



Diagnóstico de deformidades podálicas para la prevención del pie diabético en la plataforma de marcha

Diagnosis of breech deformities to the prevention of diabetic foot on walking

Bárbara Yumila Noa Pelier¹  
Alexander Reyes Herrera¹ 
José Manuel Vila García² 

¹Centro Internacional de Restauración Neurológica. La Habana, Cuba.

²Centro de Investigaciones Médico-Quirúrgicas (CIMEQ). La Habana, Cuba.

Recibido: 26/11/2021
Aceptado: 26/1/2022

RESUMEN

Introducción: La diabetes mellitus es una de las principales causas de enfermedad crónica y pérdida de extremidades en todo el mundo. El pie diabético constituye una de las complicaciones crónicas más importantes de la diabetes mellitus. Múltiples son los factores de riesgo que predisponen a la aparición del mismo, entre ellos las deformidades podálicas. La Plataforma P-Walk forma parte del Laboratorio de Análisis del Movimiento, es una de las tecnologías más avanzadas en el campo de la rehabilitación, utilizada para el análisis y la evaluación del movimiento, a través de la medición estática y dinámica de las presiones plantares y las fuerzas del paso.

Métodos: Se realizó revisión bibliográfica mediante búsquedas electrónicas y en bibliotecas de revistas médicas nacionales y extranjeras indexadas en Scielo, Imbiomed y Pubmed; en un horizonte de 10 años en idioma español e inglés, así como revisiones de tesis de terminación de estudios y libros de textos con información relacionada con las deformidades podálicas y la aparición de pie diabético.

Conclusiones: La plataforma de marcha P-WALK, a través de la medición estática y dinámica de las presiones plantares y las fuerzas del paso, permite realizar un diagnóstico precoz de las deformidades podálicas y definir una estrategia de intervención eficaz y personalizada a cada paciente por parte de rehabilitación, que prevenga la aparición del pie diabético.

Palabras clave: deformidades podálicas; pie diabético; plataforma de marcha.



ABSTRACT

Introduction: Diabetes mellitus is one of the main causes of chronic disease and limb loss worldwide. The "diabetic foot" is one of the most important chronic complications of Diabetes Mellitus. Multiple risk factors predispose to the appearance of the same, including breech deformities. The P-Walk Platform is part of the Movement Analysis Laboratory is one of the most advanced technologies in the field of rehabilitation, used for the analysis and evaluation of movement, through the static and dynamic measurement of plantar pressures and the forces of the step.

Methods: Bibliographic review was carried out through electronic searches and libraries of national and foreign medical journals indexed in SciELO, Imbiomed and PubMed; in a horizon of 10 years in Spanish and English, as well as revisions of thesis of completion of studies and textbooks with information related to the breech deformities and the appearance of diabetic foot.

Conclusions: The P-WALK walking platform, through the static and dynamic measurement of plantar pressures and passage forces, allows an early diagnosis of the podic deformities and define an effective and personalized intervention strategy for each patient by rehabilitation, which prevents the onset of diabetic foot.

Keywords: breech deformities; diabetic foot; walking platform.

Introducción

La diabetes mellitus (DM) es definida, como un síndrome o conjunto de enfermedades caracterizadas por hiperglucemia crónica, causada por factores genéticos, epigenéticos y ambientales, que conducen a defectos en la secreción de insulina, de la acción de la insulina o a ambos.¹ La clasificación actual de la DM incluye tres tipos principales de diabetes: diabetes mellitus tipo1 (DM1), diabetes mellitus tipo 2 (DM2), diabetes gestacional; además de otros tipos específicos de diabetes.^{2,3}

El diagnóstico de DM, con excepción de la presencia de síntomas clínicos, se basa en pruebas analíticas de laboratorio, consistentes en valorar las cifras plasmáticas de la glucosa anormal en ayunas (glucemia basal en ayunas de 8 h ≥ 126 mg/dl; glucemia ≥ 200 mg/dl a las 2 horas de una prueba de tolerancia oral o, con síntomas de diabetes y glucemia aislada),^{1,4} así como, los niveles elevados de hemoglobina glicada o glicosilada o HbA1c (cifras entre 5,7 y 6,4 % sirven para el diagnóstico de prediabetes y cifras $\geq 6,5$ % se consideran diagnósticas).^{1,5}

La diabetes es una de las principales causas de enfermedad crónica y pérdida de extremidades en todo el mundo, además, afectan actualmente a 382 millones de personas. Se presume que, para el año 2035, el número de casos reportados se elevará a 592 millones. En efecto, esta enfermedad



ISSN: 1995-9427RNPS: 2162

<http://revcimeq.sld.cu/index.php/imq>

Vol. 14 No. 2 | 2022



afecta de manera desproporcionada, con más del 80% de las muertes por diabetes, esto se registra en países en vía de desarrollo.^{6,7}

Una de las consecuencias de padecer DM es que las personas con diabetes tienen un mayor riesgo potencial de desarrollar enfermedades y problemas de salud incapacitantes, invalidantes e incluso mortales, en comparación con las personas sin diabetes. Entre las complicaciones de mayor riesgo están los problemas con la mala circulación en los pies, como resultado del daño en los vasos sanguíneos. Estos problemas aumentan el riesgo de ulceración, infección y amputación.³

El pie diabético constituye una de las complicaciones crónicas más importantes de la diabetes mellitus. No hay un concepto específico certificado para definir el pie diabético, pero de manera general, los expertos lo definen, como la alteración clínica de origen neuropático e inducida por una situación de hiperglucemia mantenida, a la que se le puede añadir un proceso isquémico que, con desencadenante traumático, lo cual, va a producir lesión o ulceración del pie.⁸

En Cuba, el sistema nacional de salud permite brindar un elevado nivel de atención a la población, y han sido múltiples, prolongadas y bien dirigidas las acciones para prevenir esta complicación de la diabetes, con cuya atención y tratamiento están responsabilizados todos los trabajadores de la salud en los tres niveles de atención.

No obstante, a pesar de que se dispone de una amplia gama de conocimientos y equipos de avanzada, se siguen reportando casos con pie diabético, y de amputaciones, con su elevado costo económico, psicológico y social.⁹

Factores de riesgo

Existen varios factores de riesgo que influyen en la génesis de las úlceras del pie diabético. Algunos de ellos se describen a continuación.

La neuropatía

Cuando los pacientes diabéticos, son de larga evolución, y además presentan un mal control metabólico, en efecto, tienen una afectación de la inervación sensitivo-motora. En consecuencia, las fibras de pequeño tamaño son las primeras en lesionarse, lo que, a su vez, produce una pérdida de sensibilidad al dolor y térmica. Luego, también se lesionan las fibras de mayor tamaño, lo cual ocasiona la pérdida de la sensibilidad vibratoria y superficial; Esto conlleva, que se provoquen lesiones en los pies, los cuales son ocasionados por traumatismos o cuerpos extraños. Además, para tener en cuenta, que el riesgo de desarrollar una úlcera plantar es siete veces mayor, si existe neuropatía.¹⁰



La vasculopatía

En efecto, la enfermedad vascular periférica es la causante de que se produzca una isquemia a nivel de los miembros inferiores, esto se debe a que no existe un riego sanguíneo adecuado, lo que, a su vez, dificulta la cicatrización y fomenta la posibilidad de padecer una infección.¹¹

Edad avanzada y tiempo de evolución de la diabetes

Generalmente, afecta a la población con diabetes mellitus entre 45-65 años de edad, además, la prevalencia aumenta de forma considerable a partir de los 55 años. Otro factor importante, en el desarrollo de las úlceras, es el tiempo de evolución de la diabetes; Por ejemplo, un paciente que lleva más de 10 años diagnosticado con Diabetes Mellitus, tiene mayor riesgo de desarrollar pie diabético en comparación con otro paciente con cinco años de evolución.¹²

Neuropatía y enfermedad vascular periférica

En efecto, son las principales causas del pie diabético. Además, se asocia con la dificultad para la cicatrización de estas heridas, haciendo que las úlceras, aumenten de tamaño y finalmente se infecten.^{13,14}

Obesidad

Generalmente, el exceso de peso, genera alteración biomecánica corporal y músculo-esquelética, modificando la distribución del peso en los pies, lo cual posibilita la creación de zonas de mayor presión; por lo que se asocia a la formación de úlceras.^{13,14}

Tabaquismo

El tabaquismo, en efecto, es un factor de riesgo importante para el desarrollo del pie de diabético; Además es causante de un factor importante para la aparición de complicaciones macrovasculares, microvasculares y neuropáticas.¹²

Mal control metabólico

La hiperglucemia mantenida, viene determinada por un mal control metabólico o una mala adherencia terapéutica, además, tiene gran importancia en muchas de las complicaciones propias de la diabetes, entre las que se encuentra el pie diabético.¹²



Movilidad articular disminuida

La movilidad articular reducida es un factor importante para el desarrollo de úlceras en los pies. En efecto, la intervención quirúrgica ortopédica, puede solucionar el problema, mejorando la movilidad y disminuyendo el riesgo de ulceración.⁸

Deformidades podálicas

Las deformidades podálicas, requieren cuidados más específicos e incluso ser vistos por un especialista, ya que estudios indican que las deformidades podálicas son responsables hasta del 40, 3% de los casos y que los afectados con neuropatía y limitación de la movilidad articular, tienen un riesgo 12 veces mayor de padecer ulceraciones en los pies.¹⁵

Uso de calzado inadecuado

El uso de un calzado inadecuado es un factor importante para la aparición de úlceras en el pie diabético, ya que este puede ejercer puntos de presión durante tiempos prolongados provocando la aparición de úlceras en los pies.¹⁵

Higiene deficiente en los pies

La correcta higiene de los pies, evitará la aparición de úlceras en el mismo. Cabe recalcar que, esta información debe ser proporcionada por el personal de salud a todos los pacientes con diabetes mellitus y que posean factores de riesgos para pie diabético.¹⁵

Falta de educación diabetológica

Así mismo, el profesional sanitario es quien debe informar al paciente en la adquisición de los conocimientos adecuados para el autocuidado. Además, de recalcar la importancia de la realización de las pruebas pertinentes, para hacer un diagnóstico precoz de las complicaciones que puedan ir apareciendo.¹⁵

Nivel socioeconómico bajo

Actualmente, la incidencia y prevalencia de pie diabético se da justamente en los pacientes de condiciones socioeconómicas bajas, es decir, que esta condición, es un factor de riesgo importante



en la aparición de úlceras en los pies. Esto se debe a que la mayoría de los pacientes no presentan un conocimiento adecuado para el autocuidado, además, de no disponer de medios económicos para mantener una higiene adecuada o utilizar un calzado indicado para evitar el pie diabético.¹²

Sobre el pie diabético

La Organización Mundial de la Salud define al pie diabético, como la infección, ulceración y destrucción de tejidos profundos de la extremidad inferior, asociados con alteraciones neurológicas y diversos grados de enfermedad vascular periférica.¹⁶ Sin embargo, la prevalencia de úlceras de pie en la población diabética es 4 % - 10 %.¹⁷ Además, esta condición es más frecuente en pacientes mayores.¹⁷ Actualmente, se estima que el riesgo de presentar esta complicación a lo largo de la vida es de un 15 %.^{17,18}

Se estima que, la mayoría de las úlceras de pie sanarán, mientras 10 % - 15 % de ellas permanecerán activas, de y, que 5 % - 24 % de ellas llevarán finalmente a una amputación, luego de un periodo de seis a dieciocho meses después de la primera evaluación.¹⁷ Así mismo, las heridas de origen neuropático tienen mayor tendencia a curar pasado un período de 20 semanas, además, las úlceras neuro-isquémicas tardan más en sanar y generalmente llevan con mayor frecuencia a la amputación.¹⁹

Las diferentes deformidades podálicas pueden presentarse de forma aislada o combinada, y afectar parcialmente a uno o varios dedos, o, de forma global, a todo el pie. Todas las formas de presentación, pueden recibir intervención precoz para evitar la aparición de una úlcera.

La alteración podálica más frecuente en la población diabética son los dedos en martillo y aunque se menciona en toda la literatura consultada como una de las alteraciones podálicas que puede facilitar la aparición de lesiones ulcerosas en los pies sola o en conjunción con las alteraciones de la marcha no se especifica en estos trabajos su frecuencia de aparición en las diferentes poblaciones, en las que aparece integrada dentro de las deformidades en su conjunto, por lo que no se le puede comparar por sí sola.^{20,21}

Múltiples estudios han examinado las presiones plantares en sujetos con DM con deformidades de los dedos en comparación con la población general. Los resultados evidencian un aumento de la presión en el antepie y en el retropie. En estas personas se produce una transferencia de descarga de la región proximal a la distal del antepie, con presiones plantares anormalmente elevadas en las cabezas metatarsiales, y adelgazamiento de la almohadilla grasa plantar, lo cual disminuye su capacidad de reducir las presiones en esas zonas, y es, probablemente, lo que aumenta el riesgo de ulceración. Por tanto, esta deformidad constituye un factor de riesgo de úlcera de pie diabético.^{22,23}

El equipo o hardware P-WALK está compuesto por múltiples plataformas de presión sensorizadas y un software llamado G-estudio que permite hacer diferentes análisis de la baropodometría (baro-



ISSN: 1995-9427RNPS: 2162

<http://revcimeq.sld.cu/index.php/imq>

Vol. 14 No. 2 | 2022



de presión, podo-de pie y metría de mediciones, medidas de las presiones plantares). Esta tecnología se basa en protocolos que han sido validados por la comunidad científica internacional que incluye datos normativos de sujetos sanos para una comparación automática de los parámetros adquiridos, lo que permite un resultado visual inmediato que muestra la diferencia entre el paciente y el promedio.^{24,25,26}

Las mediciones estáticas y dinámicas permiten evaluar y analizar problemas posturales de las diferentes patologías relacionadas con la estática, el equilibrio y los trastornos de la marcha, anomalías de carga y déficits musculares, y la influencia que sobre la marcha tienen las diferentes deformidades de los pies, o sea, nos permite hacer valoraciones desde el punto de vista establiométrico, de las presiones plantares y las fuerzas del paso requerido para realizar un diagnóstico o definir una estrategia de entrenamiento, según el patrón objetivado.^{24,27,28,29}

Las plataformas de marcha son sistemas de análisis estático y dinámico que permiten medir las fuerzas que el pie ejerce sobre el plano de apoyo en bipedestación, durante la marcha, la carrera o el salto. Estas técnicas tienen su fundamento en la tercera ley de Newton -principio de acción-reacción- que dice que puede obtenerse el valor de una fuerza externa ejercida sobre una superficie al hallar la fuerza que origina, igual en magnitud y dirección, pero de sentido contrario. Toda fuerza aplicada sobre la plataforma dinamométrica producirá una señal eléctrica proporcional a la fuerza que se haya aplicado y que se proyectará en los tres ejes del espacio (x, y, z).²⁹

En la rehabilitación multifactorial intensiva que se aplica en el CIREN estos procesos de precisión, validez, viabilidad y sensibilidad a los cambios clínicos se dan de manera ordenada debido a que la profesión ha aplicado el método científico en su práctica profesional, de su papel dentro de la sociedad cubana y de su objeto de estudio. No obstante, algunos parámetros que se estudian en el paciente neurológico, como las pruebas motoras básicas, fundamentalmente el análisis de la dinámica de la marcha, no incluyen algunos parámetros cuantitativos importantes. Sin embargo, la utilización de la plataforma P- WALK permite un estudio de la cinética y dinámica de la marcha más específico, valorando múltiples parámetros (velocidad y aceleración del movimiento, orientación espacial, longitud y duración del paso o zancada, duración y forma de apoyo, alternancia de pasos, etc.), que permiten un enfoque distinto del tratamiento Multifactorial Intensivo, según el patrón objetivado.

Por todo ello, el objetivo de investigación fue desarrollar los conocimientos acerca de la utilidad de la plataforma de marcha en el diagnóstico precoz de las deformidades podálicas que predisponen a la aparición del pie diabético.



Métodos

Para realizar este artículo se accedió al Localizador de Información en Salud (LIS) ubicado en el portal de Medicina de Rehabilitación Cubana en Infomed. Se realizó una revisión bibliográfica, mediante búsqueda electrónica y en bibliotecas de revistas médicas nacionales y extranjeras indexadas en Scielo, Imbiomed y Pubmed en un horizonte de 10 años en idioma español e inglés. Además, se revisaron tesis de terminación de estudios y libros de textos donde se había publicado información relacionada con deformidades podálicas y pie diabético, plataforma de marcha y deformidades podálicas. Para la búsqueda se utilizaron como palabras clave: deformidades podálicas, pie diabético, plataforma de marcha, prevención de salud.

Desarrollo

Para la población general, la mayoría de las deformidades podálicas carecen de gran trascendencia y desean su corrección solo con fines estéticos; sin embargo, en las personas con DM estas podrían desencadenar complicaciones severas, si no son identificadas y tratadas correctamente en estadios tempranos.³⁰ Aunque por lo general estas personas no suelen acudir a consulta por las deformidades de sus pies, con frecuencia el motivo de la visita médica se relaciona con la repercusión a distancia que estas pueden provocar.³⁰

Los servicios de rehabilitación integral en la comunidad constituyen un escenario importante en la identificación y tratamiento de estas deformidades, con el objetivo de prevenir el desarrollo de úlceras por pie diabético. Los nuevos conceptos del pie diabético lo enfocan desde el pie de riesgo, cuando aún es posible la prevención y no esperar a la aparición de la primera úlcera.

Las deformidades podálicas pueden anteceder a la aparición de la neuropatía diabética, o aparecer y progresar, de flexibles a rígidas como consecuencia de esta última, con un incremento del riesgo de ulceración. Se plantea que las personas con neuropatía diabética, pero sin deformidades podálicas o antecedentes de úlcera, tienen un riesgo 1,7 veces mayor de ulceración, cuando se comparan con aquellos sin afectación neuropática. Sin embargo, los afectados con neuropatía y limitación de la movilidad articular, tienen un riesgo 12,1 veces mayor, mientras que, en los sujetos con DM con antecedentes de ulceración o amputación, el riesgo de una nueva ulceración es de 36,4.³⁰

Una vez que aparece la deformidad podálica, la evolución hacia la ulceración ha sido bien documentada;³¹ sin embargo, la relación entre la DM y la aparición de la deformidad, mantiene ciertos aspectos desconocidos. La hiperglucemia crónica provoca glucosilación de las proteínas en las articulaciones y tejidos blandos, con engrosamiento y rigidez de las estructuras capsulares y de los ligamentos, lo cual favorece la aparición de estas deformidades. Múltiples teorías intentan explicar por qué se desarrollan con más frecuencia las deformidades en los dedos de personas con DM. La causa más ampliamente aceptada es la debilidad y la atrofia de la musculatura



ISSN: 1995-9427RNPS: 2162

<http://revcimeq.sld.cu/index.php/imq>

Vol. 14 No. 2 | 2022



intrínseca del pie causada por la neuropatía motora.³² Cuando los músculos intrínsecos están atróficos y son dominados por los extrínsecos, se pierde la acción estabilizadora, y aparecen las deformidades de los dedos, aunque son pocos los estudios experimentales que lo demuestren.^{33,34}

A partir de estos resultados, se puede inferir que la atrofia de la musculatura intrínseca contribuye a la aparición de estas deformidades, pero no de una forma exclusiva como se creía, y sugiere una naturaleza más compleja, con otros factores anatómicos y funcionales predisponentes. Si bien la neuropatía motora produce consecuencias en la estabilidad postural, no necesariamente parece estar implicada, de forma causal, en la aparición de las deformidades del pie.³⁵

Por su parte, la neuropatía sensitiva con ausencia de la sensibilidad protectora del pie, provoca que las condiciones de estrés y los microtraumas repetitivos no sean percibidos normalmente, y se forman callosidades como una respuesta fisiológica. A su vez, el callo funciona como un cuerpo extraño superficial, e incrementa aún más la presión, y así resulta la base de una futura úlcera precedida con frecuencia por una hemorragia hipodérmica, o como resultado de factores extrínsecos. La ruta crítica usualmente observada en personas con DM, es un pie con neuropatía, deformidad, hiperqueratosis, trauma y ulceración.³⁶

Medidas generales y preventivas

Estas deformidades tienen un carácter discapacitante cuando progresan hacia la rigidez permanente, por lo que la detección temprana y la indicación terapéutica adecuada evitarán que se conviertan en la base de una futura úlcera en el pie de un diabético. Las estrategias terapéuticas pueden ser conservadoras o quirúrgicas, y dependerán de múltiples factores, como son: la edad, la sintomatología y la fase evolutiva en la que se encuentre la deformidad. Todos los pacientes deben recibir inicialmente medidas conservadoras, y valorar posteriormente la indicación de procedimientos quirúrgicos preventivos. Las estrategias conservadoras son las más usadas; sin embargo, la evidencia actual sobre la efectividad del tratamiento conservador en las deformidades podálicas es limitada. La mayoría de los estudios solo informan buenos resultados con la cirugía.³⁰

Es importante inspeccionar el tipo de calzado que usa la persona con DM, y se le orientarán zapatos adecuados de puntera ancha, de dorso alto, con hebilla o cordones que no compriman el pie, y un talón menor de 3 cm de alto.

Tratamiento rehabilitador

El tratamiento rehabilitador dependerá de las características clínicas del paciente y el estadio evolutivo del proceso. Los objetivos fundamentales están dirigidos a:³⁷



- Aliviar el dolor
- Reducir la inflamación
- Prevenir la aparición de rigidez y contracturas
- Mantener los rangos de movimiento articulares
- Prevenir la atrofia muscular
- Mantener la fuerza muscular
- Corrección adecuada de la postura
- Mejorar la estabilidad de la articulación
- Hacer más eficaz y segura la marcha

Antes de establecer una estrategia de tratamiento, el análisis completo de la postura y biomecánica, ayuda al equipo de especialistas a evaluar qué tipo de terapia emplear:

En lesiones o enfermedades ortopédicas, para maximizar la recuperación funcional, prevenir las sobrecargas de los componentes protésicos y evitar las alteraciones y complicaciones posturales. Además, los parámetros de la marcha apoyan la evaluación del tratamiento de la artroplastia de rodilla; en pacientes diabéticos un análisis de las presiones plantares es fundamental para prevenir o corregir actitudes que facilitarían la ulceración del pie; inducir cambios en la estrategia motora en sujetos de edad avanzada para prevenir lesiones relacionadas con la caída.²⁴

En el campo neurológico, los parámetros de la marcha se adoptan como información útil para planificar la rehabilitación de la marcha del sujeto hemiparético, que se caracteriza por la reducción de la velocidad, la cadencia y la longitud del paso, asimetría en las diferentes fases del paso y un aumento en el gasto de energía. En la enfermedad de párkinson, los parámetros de la marcha espacial-temporal son indicadores de la eficacia del tratamiento de rehabilitación. Se ha demostrado en la literatura que en pacientes ancianos muestran diferencias en los valores medios de algunos parámetros de la marcha, en comparación con los valores de referencia (como la velocidad y la longitud reducida de la zancada y un mayor tiempo de soporte doble) se asocian con el miedo a caerse y son el resultado de una adaptación a un patrón de marcha que busca un enfoque más seguro para caminar.²⁴

En general, el análisis cuantitativo del movimiento y la postura es una herramienta importante para la evaluación clínica porque permite:

- Definir el nivel de limitación funcional y discapacidad consecuente a la patología y su evolución con el crecimiento y / o envejecimiento de la materia.²⁸
- Identificar estrategias terapéuticas y de rehabilitación adecuados para cada condición del paciente.²⁸
- Evaluar y cuantificar los efectos de los diferentes tratamientos y monitorear estos efectos a tiempo.²⁸



Aplicaciones y características de la plataforma P- WALK

Análisis de la estática

El análisis estático permite medir los parámetros de las presiones plantares como: la baropodometría, la tipología del pie, el apoyo de las diferentes áreas del pie y el baricentro.²⁵

Análisis de la dinámica

El análisis dinámico muestra la adquisición de la secuencia de los pasos y esto permite definir: los parámetros espacio-temporales como: la baropodometría dinámica, los pasos por defecto, el apoyo de las diferentes áreas del pie pero de forma dinámica, la tipología del pie dinámica y el G-Sensor.

Las variables de la estática

La baropodometría proporciona información sobre las descarga de peso, distribución de presiones plantares (máxima presión, presión media de superficie, porciento de descarga), los puntos rojos indican las zonas de máxima presión, o sea, proporciona información cuantitativa sobre el soporte plantar para la individualización de sobrecargas, rotaciones y asimetrías posturales.²⁵

La tipología del pie

Indica las tres zonas del pie: el ante pié, el medio pié y el retro pié, qué por ciento del pie se apoya más, nos brinda información sobre el defecto y el tipo de pie que tiene el paciente, según la presión plantar que puede ser: el arco del pie muy alto, ligeramente alto, normal, pie ligeramente plano, pie plano o pie muy plano, etc.²⁵

Áreas del pie

Brinda información sobre el por ciento del apoyo de los dedos del pie, los cinco metatarsianos, el talón lateral, el talón medio y el talón interno, el porciento de superficie, el porciento de fuerza, las máximas presiones y la presión media del área de apoyo del pie derecho y del pie izquierdo.²⁵

Estabiliométrica o baricentro

Permite la evaluación del nivel de equilibrio del sujeto midiendo la posición COP (centro de presión) y la cuantificación de su oscilación postural mientras está en posición de pie. Nos indica el baricentro del pie izquierdo, el baricentro del cuerpo, el baricentro del pie derecho y la zona del baricentro, o



sea, como oscila el cuerpo hacia adelante, hacia los laterales, hacia atrás, permite la evaluación de interferencias oculomotoras, vestibulares, oclusales y propioceptivas.²⁵

Las variables de la dinámica

Baropodometría dinámica: permite conocer la presión de la frecuencia de los pasos, la curva de los baricentros y ángulos en que se apoyan los pies, la curva de fuerza y tiempo de cada paso, nos indica la definición de los pasos, la presión media de los pasos desde el primer paso hasta el último paso que se cuantificó, tiempo de un apoyo, tiempo de doble apoyo, duración del ciclo del paso, velocidad de cada paso.²⁶

Pasos por defecto: muestra la presión máxima, presión media, e integra la presión por tiempo de cada paso, como se desarrolló el paso y característica del paso de forma dinámica.²⁶

Áreas del pie dinámica nos indica cómo se comportó la presión plantar en las distintas áreas del pie durante la marcha, o sea, el apoyo de los dedos del pie, los cinco metatarsianos, el talón lateral, el talón medio y el talón interno.²⁶

Tipología del pie dinámica nos permite conocer cómo se comportan las áreas del pie durante la marcha, o sea, el ante pié, el medio pié y el retro pié, qué por ciento del pie descarga más y cómo se comporta el tipo de pie, que puede resultar distinto que en el análisis estático.²⁶

G-Sensor permite un estudio de la cinética y dinámica de la marcha que incluye parámetros de tiempo y distancia de marcha, variaciones en ángulos de articulación, fuerzas de reacción en contacto con el suelo, índice de desviación de la marcha, velocidad y aceleración del movimiento, orientación espacial, longitud y duración del paso o zancada, duración y forma de apoyo, alternancia de pasos, duración de la fase de apoyo, duración de la fase de oscilación etc.²⁷

Conclusiones

Las deformidades podálicas son muy frecuentes en las personas con Diabetes Mellitus, su identificación temprana y tratamiento adecuado es crucial para evitar la formación de una úlcera de pie diabético y futuras amputaciones. La plataforma de marcha P-WALK, a través de la medición estática y dinámica de las presiones plantares y las fuerzas del paso, permite realizar un diagnóstico precoz de las deformidades podálicas y definir una estrategia de intervención eficaz y personalizada a cada paciente por parte de rehabilitación.



Referencias bibliográficas

1. American Diabetes Association (ADA). Standards of medical care in diabetes 2015: Summary of Revisions. *Diabetes Care*. 2015; 38 (Suppl):S4. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2337/dc15-S003>
2. Thomas CC, Philipson LH. Update on diabetes classification. *Med Clin North Am*. 2015; 99(1):1-16. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1016/j.mcna.2014.08.015>
3. Couselo-Fernández I, Rumbo-Prieto JM. Riesgo de pie diabético y déficit de autocuidados en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2. *Enfermería Universitaria*. Vol.15. Núm 1. Enero-Marzo 2018. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22201/eneo.23958421e.2018.1.62902>.
4. Zhang X, Gregg EW, Williamson DF, et al. A1c level and future risk of diabetes: a systematic review. *Diabetes Care*. 2010; 33(7):1665-73. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2337/dc09-1939>
5. Nakagami T, Tajima N, Oizumi T, et al. Hemoglobin A1c in predicting progression to diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. 2010; 87(1):126-31. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2009.11.001>
6. Hingorani A, LaMuraglia G.M, Henke P, et al. The management of diabetic foot: A clinical practice guideline by the Society for Vascular Surgery in collaboration with the American Podiatric Medical Association and the Society for Vascular Medicine. *JVS*. 2016 Feb; 63 (2): 3S-21S.
7. American Diabetes Association (ADA). Pie diabético: diagnóstico y tratamiento. Guías 2016.
8. Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular; 2013. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-angiologia-294-articulo-registro-actividades-sociedad-espanola-angiologia-S0003317015000784>
9. Álvarez Seijas E, Mena Bouza C, FagetCepero O, Conesa González AI, Domínguez Alonso E. El pie de riesgo de acuerdo con su estratificación en pacientes con diabetes mellitus. *Revista Cubana de Endocrinología* 2015;26(2):158-171. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532015000200006
10. Armstrong D, Holtz-Neiderer K, Wendel C, Mohler J, Kimbriel H, Lavery L. Skin temperature monitoring reduces the risk for diabetic foot ulceration in highrisk patients. *The american journal of medicine*.2017; 120: 1042-1046. Disponible en: <https://books.google.com/cu/books>
11. Tizón Bouza E, et al. Atención de Enfermería en la prevención y cuidados del pie diabético. *Aten Prim* 2014; 34 (5): 263-71.



ISSN: 1995-9427RNPS: 2162

<http://revcimeq.sld.cu/index.php/imq>

Vol. 14 No. 2 | 2022

12. Ibarra J. Descripción clínica de las lesiones del pie diabético crítico. Clínica Renal de la Costa. Barranquilla (Atlántico); 2013.
13. American Diabetes Association. Clinical Practice Recommendations Foot Care in patients with diabetes mellitus. Diabetes 2014; 20 (1).
14. PedrosaHc, LemeAp, Novaes C, Saigg A, Sena F, Goes E, Coutinho Am, Carvalho Junior Wb, BoultonAjm. El pie y la diabetes. Hora de actuar. Federación Internacional de Diabetes; 2015.
15. Roldan A, Gonzales A, Armans E, Serra N. Consenso sobre úlceras vasculares y pie diabético de la asociación española de enfermería vascular. Asociación española de enfermería vascular. 2014; 1: 7- 26.
16. Organización Mundial de la Salud, 2016. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/253119/WHO-CCU-16.04-spa.pdf;jsessionid=6A6B44C4B37AA427D77BEE7E0742626E?sequence=1>
17. Alexiadou K, Doupis J. Management of diabetic foot ulcers. Diabetes Ther 2014;3:4.
18. Lauterbach S, Kostev K, Kohlmann T. Prevalence of diabetic foot syndrome and its risk factors in the UK. J Wound Care 2015; 19:333–7
19. Katsilambros N, Dounis E, Makrilakis K, Tentolouris N, Tsapogas P. Atlas of the diabetic foot. 2nd ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2015.
20. Eduardo Álvarez Seijas, Mena Bouza K, Faget Cepero O, Conesa González AI, Domínguez Alonso E. El pie de riesgo de acuerdo con su estratificación en pacientes con diabetes mellitus. Revista Cubana de Endocrinología 2015;26(2):158-171.
21. Guzmán Cayado M, Barreto Cruz T, Casanueva Cabeza MF, Pérez Chil JC. Algunos factores clínicos de riesgo de amputación en un grupo de diabéticos del municipio Artemisa. Rev Cubana InvestBioméd [serie en Internet]. 2006 [citado 2 de julio de 2014]; 25(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002006000100008&lng=es
22. Kanade R, van Deursen R, Price P, Harding K. Risk of plantar ulceration in diabetic patients with single-leg amputation. Clinicalbiomechanics. 2016; 21: 306–313.
23. Rivero F, Vejerano P, González F. Clasificación actualizada de los factores de riesgo del pie diabético. Archivo Médico de Camagüey. 2015; 9:1025 – 1055.
24. BTS GAITLAB. Solución completa para el análisis de marcha clínica multifactorial.BTS Commercial Partner Network. WWW.BTSBIOMEDICAL.COM



ISSN: 1995-9427RNPS: 2162

<http://revcimeq.sld.cu/index.php/imq>

Vol. 14 No. 2 | 2022

25. BTS G SPORT. Manual de uso. Versión en inglés 1.0.0. Document Number: ERGSN-01183-00. Published: January 2014 Copyright © 2000-2014 BTS SpA. All Rights Reserved. Disponible en: www.btsbioengineering.cominfo@btsbioengineering.com
26. BTS G WALK. Manual de uso. Versión en inglés 3.0.0. Document Number: ERGSN-01133-02. Published: September 2014. Copyright © 2000-2014 BTS SpA. All Rights Reserved. Disponible en: www.btsbioengineering.cominfo@btsbioengineering.com
27. BTS G-SENSOR. Manual de uso. Versión en inglés 1.0.0. Document Number: ERGS2-01271-00. Published: December 2014. Copyright © 2000-2014 BTS SpA. All Rights Reserved. Disponible en: www.btsbioengineering.cominfo@btsbioengineering.com
28. BTS GAITPOSTURE. Postura estática y dinámica: soluciones de evaluación integradas. Disponible en: info@bts.itwww.btsbiomedical.com
29. Collado Vázquez S. Plataformas dinamométricas. Aplicaciones. Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud, Vol. 3- año 2005. Villanueva de la Cañada (Madrid). ISSN: 1696-8077.
30. Estévez Perera A, García García Y, Licea Puig ME, Fundora AA, Álvarez Delgado H. Identificación de las deformidades podálicas en personas con diabetes mellitus, una estrategia para prevenir amputaciones. Revista Cubana de Endocrinología 2013;24(2):297-313
31. Van Schif AHM, Vermigli C, Carrington AL, Boulton A. Muscle weakness and deformities in diabetes. Relationship to neuropathy and foot ulceration in Caucasian diabetic men. Diabetes Care. 2004;27:1668-73.
32. Greenman RL, Khaodhiar L, Lima C, Dinh T, Giurini JM, Veves A. Foot Small Muscle Atrophy Is Present Before the Detection of Clinical Neuropathy. Diabetes Care. 2005;28:1425-30.
33. Brownlee M. Glycation products and the pathogenesis of diabetic complications. Diabetes Care. 1992;15:1835-43.
34. Bus SA, Yang QX, Wang JH, Smith MB, Wunderlich R, Cavanagh PR. Intrinsic muscle atrophy and toe deformity in the diabetic neuropathic foot. A magnetic resonance imaging study. Diabetes Care. 2002;25:1444-50.
35. Sanz-Corbalán I, Lázaro-Martínez JL, García-Morales E, Aragón-Sánchez J, Carabantes-Alarcón D, García-Álvarez Y. Relationship of limited joint mobility and foot deformities with neurological examination in patients with diabetes. ExpClinEndocrinol Diabetes. 2013;21:239-43.
36. Formosa C, Gatt A, Chockalingam N. The importance of clinical biomechanical assessment of foot deformity and joint mobility in people living with type-2 diabetes within a primary care setting. Prim Care Diabetes. 2013;7:45-50.



ISSN: 1995-9427RNPS: 2162

<http://revcimeq.sld.cu/index.php/imq>

Vol. 14 No. 2 | 2022



37. Martín Cordero JE. Agentes físicos terapéuticos. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2008.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Bárbara Yumila Noa Pelier: búsqueda bibliográfica, metodología, revisión final del manuscrito.

Alexander Reyes Herrera: búsqueda bibliográfica, traducción del resumen al inglés.

José Manuel Vila García: búsqueda bibliográfica, revisión final del manuscrito.