

# Análisis cinemático de la marcha en pacientes con Pie Zambo tratados mediante el método de Ponseti frente a la técnica quirúrgica de liberación posterior.

A. FERRANDO <sup>1</sup>, M. SALOM <sup>1</sup>, A. PAGE <sup>2</sup>.

<sup>1</sup> HOSPITAL UNIVERSITARI I POLITÈCNIC LA FE, VALENCIA (SPAIN). <sup>2</sup> INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA. VALÈNCIA (SPAIN).

**Resumen.** *Objetivo.* El objetivo principal de este proyecto consiste en valorar la evolución de la marcha en niños en edad preadolescente tratados mediante el método de Ponseti frente a los tratados mediante liberación posterior a partir de técnicas de valoración de la marcha mediante análisis biomecánico. *Material y Métodos* Estudio retrospectivo de casos y controles aprobado por el comité de ética. Grupo 1: 28 niños (39 pies) tratados mediante liberación posterior. Grupo 2: 18 pacientes (31 pies) tratados mediante el método de Ponseti. Grupo 3: 25 pacientes (50 pies) sin ninguna patología muscular o neurológica. Se realizó un análisis de la marcha con el sistema Kinescan/IBV. Las gráficas cinemáticas fueron analizadas de forma visual individualmente. *Resultados.* Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en todos los parámetros espacio-temporales al comparar los grupos patológicos con el grupo control. El análisis demostró que los grupos patológicos presentaban una marcha más lenta, una mayor anchura de paso, menor longitud de paso y mayor tiempo de paso,  $p = .000$ . Tras el análisis individual de las curvas cinemáticas, se obtuvo que únicamente 3 pacientes (9%) del grupo de liberación posterior frente a 10 pacientes (36%) del grupo Ponseti presentaron una marcha normal,  $p = .012$ . *Conclusión.* Los pacientes del grupo Ponseti presentan un patrón de la marcha más parecido al grupo control que el grupo de liberación posterior con la ventaja de evitar un gesto quirúrgico.

## Gait cinematic analysis in patients with clubfoot: posterior-only release versus the Ponseti method.

**Summary.** *Aim.* The overall purpose of this study is to evaluate gait in children in middle childhood with clubfoot treated with Ponseti method versus posterior-only release and compare their results to a control group. *Methods.* Retrospective study approved by the Ethics Committee. Inclusion criteria: diagnosis of idiopathic clubfoot treated between 2004-2009 in one centre. Group1: 28 patients (39 clubfeet) treated with the posterior-only release. Group2: 18 patients (31 clubfeet) treated with the Ponseti method. Group3: 25 control subjects with no known musculoskeletal or neurologic abnormalities. A gait analysis was conducted with the Kinescan/IBV system. *Results.* Differences were found in all temporal and spatial parameters between the control and treatment groups. The analysis revealed that treatment groups displayed a slower gait, with wider step width, smaller step length and longer step time when compared with the control group,  $p = .000$ . Visual assessment of individual kinematic data demonstrated that 3 patients (9%) with posterior release versus 10 patients (36%) had a normal gait,  $p = .012$ . *Conclusion.* Our study showed that biomechanical function of children in middle childhood treated with the Ponseti method were closer to healthy individuals than children treated using the posterior-only surgical technique.

---

Correspondencia:  
Albert Ferrando  
Hospital Universitari i Politènic La Fe.  
Avinguda de Fernando Abril Martorell, nº 106,  
46026 Valencia (Spain)  
Correo electrónico: aferrandoj@alumni.unav.es

## Introducción

El término pie equino varo congénito, también denominado talipes equinovaro o pie zambo, es una deformidad compleja de la extremidad inferior que afecta a los tres planos del pie y que se caracteriza por equino y varo del retropié, aducto del antepié y cavo del medio pié. La incidencia de esta patología es de 1 caso por cada 1.000 recién nacidos vivos<sup>1</sup>.

La etiología del pie zambo es desconocida, si bien hay una serie de factores medioambientales y genéticos que pueden estar implicados. Entre los factores medioambientales se ha señalado el tabaco y las infecciones víricas intrauterinas. En cuanto al factor genético parece haber un componente familiar y étnico<sup>1</sup>.

La importancia de esta patología radica en un adecuado diagnóstico y tratamiento precoz para corregir la deformidad, de tal manera que el paciente tenga un pie plantígrado con ausencia de dolor y una marcha lo más fisiológica posible.

Actualmente existen dos grandes escuelas de tratamiento. Por un lado, el tratamiento quirúrgico: la liberación postero-interna y la liberación posterior (menos agresiva quirúrgicamente y la técnica de elección en nuestro centro hasta el 2009). Por otro lado, el tratamiento conservador: el método francés y el método de Ponseti, este último es en este momento el *gold standard* de tratamiento<sup>2</sup>.

En muchas ocasiones la valoración del éxito de un tratamiento quirúrgico del pie se realiza a través del criterio radiográfico o se recoge de forma subjetiva a través de escalas funcionales que le preguntan al paciente sobre su dolor y limitación funcional debido a su alteración en el pie. No obstante, existe en la actualidad la posibilidad de objetivar resultados mediante técnicas biomecánicas que permiten una más adecuada, cuantitativa y repetible valoración de la marcha y la pisada. Estas técnicas nos permiten valorar la marcha en diferentes momentos del estado evolutivo del paciente y cuantificar de forma más precisa parámetros cinemáticos y dinámicos que nos den más información de cómo se realiza el apoyo del pie durante la marcha.

En el presente estudio se pretende objetivar si el método de Ponseti proporciona realmente un mejor patrón funcional de la marcha en pacientes en edad preadolescente con pie zambo idiopático frente aquellos tratados mediante liberación posterior y a su vez comparar estas diferencias con un grupo control.

## Material y métodos

Estudio retrospectivo de casos y controles aprobado por el comité de ética (número de registro 2014/0030). Los criterios de inclusión consistieron en: pacientes con diagnóstico de pie zambo idiopático durante el periodo de 2004-2009 tratados mediante el protocolo de liberación posterior o mediante el método de Ponseti. Los criterios de exclusión consistieron en: pacientes con patología neuromuscular, dismetrías de miembros inferiores >2 cm u otro tipo de tratamiento quirúrgico (liberación postero-interna). Noventa y nueve pacientes cumplieron los criterios de inclusión (57 liberación posterior y 37 método de Ponseti). Diecinueve pacientes fueron excluidos debido a patología neuromuscular y 24 pacientes decidieron no participar en el estudio.

Además, se reclutaron 25 pacientes sanos del mismo grupo de edad de las consultas externas de traumatología infantil como grupo control. Se obtuvo el consentimiento informado de los padres y de los pacientes que participaron en el estudio.

El **grupo 1** estaba compuesto por 28 niños (39 pies) tratados mediante el protocolo de liberación posterior. Esta liberación consiste de una manipulación mediante yesos con corrección progresiva según el método de Kite a partir de la 1ª semana de nacimiento hasta alrededor de los 3 meses del niño cuando se aplica el tratamiento quirúrgico mediante alargamiento abierto en Z del tendón de Aquiles, tenotomía intramuscular del tibial posterior, flexor común de los dedos, flexor del hallux y tenotomía del aductor del hallux, así como capsulotomía posterior de las articulaciones tibioastragalina y subastragalina, inmovilización con yeso y tratamiento ortésico posterior mediante férula de Braun 23 horas hasta que el niño comienza a caminar.

El **grupo 2** estaba formado por 18 pacientes (31 pies) tratados mediante el método de Ponseti. El método de Ponseti es actualmente el tratamiento de elección en nuestro centro y prácticamente a nivel mundial. Este método consiste en realizar manipulaciones específicas seguidas de una serie de yesos semanales desde la primera semana del nacimiento, así se consigue elongar los tendones y ligamentos retraídos del niño, ya que el colágeno a estas edades tiene una estructura ondulante, posee un alto contenido celular y tolera importantes estiramientos. Tras la aplicación de 4 a 8 yesos, las deformidades en cavo, aducto y varo quedan corregidas. En la mayoría de los pies es necesaria una tenotomía percutánea del Aquiles para corregir el equino. La corrección obtenida se mantiene después mediante el uso de una férula de abducción nocturna hasta la edad de 4 años.

Por último, el **grupo 3** estaba formado por 25 pacientes (50 pies) sin ninguna patología muscular o neurológica.

Las medidas biomecánicas se realizaron en la Unidad de Valoración Funcional del Servicio de Rehabilitación de nuestro centro. La instrumentación que forma parte del laboratorio de análisis biomecánico es el sistema de análisis de movimiento 3D Kinescan v2011 (Instituto de Biomecánica de Valencia). Este sistema calcula las posiciones de los segmentos corporales de forma totalmente automática y en tiempo real, permitiendo disponer de los datos relativos a las posiciones de puntos, segmentos corporales y articulaciones, así como las variables cinemáticas y cinéticas derivadas inmediatamente después de la realización de cada gesto durante la marcha.

La instrumentación de cada sujeto se realizaba con la colocación de 35 marcadores de tamaño mediano en localizaciones anatómicas concretas. A continuación,

definíamos los diferentes segmentos del cuerpo: tronco, pelvis, muslos, piernas y pies para cada sujeto en el programa 3D Kinescan v2011.

Posteriormente el paciente se le explicaba que debía andar, con la máxima naturalidad posible, por un pasillo de marcha de 10 metros. Se grababan 10 segundos por medida, y posteriormente cada medida se delimitaba para abarcar un ciclo de la marcha. Se registraron 5 medidas de cada pie por cada sujeto.

Una vez digitalizadas todas las medidas, se interpretaron las coordenadas con la aplicación de MATLAB (Natick, Massachusetts, USA) que permite la conversión de la información en forma de gráficas.

Las gráficas cinemáticas fueron analizadas de forma visual individualmente. Las curvas se consideraron patológicas si estaban una desviación estándar por encima o por debajo del patrón normal (media de los controles). Los pies zambos idiopáticos unilaterales y bilaterales se contabilizaron como un grupo homogéneo mientras que los pies no afectados se excluyeron del análisis. Se consideraron significativos los valores de  $p < 0.05$ . Para determinar la distribución normal se usó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para la comparación de variables continuas se utilizaron las pruebas de t-Student o U de Mann-Whitney, y para variables categóricas mediante la prueba de chí-cuadrado. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS (Versión 20.0; Chicago, IL, USA).

## Resultados

No hubo diferencias entre grupos en cuanto a las características demográficas de género, edad y lateralidad del pie afecto (Tabla I). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en todos los parámetros espacio-temporales al comparar los grupos patológicos con el grupo control (Tabla II). El análisis demostró que tanto el grupo Ponseti como el grupo de liberación posterior presentaban una marcha más lenta que el grupo control; los pacientes en el grupo de libera-

Tabla I. Características demográficas.

	Grupo 1 Liberación posterior	Grupo 2 Método Ponseti	Grupo 3 Control	p Valor
Nº Pacientes	28	18	25	
Nº Pies	39	31	50	
Varón/Mujer	26/2	14/4	18/7	.178
Edad media (años) DS	10 ± 1	9 ± 1	9 ± 2	.065
Pie*	D [n (%)]	7 (18%)	7 (28%)	.234
	I [n (%)]	10 (26%)	2 (6%)	
	B [n (%)]	11 (56%)	11 (71%)	

\*Pie lateralidad: D: derecho; I: izquierdo; B: bilateral.

ción posterior andaban con una velocidad 1.16 m/s, los pacientes con método de Ponseti con una velocidad de 1.14 m/s mientras que el grupo control andaban con una velocidad de 1.88m/s,  $p = .000$ . Además, los grupos patológicos presentaban una mayor anchura de paso, menor longitud de paso y mayor tiempo de paso,  $p = .000$ . Al comparar los grupos patológicos entre sí, y tras normalizar las variables según la longitud de la pierna, únicamente se encontraron diferencias en la cadencia. En este parámetro, el grupo Ponseti presentaba una mayor cadencia (135 pasos/ minuto), indicando que tienen una marcha más ligera que el grupo de liberación posterior (121 pasos/ minuto) y que se aproxima más a la cadencia del grupo control (180 pasos/minuto),  $p < .001$ .

Tabla II. Parámetros espacio-temporales.

	Liberación posterior	Ponseti	Control	p Valor Cirugía vs control	p Valor Ponseti vs control	p Valor Ponseti vs cirugía	p Valor Ponseti vs cirugía normalizado
Velocidad (m/s)	1.16±0.1	1.14±0.12	1.88±0.48	0.000	0.000	0.006	.878*
Longitud de paso (m)	0.64±0.04	0.55±0.06	0.62±0.07	0.000	0.000	0.000	.213*
Tiempo de paso (s)	0.49±0.03	0.41±0.04	0.34±0.09	0.000	0.000	0.000	.07*
Anchura de paso (m)	0.11±0.03	0.09±0.02	0.07±0.02	0.000	0.000	0.037	.668*
Cadencia (pasos/minuto)	121.2±7.1	135.0±9.3	180.3±43	0.000	0.000	0.000	<0.001*
Tiempo apoyo bipodal (seg.)	0.57±0.04	0.48±0.04	0.38±0.12	0.000	0.000	0.000	0.000

\*Normalización de variables.

En cuanto al tiempo de apoyo bipodal, se observó que el grupo de liberación posterior tenía un mayor tiempo de apoyo bipodal (.57 segundos) frente al grupo Ponseti (.48 segundos),  $p=.000$ .

No se observaron diferencias en la media en cuanto a la cinemática a nivel de la cadera (Figs. 1 y 2) y la rodilla (Figs. 3 y 4) entre los grupos patológicos y el grupo control tanto en el plano sagital como transversal. En cuanto al análisis visual de las gráficas de cinemática a nivel del tobillo se observaron diferentes tendencias en los grupos de tratamiento (Tabla III). El grupo de liberación posterior presentaba una mayor proporción (27%) de pacientes con marcha calcánea (Fig. 5) y mayor proporción (33%) de sobrepronación del tobillo (Fig. 6) que el grupo Ponseti (11% y 21% respectivamente). Un sujeto con una marcha normal se definió como aquel cuyo patrón cinemático a nivel de la cadera, rodilla y tobillo estuviera dentro de  $\pm 1$  desviación estándar del patrón normal (media de los controles). Con esta definición, 3 pacientes (9%) del grupo de liberación posterior frente a 10 pacientes (36%) del grupo Ponseti presentaron una marcha normal,  $p=.012$ .

Tabla III. Análisis visual parámetros cinemáticos.

	Liberación posterior	Método Ponseti	p Valor
Nº Pies para análisis	33	28	
Marcha equina	0	0	
Marcha calcánea	9 (27%)	3 (11%)	.058
Sobrepronación	11 (33%)	6 (21%)	.093
Sobresupinación	1 (3%)	1 (4%)	.174
Rotación externa de cadera	3 (9%)	2 (5%)	.310
Marcha normal	3 (9%)	10 (36%)	.012

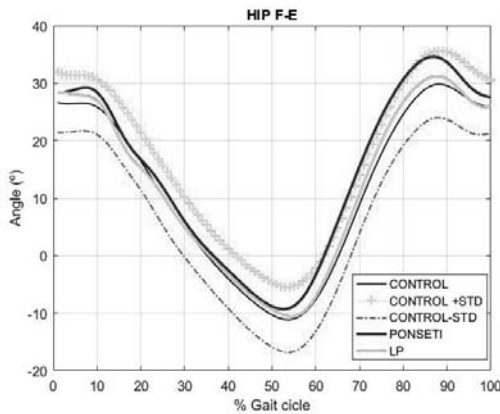


Figura 1. Media de datos cinemáticos a nivel de la cadera, plano sagital. Ponseti, liberación posterior y grupo control ( $\pm 1$  DS).

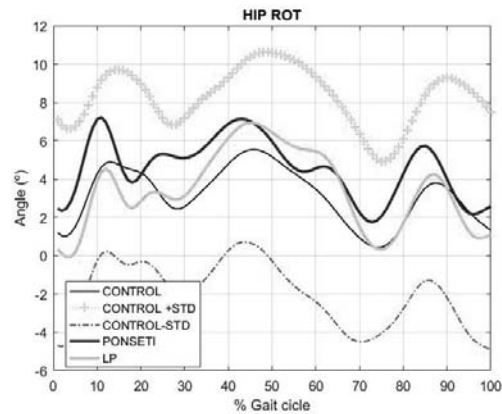


Figura 2. Media de datos cinemáticos a nivel de la cadera, plano coronal. Ponseti, liberación posterior y grupo control ( $\pm 1$  DS).

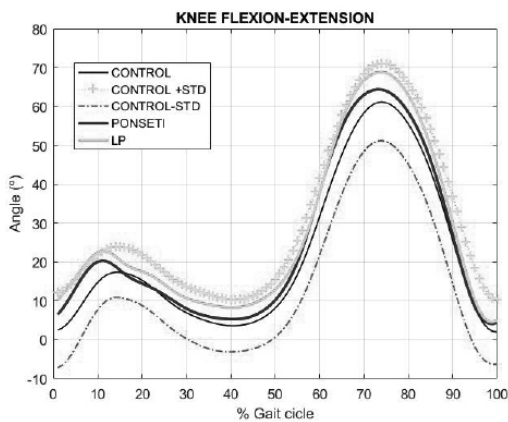


Figura 3. Media de datos cinemáticos a nivel de la rodilla, plano sagital. Ponseti, liberación posterior y grupo control ( $\pm 1$  DS).

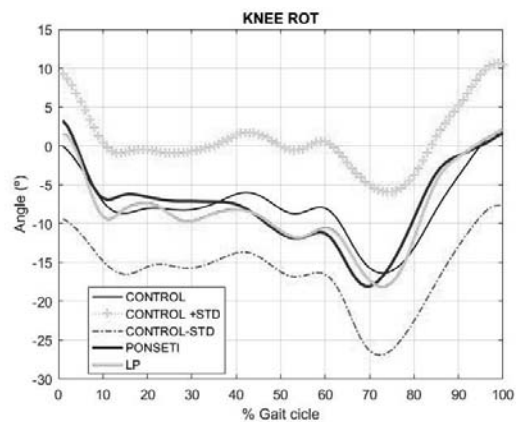
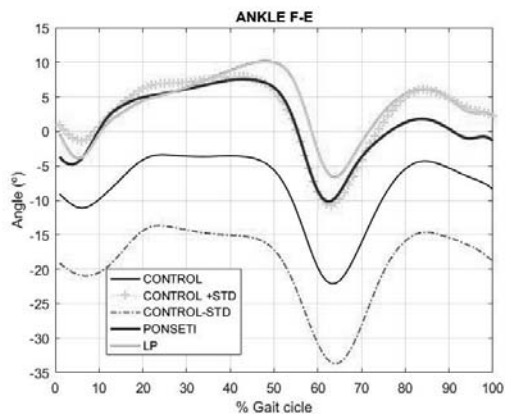
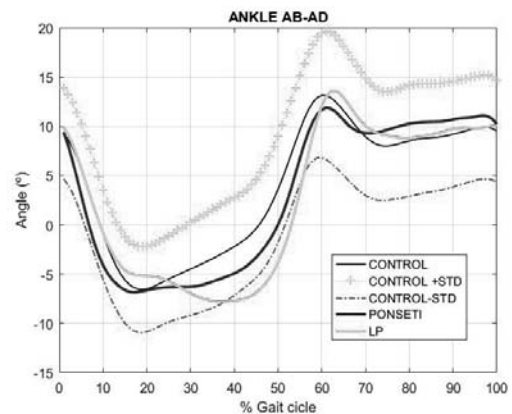


Figura 4. Media de datos cinemáticos a nivel de la rodilla, plano transversal. Ponseti, liberación posterior y grupo control ( $\pm 1$  DS).



**Figura 5.** Media de datos cinemáticos a nivel del tobillo, plano sagital. Ponseti, liberación posterior y grupo control ( $\pm 1$  DS).



**Figura 6.** Media de datos cinemáticos a nivel del tobillo, plano coronal. Ponseti, liberación posterior y grupo control ( $\pm 1$  DS).

## Discusión

En los últimos años han ido incorporándose progresivamente técnicas biomecánicas para objetivar el resultado funcional de diferentes tratamientos. La posibilidad de estudiar los movimientos articulares en los diferentes segmentos del miembro inferior se ha mostrado especialmente interesante para la valoración de tratamientos ortopédicos y quirúrgicos del aparato locomotor. Si bien los análisis biomecánicos han tenido un importante desarrollo en laboratorios especializados, son muy pocos centros hospitalarios los que la están aplicando como herramienta de investigación y valoración de las patologías y tratamientos del aparato locomotor.

En este estudio, hemos objetivado las diferencias espacio-temporales y de la cinemática de la marcha en pacientes tratados mediante la técnica quirúrgica de liberación posterior frente al método de Ponseti comparándolos con un grupo control.

Uno de los aspectos importantes de este estudio es que hemos realizado una comparación del método de Ponseti con la técnica de liberación posterior, una técnica menos agresiva que la liberación postero-interna y que hasta el momento no existen estudios biomecánicos que comparen esta técnica quirúrgica de forma aislada<sup>3-14</sup>.

Otro aspecto importante es el hecho de la normalización de las variables que son dependientes de la talla. Este hecho es imprescindible a la hora de evaluar los parámetros espacio-temporales dado que por ejemplo pacientes con una mayor talla, tienen una mayor zancada y por lo tanto una mayor velocidad bajo condiciones similares. Para evitar dicho sesgo entre los grupos respectivos, se realizaron las conversiones de las variables (velocidad, longitud de paso, ancho de paso y cadencia) teniendo en cuenta la longitud de la pierna para otorgarles un valor adimensional independiente de la talla<sup>15</sup>.

En cuanto al análisis de los parámetros temporales cabe destacar que los grupos patológicos presentan un patrón diferente al del grupo control. Podríamos decir que existen tres patrones de marcha diferentes, aunque son más similares los patrones de los pacientes patológicos entre sí que con el del grupo control. Este hallazgo es importante, porque refuerza nuestra hipótesis que la técnica de liberación posterior es menos agresiva y obtiene unos resultados más parecidos al grupo Ponseti que aquellos descritos en la literatura donde la técnica de liberación postero-interna obtiene unos resultados inferiores<sup>4,5,16-19</sup>. En cuanto al tipo de marcha, los grupos patológicos presentan una marcha ligeramente más lenta, con aumento de la base de sustentación y aumento del tiempo de apoyo bipodal indicando que tienen una menor estabilidad y coordinación en la marcha. Sí que cabe destacar que los pacientes del grupo Ponseti presentaron una cadencia ligeramente superior que el grupo de liberación posterior y este hallazgo fue estadísticamente significativo, indicando que estos pacientes presentan una marcha más rápida en proporción al número de pasos que dan por unidad de tiempo.

La interpretación de las gráficas de la cinemática a nivel de la cadera, rodilla y tobillo se realizó de forma individual. La definición de una cinemática anormal fue muy estricta, dado que las curvas de cada paciente por encima o por debajo de una desviación estándar de la media del grupo control se consideró como anormal. Esta clasificación es la usada en la literatura<sup>4-10,12-14,17,19</sup>, pero no hay evidencia que realmente sea ese el punto de corte en el cual podamos decir que un paciente presenta realmente una cinemática anormal.

Con esta definición observamos dos patrones característicos de la marcha en los grupos patológicos. En el análisis de la cinemática en el plano sagital a nivel del tobillo, existe una prevalencia importante de pacientes con pie zambo con una marcha calcánea (pacientes que presentan una dorsiflexión excesiva a nivel del tobillo

durante todo el ciclo de la marcha tanto en la fase de apoyo como en la fase de oscilación). Esta prevalencia de mayor dorsiflexión del tobillo, más frecuente en el grupo de liberación posterior (27%) que en el grupo Ponseti (11%), se puede entender por el alargamiento en Z del tendón Aquiles y la tenotomía intramuscular de los flexores plantares creando un desequilibrio muscular favoreciendo la fuerza de los músculos flexores dorsales del tobillo en este grupo de pacientes. La mayor proporción de pacientes con sobrepronación en el grupo de liberación posterior (33%) frente al método Ponseti (21%) también puede ser explicado por el desequilibrio muscular; la tenotomía intramuscular del tibial posterior (cuya función consiste en invertir y aducir el pie), produce una mayor dominancia de los músculos peroneos favoreciendo la rotación externa y eversión del pie.

El análisis cinemático a nivel de las otras articulaciones tales como la cadera y la rodilla estuvieron dentro de la normalidad y no se registraron mecanismos compensatorios (por ejemplo, hiperflexión de rodilla para compensar menor flexión plantar del tobillo) para su-

plir la deficiencia a nivel del tobillo. Esto apunta a que la corrección de la deformidad del pie zambo mediante ambos métodos es satisfactoria y ha sido resolutoria.

### **Conclusión**

Es importante destacar que los pacientes patológicos en este grupo de edad a pesar de mostrar las diferencias en los parámetros cinemáticos especialmente a nivel del tobillo y en ciertas variables espacio-temporales, en general son altamente funcionales. Más estudios, con un análisis biomecánico de la marcha que incluya también fuerzas (cinética) a nivel del tobillo y que combinen otros aspectos de valoración tales como escalas funcionales o parámetros radiográficos pueden ser de interés para comprender mejor la eficacia de los diferentes tratamientos empleados en los pacientes con pie zambo.

### **Agradecimientos**

A Pedro López Ballester, que ha colaborado en la toma de medidas con Kinescan v2011 en la Unidad de Valoración Funcional del Servicio de Rehabilitación del Hospital Universitari i Politècnic La Fe de Valencia.

---

## Bibliografía

1. Wynne-Davies R. Genetic and environmental factors in the etiology of talipes equinovarus. *Clin Orthop Relat Res.* 1972; 84:9-13.
2. Salom Taverner, M Minguez Rey MF. Tratamiento Actual del Pie Zambo . *Rev Esp Cir Osteoart* 2015; 50 (261):83-6.
3. Alkjaer T, Pedersen EN, Simonsen EB. Evaluation of the walking pattern in clubfoot patients who received early intensive treatment. *J Pediatr Orthop* 2000; 20(5):642-7.
4. Church C, Coplan JA, Poljak D, Thabet AM, Kowtharapu D, Lennon N, y cols. A comprehensive outcome comparison of surgical and Ponseti clubfoot treatments with reference to pediatric norms. *J Child Orthop* 2012; 6:51-9.
5. Davies TC, Kiefer G, Zernicke RF. Kinematics and kinetics of the hip, knee, and ankle of children with clubfoot after posteromedial release. *J Pediatr Orthop* 2001; 21(3):366-71.
6. El-Hawary R, Karol LA, Jeans KA, Richards BS. Gait analysis of children treated for clubfoot with physical therapy or the Ponseti cast technique. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90(7):1508-16.
7. Gottschalk HP, Karol LA, Jeans KA. Gait analysis of children treated for moderate clubfoot with physical therapy versus the Ponseti cast technique. *J Pediatr Orthop* 2010; 30(3):235-9.
8. Graf A, Wu K, Smith P. Comprehensive review of the functional outcome evaluation of clubfoot treatment: a preferred methodology. *J Pediatr Orthop* 2012; 21(1):20-7.
9. Halanski M A, Davison JE, Huang J-C, Walker CG, Walsh SJ, Crawford H A. Ponseti method compared with surgical treatment of clubfoot: a prospective comparison. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92(2):270-8.
10. Jeans KA, Erdman AL, Jo C, Karol LA. A Longitudinal Review of Gait Following Treatment for Idiopathic Clubfoot: Gait Analysis at 2 and 5 Years of Age. *J Pediatr Orthop* 2016; 36(6):565-71.
11. Karol LA, Jeans KA, Kaipus KA. The relationship between Gait, Gross Motor Function, and Parental Perceived Outcome in Children with Clubfeet. *J Pediatr Orthop* 2016; 36(2):145-51.
12. Karol LA, O'Brien SE, Wilson H, Johnston CE, Richards BS. Gait analysis in children with severe clubfeet: early results of physiotherapy versus surgical release. *J Pediatr Orthop* 2005; 25:236-40.
13. Karol LA, Jeans K, Elhawary R. Gait analysis after initial nonoperative treatment for clubfeet: Intermediate term followup at age 5. *Clin Orthop Relat Res* 2009; 467(5):1206-13.
14. Löff E, Andriess H, André M, Böhm S, Broström EW. Gait in 5-year-old children with idiopathic clubfoot: A cohort study of 59 children, focusing on foot involvement and the contralateral foot. *Acta Orthop* 2016; 87(5):522-8.
15. Sutherland D, Olshen R, Biden E, Wyatt MP. The development of Mature Walking. *Clinics in Developmental Medicine.* 1988; 277.
16. Dobbs MB, Nunley R, Schoenecker PL. Long-term follow-up of patients with clubfeet treated with extensive soft-tissue release. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88(5):986-96.
17. Duffy CM, Salazar JJ, Humphreys L, McDowell BC. Surgical versus Ponseti approach for the management of CTEV: a comparative study. *J Pediatr Orthop* 2013; 326-32.
18. Mindler GT, Kranzl A, Lipkowski CAM, Ganger R, Radler C. Results of gait analysis including the oxford foot model in children with clubfoot treated with the ponseti method. *J Bone Joint Surg Am* 2014; 96(19):1593-9.
19. Smith PA, Kuo KN, Graf AN, Krzak J, Flanagan A, Hassani S, y cols. Long-term results of comprehensive clubfoot release versus the Ponseti method: which is better? *Clin Orthop Relat Res* 2014; 472(4):1281-90.