

El examen biomecánico mediante plataformas baropodométricas

The biomechanic examination using barometrics platforms

Luca AVAGNINA

Licenciado en Podología. Posturologo.

Correspondencia:
Via Carli 11. San Remo. Italia.

Fecha de recepción: 31 julio 2006
Fecha de aceptación: 11 de septiembre 2006

RESUMEN

Las plataformas baropodométricas representan un método fiable y cuantificable para el estudio de la marcha humana y para la ayuda al diagnóstico de ciertas alteraciones morfo-funcionales y biomecánicas en el miembro inferior. No obstante, no representan un método, que por si mismo pueda ser capaz de establecer un diagnóstico clínico patológico del aparato locomotor y/o del pie. Sin embargo, su utilización como complemento a otras técnicas diagnósticas y de exploración si que resulta de gran utilidad a la hora de llevar a cabo un diagnóstico certero en patología del pie. En el artículo se expone de manera clara y sencilla el fundamento de la podobarometría y su aplicación en el campo de la Podología.

Palabras clave: Plataforma baropodométrica. Biomecánica. Presiones plantares.

ABSTRACT:

The podobarometrics platforms represent a trustworthy and quantifiable method for the study of the human gait and for the aid to the diagnosis of certain anatomical, functional and biomechanics alterations in the lower limb. However, they do not represent a method, that by itself can be able to establish a pathological clinical diagnosis of the locomotive apparatus and/or the foot. Nevertheless, its use as complement to other techniques of diagnosis and exploration is very useful at the time of carrying out an accurate diagnosis in pathology of the foot. In this article we exposes a clear and simple way to understand the podobarométrics methodology and its application in the field of the Podyatry.

Key words: Podobarometric platform. Biomechanics. Plantar presures.

INTRODUCCIÓN

El empleo de una plataforma de presiones como medio de diagnóstico podológico no puede resultar significativo si no es en el contexto de un sistema de análisis deductivo. La gran variedad de técnicas de examen aumenta la dificultad establecer un protocolo fijo de estudio o de exploración de los pacientes. No debemos olvidar el objetivo de cada examen, que ha de ser individualizado y personalizado, debiendo de integrar todos los resultados de distintas observaciones para poder llegar a un diagnóstico completo que integre toda la información y datos de los distintos análisis.

La plataforma de presión, permite el análisis de la función del pie tanto en estática como en dinámica, es decir en carga y en la fase de propulsión. La valoración del desarrollo del paso sobre los sensores permitirá apreciar el comportamiento de la huella plantar en dinámica y mediante la filmación en vídeo informatizado del movimiento del miembro inferior podremos aplicar los conocimientos biomecánicos para poder llegar al diagnóstico puntual en cada situación.

El diagnóstico a través de la plataforma se basa, en la interpretación de las curvas en dinámica. El ordenador calculará las variaciones de presiones en el espacio y en el tiempo, pero la evidencia de compensaciones articulares y musculares solamente será evidenciada mediante otros exámenes como la goniometría, el análisis de la imagen en vídeo y mediante un buen conocimiento de la biomecánica corporal.

En este artículo lo que se pretende es poner las primeras bases necesarias para la interpretación del análisis dinámico sobre una plataforma podobarométrica, pero no quiere dar bajo ningún concepto, la idea de que, por la adquisición de una plataforma se puedan realizar diagnósticos de ningún tipo.

Por tanto es fundamental poseer una buena formación en biomecánica para utilizar este aparato dentro de un protocolo lógico que permitirá valorar los movimientos y las compensaciones del miembro inferior (pie, rodilla y pierna). Evidentemente, el análisis de estructuras superiores precisará de exámenes y observaciones complementarias. Todo el conjunto de información y factores complicarán la interpretación de los datos.

Otro de los objetivos que se plantean con la utilización de la plataforma podobarométrica es el poder conseguir información cuantificable que nos permita extrapolar datos para poder abordar a los pacientes desde un punto de vista multidisciplinar y aumentar el intercambio de información entre profesionales de distinto tipo.

¿QUÉ ES UNA PLATAFORMA DE FUERZA?

La plataforma de fuerza es una “alfombra” constituida por una multitud de sensores que registran, al momento del paso del pie, una fuerza, una superficie y un tiempo de apoyo. Estos tres factores permiten, por lo tanto analizar el conjunto de los movimientos del miembro inferior y de entender el origen mecánico de los síntomas descritos por el paciente. La realización de este diagnóstico se realiza en dos etapas:

1. Por una segmentación de las distintas partes del pie.
2. Por una comparación entre el pie derecho y el pie izquierdo.

Es inútil investigar un patrón de referencia “normal” común a todos los pacientes, ya que la mecánica de cada individuo nace de la función propia de cada pie.

¿QUÉ SIGNIFICAN FUERZA Y PRESIÓN?

Cuando el pie efectúa un paso sobre la plataforma, el ordenador registra la fuerza generada por el aplastamiento del pie sobre ella, estimulando los sensores y captando los tiempos de paso sobre la plataforma. La relación entre fuerza y superficie de apoyo, permite pues el cálculo de la presión del pie, siendo la superficie inversamente proporcional a la fuerza que ejerce el peso del cuerpo.

La plataforma muestra, por lo tanto, diferencias en el reparto de las presiones, mostrando unas zonas más solicitadas que otras. Siendo la fuerza el resultante del peso del cuerpo sobre el pie, podemos considerar tal fuerza como una constante. En efecto, las zonas coloreadas en rojo demuestran una superficie de apoyo más pequeña. Recordemos que las zonas de talón y antepie son las más solicitadas en carga. El calcáneo y las cabezas de los metatarsianos representan una superficie reducida en relación al conjunto del pie. Por tanto es normal que haya más sollicitación en ellas, que en otras zonas del pie.

¿QUÉ REPRESENTA LA HIPERPRESIÓN?

Cuando el ordenador determina la presión global, realiza una búsqueda de las zonas donde la presión es mayor y las colorea en rojo. Salvo alguna rara excepción, generalmente aparecen en rojo las cabezas metatarsales, el talón y el primer dedo. Estas zonas de hiperpresión varían en dinámica con respecto a la estática. El empleo de la plataforma en dinámica permite valorar el movimiento del pie en relación a la evolución de la fuerza en el tiempo y no sólo a la presión.

¿QUÉ MOVIMIENTOS PODEMOS ANALIZAR SOBRE LA PLATAFORMA?

La función del pie es la de soportar el peso del cuerpo y trasladar las cargas para conseguir la deambulación. La carga del peso corporal necesita por un lado, de una buena estabilidad y flexibilidad del pie que tiene que adaptarse a las irregularidades del terreno, y por otro lado, la propulsión del peso del cuerpo necesita la estabilidad de las estructuras óseas para asegurar a la musculatura flexora un punto de inserción estable.

El pie utiliza dos planos de movimiento, uno es el plano sagital que permite la rotación alrededor del tobillo, la carga de las articulaciones metatarso-falángeas para asegurar la desaceleración y la carga del peso corpóreo en el choque de talón, y para terminar la aceleración para asegurar la propulsión. El otro es el plano frontal donde se realizan los movimientos de pronación y supinación para permitir la adaptación a las desigualdades del terreno y a la estabilidad de las estructuras anatómicas por la acción muscular.

El pie no efectúa ningún movimiento sobre el plano transversal, pero asume una posición fija con respecto a la línea de marcha durante el apoyo global.

¿CÓMO SE TRADUCE LA FUNCIÓN DE DESACELERACIÓN Y ACELERACIÓN DEL PIE?

Mientras el cuerpo del paciente se mueve a una velocidad lineal, los pies efectúan sucesivamente una desaceleración en el momento del choque de talón, y posteriormente una aceleración durante la propulsión. La desaceleración acaba en el momento final de la extensión de la rodilla. Esto permite pues estabilizar el miembro inferior durante la carga del peso corporal. La aceleración se traduce con un aumento de la fuerza sobre la plataforma como consecuencia de la plantarflexión generada por los flexores.

La carga del peso corporal y la aceleración del pie señalan, por lo tanto, dos picos sobre la curva de fuerza registrada por el ordenador, correspondiendo la primera a la carga del peso y la segunda a la aceleración. El análisis del movimiento sobre el plano sagital se realiza por una segmentarización del tiempo de apoyo. Cuanto más retrasada sea el primer pico de la curva, más inestable será el pie para recibir la carga. Más por fuerza la primera cima de la curva es con retraso, más el pie es inestable para la carga del peso. Cuanto más débil es el segundo pico, más ineficaz será la aceleración.

Por otro lado, la separación entre los dos picos varía en función de la velocidad del paso del pacien-

te. Cuanta menos distancia hay entre ambas, más rápido dará el paso el paciente.

Durante la carrera, los dos picos podrían confundirse: el análisis de la carrera es diferente del análisis de la marcha. La marcha se basa principalmente en el estudio del traslado del peso corporal y, por lo tanto, sobre el doble apoyo, mientras que la carrera se basa principalmente en la propulsión y, por lo tanto, sobre la aceleración muscular del pie.

¿CÓMO ANALIZAR LA INESTABILIDAD DEL PIE?

La inestabilidad del pie se traduce con un aumento del movimiento de pronación, sobre el plano frontal. Este movimiento se realiza alrededor del eje subtalar por el retropie y en el eje longitudinal del mediotarso por el antepié. Conviene dividir en segmentos tanto el retropie como el antepié, en una parte interna y en una externa.

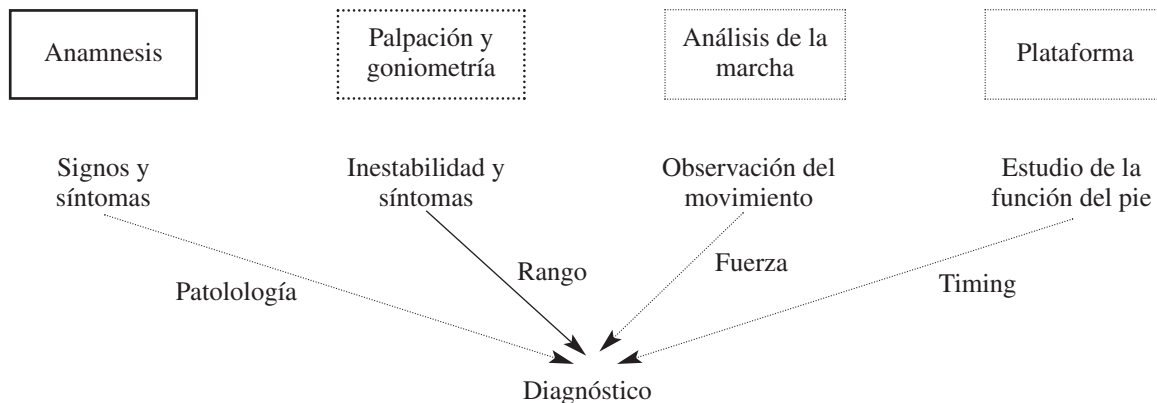
Cuando las curvas de fuerza de estas zonas son congruentes, el movimiento frontal es inexistente. A la inversa, cuando las curvas son incongruentes, el movimiento frontal es importante. Por otra parte, la integridad de la curva determina la orientación del peso corpóreo: cuando la curva interna del talón es mayor que la externa, el peso del cuerpo se medializa desde el momento del choque de talón. Cuando la curva del talón externo y el de la primera cabeza metatarsal son elevadas, el peso corpóreo se lateraliza durante el choque de talón y medializado durante la propulsión.

¿CÓMO EFECTUAR UN DIAGNÓSTICO SOBRE PLATAFORMA?

Es imposible afirmar que el síntoma descrito por el paciente únicamente sea relativo a un desequilibrio mecánico. He aquí porque el protocolo de estudio para conseguir este diagnóstico ha de ser multifactorial y adaptado a cada paciente, y versará sobre un diagnóstico mecánico de todos los movimientos de los miembros inferiores durante el desarrollo del paso. La comparación entre el diagnóstico y la sintomatología descritos por el paciente determinará las correlaciones posibles y la acción del clínico.

Para conseguir un diagnóstico completo, el clínico ha de efectuar diversos análisis deductivos.

- a) El historial clínico describirá la sintomatología de la dolencia.
- b) El análisis goniométrico indicará alteraciones articulares.



- c) El análisis con el vídeo mostrará los movimientos del paciente.
 - d) La plataforma informará sobre la función del pie.
- A partir de los mismos, se realizará un análisis y comparación de los datos obtenidos, llegando a un diagnóstico inductivo cuya veracidad estará en función de la cantidad de análisis efectuados.

CONCLUSIONES

El análisis mediante plataformas de fuerza se demuestra hoy como un medio muy útil, tanto para

llegar a un diagnóstico certero como para la verificación de determinados tratamientos orto-protésicos. Con este método logramos un análisis mecánico del cuerpo humano que es mas preciso que la sola observación de la marcha humana mediante métodos ópticos o de grabación. Para lograr un resultado satisfactorio el profesional ha de tener un amplio conocimiento de la biomecánica corporal que pueda complementar los datos obtenidos con la plataforma de presiones. Este artículo aportará alguna noción elemental de biomecánica para llegar a un protocolo de estudio que permitirá, una mejor comprensión de la mecánica del movimiento y un completo empleo real y concreto de este instrumento diagnóstico.

BIBLIOGRAFÍA

Regnauld B.: *Chirurgia del piede*. Aulo Gaggi Editore, Bologna, Italia, 1997.

Root M.L., Orien W.P., Weed J.H.: *Normal and abnormal function of the foot*. Clinical Biomechanical Corporation, Los Angeles, 1977.

Root M.L., Orien W.P., Hughes R.J.: *Biomechanical examination of the foot*. Clinical Biomechanical Corporation, Publisher, Los Angeles, 1971.

Valenti V.: *Le Ortesi del piede*. Verduci Ed., Roma, 1978.

Cros P., Claustre J., Thomas G.: *Orthèses Plantaires: Les Matériaux Disponibles en 1990*. Monographies de Podologie 11: *Le Métatarsalgies Statiques*. Masson, 1990.

Abadie P.: *Appareillage in podologie. Orthèse podologique et éléments de semelle oerthopédique*. Encycl. Méd. Chir., Elsevier, Paris, 26-161-A-10, 1994, Podologie, 1999.