



Utilidad clínica de NedAMHPlus/IBV en la valoración de la marcha. A propósito de un caso

Francisca Peydro de Moya, Ignacio Bermejo Bosch, Cristina Herrera Liger, Enric Medina Ripoll, David Guerrero Ramos, Xavier Andrade Celdrán, Juan López Pascual

Instituto de Biomecánica (IBV).
Universitat Politècnica de València.
Edificio 9C. Camino de Vera s/n.
(46022) Valencia. España

NedAMHPlus/IBV es una aplicación *software* diseñada por el Instituto de Biomecánica (IBV) para ayudar al profesional clínico a realizar un análisis objetivo de la marcha de una forma sencilla, rápida y, lo que es fundamental, fácilmente interpretable ya que se centra en detectar y cuantificar los principales déficits dinámicos y cinemáticos de la misma. A través de un caso clínico se muestra la utilidad de esta aplicación en el proceso de interpretación y decisión terapéutica guiado por los resultados obtenidos con esta prueba.



INTRODUCCIÓN

Las patologías de origen neurológico, los trastornos musculoesqueléticos y las alteraciones del movimiento asociadas al dolor muestran, en un elevado porcentaje, una alteración de la deambulación. Los sistemas de análisis del movimiento utilizados hoy en día permiten estudiar con detalle la repercusión de estas alteraciones en la marcha, pero el inconveniente es que estos protocolos evaluadores cuentan con dificultades en la aplicación clínica diaria debido a su complejidad de uso, al elevado tiempo dedicado a la realización de la prueba y a la dificultad en la interpretación de un elevado número de resultados.

Ante esta dificultad práctica, surge **NedAMHPlus/IBV** como una aplicación *software* específicamente diseñada para el análisis de la marcha humana de una forma sencilla, ágil y fácilmente interpretable. Utiliza una sencilla prueba en la que se suele tardar, entre instrumentación del paciente y desarrollo de la medida, unos 30 minutos para llegar a cuantificar el estado funcional de la marcha en relación con la población normal. Permite cuantificar el trastorno

de la marcha, orientar el tipo de tratamiento a instaurar y evaluar su eficacia, aunque no proporciona un diagnóstico etiológico ni la localización anatómica de una lesión.

Esta aplicación utiliza los datos facilitados por una plataforma dinamométrica, un sistema de fotogrametría y, opcionalmente, electromiografía de superficie, para mostrar el grado de capacidad funcional de marcha de la persona valorada. Está especialmente diseñada para su uso por médicos de mutua de accidente de trabajo, médicos rehabilitadores y médicos traumatólogos, y sirve para la realización de peritajes médico-legales, valoración de daño corporal, valoración de las posibilidades de rehabilitación, planificación y seguimiento de tratamientos.

Se presenta a continuación un caso clínico de un paciente con amputación del primer dedo del pie, valorado con NedAMHPlus/IBV antes y después de un tratamiento. Con este ejemplo se pretende mostrar la utilidad de esta aplicación como herramienta de fácil uso e interpretación que ayuda al especialista clínico en la toma de decisiones.





CASO CLÍNICO

Hombre de 39 años con antecedente de aplastamiento del primer dedo del pie izquierdo. Intervenido quirúrgicamente y presentando *a posteriori* una evolución tórpida que acaba precisando de amputación del dedo por dolor discapacitante para la deambulación. A pesar de la cirugía sigue refiriendo dolor que se incrementa con la deambulación. En la exploración física destaca una hiperqueratosis por hiperapoyo en borde lateral de la planta del pie izquierdo. La movilidad y fuerza en ambos tobillos es buena y existe una discreta claudicación con el apoyo del pie izquierdo.

Es remitido a la consulta de valoración biomecánica del Instituto de Biomecánica (IBV) con el objetivo de que se realice una prueba de valoración para cuantificar su capacidad funcional de marcha y obtener al mismo tiempo datos objetivos que permitan orientar y controlar el tratamiento.

Se realizó una valoración con la aplicación de **NedAMHPlus/IBV** en la que se analizó la marcha a través de su patrón dinámico (fuerzas de reacción que ejerce el miembro inferior durante la fase de apoyo) y su patrón cinemático (movilidad articular plano sagital de miembros inferiores y progresión del pie durante todo el ciclo de marcha). Las técnicas de registro que se utilizaron fueron una plataforma dinamométrica junto con dos barreras de fotocélulas para el registro de la velocidad de marcha y un sistema de fotogrametría 3D. Para llevar a cabo la valoración, NedAMHPlus/IBV compara los parámetros obtenidos en ambas extremidades con una base de datos de normalidad elaborada por el IBV. En el caso de la valoración dinámica, la base de datos está segmentada por edad, género, velocidad y presencia de calzado.

El paciente se instrumentó siguiendo un modelo *Plug in Gait* (PiG) simplificado, que garantiza precisión en el plano sagital utilizando sólo 10 marcadores. El procedimiento de instrumentación que utiliza esta aplicación es sencillo y rápido por la fácil localización de los puntos anatómicos en los que situar los marcadores. El protocolo de medida consiste en caminar por un pasillo de marcha a una velocidad confortable y registrando sólo 6 pisadas de cada pie. El sistema analiza *a posteriori* toda la información y ofrece automáticamente un informe con los resultados de la prueba que se resumen en tres índices:

1. **Valoración Global Cinemática:** corresponde al resultado del análisis de la movilidad en el plano sagital de las articulaciones de ambos miembros inferiores.
2. **Valoración Global Dinámica:** corresponde al resultado del análisis de la velocidad, diferencia en el tiempo de apoyo y fuerzas de reacción que se generan en la fase de apoyo.
3. **Repetibilidad:** se corresponde al análisis de la regularidad de los parámetros dinámicos analizados.

A nivel global, se considera que la capacidad funcional de marcha se encuentra conservada dentro de lo normal cuando los dos índices (Valoración Global Cinemática y Valoración Global Dinámica) son iguales o superiores al 90%, y funcionalmente alterada cuando uno o los dos índices está por debajo de 90% o cuando a criterio del médico valorador y a partir del conjunto de resultados de la prueba hay una valoración equivalente. Puede interpretarse que el grado de alteración funcional es mayor a menor valoración global.



RESULTADOS DEL CASO

El resultado final del análisis de la marcha con **NedAMHPlus/IBV** mostró en su primera valoración una funcionalidad global alterada, cuantificada por un resultado global cinemático del 85% de normalidad y un resultado global dinámico del 73% (Figura 1, superior). Este resultado significa que el paciente tiene un patrón de marcha diferente al de la población normal tanto desde el punto de vista de las fuerzas en la fase de apoyo como desde el de la movilidad de miembros inferiores durante todo el ciclo de la marcha.

Para conocer mejor el motivo de esta alteración funcional y decidir mejor el tratamiento, se procedió a analizar con detalle los resultados obtenidos. Se objetivó en el análisis dinámico la existencia de una claudicación en la marcha con un menor tiempo de apoyo del pie izquierdo (Figura 2) justificado por la dificultad de apoyo coherente con su daño estructural.



Figura 1

Resultado final de la funcionalidad de la marcha a través de la valoración biomecánica, cinemática y dinámica. Valores iguales o superiores al 90% se consideran normales funcionalmente.

Superior: Condición sin aplicar tratamiento.

Inferior: Condición tras aplicación de tratamiento.

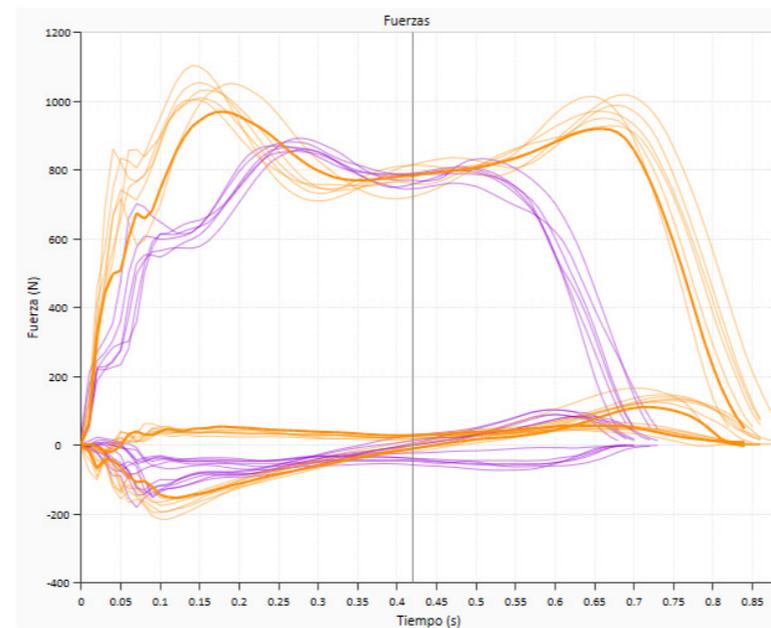


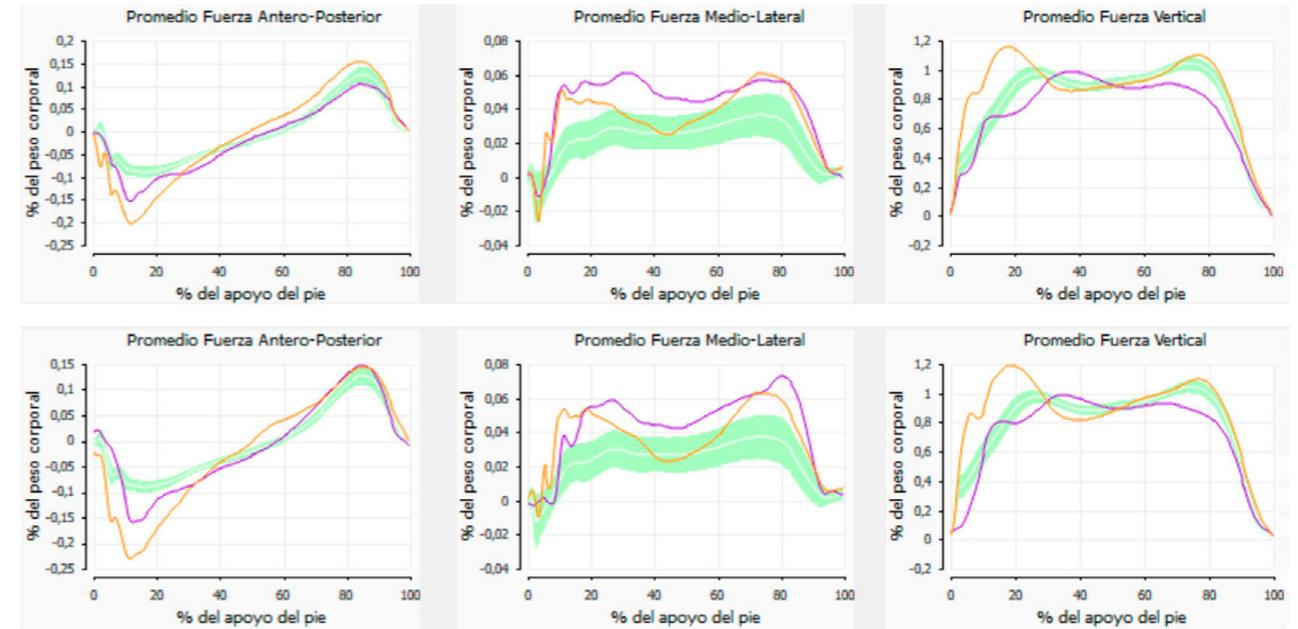
Figura 2

Representación gráfica de la fuerza de reacción en la pisada en fase de apoyo. Superposición de registros pisadas. (Fuerzas derechas: trazos naranjas. Fuerzas izquierdas: trazos morados). Condición sin aplicar tratamiento.



Figura 3

Representación gráfica del patrón de normalidad de la fuerza de reacción de la pisada con su correspondiente banda de dispersión (sombreados) y patrón medio de los diferentes componentes de la fuerza de reacción en las pisadas registradas. **Superior:** Condición sin aplicar tratamiento. **Inferior:** Condición con ortesis plantar. (Fuerzas derechas: trazos naranjas. Fuerzas izquierdas: trazos morados).



La fuerza de despegue y, fundamentalmente la de propulsión izquierda, eran deficientes y asimétricas (40% de asimetría) (Figuras 3 y 4, superior), por lo que se localizaba el déficit principal en la fase final del apoyo.

Por último, se observó que la fuerza mediolateral en el apoyo izquierdo estaba aumentada en el contexto de un déficit de estabilidad en la fase de apoyo de un pie con amputación de dedos (Figura 4, superior central).

El análisis cinemático, centrado en este caso en la movilidad articular de tobillo y pie, objetivó una pérdida del rodillo de antepié implicando una menor flexión plantar y repercutiendo por ende en el déficit de propulsión y despegue. Además, también existía una disminución de la rotación externa del pie en la progresión debido al apoyo en

Figura 4

Resultados en valores absolutos del promedio de parámetros dinámicos en la marcha. **Superior:** Condición sin aplicar tratamiento. **Inferior:** Condición con ortesis plantar.

FUERZAS	Izquierda	Derecha	Simetría %
Fuerza de Frenado (*)	0,17	0,20	16
Fuerza de Propulsión (*)	0,10	0,15	40
Fuerza de Despegue (*)	0,90	1,10	20
Fuerza de Oscilación (*)	0,87	0,86	-1

(*) Valores normalizados por el peso corporal

FUERZAS	Izquierda	Derecha	Simetría %
Fuerza de Frenado (*)	0,16	0,23	36
Fuerza de Propulsión (*)	0,15	0,15	0
Fuerza de Despegue (*)	0,93	1,10	17
Fuerza de Oscilación (*)	0,89	0,81	-9

(*) Valores normalizados por el peso corporal



supinación adquirido como compensación (Figura 5, superior).

Todos estos hallazgos guardan relación con una pérdida de la función del pie en el despegue fundamentada en el déficit de acción del primer dedo ante un menor brazo de palanca en el apoyo y una compensación que hace desplazar la carga y la propulsión a la parte externa de la planta del pie. Durante la marcha, el primer dedo del pie ejerce una acción importante en la última fase de apoyo, consistiendo la misma en impulsar el cuerpo hacia delante y facilitando así el avance. La amputación del primer dedo puede llegar a modificar la misma derivando en la aparición de una claudicación. El paciente camina más inestable sobrecargando los radios medios y externos con una supinación del antepié y el despegue es por tanto deficitario por la falta de contacto del pulpejo con el suelo.

RESOLUCIÓN DEL CASO

Ante estos resultados biomecánicos se decidió instaurar un tratamiento que facilitase la estabilidad durante el apoyo y favoreciese el despegue del pie. Se prescribió una ortesis consistente en un dispositivo externo que reemplazaba el segmento del pie a nivel del primer dedo. Se realizó un nuevo análisis biomecánico valorando la marcha con la ortesis plantar para cuantificar la mejoría funcional conseguida. En esta nueva condición de medida (Figura 1 inferior), aunque la marcha no llegó a adquirir todavía un

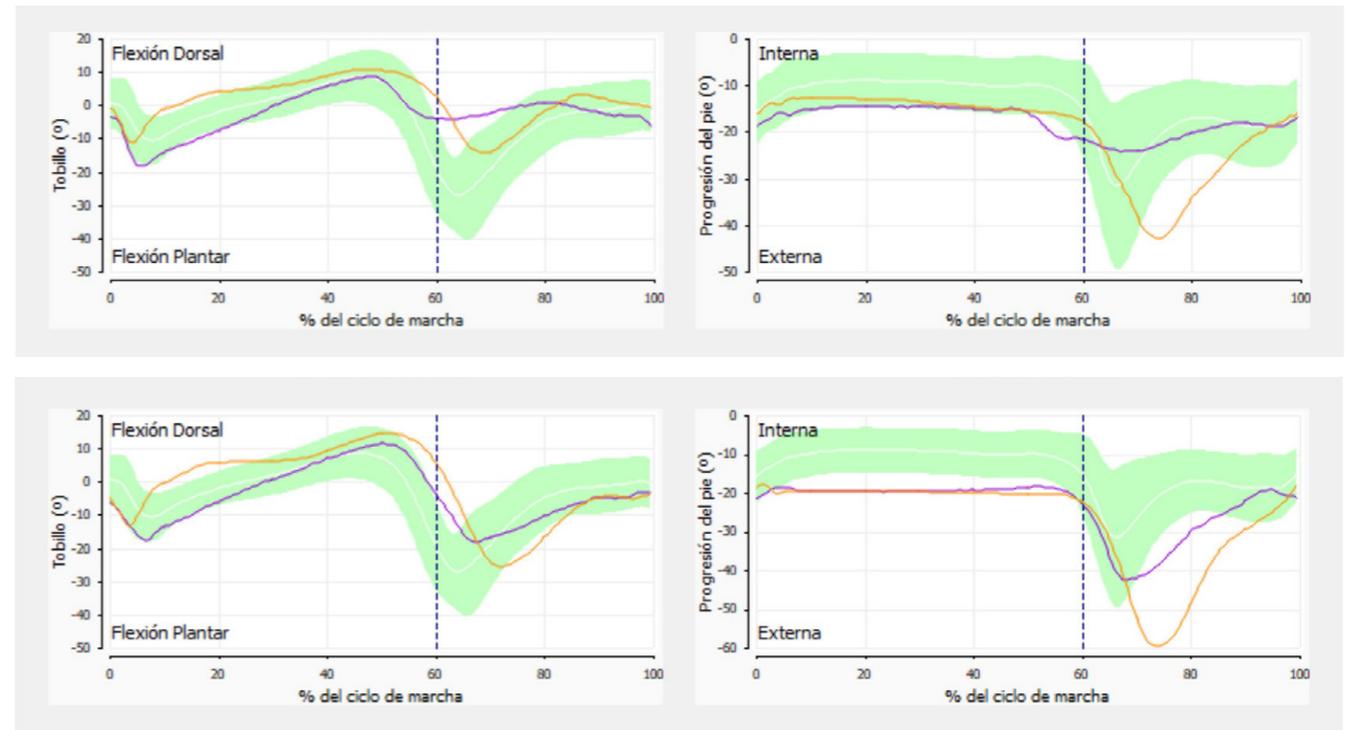


Figura 5

Promedio de movilidad de tobillo en el plano sagital y de la progresión del pie durante el ciclo de marcha. Banda de normalidad (verde). Miembro inferior derecho: trazo más claro o naranja. Miembro inferior izquierdo: trazo más oscuro o morado. **Superior:** Condición sin tratamiento. **Inferior:** Condición con ortesis plantar.

patrón completamente normal a nivel de fuerzas de reacción (78% de normalidad en su componente dinámico), sí que se objetivó una clara mejoría en el componente cinemático (90% de normalidad) llegando a producirse con este tratamiento un correcto rodillo anterior del pie que facilitaba el despegue (Figura 5, inferior). Se pudo comprobar también que se conseguía una marcha con mayor repetibilidad en las pisadas (Figura 1, inferior), con una fuerza de propulsión y despegue en vías de normalización (Figura 3, inferior) y una menor asimetría de fuerzas (Figura 4, inferior), por lo que se minimizaba la claudicación.



CONCLUSIONES

El uso de **NedAMHPlus/IBV**, como sistema de medida ágil y rápido para el análisis funcional de la marcha:

1. Permite realizar una valoración funcional, desde el punto de vista dinámico y cinemático, útil para la toma de decisiones clínicas.
2. Muestra resultados biomecánicos que pueden orientar sobre un tratamiento ya que localiza y cuantifica los déficits.
3. Facilita el control en el tiempo del estado funcional del paciente en relación a su proceso. □

