

ARTÍCULO ORIGINAL

## Evaluación de pacientes con alteración de la marcha de origen neurológico: Análisis en tres dimensiones con órtesis de tobillo-pie

### *Evaluation of patients with abnormal gait of neurological cause: Analysis in three dimensions with ankle-foot orthosis*

✉ María Ana Tovar-Sánchez<sup>1\*</sup>, ✉ Olga Marina Hernández Orobio<sup>2</sup>, Sara Gabriela Pacichana-Quinayaz<sup>3</sup>, Maritza Lorena Campo<sup>4</sup>

#### RESUMEN

**Introducción:** Una de las principales causas de alteración de la marcha por compromiso neurológico es la enfermedad cerebrovascular en sus diferentes modos de presentación; esta alteración deteriora el desempeño funcional y, por ende, la calidad de vida. La prescripción de órtesis tobillo-pie (OTP) es frecuente para ayudar a compensar las alteraciones de la marcha, de tal manera que en la rehabilitación funcional de estos pacientes el análisis de la marcha es de suma importancia.

**Objetivo:** Evaluar los cambios en la marcha con y sin OTP en pacientes con alteración de la marcha de origen neurológico.

**Metodología:** Estudio piloto de corte transversal en población con alteración de la marcha de origen neurológico, analizadas en servicios ambulatorios.

**Resultados:** Las variables cinemáticas en tres planos de 13 pacientes no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre la marcha con y sin OTP.

**Palabras clave:** trastornos neurológicos de la marcha, rehabilitación de accidente cerebrovascular, órtesis tobillo-pie.

DOI: <http://dx.doi.org/10.28957/rcmfr.v28n2a2>



#### ABSTRACT

**Introduction:** One of the main causes of impaired gait by neurological compromise is cerebrovascular disease in its different modes of presentation; this alteration deteriorates the functional performance and therefore the quality of life. Prescription of ankle-foot orthosis (AFO) is common to compensate for gait disturbances, so that in the functional rehabilitation of these patients gait analysis is of paramount importance.

**Objective:** Of this study was to evaluate changes in gait with and without AFO in patients with impaired gait of neurological origin.

**Methodology:** Was a cross-sectional pilot study in population with impaired gait of neurological origin, attended in outpatient services.

**Results:** Of the analysis of the kinematic variables in three planes of 13 patients did not show statistically significant differences between gait with and without AFO.

**Key words:** Neurological disorders of gait, stroke rehabilitation, ankle-foot orthosis.

DOI: <http://dx.doi.org/10.28957/rcmfr.v28n2a2>



*Autores:*  
<sup>1</sup>MD, fisiatra, jefe del Departamento de Medicina Física y Rehabilitación, Escuela de Medicina, Universidad del Valle, Cali, Colombia

<sup>2</sup>Ft, MSc, Departamento de Medicina Física y Rehabilitación, Escuela de Medicina, Universidad del Valle, Cali, Colombia

<sup>3</sup>Ft, MSc(c), Departamento de Medicina Física y Rehabilitación, Escuela de Medicina, Universidad del Valle, Cali, Colombia

<sup>4</sup>MD, fisiatra. Departamento de Medicina Física y Rehabilitación, Escuela de Medicina, Universidad del Valle, Cali, Colombia

*Recibido:*  
30 de enero de 2019

*Aceptado:*  
15 de febrero de 2019

*\*Correspondencia:*  
María Ana Tovar,  
[ana.tovar@correounivalle.edu.co](mailto:ana.tovar@correounivalle.edu.co)

*Conflictos de interés:*  
Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad vascular cerebral (EVC) es considerada un problema de salud pública debido a su alta mortalidad, alta prevalencia e impactos en la calidad de vida a causa del compromiso neurológico en los pacientes<sup>1</sup>. La afectación de la función motora es una de las principales causas de alteración de la marcha<sup>2</sup>. En nuestro medio, la evaluación del paciente con alteración de la marcha de origen neurológico se realiza mediante observación clínica, teniendo en cuenta parámetros de espasticidad, arcos de movilidad, patrones y dependencia en actividades de la vida diaria. En la mayoría de los casos, la órtesis tobillo-pie (OTP) debe prescribirse para muchos de estos pacientes, ya que ayuda a compensar problemas como pie caído y el apoyo inadecuado del talón causado por la espasticidad o contracturas<sup>3,4</sup>.

Pese a estos avances, los parámetros evaluados en estos pacientes únicamente se analizan en dos dimensiones (sagital y coronal) de manera simultánea, además de estar sujetos a la pericia clínica de cada profesional, lo que puede causar dificultades en el manejo terapéutico<sup>5</sup>. Por tal motivo, es importante realizar un análisis de la marcha completo y objetivo, a través de la evaluación en tres dimensiones<sup>6</sup>, con el fin de obtener datos cuantitativos (espaciotemporales, cinemáticos, fuerzas de reacción al piso y otras variables cinéticas), que permitan comparar las variaciones y objetivar el resultado real de la prescripción de la OTP, así como el progreso de la marcha en los pacientes.

## OBJETIVO

Evaluar en tres dimensiones los cambios en la marcha con y sin el uso de la OTP en el paciente con alteración de la marcha de origen neurológico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio piloto de corte transversal en población con alteración de la marcha de origen

neurológico atendida en consulta externa de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Universitario del Valle y centros de rehabilitación de la ciudad de Cali (TERAVIDA y SURGIR), desde noviembre de 2008 hasta diciembre de 2011. El estudio cuenta con la aprobación del Comité Institucional de Revisión de Ética Humana de la Universidad del Valle, Cali (Acta nro. 017-09).

Se incluyeron pacientes entre 8 y 70 años de edad que estuviesen marchando de manera independiente y usando OTP al menos desde un mes previo al inicio del estudio. Además no debían haber recibido ningún tipo de tratamiento quirúrgico para mejorar la marcha en el último año y tener un nivel cognitivo básico para obedecer órdenes sencillas. Se excluyeron pacientes que requerían otros dispositivos como bastón, caminador, muletas, etc., para una muestra final de 13 pacientes.

El estudio se desarrolló en el laboratorio de marcha de la Universidad Autónoma de Occidente, Cali. Se realizó la evaluación de la marcha de los participantes con y sin la OTP en video mediante ocho cámaras calibradas diariamente para obtener imágenes en tres planos (transversal, coronal y sagital). Se analizaron variables cinemáticas (tabla 1) utilizando el programa SIMIMOTION mediante la captura de la posición de los marcadores colocados en la superficie de la piel de los pacientes según el protocolo de Davis o de Helen Hayes<sup>7,8</sup>. Luego de repetir los ciclos de marcha para obtener registros válidos, los cálculos del *software* se reportaron en forma gráfica mediante curvas, gráficas cinemáticas, cinéticas o numéricas.

Estos datos se exportaron a una base de datos donde se agregaron los datos clínicos y sociodemográficos de los pacientes. Ya que las mediciones del tratamiento se realizaron sin OTP y con OTP sobre un mismo paciente, se obtuvieron pares de muestras dependientes, por lo que se evaluaron las diferencias dentro de cada par de observaciones. El análisis se realizó usando el test multivariado T<sup>2</sup> de Hotelling para la comparación de medidas

**Tabla 1.** Variables cinemáticas.

Variable	Definición operacional	Fuente	Forma de registro	Escala de medición
Origen	Nombre de la ciudad	Interrogatorio al paciente	Nombre	Nominal
Procedencia	Nombre de la ciudad	Interrogatorio al paciente		Nominal
Seguridad social	Régimen de seguridad social al que se encuentra vinculado el paciente (EPS)	Interrogatorio al paciente	Vinculado Subsidiado Contributivo (las categorías que consideren convenientes)	Ordinal
Dominancia	Extremidad del cuerpo de mayor dominio de la persona	Interrogatorio al paciente	Derecha Izquierda	Nominal
Ocupación	Actividad laboral que desempeña la persona	Interrogatorio al paciente		Nominal
Edad	Tiempo que ha vivido una persona	Interrogatorio al paciente	Años	Razón
Género	Condición orgánica masculina o femenina de las personas	Interrogatorio al paciente	Masculino Femenino	Nominal
Diagnóstico	Según CIE-10	Interrogatorio al paciente Clasificación CIE 10		Nominal
Tiempo del diagnóstico	Momento desde el cual el paciente conoce su diagnóstico de manejo	Interrogatorio al paciente	Días, meses, años	Razón
Extremidad de uso de la órtesis	Pie en el cual el paciente usa la órtesis tobillo-pie.	Interrogatorio al paciente Inspección visual	Derecha Izquierda	Nominal
Tiempo de uso OTP	Periodo durante el cual el paciente ha usado la órtesis OTP.	Interrogatorio al paciente	Días, meses, años	Razón
Tiempo de despegue	Porcentaje del ciclo de la marcha durante el cual el pie está despegando del terreno.	Análisis realizado por el <i>software</i> del equipo del laboratorio de marcha de la Universidad Autónoma de Occidente.	Porcentaje del ciclo	Razón
Cadencia	Número de pasos por unidad de tiempo	Análisis realizado por el <i>software</i> del equipo del laboratorio de marcha de la Universidad Autónoma de Occidente.	Pasos/minuto	Razón
Largo del paso	Distancia del evento de un pie al evento subsecuente del otro pie.	Análisis realizado por el <i>software</i> del equipo del laboratorio de marcha de la Universidad Autónoma de Occidente.	mm	Razón
Velocidad	Velocidad horizontal promedio del cuerpo a lo largo del plano de progresión medido sobre una o más zancadas.	Análisis realizado por el <i>software</i> del equipo del laboratorio de marcha de la Universidad Autónoma de Occidente.	m/s	Razón
Pico de abducción de cadera en balanceo	Valor en grados de los ángulos en el plano coronal de la articulación de la cadera.	Análisis realizado por el <i>software</i> del equipo del laboratorio de marcha de la Universidad Autónoma de Occidente.	Grados (°)	Intervalo
Inclinación mínima, máxima, promedio, rango de pelvis	Valor en grados de la angulación pélvica en el plano coronal	Análisis realizado por el <i>software</i> del equipo del laboratorio de marcha de la Universidad Autónoma de Occidente.	Grados (°)	Intervalo
Flexo de cadera mínima, máxima y rango	Valor en grados de la angulación de la articulación de la cadera en el plano sagital	Análisis realizado por el <i>software</i> del equipo del laboratorio de marcha de la Universidad Autónoma de Occidente.	Grados (°)	Intervalo
Promedio de rotación de la cadera	Valora en grados del rango de rotación de la cadera dividido por 2			
Flexo de rodilla en contacto inicial	Valor en grados de la angulación de la flexión de la articulación de la rodilla en el plano sagital durante el contacto inicial.	Análisis realizado por el <i>software</i> del equipo del laboratorio de marcha de la Universidad Autónoma de Occidente.	Grados (°)	Intervalo
Tiempo del pico de flexión de rodilla en el balanceo	Valor en porcentaje del ciclo de la marcha			
Rango de flexión de la rodilla	Valor en grados de la flexión máxima menos la mínima			
Pico de dorsiflexión en el apoyo y en el balanceo	Valor en grados de la angulación de la articulación del tobillo en el plano sagital	Análisis realizado por el <i>software</i> del equipo del laboratorio de marcha de la Universidad Autónoma de Occidente.	Grados (°)	Intervalo
Promedio de la rotación pélvica	Valor en grados de la angulación de la pelvis en el plano transverso	Análisis realizado por el <i>software</i> del equipo del laboratorio de marcha de la Universidad Autónoma de Occidente.	Grados (°)	Intervalo
Gráficas de momentos en las articulaciones (generalmente en el plano sagital)	El momento de una fuerza con respecto a una articulación da a conocer en qué medida existe capacidad en una fuerza o desequilibrio de fuerzas para causar la rotación de la articulación con respecto a este.	Análisis realizado por el <i>software</i> del equipo del laboratorio de marcha de la Universidad Autónoma de Occidente.	Newton/ms	Intervalo
Fuerza de reacción medio-lateral	Corresponde a una fuerza de baja intensidad y es el desplazamiento del centro de gravedad en sentido medio lateral	Análisis realizado por el <i>software</i> del equipo del laboratorio de marcha de la Universidad Autónoma de Occidente.	Newton/kg	Razón
Fuerza de reacción vertical	Traduce los desplazamientos verticales del centro de gravedad en el choque del talón cuando el cuerpo es desplazado hacia arriba para pasar por encima de la pierna que apoya, aumenta la fuerza de reacción del suelo cuando el cuerpo desciende para apoyarse en la pierna contraria, disminuye la fuerza vertical sobre el suelo.	Análisis realizado por el <i>software</i> del equipo del laboratorio de marcha de la Universidad Autónoma de Occidente.	Newton/kg	Intervalo

pareadas de los parámetros de la marcha. Adicional a esto se realizó un análisis de componentes principales para determinar categorías dentro de las fases de la marcha, de manera que se pudieran agrupar algunas de las variables de acuerdo con el grado de homogeneidad y lógica entre las mismas.

## RESULTADOS

El análisis de componentes principales permitió la detección de cuatro grupos de variables homogéneos entre sí que caracterizan la marcha de los pacientes: el balanceo, la estabilidad en el apoyo, el impulso y el desplazamiento. En general, en el análisis realizado no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos momentos (con y sin OTP), lo cual rechaza la hipótesis de que la órtesis mejora la calidad de la marcha de los pacientes con alteración neurológica. Sin embargo, hay menor dispersión de las observaciones con el uso de la OTP, lo cual puede implicar una mayor estabilidad u homogeneidad en los patrones del ciclo de marcha, es decir, en términos de energética de la marcha son importantes estos dispositivos. De hecho, el patrón de reducción de la varianza de dichas variables durante la marcha con OTP se observó en los análisis estratificados por grupos de edad.

Aunque no se pueden sacar conclusiones definitivas por el tamaño de la muestra, la disminución en la dispersión de los datos podría estar representando una mayor estabilidad en los pacientes con alteración de la marcha de origen neurológico que usan OTP.

## RECOMENDACIONES

Es importante caracterizar a los pacientes de entrada y homogeneizar la unidad experimen-

tal, dado que el estado inicial de cada paciente es diferente y altera las conclusiones obtenidas durante la comparación. Además es necesario estudiar estas variables en una muestra mayor, con el fin de determinar los parámetros en nuestra población y contexto; de esta manera es posible establecer de manera objetiva rangos de normalidad a nivel espaciotemporal, cinemático, y cinético.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores del presente estudio declaran no tener ningún conflicto de interés en la realización de este estudio.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

María Ana Tovar-Sánchez. Investigadora principal.

Olga Marina Hernández Orobio y Sara Gabriela Pacichana-Quinayáz. Análisis de datos.

Maritza Lorena Campo. Recolección de datos.

## RESPONSABILIDADES ÉTICAS

### *Confidencialidad de los datos*

Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos del paciente.

### *Divulgación de conflicto de intereses*

Los autores no tienen ningún conflicto de intereses para declarar.

## REFERENCIAS

1. Medrano Albero M, Boix Martínez R, Cerrato Crespán E, Ramírez Santa-Pau M. Incidencia y prevalencia de cardiopatía isquémica y enfermedad cerebrovascular en España: revisión sistemática de la literatura. *Rev Esp Salud Pública*. 2006;80(1):5-15. <https://doi.org/10.1590/S1135-57272006000100002>
2. Suárez-Escudero JC, Restrepo Cano SC, Ramírez EP, Bedoya CL, Jiménez I. Descripción clínica, social, laboral y de la percepción funcional individual en pacientes con ataque cerebrovascular. *Acta Neurol Colomb*. 2011;27(2):97-105.
3. Rafiaei M, Bahramizadeh M, Arazpour M, Samadian M, Hutchins SW, Farahmand F, et al. The gait and energy efficiency of stance control knee-ankle-foot orthoses: A literature review. *Prosthet Orthot Int*. 2016;40(2):202-14. <https://doi.org/10.1177/0309364615588346>
4. Tyson S, Sadeghi-Demneh E, Nester C. A systematic review and meta-analysis of the effect of an ankle-foot orthosis on gait biomechanics after stroke. *Clin Rehabil*. 2013;27(10):879-91. <https://doi.org/10.1177/0269215513486497>
5. Martínez F, Gómez F, Romero E. Análisis de video para estimación del movimiento humano: una revisión. *Rev Fac med*. 2009;17(1):95-106.
6. McGinley JL, Baker R, Wolfe R, Morris ME. The reliability of three-dimensional kinematic gait measurements: a systematic review. *Gait Posture*. 2009;29(3):360-9. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2008.09.003>
7. Collins TD, Ghoussayni SN, Ewins DJ, Kent JA. A six degrees-of-freedom marker set for gait analysis: repeatability and comparison with a modified Helen Hayes set. *Gait Posture*. 2009;30(2):173-80. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2009.04.004>
8. Villa Moreno A, Gutiérrez Gutiérrez E, Pérez Moreno JC. Consideraciones para el análisis de la marcha humana. Técnicas de videogrametría, electromiografía y dinamometría. *JRev Ing Biomed*. 2008;2(3):16-26.