

Artículo original

doi: 10.35366/99134

## Patrón cinemático de la marcha con ortesis de tobillo-pie de silicón en pacientes con pie caído

*Kinematic gait pattern with silicone ankle-foot orthosis in patients with drop foot*

Nossa-Almanza SA,\* Duplat JL,† Rueda-Fonseca LE,‡ Jara AB,§ Cabrera F,¶ Romero-Cárdenas C||

Departamento de Ortopedia y Traumatología, Instituto Roosevelt, Bogotá. Colombia.

**RESUMEN. Introducción:** El pie caído es una condición que suele manejarse con ortesis cortas, normalmente fabricadas en polipropileno. Se ha descrito también su tratamiento con ortesis de silicón, poco estudiadas pero que parecen mejorar el patrón cinemático de la marcha y, dada su comodidad, ser más aceptadas por los pacientes. Nuestro estudio describe cuáles son las características cinemáticas de la marcha y la satisfacción referida por los pacientes al usar una ortesis tobillo pie de silicón y compara dicho patrón con el no uso de la ortesis en casos con pie caído. **Material y métodos:** Estudio seudoexperimental descriptivo en pacientes con pie caído desde el año 2010 al 2012, en el que se evaluaron las variables cinemáticas del patrón de marcha a partir de laboratorios de marcha y además de la satisfacción de los sujetos con las ortesis de silicón y con el no uso de las mismas. **Resultados:** Cinco casos con pie caído fueron objeto del estudio. El análisis de marcha de los pacientes que usaron la ortesis constató una mejora de la posición del tobillo en el contacto inicial, en la velocidad promedio de marcha y en la longitud del paso, así como un aumento de la cadencia. Sin embargo, en términos de comodidad en comparación con el no uso de la ortesis, el resultado fue exiguo. **Conclusiones:** Las ortesis tobillo pie de silicón mejoran la posición del tobillo en el contacto inicial, así como los parámetros temporoespaciales de la marcha.

**Palabras clave:** Ortesis tobillo pie, silicón, cinemática, pie caído, análisis de marcha.

**ABSTRACT. Introduction:** The Drop foot is a condition that is usually handled with short orthosis, usually made of polypropylene. It has also been described as being treated with silicon orthosis, little studied but which seem to improve the kinematic pattern of gait and, given its comfort, be more accepted by patients. Our study describes the kinematic characteristics of gait and patient satisfaction when using a silicon foot ankle orthosis, and compares this pattern to the non-use of the orthosis, in patients with a drop foot. **Material and methods:** Pseudo-experimental descriptive study in patients with dropped feet from 2010 to 2012, in which the kinematic variables of the gait pattern were evaluated from gait laboratories and in addition to the satisfaction of subjects with silicon orthosis and non-use of them. **Results:** Five patients with a drop foot were the subject of the study. Gait analysis of patients using the orthosis found an improvement in ankle position at initial contact, average walking speed and step length, as well as increased cadence. However, in terms of comfort compared to the non-use of the orthosis, the result was meager. **Conclusions:** Silicon foot ankle orthosis improve the position of the ankle in the initial contact, as well as the temporo-spatial parameters of the gait.

**Keywords:** Foot ankle orthosis, silicon, kinematics, drop foot, gait analysis.

### Nivel de evidencia: IV

\* Jefe del Departamento de Ortopedia y Traumatología, Instituto Roosevelt, Bogotá. Colombia

‡ Subespecialista en Ortopedia Infantil, Instituto Roosevelt, Bogotá. Colombia.

§ Médica rural de investigación de Ortopedia y Traumatología, Instituto Roosevelt, Bogotá. Colombia

¶ Especialista en Ortopedia y Traumatología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Colombia

|| Especialista en Podología, Universidad San Pablo CEU, Madrid. España. Subespecialista en Cirugía de pie y tobillo, Fundación Santa Fe de Bogotá. Colombia.

#### Correspondencia:

Sergio Alejandro Nossa-Almanza

E-mail: sergionossa@gmail.com

**Citar como:** Nossa-Almanza SA, Duplat JL, Rueda-Fonseca LE, Jara AB, Cabrera F, Romero-Cárdenas C. Patrón cinemático de la marcha con ortesis de tobillo-pie de silicón en pacientes con pie caído. Acta Ortop Mex. 2020; 34(6): 371-375. <https://dx.doi.org/10.35366/99134>



## Introducción

Las ortesis tobillo pie proveen soporte en la articulación del tobillo, mejoran el patrón de marcha con el adecuado posicionamiento articular y disminuyen los reflejos patológicos. Las ortesis son utilizadas en numerosas condiciones que afectan la postura del pie y la marcha como son la espasticidad, los déficits en el control motor, los problemas en el balance, la inestabilidad y la debilidad de los músculos plantiflexores y dorsiflexores.<sup>1,2</sup> Dentro de esta última condición se encuentra el pie caído, en la que el aumento de la flexión plantar del tobillo en la fase de balanceo y en el contacto inicial obliga al paciente a realizar cambios compensatorios en el patrón de la marcha, como la circunducción o el *vaulting*, disminuyendo así la longitud de los pasos y la velocidad de la marcha. El uso de la ortesis mejora la posición del pie en las fases descritas de la marcha.<sup>3</sup>

Existen diferentes tipos de ortesis pie tobillo: de reacción al piso, sólida, articulada, dinámica y de hoja flexible posterior.<sup>2</sup> Recientemente, las ortesis o medias de silicón aparecen como una alternativa terapéutica en el manejo de la enfermedad de Charcot-Marie-Tooth. Elaboradas en silicona flexible, dichas ortesis recubren de manera circunferencial la parte distal de la pierna, el tobillo y el pie, dando refuerzo dorsal y asistiendo la dorsiflexión en la fase de balanceo (*Figura 1*).

Los resultados funcionales en la marcha de los pacientes dependen en parte de la rigidez de la ortesis, que varía en función de su grosor, su forma y su material.<sup>1</sup> Las propiedades del material de las ortesis o medias siliconadas, diferente del de las ortesis tobillo pie termoplásticas tradicionales, ha llevado a afirmar que son más cómodas, estéticas, y que incluso generan una mayor adherencia en los pacientes.

La literatura ha descrito los beneficios de las ortesis de pie tobillo, aunque dejando vacíos en la descripción del impacto de las ortesis en la marcha en pacientes con pie caído.<sup>4</sup> Esto es aún más evidente en el caso de las medias siliconadas, prevalentemente estudiadas en pacientes con síndrome de Charcot-Marie-Tooth. Por esta razón, este estudio se planteó con el objetivo de describir las características cinemáticas de la marcha y evaluar la satisfacción de los pacientes con pie caído al usar ortesis tobillo pie siliconada,

con el fin de comparar dichos resultados con los obtenidos en ausencia de ortesis.

## Material y métodos

Estudio seudoexperimental descriptivo en el que, mediante una intervención con análisis biomecánico computarizado de la marcha, fueron comparados los desenlaces en pacientes con pie caído al usar una media de silicón y al no usarla, con el propósito de describir un efecto, más no de definir una asociación. El estudio se realizó en casos que fueron manejados con ortesis de silicón de tobillo pie durante los años 2010, 2011 y 2012. Se realizó un muestreo de tipo no probabilístico por conveniencia, seleccionando los pacientes que cumplieran los criterios de selección.

Se tuvieron en cuenta como criterios de inclusión pacientes mayores de cuatro años con diagnóstico de pie caído que fueron tratados con media siliconada en el centro de referencia desde 2010 hasta 2012. Se excluyeron, en cambio, aquellos pacientes con deformidad en equino rígido, diagnóstico de espasticidad con escala de Ashworth mayor a dos, deformidades en articulaciones proximales (cadera y rodilla) y fuerza en cuádriceps y extensores de cadera menor a tres. Las variables utilizadas para el análisis de los datos fueron sexo, edad, diagnóstico del paciente. El análisis de marcha tuvo en cuenta la posición del tobillo en el contacto inicial, el contacto inicial subjetivo del pie, la velocidad promedio de la marcha, la longitud del paso y la cadencia. Por último, se evaluó la satisfacción del paciente. Cada una de las variables usadas en el estudio fue definida; asimismo, se determinó el tipo de variable, el nivel de medición, la unidad de medida y la categorización (*Tabla 1*).

Entre 2010 y 2012, 26 pacientes mayores de cuatro años con diagnóstico de pie caído y que recibieron manejo con ortesis tobillo pie siliconada se presentaron en el centro de referencia. Fueron contactados telefónicamente y 17 de ellos accedieron a ser parte del estudio. Una vez aplicados los criterios de exclusión, cinco pacientes cumplieron con los requisitos.

La información provino de las respectivas historias clínicas y de la prueba diagnóstica utilizada, es decir, del análisis de marcha computarizado.



**Figura 1:**

Ortesis tobillo pie siliconada usada para el laboratorio de marcha.

**Tabla 1: Descripción de las variables usadas en el estudio.**

Variable	Definición	Tipo de variable	Nivel de medición	Unidad de medida	Categorización
Sexo	Sexo del paciente	Cualitativa	Nominal	F, M	F = femenino M = masculino
Edad	Edad del paciente en años en el momento de la realización del laboratorio de marcha	Cuantitativa	Continua	Años	Años
Diagnóstico	Diagnóstico del paciente en el momento de la realización del laboratorio de marcha	Cualitativa	Nominal	Diagnóstico	Diagnóstico
Tobillo en el contacto inicial	Posición del tobillo en el contacto inicial con el uso de OTPS y sin ortesis, medido con goniómetro	Cuantitativa	Continua	Grados	Grados
Contacto inicial subjetivo del pie	Parte del pie que realiza el contacto del talón	Cualitativa	Nominal	+, ±, -	+, = Contacto en talón (normal) ±, = Contacto en planta del pie -, = Contacto en punta del pie
Velocidad promedio de la marcha	Velocidad promedio de la marcha con el uso de OTPS y sin ortesis	Cuantitativa	Razón	Metros/segundo	m/s
Longitud del paso	Longitud del paso con el uso de OTPS y sin ortesis	Cuantitativa	Razón	Metros	m
Cadencia	Cadencia con el uso de OTPS y sin ortesis	Cuantitativa	Razón	Pasos/minuto	Pasos/min
Satisfacción del uso de OTPS	Comodidad del paciente al usar la OTPS	Cualitativa	Nominal	1, 2, 3, 4	1 = Muy cómodo 2 = Cómodo 3 = Poco cómodo 4 = Nada cómodo

El estudio recibió autofinanciación para la ejecución de los laboratorios de marcha, no obstante no desempeñó ningún papel en los resultados de la investigación.

## Resultados

De los cinco pacientes con diagnóstico de pie caído que acudieron durante 2010 y 2012 y que cumplían los criterios de inclusión, tres eran de sexo femenino y dos de sexo masculino; con un rango de edad de siete a 17 años, la mediana fue de 11 años. Dos de ellos presentaban hemiplejía espástica, mientras que los restantes tenían diagnóstico de síndrome de Charcot-Marie-Tooth, secuelas de síndrome de Guillain-Barré y hemiparesia espástica. Se obtuvieron siete casos en total, ya que dos pacientes tenían afectación bilateral del pie (Tabla 2).

En el contacto inicial, se encontró un promedio de 28 grados de flexión plantar sin uso de media siliconada, que disminuyó a 16.4 grados mediante el uso de la ortesis. La posición del pie en el contacto inicial, evaluado en la inspección del video análogo, se hizo con la punta del pie en cinco casos, mientras dos pacientes lo

realizaron con la planta del pie. En la totalidad de los casos, la ortesis siliconada produjo una mejoría notoria y pasaron a realizar el apoyo inicial con el talón (Figura 2 y 3).

La velocidad promedio de la marcha en la extremidad evaluada aumentó al usar la media siliconada de 0.762 m/s a 1 m/s. De igual manera, la velocidad global de la marcha mejoró de 0.848 m/s a 1 m/s, principalmente gracias al aumento de la cadencia que pasó de 102.844 pasos/min sin usar ninguna ortesis a 108.244 pasos/min con la media siliconada. La longitud del paso mejoró al modificar la fase de apoyo; ésta fue en promedio de 0.458 m sin la ortesis y de 0.583 m al usarla.

En cuanto a la satisfacción referida por los pacientes, en promedio fue de 3, es decir, que consideraron la ortesis tobillo pie siliconada poco cómoda en comparación con el no uso de ésta.

## Discusión

Para evaluar el efecto de las ortesis en la posición del tobillo, el recurso de la cinemática es la opción más

atractiva por su disposición y objetividad. El uso de la instrumentación varió antes y después de la intervención terapéutica: antes del tratamiento los marcadores fueron puestos en el pie descalzo y con calzado después del tratamiento. Ya que dicha situación resta confiabilidad a los datos obtenidos, decidimos evaluar la posición del tobillo en el momento del contacto inicial midiéndolo directamente por medio de un goniómetro en la pantalla, alineando uno de los brazos de forma paralela a la superficie anterior de la pierna y el otro al retropié o al zapato según el caso. Se tuvo en cuenta el ángulo de dorsiflexión máxima de la escala visual de la marcha de Edimburgo, conocida en inglés como *Edinburgh Visual Gait Score*.<sup>5</sup> El cambio en la posición del tobillo con las ortesis tobillo pie siliconada fue evidente, mejorando el rango de movimiento en la fase de contacto inicial.

Los parámetros subjetivos en nuestra investigación, por su parte, provinieron de la lectura de tres de los especialistas incluidos en el estudio. Los datos del contacto inicial subjetivo mejoraron en el análisis de marcha con la media siliconada. Los desenlaces cinemáticos de velocidad promedio de marcha de la extremidad afectada y de la marcha global y la longitud del paso aumentaron

al usar la ortesis evaluada debido a que la fase de apoyo mejoró al permitir realizar las tres fases de la mecedora; además, la cadencia aumentó con la ortesis dado que los pacientes se sentían menos libres para caminar. Estos datos se correlacionan con la poca literatura existente. Phillips y colaboradores, por ejemplo, registraron una velocidad media de 0.88 m/s<sup>-1</sup> con ortesis siliconada y de 0.79 m/s<sup>-1</sup> sin ortesis y una longitud del paso con ortesis tobillo pie de 988 mm y de 1065 mm sin ella, con diferencia significativa en ambas medidas. La cadencia, en cambio, fue de 87.9 pasos/min sin ortesis y con la ortesis fue de 96.4 pasos/min, sin diferencia estadísticamente significativa.<sup>6</sup>

Aunque los pacientes expresaron poca comodidad con la media siliconada en comparación con el no uso de ningún tipo de ortesis, se ha visto que estas ortesis ofrecen mayor comodidad que las elaboradas en otros materiales, como el polipropileno.<sup>6</sup> La baja tolerancia a las ortesis tobillo-pie siliconadas tiene origen en el material mismo, que impide la transpiración y que, como los pacientes lo refieren, produce calor y sudoración.<sup>6,7</sup> Por consiguiente, ante la incomodidad de los pacientes, el estudio no se realizó a largo plazo y la adherencia no pudo ser comprobada.

Tabla 2: Patrón cinemático de la marcha al no usar ortesis y al usar OTPS, en pacientes con pie caído.

Paciente	1	2	3		4		5
Sexo	Femenino	Femenino	Masculino		Masculino		Femenino
Edad	7	7	14		17		11
Diagnóstico	Hemiparesia espástica	Hemiplejia espástica izquierda	Síndrome de Charcot-Marie-Tooth		Secuelas de síndrome de Guillain-Barré		Hemiplejia espástica izquierda
Extremidad evaluada	Derecha	Izquierda	Bilateral		Bilateral		Izquierda
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
Tobillo en el contacto inicial							
Sin OTPS	22	54	20	30	25	22	23
Con OTPS	0	22	6	12	28	26	19
Contacto inicial subjetivo del pie							
Sin OTPS	-	-	±	±	-	-	-
Con OTPS	+	+	+	+	+	+	+
Velocidad promedio de la marcha							
Extremidad sin OTPS	0.839	1.060	0.944	0.959	0.328	0.409	0.799
Extremidad con OTPS	1.029	1.062	1.048	1.021	0.945	0.966	0.982
Velocidad global sin OTPS	0.826	1.081	0.952		0.395		0.988
Velocidad global con OTPS	1.030	1.067	1.034		0.956		0.956
Longitud del paso							
Sin OTPS	0.470	0.574	0.540	0.530	0.259	0.442	0.397
Con OTPS	0.575	0.571	0.661	0.589	0.595	0.564	0.528
Cadencia							
Sin OTPS	106.770	120.012	108.617		67.671		111.149
Con OTPS	118.298	108.617	99.600		99.180		107.626
Satisfacción	4	4	4		2		1



**Figura 2:** Paciente masculino sin ninguna ortesis que durante la marcha realiza contacto inicial con la planta del pie.



**Figura 3:** El paciente al usar ortesis tobillo pie siliconada cambia la posición del tobillo y hace contacto inicial con el talón.

En general, al cambiar la posición del pie los pacientes gozaron de mayor estabilidad y confianza para caminar, lo que se tradujo en una mejoraría evidente de su patrón de marcha. Dichos resultados concuerdan con el estudio de Phillips, en el que los parámetros de marcha tendieron a ser normales con el uso de ortesis tobillo-pie siliconadas y confirman el beneficio que este tipo de ortesis trae a los pacientes.<sup>6</sup>

Dado que es un estudio pseudoexperimental descriptivo, cuya recolección de datos sistemática y estructurada se basó en el análisis del laboratorio de marcha como método diagnóstico para evaluar funcional y objetivamente el uso de medida siliconada versus el no uso de ortesis, los resultados obtenidos deben interpretarse con precaución, tanto por el tipo de estudio como por el limitado tamaño de la muestra. A esto se suma el hecho de que el análisis de la marcha con la ortesis fue realizado con zapato, resultando en una posición de los marcadores menos precisa y en gráficas necesariamente menos confiables.

### Conclusión

Las medias siliconadas mejoran la posición del tobillo en la fase de balanceo y en el contacto inicial, así como los parámetros temporoespaciales de la marcha.

### Referencias

1. Totah D, Menon M, Jones-Hershinow C, Barton K, Gates DH. The impact of ankle-foot orthosis stiffness on gait: a systematic literature review. *Gait Posture*. 2019; 69: 101-11.
2. Aboutorabi A, Arazpour M, Ahmadi BM, Saeedi H, Head JS. Efficacy of ankle foot orthoses types on walking in children with cerebral palsy: a systematic review. *Ann Phys Rehabil Med*. 2017; 60(6): 393-402.
3. Stewart JD. Foot drop: Where, why and what to do? *Pract Neurol*. 2008; 8(3): 158-69.
4. Rao N, Wening J, Hasso D, Gnanapragasam G, Perera P, Srigiriraju P, et al. The effects of two different ankle-foot orthoses on gait of patients with acute hemiparetic cerebrovascular accident. *Rehabil Res Pract*. 2014; 2014: 301469.
5. Hillman SJ, Prescott RJ, Hazlewood ME, Read HS, Robb JE. Edinburgh visual gait score for use in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2011; 23(3): 296-301.
6. Phillips MF, Robertson Z, Killen B, White B. A pilot study of a crossover trial with randomized use of ankle-foot orthoses for people with Charcot-Marie-Tooth disease. *Clin Rehabil*. 2012; 26(6): 534-44.
7. Vinci P, Paoloni M, Ioppolo F, Gargiulo P, Santilli V. Gait analysis in a patient with severe Charcot-Marie-Tooth disease: a case study with a new orthotic device for footdrop. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2010; 46(3): 355-61.