora Asociada Escuela Fisioterapia UIS.

3 Bacterióloga. M.S.c. Epidemiología. Profesora Auxiliar Escuela Fisioterapia UIS.

Correspondencia: Diana Carolina Delgado Díaz. Escuela de Fisioterapia UIS. E-mail: dianakarolibna@yahoo.es

Recibido Febrero 28 de 2004 / Aceptado Marzo 6 de 2004

Para algunos autores esta alteración neurológica es una forma específica de neuropatía axonal, siendo la más común la polineuropatía simétrica distal. Las características clínicas de la ND derivada de la alteración progresiva de las fibras nerviosas en forma simétrica, evidencian el compromiso sensorial, autonómico y motor.^{9, 12, 13}

El componente sensitivo de la alteración neurológica disminuye o elimina la capacidad del paciente para percibir la presencia de un traumatismo en la superficie plantar del pie. Es decir, se pierde la sensación protectora, que incluye la percepción del dolor, la presión y la temperatura.¹⁴⁻²⁰

La instauración de programas de prevención, que determinen de manera oportuna la pérdida o alteración de la sensibilidad protectora de origen neuropático, es uno de los aspectos fundamentales para el control del riesgo de pie diabético. Estos programas deben incluir la valoración clínica anual, la auto inspección diaria del pie y las estrategias educativas sobre el cuidado del pie sano, dirigidas a los pacientes diabéticos y a los profesionales de la salud que participan en su atención. De esta forma, en España se ha conseguido reducir la tasa de amputaciones de manera importante, así como la recidiva de la úlcera una vez curada (20-80%).⁹

Dentro de la evaluación clínica de la neuropatía se incluyen las pruebas funcionales del nervio periférico, las pruebas psicosomáticas sensoriales, la valoración de los reflejos osteotendinosos y la determinación de los síntomas neurológicos.¹⁰

Entre las pruebas psicosomáticas sensoriales se encuentra la medición de la percepción de vibración, en la que se utiliza un diapasón graduado o biotensiómetro, y la detección de la pérdida de la sensación protectora, mediante el uso de monofilamentos. Esta última, ha sido extensamente recomendada para el tamizaje del riesgo de ulceración, ya que es una prueba reproducible, efectiva y de fácil aplicación.^{6, 10, 12, 21-29}

MARCO HISTÓRICO DEL MONOFILAMENTO SEMMES-WEINSTEIN

Mayfield en su revisión sobre el tema, y el Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos, en el marco del programa de Educación en Diabetes,^{10, 30, 31} relatan la evolución histórica del monofilamento que se describe a continuación.

A comienzos del siglo XIX, Max Von Frey, fisiólogo alemán, descubrió que la presión de una crin de caballo contra una superficie ocasiona una incurvación con

una propiedad particular, pues a diferencia de lo que ocurre con otros materiales, la curvatura producida no es proporcional a la presión ejercida, propiedad que las hizo útiles para la exploración de la sensación táctil. Posteriormente, este hallazgo tuvo aplicaciones para el desarrollo de investigaciones farmacológicas y fisiológicas.³⁰

Poco antes de la segunda guerra mundial se inventó el nylon, el cual reemplazó el uso de la crin de caballo para la evaluación de la sensación táctil, pues este material sintético posee una menor absorción de la humedad y es capaz de generar un mayor rango de fuerzas, las cuales oscilan entre 8 y 300g, en contraste con el pelo de caballo, que tan solo genera fuerzas inferiores o iguales a 1g. En 1950, Josephine Semmes y Sidney Weinstein, basándose en estas propiedades, utilizaron el nylon para la elaboración de un juego de 20 monofilamentos de diámetros diferentes y longitud constante.

En 1960, Semmes y Weinstein publicaron un artículo titulado *Somatosensory Changes After Penetrating Brain Injuries in Man*, en el cual describieron las fuerzas características de este set de monofilamentos insertados en mangos de plástico, los cuales se denominaron más tarde: "Aestesiómetros de Semmes-Weinstein (ASW)". La fuerza aplicada por cada uno de los monofilamentos, se expresa mediante tres dígitos, que indican el logaritmo de la presión ejercida en gramos, más una constante equivalente a 4.

Hasta 1975, la prueba de evaluación de la percepción sensorial con el ASW fue ampliamente utilizada por fisioterapeutas y cirujanos de mano, sufriendo algunas modificaciones posteriores.³¹ En 1978, Bell desarrolló un Mini Kit de 5 filamentos, considerados como los más importantes para la predicción de cambios sensoriales. Dos años más tarde, Liz Tomancik modificó el aestesiómetro con el fin de reflejar las fuerzas aplicadas en una relación lineal.

Finalmente en 1995, Weinstein mejoró y patentó el aestesiómetro que ha sido adoptado como estándar. *El Weinstein Enhanced Sensory Test*, mejor conocido como *WEST*, es actualmente utilizado para estudiar el riesgo de ulceración en personas diabéticas que presentan complicación neuropática.³⁰

DESCRIPCIÓN DEL MONOFILAMENTO

Los monofilamentos Semmes-Weinstein (SW) son fibras de nylon calibradas, de forma que su aplicación sobre la piel corresponde a una fuerza previamente determinada, la cual es independiente de la curvatura generada por la presión. De esta manera, pequeñas vibraciones o

movimientos de la mano del examinador no influyen sobre la cantidad de fuerza ejercida.^{10, 23} Algunos investigadores convierten los valores de fuerza del monofilamento en tensión (g/cm) o presión (g/cm²), debido a que la superficie de contacto de la fibra de nylon puede variar dependiendo del ángulo que forme con la piel.^{10, 17, 30}

Estos monofilamentos se identifican con números asignados por sus fabricantes en un rango de 1,65 a 6,65, los cuales se derivan de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Valor nominal} = \text{Log}_{10} \{ \text{fuerza (mg)} \times 10 \}$$

La longitud de los Monofilamentos SW es constante (38mm), mientras que el diámetro varía entre 0,635mm y 1,143mm.³⁰

MÉTODOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL CON EL MONOFILAMENTO SEMMES-WEINSTEIN

En la literatura revisada se describe claramente la técnica mediante la cual se evalúa el nivel de sensibilidad protectora con el Monofilamento SW. En términos generales, se ubica al individuo en decúbito supino con el área por evaluar en una posición cómoda. Antes de iniciar la prueba con el monofilamento, se le muestra el dispositivo y se le explica el procedimiento; para demostrar que es una sensación normal e indolora, debe realizarse un breve ensayo sobre su antebrazo o mano. Durante la evaluación, es importante no sesgar o anticipar la respuesta del paciente, eliminando la información

visual, al cerrar o vendar sus ojos. El monofilamento se sitúa perpendicularmente a la piel del sujeto, aumentado la presión hasta que muestre incurvación; cada aplicación debe durar aproximadamente 1segundo.^{9, 10, 22-24, 27, 32, 33}

La valoración sensorial con el monofilamento se realiza usualmente sobre las áreas de mayor riesgo de lesión en la piel; en el caso del pie, estas corresponden principalmente a la cabeza de los metatarsianos y al hallux.²³ Sin embargo, con base en este mismo argumento, Holewski y cols., proponen valorar la superficie dorsal del pie entre la base del primero y el segundo dedo, y la cabeza del primero, tercero y quinto metatarsianos.^{10, 23, 34, 36}

En contraste, Mueller²³ recomienda examinar sólo la superficie plantar, considerando la cabeza de tres metatarsianos, dos sitios a nivel del centro del pie y el talón.

La técnica descrita por Sangyeoup y colaboradores²⁸ reúne los criterios anteriores, al evaluar la sensación protectora en 10 sitios del pie: uno en la superficie dorsal, entre la base del primero y segundo dedo, y en la superficie plantar a nivel de los pulpejos y la cabeza metatarsiana del primero, tercero y quinto dedo, flanco lateral y medial del centro del pie y el talón. Estos autores afirman que la valoración de estas zonas del pie, provee una representación de diferentes nervios periféricos y dermatomas. Por lo tanto, esta técnica permite una exploración completa de la sensibilidad del pie, cuyos resultados contienen importante información clínica (Figura 1).

Figura 1. Sitios de evaluación en el pie con el Monofilamento semmes-weinstein, según la descripción de Sangyeoup. Nótese la incurvación del nylon.



La prueba de los Monofilamentos SW, puede realizarse mediante dos métodos, dependiendo de las instrucciones suministradas al paciente. En el primero, se aplica la fuerza en momentos diferentes sobre un mismo sitio del pie previamente seleccionado; el paciente debe responder si siente el monofilamento durante cada uno de los momentos de aplicación, mientras que el examinador registra las respuestas correctas para calcular el número de errores. En este caso, el umbral de la sensación protectora se define mediante el total de los momentos de aplicación del monofilamento no percibidos por el participante. Aunque el mismo procedimiento se replica sobre otros sitios del pie, el umbral de la sensación se informa de manera independiente para cada uno de ellos.^{23, 34}

En el segundo método, el sujeto es instruido para que responda “sí” cada vez que perciba la aplicación del monofilamento, por lo cual se conoce como el método “sí/no”. En esta técnica el dispositivo se aplica una sola vez sobre cada sitio valorado. En este caso el umbral se determina con base en el número de respuestas positivas con relación al total de aplicaciones.^{10, 23, 27, 28, 34}

Los resultados obtenidos por las dos técnicas son similares; sin embargo, el último requiere menor tiempo para su ejecución y es fácilmente comprendido por el sujeto examinado, por lo cual se utiliza con mayor frecuencia en los estudios clínicos e investigativos.^{10, 23, 27, 28, 34}

CRITERIOS PARA DETERMINAR EL NIVEL DE SENSIBILIDAD PROTECTIVA

Pese a que el número de áreas clasificadas como insensibles para determinar la pérdida de sensación protectora, ha sido tema de amplio debate, aún no existe consenso al respecto.^{10, 26}

Algunos autores consideran que el pie está *en riesgo de ulceración* si tan sólo un área es insensible al monofilamento 5,07.^{23, 36} Por otro lado, McGill y cols.²⁷ realizan la valoración con el monofilamento sobre cinco sitios, uno en el dorso del pie y cuatro en la superficie plantar, y afirman que si el individuo no siente el monofilamento aplicado a nivel de la cabeza del primero o quinto metatarsiano, la sensibilidad protectora se encuentra alterada.

Frykberg²⁵ evaluó tres sitios en la superficie plantar de cada pie, y determinó que la sensibilidad periférica se encuentra alterada cuando el sujeto no posee la capacidad para percibir un monofilamento de 10g en dos de las áreas examinadas.

En contraste, algunos investigadores basados en la técnica descrita por Sangyeoup y colaboradores, sugieren que si el individuo no responde afirmativamente en cuatro de los 10 sitios evaluados, la sensación protectora en el pie debe ser considerada como “anormal”.^{9, 27, 28}

CAPACIDAD PREDICTIVA DEL MONOFILAMENTO SEMMES-WEINSTEIN PARA LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE PIE DIABÉTICO

La percepción de la vibración y la determinación del umbral de presión mediante el uso del diapason de 128 Hz y el Monofilamento SW 5,07, se han utilizado como métodos objetivos y válidos para la evaluación sensorial del pie diabético. La investigación desarrollada por Shin y cols.³⁷ demuestra que los resultados obtenidos con el monofilamento de 10g y el Diapasón Rydel-Seiffer, permiten identificar la alteración sensorial, corroborada mediante los estudios de neuroconducción en individuos con diagnóstico de ND. Sin embargo, algunos estudios indican que el monofilamento de 10g resulta más predictivo para la identificación de pacientes con riesgo de ulceración plantar, en comparación con el diapason.^{24, 25, 38}

La alta capacidad de la prueba de los monofilamentos para predecir el riesgo de ulceración, ha sido probada desde la década anterior. Mayfield¹⁰ en su revisión cita los estudios prospectivos de Rith Najairan y colaboradores. (1992) y Litzelman y cols. (1,997) desarrollados en diferentes grupos poblacionales. Rith Najairan y colaboradores. estimaron un OR de 9,9, IC 95% (4,8-21,0) para la aparición de la úlcera en un periodo de 32 meses; entre tanto, Litzelman y cols. establecieron un OR de aparición de la úlcera en un año de 2,75, IC 95% (1,55-4,88). Más tarde Boyko y cols. (1999),¹⁵ demostraron la asociación entre la prueba de monofilamentos y la ulceración con un RR de 2,2; IC 95% (1,5-3,1). Finalmente, el estudio de Pham y colaboradores, (2000)³⁸ determinó que las personas con insensibilidad al monofilamento 5,07 tienen un OR de 5,4 (95% IC, 2,66-11,6) para el desarrollo de úlceras en el pie.

REPRODUCIBILIDAD DE LA PRUEBA DE LOS MONOFILAMENTOS

La reproducibilidad de un test, es la habilidad para obtener el mismo resultado en diferentes momentos de aplicación, si las condiciones del individuo examinado no han cambiado. El kappa ponderado es el coeficiente de reproducibilidad más utilizado en estudios de concordancia inter e intra evaluador para datos categóricos.^{39, 40}

Dos trabajos desarrollados en 1996, evaluaron la reproducibilidad intra e inter observador de la prueba de monofilamentos, aplicada en sujetos con diagnóstico de enfermedad de Hansen. Van Brakel (1996)⁴⁰ mostró la reproducibilidad del test de sensibilidad, aplicado en los nervios: ulnar, mediano y tibial posterior. La concordancia intra evaluador se encontró en rangos de kappas ponderados entre 0,83 a nivel del pulgar, y 0,92 en el quinto dedo de la mano, el talón y el hallux. La reproducibilidad inter evaluador mostró un kappa ponderado mínimo de 0,76 a nivel de la cabeza del primer metatarsiano, y máximo de 0,89 en el quinto dedo de la mano. Con base en estas cifras, los autores afirman que los resultados del análisis estadístico fueron significativamente mayores en concordancia intra evaluador que entre evaluadores, para las áreas examinadas.

Así mismo, Anderson⁴¹ evaluó la concordancia entre un examinador experto y cinco fisioterapeutas con diferentes niveles de experiencia, mostrando un kappa ponderado de 0,92. Al analizar por separado la concordancia de cada examinador y el experto, se encontraron kappas entre 0,87 y 0,96. Estos datos sugieren una muy buena concordancia entre observadores al aplicar la prueba de monofilamentos para la valoración de la función sensorial.

Booth y cols,³⁵ han identificado diversos factores, tanto intrínsecos como extrínsecos, que influyen sobre la reproducibilidad de la prueba de monofilamentos (ver Tabla 1). Los factores intrínsecos, obedecen principalmente a las propiedades físicas del dispositivo, dentro de las cuales se encuentran: diferencia en el radio, longitud y elasticidad del material que afecta la fuerza crítica en la incurvación, y la capacidad de absorción de agua.^{10, 35}

Para la fabricación de los monofilamentos se han utilizado diversos polímeros de nylon con propiedades diferentes, lo cual podría causar un comportamiento fluctuante, aún bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad ambiental. Booth y colaboradores³⁵ evaluaron 160 monofilamentos procedentes de cuatro manufacturas distintas; sus hallazgos

demonstraron que no todos los monofilamentos de 10g habían sido calibrados adecuadamente.

La reproducibilidad de los resultados obtenidos mediante la aplicación de estos dispositivos, puede depender también del nivel de reutilización y del tiempo de recuperación entre los ciclos de aplicación de presión, pues los monofilamentos tienden a hacerse menos rígidos con cada uno de ellos. Por esta razón se recomienda un uso máximo sobre 10 pacientes por día, antes de requerir un día de recuperación visco-elástica.^{14, 35}

Entre los factores extrínsecos que influyen sobre la reproducibilidad de la prueba de monofilamentos se mencionan: el gramaje del dispositivo utilizado, el procedimiento adoptado, el cual hace referencia al número y localización de los sitios evaluados, y la consistencia en la respuesta del paciente.

Gramaje del Monofilamento utilizado para la valoración sensorial

El estudio de Birke y Sims (1985), citado por Mueller y Saltzman,^{23,44} fue el primero en definir el nivel de sensación protectora usando los monofilamentos 4,17, 5,07 y 6,10 (1, 10 y 75g respectivamente), en un grupo de 72 sujetos con enfermedad de Hansen y 28 individuos con DM. El más bajo umbral de sensación de presión en pacientes con historia de úlcera plantar, correspondió al monofilamento 6,10; por otro lado, en aquellos sujetos sin historia, ni presencia de úlcera, correspondió al 5,07. Por esta razón los autores concluyeron que el monofilamento SW 5,07 es el mejor indicador de alteración de la sensación protectora. Esta afirmación fue respaldada posteriormente por los hallazgos de Birke (1986), Holewski (1988) y Mueller (1989). Por lo cual, la Asociación Americana de Diabetes recomienda la utilización del Monofilamento SW 5,07 (10g), para la identificación oportuna de pacientes en riesgo de ulceración.²¹

De otro lado, Nagai y cols.⁴² evaluaron la sensibilidad y especificidad de los monofilamentos de 2, 4, y 10g, para

Tabla1. Factores que afectan la reproducibilidad de la prueba de monofilamentos.

Factor		Variables
Intrínsecos	Propiedades físicas del monofilamento	Diferencia en el radio Longitud del monofilamento Elasticidad del material Fuerza crítica de incurvación Capacidad de absorción de agua
Extrínsecos	Procedimiento adoptado	Número y localización de los sitios evaluados Reproducibilidad en la respuesta del paciente

la detección temprana de la ND. Estos investigadores concluyeron que el Monofilamento SW de 4g es clínicamente más útil para la detección relativamente temprana de ND, en comparación con el filamento de 10g, que sólo detecta ND severa. Este supuesto fue apoyado por Sosenko y cols.²⁷ y McGill y colaboradores;³² a pesar de ello, este último autor considera que aún no existe suficiente evidencia científica que sustente que el monofilamento de 4g es una herramienta con mayor sensibilidad y especificidad, que el de 10g.⁴² Sin embargo, en un estudio reciente desarrollado por Saltzman y cols. (2004),⁴³ quienes evaluaron la capacidad discriminativa de un set de monofilamentos y la presencia de úlcera plantar, mediante la curva del operador-receptor (ROC Analysis), demostraron que el monofilamento que ofrece sensibilidad de 100%, con un nivel de especificidad de 66,7%, es el de 4,5g, lo cual sería deseable en condiciones de tamizaje, para determinar el riesgo de ulceración.

Número y localización de los sitios de evaluación en el pie diabético

Como ha sido descrito anteriormente, el número de sitios valorados con el monofilamento, así como su distribución y localización no han sido estandarizados, lo cual restringe enormemente la comparación de los resultados obtenidos mediante la aplicación de esta prueba.

Dimitrakoudis y cols.³⁴ afirman que la sensibilidad del monofilamento varía como consecuencia directa de la discrepancia entre los sitios de estimulación, pudiendo diferir entre localizaciones anatómicas similares. Estos autores teorizan que dicha variación se debe probablemente a una combinación de diferencias en la

longitud de las fibras nerviosas, densidad y tipo de receptores, propiedades mecánicas de la piel circundante, así como de posibles cambios en la respuesta central, dependiendo del sitio de estimulación.

Algunos estudios evalúan la prueba de monofilamentos aplicada en individuos con diabetes, los cuales son presentados en la Tabla 2. McGill²⁷ afirma que al evaluar la superficie plantar del primero y quinto metatarsiano se obtiene un aceptable nivel de sensibilidad (80%) y especificidad (86%). Sin embargo, es importante mencionar que la prueba de oro seleccionada para la comparación fue la percepción a la vibración, lo que invalida la generalización de los hallazgos, pues hasta el momento, se reconoce que los estudios de neuroconducción son el estándar de referencia.

Sangyeoup y cols.²⁸ concluyeron que al examinar los dos sitios antes mencionados, se obtiene la misma sensibilidad y especificidad (93,1% y 100% respectivamente), que al realizar la prueba en 10 sitios distribuidos en la superficie total del pie. En contraste, Shin y cols.³⁷ determinaron un bajo nivel de sensibilidad de la prueba de monofilamentos (56,7%); pero la descripción del procedimiento, no permite derivar posibles explicaciones.

En síntesis, los trabajos de Shin,³⁷ y Sangyeoup,²⁸ comparables en el promedio de edad de la población, y el diagnóstico de diabetes, muestran que la prueba de monofilamentos provee una sensibilidad entre 56 y 93,1%, con especificidad de 94,9 y 100%. Sin embargo, es importante mencionar que a pesar de los buenos

Tabla 2. Evaluación de la prueba de Monofilamentos SW 5,07 (10g), aplicada en individuos con diabetes.

Autor(es)	n	Edad* (años)	Tiempo Diabetes* (años)	Número sitios	Aplicaciones sitio	Localización	Prueba de oro	S†	E†‡	VPP	VPN	Eficiencia
McGill y cols ²⁷	132	57** (4,5-67,8)	4,5** (1,3-10,4)	5 4/5‡	1	Dorso entre 1° y 5° dedo, superficie plantar del 1° y 5° metatarsiano, pulpejo hallux, talón	Percepción a la Vibración <40V	80	86	-	-	-
Shin y cols ³⁷	126	57 ± 1,3	6,8 ± 5,9	-	-	-	Neuroconducción	56,7 (44-68,8)	94,9 (85,8-98,5)	92,7 (80-98,5)	65,9 (54,8-75,8)	74,6 (66,1-81,9)
Sangyeoup y cols ²⁸	37	57 ± 9,3	14,8 ± 6,7	10 4/10‡	1	1 dorso del pie y 9 superficie plantar	Neuroconducción	93,1 (77,2-99,1)	100 (87,2-100)	100 (44,4-97,5)	80 (44,4-97,5)	9,6 (81,9-99,3)

* = $X \pm DE$, † = Sensibilidad, ‡ = Especificidad, VPP = Valor predictivo positivo, VPN = Valor predictivo negativo, ** = Mediana [RIQ], ‡ Evaluados/Positividad, - = Sin dato

resultados obtenidos por Sangyeoup y cols,²⁸ la muestra es pequeña. Además, Shin³⁷ no proporciona información de la técnica utilizada para la aplicación del monofilamento, por lo tanto es difícil evaluar si la disminución de la sensibilidad se debe a factores técnicos no especificados.

Los datos de reproducibilidad, sensibilidad y especificidad, presentados en esta revisión sustentan la utilidad clínica y las ventajas técnicas de la prueba de los monofilamentos, para la detección oportuna de la alteración o pérdida de la sensibilidad protectora en ND. Sin embargo, su reproducibilidad estará determinada por la estandarización adecuada de la prueba, en la que se definan de manera precisa el método, el número de sitios de evaluación y los criterios para la determinación del umbral de percepción. La aplicación adecuada de esta prueba es un medio útil en condiciones de tamizaje para los pacientes diabéticos, cuyo fin es disminuir las complicaciones derivadas de la pérdida de sensación protectora de origen neuropático, mediante programas de educación desarrollados oportunamente.

REFERENCIAS

- Ramsey S.D., Newton K., Blough D., McCulloch D.K., Sandhu N., Reiber G.E., Wagner E.H. "Incidence, outcomes, and cost of foot ulcers in patients with diabetes". *Diabetes Care*, 1999; 22: 382-87
- World Health Organization. "Fact Sheet N° 236". *The cost of diabetes*. Revised September 2002
- World Health Organization. "Fact Sheet N° 138". *Diabetes Mellitus*. Revised April 2002
- Guzman M. "El pie diabético". *Revista cubana de investigación biomédica*, 1999; 18 (3): 231-35
- Bloomgarden Z.T. "International diabetes federation meeting", 1997; Neuropathy, information technology, cost of diabetes care, and epidemiology. *Diabetes Care*, 1998 21: 1198-202
- Aschner P. "Epidemia de diabetes en Colombia: bases epidemiológicas para establecer un pronóstico". *Médicas UIS*, 1993; 7: 219-22
- Méndez, J.D. "Manifestaciones y avance de las alteraciones sanguíneas y vasculares en Diabetes Mellitus". Fase Inicial. *Rev. Med IMSS*, 1995; 33: 321-25
- Andrade S., Arreola F. "La Diabetes Mellitus hoy". *Rev. Med IMSS*, 1995; 33: 321-25
- Martínez D.A. *Cuidados del pie diabético. Un enfoque multidisciplinario*. Primera Edición. España: Ediciones Arán S.A. 2001
- Mayfield J.A. *The use of the Semmes-Weinstein and other threshold tests for preventing foot ulceration and amputation in persons with diabetes*. *J Fam Pract* 2000; 49 (suppl): s17-s29
- Perkins B.A., Olaleye D., Zinman B., Bril V. "Simple screening tests for peripheral neuropathy in the diabetes clinic". *Diabetes Care*, 2001; 24: 250-56
- Boulton A., Arezzo J., Malik R., Sosenko J. "Diabetic Somatic Neuropathies". *Diabetes Care*, 2004; 27 (6): 1458-86
- Hughes R.A.C. "Clinical Review". *Peripheral neuropathy*. *BMJ*, 2002; 324:466-69
- Armstrong D. "The 10g monofilament. The diagnostic divining rod for the diabetic foot". *Diabetes Care*, 2000; 23(7): 887
- Boyko E.J., Ahroni J.H., Stensel V., Forsberg R.C., Davignon D.R., Smith D.G. "A prospective study of risk factors for diabetic foot ulcer. The Seattle diabetic foot study". *Diabetes Care*, 1999; 22: 1036-42
- Bloomgarden Z.T. "American diabetes association 60th scientific sessions, 2000. The diabetic foot". *Diabetes Care*, 2001; 24: 946-51
- Sumpio B.E. "Foot ulcers". *The new England journal of medicine*, 2000; 343: 787-93
- LaCava E.C., "Your nerves". *Diabetes Forecast*, 2002; 67-9
- Abbott C.A., Vileikyte L., Williamson S., Carrington A.L., Boulton A.J. "Multicenter study of the incidence of and predictive risk factors for diabetic neuropathic foot ulceration". *Diabetes Care*, 1998; 21: 1071-75
- American Diabetes Association. "Preventive Foot Care in People with Diabetes. Position Statement". *Diabetes Care*, 2002; 25: s69-s70
- American Diabetes Association. "Consensus Development Conference on Diabetic Foot Wound Care". Boston, Massachusetts. *Diabetes Care*, 1999; 22(8): 1,354-60
- National Diabetes Education Program. "Feet Can Last a Lifetime". *A Health Care Provider's Guide to Preventing Diabetes Foot Problems*. November 2000. Available from: www.ndep.nih.gov/materials/pubs/feet/feet2001.pdf
- Mueller M.J. "Identifying patients with Diabetes Mellitus who are at risk for lower- extremity complications: use of semmes-weinstein monofilaments". *Physical Therapy*, 1996; 76 (1)
- Kloth L., McCulloch J., Feedar, J. *Wound Healing: alternatives in management*. Second Edition. USA: F.A. Davis Compay, 1997: 131, 252-53
- Frykber R., Lavery L., Pham H., Harvey C., Harkless L., Veves A. "Role of Neuropathy and High foot pressure in Diabetic Foot Ulceration". *Diabetes Care*, 1998; 21(10): 1.714-19
- Frykberg R. Diabetic foot ulcers: Pathogenesis and Management. *Am Fam Physician*, 2002; 66: 1655-62
- McGill M., Heng L., Molyneaux L., Yue D., Spencer R. "Possible sources of discrepancies in the use of the Semmes-Weinstein Monofilament. Impact on prevalence of insensate foot and workload requirements". *Diabetes Care*, 1999; 22: 598-602

28. Sangyeoup L., Hyeunho K., Sanghan C., Yongsoon P., Yunjin K., Byeungman C. "Clinical usefulness of the two-site Semmes-Weinstein Monofilament test for detecting Diabetic Peripheral Neuropathy". *Journal Korean of Medical Sciences*, 2003; 18: 103-7
29. Guyton G., Saltzman C. "The diabetic foot: Basic Mechanisms of Disease". *The Journal of Bone and Joint surgery*, 2001; 83 (7): 1084-96
30. *Monofilaments for evaluating sensory neuropathy*. 2004 july 28 (4 screens). Available from: www.cbi_pace.com/monofilaments.com
31. Health Resources and services administration. U.S. Department of Health and Human Services. Bureau of Primary health care. Developments in Sensibility Testing. 2004 january 29. (5 screens). Available from: http://bphc.hrsa.gov/nhdp/developments_in_Sensibility_Testing_RR.htm
32. Sosenko J., Howard B., Sparling Y., Lee E., Hu D., Welty T., Robbins D., Welty T. "Use of the Semmes-Weinstein Monofilament in Strong Heart Study. Risk factors for clinical neuropathy". *Diabetes Care*, 1999; 22(10): 1715-21
33. Leonard D., Farooqi M., Myers S. "Resoration of sensation, reduced pain, and improved balance in subjects with diabetic peripheral neuropathy". *Diabetes Care*, 2004; 27(1): 168-72
34. Dimitrakoudis D., Bril V. "Comparacion of sensory testing on different toe surfaces: Implications for neuropathy screening". *Neurology*, 2002; 59: 611-13
35. Booth J., Young M. "Differences in the performance of commercially available 10g monofilaments". *Diabetes Care*, 2000; 23 (7): 984-88
36. Adler A.I., Boyko E.J., Ahroni J.H., Smith D.G. "The lower-extremity amputation in diabetes. The independent effects of peripheral vascular disease, sensory neuropathy, and foot ulcers". *Diabetes Care*, 1999; 22: 1029-35
37. Shin J., Seong Y., Lee H., Kim S., Park J. "Foot Screening technique in a Diabetic Population". *Journal Korean Medical Sciences*, 1999; 15: 78-82
38. Pham H., Armstrong D.G., Harvey C., Harkless L.B., Giurini J.M., Veves A. "Screening techniques to identify people at high risk for diabetic foot ulceration". *Diabetes Care*, 2000; 23: 606-11
39. Fritz J., Wainner R. "Examining Diagnostic Tests: An Evidence-Based Perspective". *Physical Therapy*, 2001; 81(9): 1546-64
40. Van Brakel Khawas I., Singh K., Marleen K., Van Leerdam M., Drever W. "Intra and Inter-tester reliability of sensibility testing in Leprosy". *International Journal of Leprosy*, 1996; 64(3): 287-97
41. Anderson A., Croft R. "Reliability of Semmes-Weinstein monofilament and ballpoint sensory testing and voluntary muscle testing in Bangladesh". *Leprosy Review*, 1999; 70 (3): 305-13
42. Nagai Y., Sugiyama Y., Abe T., Nombra G. "4g Monofilament is clinically useful for detecting diabetic peripheral neuropathy". *Diabetes Care*, 2001; 24(1): 183-84
43. McGill M., Heng L., Molyneaux L., Yue D., Spencer R. "4g Monofilament is clinically useful for detecting diabetic peripheral neuropathy". *Diabetes Care*, 2001; 24(1): 184
44. Saltzman C., Rashid R., Hayes A., Fellner C., Fitzpatrick D., Klapach A., Frantz R., Hils S. "4.5 – gram Monofilament sensation Beneath Both First Metatarsal Heads indicates Protective Foot Sensation in Diabetic Patients". *Journal of Bone and Joint Surgery*, 2004; 86(4): 717-23