

## [ ESTUDIO PILOTO ]

# REGISTRO BAROPODOMÉTRICO Y ESTABILOMÉTRICO EN NIÑOS CON PIE ZAMBO TRATADOS CON MÉTODO PONSETI. INTERVENCIÓN OSTEOPÁTICA

Sandra Balaguer Solé (PT, DO)<sup>1</sup>, Anna Maria Ey Batlle (MD)<sup>2</sup>, Marta Vinyals Rodríguez<sup>3</sup>, Joaquín Muñoz Rodríguez (PT, DO)<sup>1</sup>

Recibido el 15 de agosto de 2017; aceptado el 30 de agosto de 2017

**Introducción:** El pie zambo, o Pie Equino Varo Aducto Congénito, es una de las malformaciones musculoesqueléticas más comunes. Los componentes de la deformidad son el equinismo, varismo, supinación del retropié, y aducción del antepié, existiendo una alteración de la morfología de las articulaciones del tarso, debida a las deformidades óseas.

**Objetivo:** Comprobar las alteraciones en los apoyos plantares de los niños afectados de pie zambo, mediante el análisis estabilmétrico y baropodométrico. Estudiar las modificaciones en los apoyos plantares de estos niños tras el tratamiento osteopático, mediante la mejora de la movilidad a nivel de la pelvis o la intervención en la musculatura cervical.

**Material y métodos:** Se llevó a cabo un ensayo clínico aleatorizado, doble ciego. Se estudió a 24 niños afectados de pie zambo, divididos en 3 grupos. Se realizó una técnica

osteopática a cada uno de los dos grupos de intervención, y el tercer grupo fue un grupo control activo. Se realizó una baropodometría y una estabilometría mediante la plataforma podoprint aluminium antes e inmediatamente después de la aplicación de la técnica.

**Conclusiones:** Los niños afectados de pie zambo unilateral presentan en su mayoría (93'75%) un apoyo de peso sobre el retropié contralateral. En los casos bilaterales, el punto de máxima presión se localiza en el retropié derecho en un 50% de los casos. La modificación de tensiones a nivel pélvico, produjo mayores cambios en la distribución de cargas en los pies, que el tratamiento a nivel cervical.

### PALABRAS CLAVE

- › Pie zambo.
- › Desarrollo muscular.
- › Niños.
- › Medicina osteopática.
- › Manipulación osteopática.
- › Equilibrio postural.
- › Pisada.

Autor de correspondencia:  
sbalaguer@centromunozbalaguer.com  
(Sandra Balaguer Solé)  
ISSN on line: 2173-9242  
© 2017 – Eur J Ost Rel Clin Res - All rights reserved  
www.europeanjournalosteopathy.com  
info@europeanjournalosteopathy.com

1. Centro Muñoz Balaguer. Lugo. España.

2. Traumatología Pediátrica. Hospital San Juan De Dios. Asociación Internacional Ponseti. Barcelona. España.

3. Hospital Podológico. Facultad de Medicina. Universidad de Barcelona. Barcelona. España.

## INTRODUCCIÓN

El pie zambo, o Pie Equino Varo Aducto Congénito (PE-VAC), es una de las malformaciones musculoesqueléticas más comunes, teniendo una prevalencia en España de 1 de cada 1000 nacimientos<sup>1-6</sup>, siendo la quinta patología congénita más frecuente<sup>7</sup>. Los componentes de la deformidad del PEVAC son el equinismo, varismo, supinación del retropié, y aducción del antepié<sup>2</sup>, existiendo una alteración de la morfología de las articulaciones del tarso, debida a las deformidades óseas<sup>3,8</sup>. Un estudio realizado a fetos en el que se valoraban secciones histológicas de ligamentos de pies afectados sin tratamiento, objetivó cambios en el colágeno de los mismos. Este era ondulado, lo que le genera mucha capacidad de ser estirado con facilidad<sup>3</sup>. A finales de los años 90 surgió un gran interés por parte de la comunidad médica, tras la publicación de los resultados de los tratamientos con el método Ponseti, llevados a cabo durante los 30 años precedentes<sup>9</sup>. Los buenos resultados obtenidos mediante este tratamiento dejaron obsoletas las prácticas quirúrgicas en esta patología<sup>3,5-8,9</sup>. El método Ponseti, por ser poco invasivo y poco costoso, se ha convertido en el tratamiento de elección para esta patología, también en países subdesarrollados o en vías de desarrollo<sup>3,10-13</sup>. Las respuestas que da el cuerpo, de forma automatizada, a las informaciones visuales, táctiles, estatoacústicas y propioceptivas se conocen como control postural. Existen receptores externos e internos, los captosres posturales (oído, vista, sistema estomatognático, pie, sistema propioceptivo muscular y articular) que mantienen una posición bípeda más o menos estable<sup>14</sup>. Para mantener esta estabilidad postural se requieren unas condiciones fisiológicas morfoestructurales en los arcos y bóvedas corporales, destacando la necesidad de que los planospélvico, escapular, masticatorio y bipupilar sean horizontales y paralelos entre sí<sup>15</sup>.

Los niños con pies zambos tienen un menor volumen muscular de gemelos y soleo, así como del tercio distal de la pierna<sup>3,16</sup> y un menor tamaño del pie afecto respecto al sano<sup>3</sup>. Además, la distribución de la presión a nivel plantar también es anómala<sup>16</sup>. En el caso de patología unilateral, presentan mayor carga sobre el pie sano y mayor área de oscilación de la carga sobre el pie zambo, lo que dificulta el control postural<sup>17</sup>. En el estudio de la postura son muy útiles los registros estabilométricos y baropodométricos, que han demostrado ampliamente su utilidad en la práctica clínica diaria<sup>15</sup>. Se han encontrado pocos estudios que busquen valorar las posibles alteraciones posturales en niños con pies zambos. Se piensa que tras varias etapas del desarrollo en las que existe una inmovilidad del pie y de las articulaciones sacroilíacas, un crecimiento no simétrico en los pies zambos

unilaterales y alteraciones baropodométricas constatadas, sería interesante saber como se modifican los registros baropodométricos y estabilométricos tras manipulaciones de la pelvis o de la musculatura suboccipital, estructuras vitales en el control postural. Además, existen estudios que indican la factibilidad de aplicar técnicas de manipulación vertebral en niños<sup>18</sup>.

Por todo ello, nos planteamos como objetivos principales valorar la localización del punto de máxima presión durante el paso en niños con pie zambo; además, se pretende evaluar y comparar los posibles efectos inmediatos de la manipulación sacroilíaca bilateral para niños, sobre los valores baropodométricos y estabilométricos; y el efecto de la técnica de inhibición de la musculatura suboccipital, en la medición de los mismos parámetros. La hipótesis planteada en el estudio es que las alteraciones estructurales y funcionales residuales de los pies zambos condicionan la distribución de cargas en los pies, afectando a la dinámica postural global. Además, se espera que la manipulación sacroilíaca bilateral cambie la distribución del peso en el pie zambo de los niños tratados con método Ponseti. De igual forma, la inhibición suboccipital va a modificar la distribución del peso en el pie zambo de los niños tratados con método Ponseti.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Diseño

El estudio es de tipo ensayo clínico aleatorizado, controlado, doble ciego sin relación entre evaluador e interventor. Se contó con el consentimiento informado firmado por parte de los padres o tutores de los participantes y se obtuvo el visto bueno del Comité de Ética institucional.

### Población de Estudio

Se seleccionaron 24 sujetos, todos ellos diagnosticados de pie zambo y tratados con método Ponseti. No se excluyó ningún sujeto. Todos cumplían lo criterios de inclusión y exclusión. La edad de los sujetos de estudio oscilaba entre 4 y 12 años. Los sujetos fueron derivados por una Médico especialista en Traumatología y Ortopedia especialista en método Ponseti, y responsable del tratamiento de todos los participantes del estudio. Todos los pies tenían un valor inicial de la Escala de Pirani por encima de 5. La muestra final la compusieron 24 sujetos (n=24), 8 en el Grupo Control (GC=8), 8 en el Grupo Intervención 1 (GI1=8), y 8 en el Grupo Intervención 2 (GI2=8).

## Criterios de selección: Inclusión y Exclusión

Para la realización del estudio se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión: niños de 4 a 12 años, diagnosticados de pie zambo por una traumatóloga pediátrica especializada en esta patología, que recibieron un tratamiento del mismo a través del método Ponseti, que habían recibido el alta de tratamiento con férulas y aceptaron participar en el estudio.

Se excluyeron del estudio a niños con enfermedades de base asociadas, pie zambo sindrómico, que habían recibido tratamiento de fisioterapia o de osteopatía en el último mes o que presentaron cirugías, tumores, malformaciones congénitas y/o afecciones neurológicas. Además se excluyeron a sujetos que padecían alteraciones del equilibrio (síndromes cerebelos, cefaleas tensiones, migrañas, mareos, vértigos, alteraciones de sistema nervioso central...), deformidades y/o lesiones ortopédicas en los miembros inferiores o en el raquis que puedan alterar la estática postural (escoliosis, disimetrías de miembros inferiores, valgus, varos,...), lesiones traumáticas de miembros inferiores o de raquis en el último año, o presentar secuelas de las mismas (fracturas, luxaciones, cirugías,...), con alguna contraindicación a alguna de las técnicas de estudio o con dificultades de atención en la realización de las pruebas.

## Aleatorización y enmascaramiento

La aleatorización de los sujetos para su inclusión en los grupos experimentales o en el de control se realizó mediante el software disponible en la web random.org, y un ordenador portátil Macbook Air (Apple,USA). La muestra total del estudio fue dividida en tres grupos de 8 sujetos cada uno de ellos, asignados aleatoriamente y con enmascaramiento doble ciego, donde el evaluador y los sujetos desconocen si están incluidos en Grupo Intervención 1, Grupo Intervención 2 o en el Grupo Control.

## Muestra

La muestra total del estudio (figura 1) fue de 24 sujetos, el 52% de los mismos eran niños, y con una edad media de 7'38 años. En el Grupo 1 (GI1) se incluyeron 8 sujetos con edades entre los 4 y los 12 años y se llevó a cabo la técnica de Inhibición Suboccipitales. En el Grupo 2 (GI2) se incluyeron 8 sujetos con edades entre los 4 y los 12 años y se llevó a cabo la Manipulación sacroilíaca bilateral. En el Grupo 3 (GC) se incluyeron 8 sujetos con edades entre los 4 y los 12 años y se llevó a cabo la movilización de ambas manos como técnica placebo.

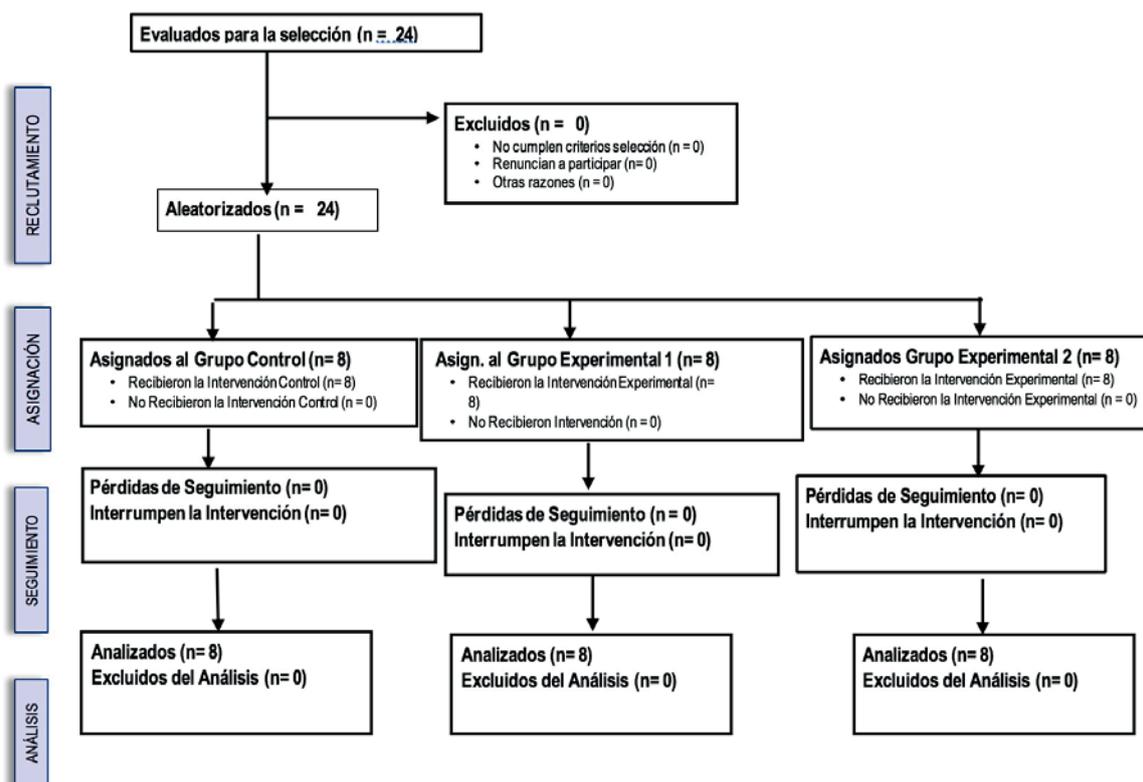


Figura 1. Diagrama de Flujo según la Declaración CONSORT<sup>18,19</sup> para el Informe de Ensayos Aleatorizados.

## Variables de la investigación

En sujetos con pie zambo tratados mediante el método Ponseti en fase estable de resolución se midieron sus características demográficas (edad y sexo); el número de calzado de cada pie; la diferencia entre el número de cada pie; la puntuación Pirani; la unilateralidad y bilateralidad del pie zambo; el porcentaje de carga total del pie y la superficie total de apoyo de cada pie por medio de la baropodometría; y la localización del punto de máxima presión por medio de la estabilometría.

## Evaluaciones pre y post intervención

La recogida de las variables independientes fue realizada por un osteópata. La podóloga registró las medidas pre y post intervención en la plataforma de baropodometría Podoprint Aluminium, de Namrol, fabricada en Balma, Francia. La plataforma posee un sistema de autocalibrado. Las mediciones fueron realizadas por una podóloga especialista pie zambo.

## Intervenciones aplicadas a los grupos de estudio

**Grupo control.** El interventor llevó a cabo una maniobra de articulación analítica de los huesos metacarpianos de la mano derecha e izquierda, como técnica placebo. Para la misma el paciente se encontraba en decúbito supino y se realizó una movilización de los huesos metacarpianos de cada mano durante 2 minutos. Globalmente el sujeto se encontró en decúbito durante 5 minutos (figura 2).



Figura 2. Técnica de movilización de los metacarpianos.

**Grupo intervención 1.** El interventor llevó a cabo la técnica de Inhibición suboccipital. Para la realización de la

misma el sujeto se encontraba decúbito supino. El interventor a la cabeza del paciente contactando con 2 y 3 dedo de cada mano en el arco posterior del atlas. Mantuvo la presión en la musculatura suboccipital durante 5 minutos. El objetivo principal de la técnica fue suprimir el espasmo de los músculos suboccipitales (figura 3).



Figura 3. Técnica de inhibición suboccipital.

**Grupo intervención 2.** El interventor realizó la manipulación sacroilíaca bilateral para niños. Para la misma, el sujeto se encontraba en decúbito lateral del lado contrario a manipular, en posición de lumbar roll. El interventor contactó con la eminencia tenar sobre articulación sacroilíaca superior y realizó un thrust en rotación pura. El objetivo principal de la técnica es aumentar la movilidad articular a nivel de las articulaciones sacroilíacas. La técnica se realizó bilateralmente. El sujeto permaneció tumbado en la camilla durante 3 minutos previamente a las manipulaciones. El tiempo total de la intervención fue de 5 minutos (figura 4).



Figura 4. Técnica de manipulación sacroilíaca.

## Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico IBM SPSS versión 23.0 (Statistical Package for Social Sciences Inc.m Chicago, IL, USA) para entorno PC. En primer lugar, se llevó a cabo un análisis descriptivo de las variables baropodométricas cuantitativas. Por otro lado, se generó una tabla de contingencia de la variable localización del punto de máxima presión (variable cualitativa nominal) en función del pie zambo que presentaban los sujetos. Se compararon las medidas baropodométricas pre-intervención y post-intervención tanto para los grupos de intervención (manipulación sacroilíaca bilateral e inhibición suboccipital) como para el grupo control, mediante prueba de rangos de Wilconxon. Por otro lado, para comprobar la posible redistribución de presiones en el apoyo plantar (punto de presión máxima podal) se realizó como prueba de contraste la prueba Chi-cuadrado para cada uno de los tres grupos. Además, se realizaron las tablas de contingencia por grupo de intervención entre el punto de máxima presión (pre-intervención y post-intervención) y el pie zambo que presentaban los sujetos.

## RESULTADOS

### Análisis descriptivo de la muestra

La muestra para el estudio piloto estaba compuesta por 24 sujetos, con una edad media de 7.38 años (DT = 2.55; mínimo = 4 años, máximo = 12 años). El 52.4% (n = 13) eran niños. Los sujetos de la muestra presentaban un número de pie derecho de 31.71 (DT = 3.76), mientras que el izquierdo se situaba en 31.92 (DT = 4.13). Se calculó la diferencia entre números de pie. El 45.8% (n=11) no presentaban diferencia; el 45.8% (n=11) presentaban una diferencia de un número y el 8.3% (n=2) restante presentaban una diferencia de dos números. Respecto a la unilateralidad o bilateralidad del pie zambo, el 33.3% (n = 8) presentaba unilateralidad derecha, el 41.7% (n = 10) unilateralidad izquierda y el 25% restante (n = 6), bilateralidad. La diferencia entre números de pie en función del pie zambo que presentaban se muestra en la tabla 1.

PIE ZAMBO	DIFERENCIA ENTRE NÚMEROS DE PIE		
	NO DIFERENCIA	DIFERENCIA UN NÚMERO	DIFERENCIA DOS NÚMEROS
UNILATERAL DERECHO	2	6	0
UNILATERAL IZQUIERDO	3	5	2
BILATERAL	6	0	0

**Tabla 1.** Tabla de contingencia: diferencia entre números de pie y pie zambo.

Por último, respecto a la escala Pirani inicial, el 4.2% (n = 1) tenía una puntuación en la escala de 5; el 54.2% (n = 13) tenía una puntuación de 5.5 y el 33.3% (n = 8) restante tenía una puntuación de 6.

### Análisis Inferencial

Como prueba de contraste de hipótesis para la comparación de las puntuaciones pre-intervención y post-intervención, se realizó la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas tanto para los dos grupos de intervención (inhibición suboccipital y manipulación sacroilíaca

bilateral) como para el grupo control. Es decir, se comparó la medida pre-intervención con la medida post-intervención. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 2. En el grupo de intervención inhibición suboccipital no se observan diferencias significativas en ninguna de las variables. Mientras que en el grupo de intervención de manipulación sacroilíaca bilateral se objetivaron diferencias estadísticamente significativas en la superficie de apoyo total del pie derecho. Por último, en el grupo que recibe la movilización de manos, se observan diferencias significativas tanto en la superficie total del pie derecho como la superficie total del pie izquierdo.

	<b>Pre-intervención</b>	<b>Post-intervención</b>		
	<b>Media±DT</b>	<b>Media±DT</b>	<b>Z</b>	<b>Sig.</b>
<b>Grupo inhibición suboccipital</b>				
Superficie de apoyo total pie derecho	63.37±24.38	63.87±23.10	-0.21	0.83
Superficie de apoyo total pie izquierdo	57.13±27.93	61.75±26.61	-1.53	0.13
Porcentaje carga total pie derecho	51.50±7.93	52.00±7.39	-0.34	0.74
Porcentaje carga total pie izquierdo	48.50±7.93	48.00±7.39	-0.34	0.74
<b>Grupo manipulación sacroiliaca bilateral</b>				
Superficie de apoyo total pie derecho	75.62±17.90	71.25±14.92	-1.97	0.04
Superficie de apoyo total pie izquierdo	73.37±17.44	70.50±17.44	-1.01	0.27
Porcentaje carga total pie derecho	48.25±6.96	46.00±9.04	-1.20	0.23
Porcentaje carga total pie izquierdo	51.75±6.96	54.00±9.04	-1.99	0.23
<b>Grupo movilización de manos</b>				
Superficie de apoyo total pie derecho	74.87±17.15	66.87±14.54	-2.52	0.01
Superficie de apoyo total pie izquierdo	70.25±20.62	60.50±20.06	-2.53	0.01
Porcentaje carga total pie derecho	51.75±6.71	52.75±4.20	-0.85	0.39
Porcentaje carga total pie izquierdo	48.25±6.71	47.25±4.20	-0.85	0.39

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos y prueba de rangos de Wilcoxon para muestras relacionadas.

La tabla 3 muestra la distribución de la localización del punto de máxima presión tanto pre-intervención como post-intervención en función del pie zambo que presen-

taban todos los sujetos. En esta tabla están incluidos los 24 sujetos que componen la muestra de este estudio piloto.

PIE ZAMBO	LOCALIZACIÓN PUNTO DE MÁXIMA PRESIÓN PRE-INTERVENCIÓN		
	ANTEPIÉ DERECHO	RETROPIÉ DERECHO	RETROPIÉ IZQUIERDO
UNILATERAL DERECHO	0	1	7
UNILATERAL IZQUIERDO	0	10	0
BILATERAL	1	3	2

PIE ZAMBO	LOCALIZACIÓN PUNTO DE MÁXIMA PRESIÓN POST-INTERVENCIÓN		
	ANTEPIÉ DERECHO	RETROPIÉ DERECHO	RETROPIÉ IZQUIERDO
UNILATERAL DERECHO	0	1	7
UNILATERAL IZQUIERDO	0	7	3
BILATERAL	1	2	3

**Tabla 3.** Tablas de contingencia. Localización del punto de máxima presión pre-intervención y post-intervención en función del pie zambo.

Por otro lado, se estudió y comparó la distribución de la variable localización punto de máxima presión en cada uno de los tres grupos de intervención. La tabla 4 muestra los resultados obtenidos en el grupo de inhibición suboccipital. Se objetivaron diferencias significativas en esta variable

comparando pre-intervención con post-intervención. Además, se presenta la tabla de contingencia de la localización del punto de máxima presión (pre y post intervención) en función del pie zambo (ver tabla 5).

	PRE-INTERVENCIÓN	POST-INTERVENCIÓN	CHI-CUADRADO	SIG.
ANTEPIÉ DERECHO	n=1	n=1	12.50	0.01
RETROPIÉ DERECHO	n=4	n=3		
RETROPIÉ IZQUIERDO	n=3	n=4		

**Tabla 4.** Tabla de frecuencias y Chi cuadrado: localización punto máxima presión. Grupo 1 (intervención): inhibición suboccipital. Sig = significación.

PIE ZAMBO	LOCALIZACIÓN PUNTO DE MÁXIMA PRESIÓN PRE-INTERVENCIÓN		
	ANTEPIÉ DERECHO	RETROPIÉ DERECHO	RETROPIÉ IZQUIERDO
UNILATERAL DERECHO	0	0	3
UNILATERAL IZQUIERDO	0	3	0
BILATERAL	1	1	0

PIE ZAMBO	LOCALIZACIÓN PUNTO DE MÁXIMA PRESIÓN POST-INTERVENCIÓN		
	ANTEPIÉ DERECHO	RETROPIÉ DERECHO	RETROPIÉ IZQUIERDO
UNILATERAL DERECHO	0	0	3
UNILATERAL IZQUIERDO	0	2	1
BILATERAL	1	1	0

**Tabla 5.** Tablas de contingencia. Localización del punto de máxima presión pre-intervención y post-intervención en función del pie zambo. Grupo inhibición suboccipital.

Los resultados obtenidos para el grupo de manipulación sacroilíaca bilateral se presentan en las tablas 6 y 7. En este grupo no se observan diferencias estadísticamente significativas en la localización del punto de máxima presión.

	PRE-INTERVENCIÓN	POST-INTERVENCIÓN	CHI-CUADRADO	SIG.
RETROPIÉ DERECHO	n=5	n=3	2.88	0.09
RETROPIÉ IZQUIERDO	n=3	n=5		

**Tabla 6.** Tabla de frecuencias y Chi cuadrado: localización punto máxima presión. Grupo 2 (intervención): manipulación sacroilíaca bilateral. Sig = significación.

PIE ZAMBO	LOCALIZACIÓN PUNTO DE MÁXIMA PRESIÓN PRE-INTERVENCIÓN	
	RETROPIÉ DERECHO	RETROPIÉ IZQUIERDO
UNILATERAL DERECHO	0	2
UNILATERAL IZQUIERDO	4	0
BILATERAL	1	1

PIE ZAMBO	LOCALIZACIÓN PUNTO DE MÁXIMA PRESIÓN POST-INTERVENCIÓN	
	RETROPIÉ DERECHO	RETROPIÉ IZQUIERDO
UNILATERAL DERECHO	0	2
UNILATERAL IZQUIERDO	3	1
BILATERAL	0	2

**Tabla 7.** Tablas de contingencia. Localización del punto de máxima presión pre-intervención y post-intervención en función del pie zambo. Grupo manipulación sacroilíaca bilateral.

Por último, los resultados obtenidos para el grupo de movilización de manos se presentan en las tablas 8 y 9. Se

objetivan diferencias significativas en la localización del punto de máxima presión pre y post intervención.

	PRE-INTERVENCIÓN	POST-INTERVENCIÓN	CHI-CUADRADO	SIG.
RETROPIÉ DERECHO	n=5	n=4	4.80	0.03
RETROPIÉ IZQUIERDO	n=3	n=4		

**Tabla 8.** Tabla de frecuencias y Chi cuadrado: localización punto máxima presión. Grupo 2 (control): movilización de manos. Sig = significación.

PIE ZAMBO	LOCALIZACIÓN PUNTO DE MÁXIMA PRESIÓN PRE-INTERVENCIÓN	
	RETROPIÉ DERECHO	RETROPIÉ IZQUIERDO
UNILATERAL DERECHO	1	2
UNILATERAL IZQUIERDO	3	0
BILATERAL	1	1

PIE ZAMBO	LOCALIZACIÓN PUNTO DE MÁXIMA PRESIÓN POST-INTERVENCIÓN	
	RETROPIÉ DERECHO	RETROPIÉ IZQUIERDO
UNILATERAL DERECHO	1	2
UNILATERAL IZQUIERDO	2	1
BILATERAL	1	1

**Tabla 9.** Tablas de contingencia. Localización del punto de máxima presión pre-intervención y post-intervención en función del pie zambo. Grupo movilización de las manos.

## DISCUSIÓN

Los estudios de los últimos años sobre los diferentes métodos de tratamiento, las recidivas y las secuelas funcionales y biomecánicas, han establecido claramente cuales son los pasos iniciales en el tratamiento de pie zambo. El método Ponseti indiscutiblemente es el método de elección a nivel médico<sup>2,5, 7, 21-24, 27-29</sup>. Las correcciones obtenidas a nivel funcional y biomecánica no eximen a los niños afectados de pie zambo de pequeñas alteraciones en el desarrollo muscular y de las habilidades motoras gruesas<sup>21, 25, 26</sup>. Uno de los resultados más llamativos que hemos obtenido en este estudio confirma los resultados de Lööf en 2016, en los niños afectados de pie zambo unilateral. Más del 90% de los niños con pie zambo unilateral estudiados presentan localizado el punto de máxima presión en el retropié contralateral.

En los niños con pie zambo bilateral la distribución es totalmente distinta, siendo una repartición cercana al 50%. Estos resultados van en la misma línea que los obtenidos en otros donde se resalta que el pie sano de un niño con pie zambo unilateral no puede ser usado como parangón de normalidad<sup>26, 30-32</sup>.

En los grupos de intervención y en el grupo control encontramos diferencias significativas en la modificación de la localización del punto de máxima presión, encontrando un mayor número de cambios en el grupo de manipulación sacroilíaca bilateral. En el estudio de Méndez de 2006<sup>33</sup> se constata que tras la manipulación global de la pelvis disminuye la carga sobre el pie izquierdo y aumenta sobre el derecho en adultos sanos. En nuestro estudio encontramos también un cambio en esta variable aunque al contrario,

posiblemente por las alteraciones de la pisada de los niños con pie zambo y sus compensaciones a nivel de extremidad inferior<sup>34-37</sup>. Además se observa una disminución de la superficie de apoyo en el pie derecho, cambio estadísticamente significativo, y aumento en el pie izquierdo. Estos cambios se encuentran reflejados en un aumento de la localización del punto de máxima presión donde un mayor número de sujetos lo localizan en el retropié izquierdo tras la intervención. Así pues, podemos decir que el centro de gravedad se ha desplazado de derecha a izquierda<sup>33</sup>. Pensamos que es importante constatar que a través de esta técnica podemos lograr cambios a este nivel.

En el grupo al que se le aplicaba una inhibición suboccipital no hemos obtenido ningún cambio en la distribución de las cargas en los pies. A pesar de que existen varios estudios que hablan de las modificaciones de la elasticidad de la cadena posterior muscular o de la importancia de la musculatura suboccipital y craneomandibular en las modificaciones posturales en adultos<sup>37,38</sup>, en nuestro estudio no obtenemos modificaciones posturales con la aplicación de esta técnica. Probablemente, el componente de cadena ascendente de los pies es predominante en la actitud postural de estos niños. De ahí la importancia de que se valore con este tipo de estudios baropodométricos a estos niños, y de la importancia de la actuación multidisciplinar en esta patología<sup>40-43</sup>.

En cuanto al grupo de movilización de las manos hemos encontrado modificaciones en la superficie de carga del pie derecho e izquierdo, así como en la localización del punto de máxima presión. En algunos estudios sobre patologías neurológicas se habla de la importancia de la corteza motora en la coordinación de los movimientos de las 4 extremidades<sup>43</sup>. En estudios sobre patologías neurodegenerativas se ha observado una importante relación entre el agravamiento de la patología y la reaparición de algunos reflejos primitivos, principalmente los de agarre. Se ha observado que cuando aparece el reflejo palmar, los reflejos pedios también se activan en estas personas<sup>45,46</sup>. La activación del reflejo de agarre palmar podría haber activado el reflejo plantar, modificando la distribución de cargas en los pies.

Teniendo en cuenta que realizamos un estudio piloto, con tamaño muestral pequeño, los hallazgos son limitados para poder concluir. Por eso, este es un estudio piloto de otro con más sujetos que estamos realizando y cuyos resultados publicaremos posteriormente.

## Limitaciones

La principal limitación de este estudio es el reducido tamaño muestral. Estudios posteriores deberían tener una muestra mayor para confirmar si la tendencia encontrada en este estudio se confirma. También creemos que en futuros estudios podrían ampliarse las variables de estudio para poder realizar un estudio concluyente más amplio. Por otro lado, los niños más pequeños presentan una mayor dificultad a la hora de realizar las mediciones pre y post intervención.

---

## CONCLUSIONES

---

Existen pequeñas variaciones en diferentes parámetros que, a pesar de no ser estadísticamente significativas, pueden tener importancia en la práctica clínica diaria, y se deban tener en cuenta en el planteamiento clínico del tratamiento. Los niños con pie zambo unilateral presentan la localización del punto de máxima presión en el retropié contralateral en más del 85% de los casos. En el caso de los pies zambos bilaterales la distribución es cercana al 50%. Además, la manipulación sacroilíaca bilateral modifica significativamente la localización del punto de gravedad central, ya que modifica la superficie de apoyo de pie derecho e izquierdo y la carga de peso también sobre ambos pies. Por otro lado, la inhibición de la musculatura suboccipital no modifica significativamente la pisada en los niños afectados de pie zambo, aunque sí modifica de forma estadísticamente significativa la localización del punto de máxima presión. La movilización activa de las manos modifica la pisada y la localización del punto de máxima presión. Es por ello que serán necesarios más estudios que relacionen el desarrollo psicomotor de los niños con pie zambo y la integración de determinados reflejos primitivos. Por último, las modificaciones posturales constatadas en este estudio están relacionadas con las alteraciones de distribución de cargas que presentan estos niños, pero en ningún caso son un tratamiento para la patología de base que presentan, es decir, no representan un tratamiento del pie zambo en sí.

---

## NORMAS ÉTICAS

---

El estudio se ha realizado conforme a las normas éticas recogidas en la declaración de Helsinki en su última revisión<sup>46,47</sup>.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores afirman no tener ningún conflicto de intereses.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Torres-gómez A, Pérez-Salazar-Marina D, Casis-Zacarías N. *Pie equino varo adusto congénito, prevalencia en una población mexicana*. Revista Mexicana de Ortopedia Pediátrica 2010; 12 (1):15-18.
2. Pérez Abela AL, Alvarez Osuna RM, Conde Otero M, Godoy Abad N. *Pie equinovaro congénito*. Rev Soc Andaluza de Traumatol Ortop 2003; 23 (1): 17-21.
3. Staheli L. *Pie Zambo: El Método Ponseti*. 3º ed. Seattle: Global HELP Organización; 2009.
4. Fulton Z, Briggs D, Silva S, Szalay EA. *Calf circumference discrepancies in patients with unilateral clubfoot: Ponseti versus surgical release*. J Pediatr Orthop 2015; 35 (4): 403-406.
5. Vigouroux F, Bertani A, Cunin V, Mathieu L, Lounay F, Rongieras F. *Clubfoot treatment: Implementation of the Ponseti method in emerging countries*. Med Sante Trope 2016; 26 (1): 24-30.
6. Alam MT, Akber EB, Alam QS, Reza MS, Mahboob AH, Salam SI et al. *Outcome of Percutaneous Tenotomy in the Management of Congenital Talipes Equino Varus by Ponseti Method*. Mymensingh Med 2015; 24 (3): 467-470.
7. Derzsi Z, Nagy Ö, Gozar H, Gurzu S, Pop TS. *Kite versus Ponseti Method in the Treatment of 235 Feet with Idiopathic clubfoot: Results of a Single Romanian medical Center*. Medicine (Baltimore) 2015; 94 (33): 1379.
8. Wei C, Fang P, Yang Y, Jie Y, Lizhen W, Hong L et al. *Correcting Congenital Talipes Equinovarus in Children Using Three Different Correctives Methods*. Medicine (Baltimore). 2015; 94 (28): 1004.
9. Chu A, Lehman WB. *Treatment of Idiopathic Clubfoot in the Ponseti Era and Beyond*. Foot Ankle Clin 2015; 20 (4): 555-562.
10. Ramahenina H, O'Connor RJ, Chamberlain MA. *Problems encountered by parents of infants with clubfoot treated by the Ponseti Method in Madagascar: A study to inform better practice*. J Rehabil Med 2016; 48 (5): 481.
11. Johnson RR, Friedman JM, Becker AM, Spiegel DA. *The Ponseti Method for Clubfoot Treatment in Low and Middle-Income countries: A Systematic Review of Barriers and Solutions to Service Delivery*. J Pediatr Orthop 2017; 37 (2): e134-e139.
12. Dunkley M, Gelfer Y, Jackson D, Parnell E, Armstrong J, Rafter C et al. *mid-term results of a physiotherapist-led Ponseti service for the management of non-idiopathic and idiopathic clubfoot*. J Child Orthop 2015; 9 (3): 183-189.
13. Vo NQ, Huynh NM. *Mid-term results of Ponseti management for an idiopathic congenial clubfoot at single center in Vietnam*. J Pediatr Orthop 2016; 25 (3): 253-257.
14. Le Clair K, Riach C. *Postural stability measures: what to measure and for how long*. Clin Biomech 1996; 11 (6): 176-8.
15. Rodríguez-Blanco C, Torres-Lagares D, Munuera-Martínez PV, Pascual-Vaca AO. *Influencias de la relación maxilomandibular en el tratamiento postural mediante inhibición muscular*. Osteopatía científica 2009; 04 (03): 115-119.
16. Lampe R, Mitternacht J, Von Pfister L, Turova V, Blumenstein T, Alves-Pinto A. *Development of congenial clubfoot during growth: a long-term study on the basis of pedobarography, biomechanics and magnetic resonance imaging measurements of muscle volumen*. J Pediatr Orthop 2017; 26 (2): 122-132.
17. Rodríguez-Piñero M, Pons Y, Echevarría C, Sánchez A, Gómez A. *Marcha y Patrón podobarográfico en niños con pies zambos congénitos*. Rehabilitación Elsevier 2005; 39 (5): 201-206.
18. Triano JJ, Lester S, Starmer D, Hewitt EG. *Manipulation Peak Forces Across Spinal Regions for Children Using Mannequin Simulators*. J Manipulative Physiol Ther 2017; 40(3): 139-146.
19. Schulz KF, Altman DG, Moher D, for the CONSORT Group. *CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomized trials*. BMJ 2010; 340: c332.

20. Baker T, Gustafson D, Shawc B, Hawkinsd R, Pingree S, Linda Roberts et al. Relevance *CONSORT* reporting criteria for research on eHealth interventions. Patient education and Counseling 2010; 81 (S): S77-S86.
21. Dobbs MB, Gurnett CA. *Genetics of clubfoot*. J Pediatr Orthop B 2012; 21 (1): 7-9.
22. Lampasi M, Trisolino G, Abati CN, Bosco A, Marchesini Reggiani L, Racano C et al. *Evolution of Club-foot deformity and muscle abnormality in the Ponseti method: evaluation with Dimeglio score*. In Orthop 2016; 40 (10): 2199-2205.
23. O'Shea RM, Sabatini CS. *What is new in idiopathic clubfoot?* Curr Rev Musculoskelet Med 2016; 9 (4): 470-477.
24. Smith PA, Kuo KN, Graf AN, Krzak J, Flanagan A, Hassni S et al. *Long-term results of comprehensive club-foot release versus the ponseti method: with is better?* Clin Orthop Relay Res. 2014; 472 (4): 1281-1290.
25. Lööf E, Andriess H, André M, Böhm S, Iversen MD, Broström EW. *Gross motor skills in children with idiopathic clubfoot and the association between gross motor skills, foot involvement, gait and foot motion*. J Pediatr Orthop. 2017.
26. Lööf E, Adriess H, André M, Böhm S, Broström. *Gait in 5-year-old children with idiopathic clubfoot*. Acta Orthop 2016; 87 (5): 522-528.
27. Perveen R, Evans AM, Ford-Powell V, Dietz FR, Barker S, Wade PW et al. *The Bangladesh project: audit of 2-years outcomes of Ponseti treatment in 400 children*. J Pediatr Orthop 2014; 34 (7): 720-5.
28. Chen W, Pu F, Yang Y, Yao J, Wang L, Liu H et al. *Correcting congenital Talipes Equinovarus in Children Using Three Different Corrective Methods*. Medicine (Baltimore) 2015; 94 (28): 1004.
29. Amin NH, Jakoi A, Alexander VMS, Morrison MJ, Trobisch P. *Dynamic Adduction Angle of Forefoot Measured with a Novel Technique And Its Relationship With Functional Outcomes*. Malays J Med Sci 2016; 23 (2): 38-43.
30. Cooper A, Chhina H, Honren A, Alvarez C. *The contralateral foot in children with unilateral clubfoot, is the unaffected side normal?* Gait Posture 2014; 40 (3): 375-80.
31. Wicart P, Richardson J, Maton B. *Adaptation of gait initiation in children with unilateral idiopathic clubfoot following conservative treatment*. J Electromyogr Kinesiol. 2006; 16 (6): 650-60.
32. Maton B, Wicart P. *Centrally adaptations in unilateral idiopathic clubfoot children following conservative treatment*. J Electromyogr Kinesiol. 2005; 15 (1): 72-82.
33. Méndez R. *Evaluación y Análisis de la Influencia de la manipulación global e la pelvis. Estudio Baropodométrico y Estabilométrico*. En: Universidad de Zaragoza, editores. Jornadas Científicas Internacionales de Osteopatía; 2009 May 24-26; ESPAÑA: Universidad de Zaragoza; 2009.
34. Wicart P, Maton B. *Body equilibrium at the end of gait initiation: importance of ankle muscular force as evidenced in clubfoot children*. Neurosci Lett 2003 13; 351 (2): 67-70.
35. Beyaert C, Haumont T, Paysant J, Lascombes P, Andre JM. *The effect in interning of the foot on knee kinematics and kinetics in children with treated idiopathic clubfoot*. Clin biotech (Bristol, Avon) 2003; 18 (7): 670-6.
36. Sankar WN, Rethlefsen SA, Weiss J, Kay RM. *The recurrent clubfoot: can gait analysis help us make better preoperative decisions?* Clin Orthop Relat Res 2009; 467 (5): 1214-1222.
37. Karol LA, Jeans K, ElHawary R. *Gait analysis after Initial nonoperative treatment for clubfeet: intermediate term follow-up at age 5*. Clin Orthop Relat Res 2009; 467 (5): 1206-1213.
38. Rodríguez-Blanco C, Cocera-Morata FM, Heredia-Rizo AM, Ricard F, Almazán-Campos G, Oliva-Pascual-Vaca A. *Immediate Effects of Combining Local Techniques in the craniomandibular Area and mastering Muscle Stretching in subjects with Temporomandibular Disorders: A Randomized Controlled Study*. J Altern Complement Med 2015; 21 (8): 451-9.

39. Aparicio E, Quirante LB, Blanco CR, Sendín FA. *Immediate effects of the suboccipital muscle inhibition technique in subjects with short hamstring syndrome.* J Manipulative Physiol Ther 2009; 32 (4): 262-269.
40. Canavese F, Mansour M, Moreau-Pernet G, Force Y, Dimeglio A. *The hybrid method for the treatment of congenital equinovarus: preliminary results on 92 consecutive feet.* J Pediatr Orthop B 2017; 26 (3): 197-203.
41. Ezeukwu AO, Maduagwu SM. *Physiotherapy management of an infant with bilateral congenital talipes equinovarus.* Afr Health Sci 2011; 11 (3): 444-448.
42. Argawal A, Kumar A, Ghana D, Shaharyar A, Bhat MS, Mishra M. *Nail changes in casted and braced club-foot: A preliminary study.* Foot Ankle Surg 2016; 22 (4): 229-232.
43. Pilotti A, Scharff k. *Rehabilitation and psychological follow-up of a child with talipes equinovarus.* Soc Pediatr Pueril 2016; (289): 45-7.
44. Zehr EP, Bass T, Dragert K, Frigon A, Vasudevan EV, Haridas C. *Neuromechanical interactions between the limbs during human locomotion: an evolutionary perspective with translation to rehabilitation.* Exp Brain Res 2016; 234 (11): 3059-3081.
45. Schott J, Rosso M. *The grasp and other primitive reflexes.* J Neurol Neurosurg Psychiatry 2003; 74 (5): 558-560.
46. Futagi Y, Toribe Y, Suzuki Y. *The Grasp Reflex and Moro Reflex in Infants: Hierarchy of Primitive Reflex Responses.* Int J Pediatr. 2012; 2012: 191562.
47. Carlson RV, Boyd DJ. *The revision of the declaration of Helsinki: past, present and future.* Br J Clin Pharmacol 2004; 57 (6): 695-713.
48. Krleza J, Lemmens T. *7th Revision of the declaration of Helsinki: Good news for the Transparency of Clinical Trials.* Croat Med J 2009; 50 (2): 105-10.