

ORIGINAL

Efecto de las técnicas de articulación y manipulación sobre los apoyos plantares en el antepié varo infantil

M. Ángeles Franco^a, PT, DO, PhD, A. Villarroya^b, MD, PhD, Y. Marcén^c PT, PhD, A. Gómez-Gámez^d, PT, DO

^aProfesora Titular de la Escuela Universitaria de Ciencias de la Salud de la Universidad de Zaragoza, Doctora por la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España

^bProfesora Catedrática de la Escuela Universitaria de Ciencias de la Salud de la Universidad de Zaragoza, Doctora por la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España

^cProfesora Asociada de la Escuela Universitaria de Ciencias de la Salud de la Universidad de Zaragoza, Doctora por la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España

^dProfesor de la Escuela de Osteopatía de Madrid, Madrid, España

Recibido el 9 de diciembre de 2010; aceptado el 19 de septiembre de 2011

PALABRAS CLAVE

Antepié varo;
Osteopatía;
Goniometría;
Presiones plantares;
Marcha;
Niños

Resumen

Propósito: Detectar la lesión de antepié en varo, definir las características del apoyo plantar y analizar el efecto de la aplicación de técnicas osteopáticas de articulación y de manipulación para la reducción de las desviaciones articulares en esta patología.

Método: Estudio controlado, experimental, prospectivo, con grupo control y grupo de intervención, con análisis mediante prueba de la t de Student. Sesenta y dos escolares de entre 6 y 12 años, con diagnóstico de antepié varo, a los que se les aplicó técnicas articulares y manipulativas para la corrección de los segmentos óseos afectados. Se valoran los grados de varo de antepié y valgo del retropié mediante goniometría y se registran las presiones plantares mediante baropodografía digital.

Resultados: La disminución en los grados de varo de antepié para el grupo de intervención después de la aplicación de las técnicas de corrección es estadísticamente significativa. En la huella plantar en estática hay ausencia de apoyo en el mediopié y de contacto en la cabeza del primer metatarsiano. Durante la marcha se rectifica la trayectoria de desplazamiento del centro de presiones. El pico de fuerza vertical en el antepié se localiza en la cabeza del segundo o tercer metatarsiano.

Conclusiones: La goniometría es un método exploratorio eficaz para la detección de las alteraciones de antepié varo. Los grados de inversión de las cabezas metatarsales se reducen de forma importante con la aplicación de técnicas osteopáticas articulares y manipulativas, existiendo una corrección de la lesión que se manifiesta por un apoyo más armonioso del pie en estática y durante la marcha.

© 2010 Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: mafranco@unizar.es (M.A. Franco).

PALABRAS CLAVE

Varus forefoot;
Osteopathy;
Goniometry;
Plantar pressures;
Gait;
Children

Effect of articulation and manipulation techniques on plantar support in varus forefoot in children

Abstract

Aim: To detect varus forefoot disorder, define the characteristics of plantar pressures and analyze the effect of articulation and manipulation osteopathic techniques to correct this disorder.

Method: A prospective controlled experimental study was carried out in two groups, a control group and a treatment group, with an analysis based on Student's t-test. Articulation and manipulation techniques were applied in 62 pupils between the ages of 6 and 12 years, diagnosed with varus forefoot, in order to correct the affected bone segments. The extent of the forefoot varus angle and the rearfoot valgus was measured using a goniometer. Plantar pressures were measured using a pedobarographic device.

Results: The reduction of the varus forefoot angle was statistically significant in the treatment group. The static evaluation revealed that no mark was registered on the plantar surface either from the midfoot or from the head of the first metatarsal bone. During gait analysis, the trajectory of the pressure center of the foot was linear. The vertical peak force of the forefoot was found on the head of the second and third metatarsal bones.

Conclusions: Goniometry is an effective method to detect disorders due to varus forefoot. The angle of inversion of the metatarsal heads is significantly reduced by the application of articulation and manipulative osteopathic techniques. The correction in the disorder is demonstrated by a more balanced plantar pressure in the foot whilst standing and walking.

© 2010 Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Muchas de las alteraciones de la bóveda plantar se manifiestan desde el nacimiento (alteraciones o malformaciones congénitas) o en la edad infantil cuando el niño comienza a andar, e influyen, de forma determinante, en su correcto desarrollo, por lo que constituyen una de las principales causas de consulta en la clínica diaria y motivo de preocupación para los padres¹.

Las alteraciones de la mecánica normal del pie que se observan con mayor frecuencia son las que afectan a toda la bóveda plantar, como el pie plano o cavo, y las que modifican la posición del retropié (en pronación o valgo o en supinación o varo), así como las combinaciones entre éstas². Sin embargo, cada vez es mayor la importancia que adquiere el estudio de las alteraciones en la alineación del antepié como causa primordial de las modificaciones del apoyo plantar, ya que obliga a adaptarse al resto de estructuras óseas del pie, y produce modificaciones en la alineación y estabilización del retropié y, a partir de ahí, del miembro inferior y tronco, provocando una alteración de lo que se considera la postura "normal"³.

Entre las alteraciones de la región anterior del pie se encuentra el *antepié varo*, que se define como una deformidad estática donde el plano de las 5 cabezas metatarsales está fijado en posición de inversión en relación con el retropié, cuando la articulación subastragalina está fijada en posición neutra y, como consecuencia, el primer metatarsiano está elevado con relación al resto⁴⁻⁸. La denominación de antepié varo hace referencia a una alteración ósea en la que existe una modificación, en mayor o menor grado, de las superficies articulares; sin embargo, Roy y Scherer⁹ utilizan el término *antepié supinado* para referirse a una lesión

no estructurada que provoca una contractura o espasmo muscular, principalmente del tibial anterior y sinergistas, que fijan esta desviación. De igual modo, ambas estructuras, óseas y musculares, están íntimamente relacionadas y la afectación de una de ellas va a influir de manera importante en la otra.

Para Ricard y Salle¹⁰, atendiendo a un criterio funcional, el antepié está formado por los 5 metatarsianos y los dedos de los pies, a los que se unen el escafoide y las 3 cuñas, lo que constituye la zona adaptadora y extensora del pie. Todos los elementos óseos de este complejo articular van a estar implicados en esta afectación.

El varo de antepié es el causante de que las articulaciones subastragalina y mediotarsiana pronen más durante el apoyo del pie en la marcha, para conseguir que los metatarsianos internos contacten con el suelo. En vez de constituir una palanca rígida para la propulsión, el antepié se convierte en una estructura móvil, produciendo un aumento de las fuerzas compresivas y de cizallamiento transmitidas a los tejidos blandos del pie^{1,6,8}. Este mecanismo activo de hiperpronación provoca una caída de todas las estructuras óseas del pie hacia el borde interno, repercutiendo en un aumento del ángulo tibiocalcáneo por encima de los 5° fisiológicos¹¹, por lo que es fácil que esta alteración se diagnostique como un problema del retropié, asignándole la etiqueta de pie valgo o plano-valgo. A partir de aquí se desarrolla una cadena adaptativa que sitúa el esqueleto del miembro inferior en rotación interna, con valgo de rodilla y anteversión de pelvis, provocando un aumento del ángulo lumbo sacro y de las curvas vertebrales.

Asimismo se produce una afectación distal influyendo principalmente en el primer radio^{12,13}, llegando a producir problemas de hallux rígido¹⁴ o hallux valgus^{15,16}.

La sintomatología de esta alteración no sólo se manifiesta a nivel local, con la aparición de dificultades para la marcha, dolor¹⁷, inflamación, falta de equilibrio, cansancio y/o torpeza, sino que pueden aparecer procesos dolorosos en los tobillos, rodillas, caderas, pelvis e, incluso de forma frecuente, en la región lumbar y el resto de la columna vertebral¹⁸. Las disfunciones en la marcha pueden actuar por vía ascendente muscular según largas cadenas reflejas que intervienen sobre el esqueleto, llegando a las articulaciones temporomandibulares y al cráneo, interfiriendo así en la cinemática mandibular y craneal y provocando algias a estos niveles¹⁹.

Algunos autores^{9,20} han descrito diversos tests para determinar la existencia de antepié varo. Están basados en la capacidad de movimiento de las estructuras óseas, valorada de una forma subjetiva y basada en la práctica clínica, y no determinan los grados de angulación del antepié respecto al suelo o al retropié. En lo que todos ellos coinciden es que la exploración debe realizarse partiendo de la posición neutra de la articulación subastragalina.

Los tests osteopáticos de movilidad en eversión del antepié y en flexión plantar del primer radio van a evidenciar la fijación del antepié en inversión⁵⁻⁸ y la restricción de movilidad del primer radio⁴.

Pero para realizar una exploración que lleve a un correcto diagnóstico del antepié varo es necesaria la utilización de métodos de exploración que determinen con exactitud los grados de inversión de las cabezas de los metatarsianos respecto al plano del suelo, como la goniometría, que permite obtener los valores de desviación de este ángulo, así como establecer los grados de valgo del retropié^{4,5}.

El uso de plataformas de presiones para el registro de datos mediante baropodografía digital, tanto en estática como en dinámica durante la marcha, permite valorar las repercusiones funcionales que un antepié varo produce en el pie y niveles superiores. Los problemas del uso de la plataforma vienen asociados a la metodología de los estudios dinámicos²¹⁻²⁴. Ya que en el caso del antepié varo no hay estudios de análisis de la huella plantar, será necesario determinar las características del apoyo en los casos en que exista esta alteración.

Los tratamientos utilizados hasta ahora y descritos en la bibliografía científica se han basado en el uso de ortesis rígidas o semirígidas²⁵⁻²⁷ que "elevan" el nivel del suelo hasta conseguir un apoyo armonioso de las cabezas de los metatarsianos impidiendo, de esta forma, que el retropié compense esta ausencia de contacto a través de un mecanismo de hiperpronación. Con este método de tratamiento no se consigue corregir la desviación, sino adaptar las condiciones externas a las características del pie, de manera que se intenta prevenir que se produzcan alteraciones a otros niveles. Grumbine²⁰ indica que hasta 10° de varo de la columna medial del antepié parece que puede ser controlada con éxito con esta fijación y se describen buenos resultados, aunque valorados únicamente de una forma subjetiva. Pero será la ortesis la que mantendrá la primera columna en dorsiflexión, lo que limitará la dorsiflexión normal del hallux durante el impulso y posiblemente le forzará a una mala posición. Además, su efecto estabilizador puede llevar a una propulsión más activa, resultando una mayor subluxación y estrés en la metatarsofalángica, por lo que el pronóstico con ortesis, como indican Roy y Scherer⁹, puede ser incluso peor.

Por tanto, consideramos que el objetivo terapéutico a alcanzar va a ser corregir la desviación para normalizar el apoyo de la planta del pie con respecto al suelo y así restablecer la función normal, además de lograr una estabilidad postural correcta.

Nuestro planteamiento es que la aplicación de técnicas osteopáticas articulares y manipulativas, actuando sobre el complejo articular implicado en el antepié varo va a ser capaz de reducir la alteración de éste, devolviendo a esta zona su correcta funcionalidad así como un apoyo y una huella armoniosos²⁸.

Con la aplicación de estas técnicas podremos conocer el grado de implicación del problema de superficies articulares, es decir, la alteración puramente estructural, como causa primaria de esta afectación.

Método

Se realiza un estudio controlado experimental prospectivo con grupo control y grupo de intervención en 62 escolares de primaria de edades comprendidas entre 6 y 12 años, con diagnóstico de antepié varo, valorado mediante goniometría.

Quedan excluidos del estudio los niños que padezcan patología ósea (fracturas, enfermedades óseas) o inflamatoria (artritis reumatoide), alteraciones ortopédicas o malformaciones congénitas de miembros inferiores o patología neurológica central o periférica que afecte a los miembros inferiores. También los que utilicen plantillas correctoras u otro tipo de ortesis de miembros inferiores, niños obesos²⁹, o los que hayan sido tratados recientemente con técnicas osteopáticas manipulativas de tobillo y pie.

Mediante charlas se informa a los padres/madres de los niños que, de forma voluntaria, participan en el estudio, del objetivo y tareas a desarrollar, de sus ventajas e inconvenientes, y se solicita su autorización mediante la firma del "consentimiento informado".

Se asignan de forma aleatoria los 62 sujetos al "grupo control" (GC), formado por 30 sujetos a los que no se aplica ningún tratamiento para valorar la evolución natural de la alteración estructural, y al "grupo de intervención o tratamiento" (GI), formado por 32 sujetos a los que se le aplican las técnicas de tratamiento para la reducción de las alteraciones articulares.

El estudio es parcialmente ciego para los evaluadores y el terapeuta. Los evaluadores, que realizan las pruebas y test de medición, no saben qué protocolo experimental se utiliza y el terapeuta desconoce los resultados de los tests de evaluación.

Los examinadores 1 y 2 realizan la primera consulta de valoración en la que se recogen los datos personales necesarios para el estudio. Se mide el peso y la altura y se realizan las mediciones goniométricas y la baropodometría digital en estática y dinámica elaborándose una "ficha de recogida de datos". La medición goniométrica se realiza con goniómetros de plástico, con medidas en grados y centímetros según la ISOM. Los grados de varo de antepié se valoran con el paciente en decúbito supino con los miembros inferiores extendidos, siguiendo el protocolo descrito por Garbalosa et al⁶. El retropié se fija en posición neutra y se valora el ángulo entre la horizontal y el ángulo de inclinación de las 5 cabezas metatarsales (fig. 1). El valor considerado normal es

de 0°. Para el valgo de retropié, el paciente se coloca en bipedestación con los pies separados en posición de referencia (se le indica que sea una posición en la que se encuentre cómodo y relajado) y se valora el ángulo entre el eje de inclinación del calcáneo y la vertical. Se consideran normales hasta 5° de inclinación del calcáneo en valgo.

El sistema de medición en la baropodometría digital consta de una plataforma de "FootChecker" con 48 x 48 sensores, escala termográfica, y *software* "FootChecker" versión 3.1.34 de Lorán Engineering Srl (Italy), situada en el suelo y conectada al puerto USB del ordenador.

1. Para el registro de datos de la *estática* se indica al paciente que suba a la plataforma y se coloque en una posición cómoda en bipedestación. Se coloca un punto de referencia al frente de acuerdo a la estatura del paciente. Una vez que el paciente está estable se le pide que mantenga la posición mientras el equipo realiza la grabación de los datos durante 30 s, siguiendo las instrucciones indicadas por Gagey y Weber³⁰ para los estudios de posturología.
2. Para el registro de datos en *dinámica* se solicita al paciente que camine de forma natural por un recorrido lineal de 8 m en cuya trayectoria el sujeto debe pisar sobre la plataforma. Se le indica que no modifique la longitud ni la cadencia de los pasos. Se realiza la grabación y registro durante el tiempo suficiente para que queden almacenados 5 pasos con el pie derecho y 5 pasos con el izquierdo.

Tanto para la prueba estática como para la dinámica se necesita un tiempo de acomodación, por lo que se le dice al sujeto previamente a la grabación que se mantenga un tiempo en bipedestación y que dé varios paseos sobre la plataforma.

Los datos correspondientes al registro de presiones plantares quedan almacenados en el ordenador y se obtienen las siguientes variables de estudio:

- Registro de presiones en estática. Porcentaje de carga global distribuida en cada pie, porcentaje de carga distribuida por cuadrantes, presiones medias y superficie de apoyo.
- Registro de presiones durante la marcha. Presiones medias en la fase de apoyo y fuerza vertical ejercida sobre el antepié en la fase de apoyo.

Además el *software* del equipo permite valorar la establiometría, en la que se refleja la oscilación del centro de presiones durante la estática.

Se aplican test osteopáticos de movilidad del antepié, que se realizan con el paciente en decúbito supino con el talón apoyado sobre la camilla. De esta forma se evitan errores diagnóstico debidos a una hiperlaxitud ligamentosa^{31,32}. El osteópata se coloca en finta delante a la altura del pie que va a valorar y la mano externa realiza una toma en copa a nivel del calcáneo fijando en forma de pinza el retropié en posición neutra.

- Test de movilidad del antepié hacia el valgo o eversión³³.
- Test de movilidad del primer dedo del pie en flexoextensión⁸.

Las técnicas osteopáticas de corrección utilizadas para devolver movilidad al complejo articular afectado en varo o inversión son:



Figura 1 Goniometría de varo de antepié.

- Técnica articularia del 1.º meta en eversión y flexión plantar^{10,34} (fig. 2).
- Técnica articularia de la 1.ª cuña en eversión y flexión plantar^{10,34} (fig. 2).
- Técnica articularia del escafoides en eversión y flexión plantar^{10,34} (fig. 2).
- Thrust de escafoides en eversión y flexión plantar^{10,34} (fig. 2).
- Técnica de articulación del 2.º meta en eversión^{10,34} (fig. 3).
- Técnica de articulación del 3.º meta en eversión^{10,34} (fig. 3).
- Técnica de articulación del 4.º meta en eversión^{10,34} (fig. 3).
- Técnica de articulación del 5.º meta en eversión^{10,34} (fig. 3).
- Thrust de descompresión de las cuñas^{10,34} (fig. 4).
- Técnica de Snap para normalizar la pareja escafoides-cuboides^{10,34}.

El terapeuta asigna de forma aleatoria los niños/as al grupo control y al grupo de intervención sin conocer los datos recogidos en la ficha y aplica las técnicas de corrección del antepié varo 2 veces a la semana durante 6 semanas, realizando un total de 12 sesiones. Se elabora una "hoja de seguimiento del tratamiento" en la que se recogen las posibles incidencias que pudieran surgir.

Una vez finalizada la aplicación de las técnicas, los examinadores 1 y 2 realizan la segunda consulta de valoración en las mismas condiciones que la primera.

El análisis estadístico de los datos recogidos se lleva a cabo mediante el programa SPSS versión 13.0 para Windows. En primer lugar se obtienen los estadísticos descriptivos de las variables cualitativas para cada uno de los 2 grupos: GC y GI.

Se aplica el test de bondad de ajuste a la distribución normal de Kolmogorov-Smirnoff para las variables cuantitativas y la prueba de comparación de medias de la t de Student para muestras relacionadas, ya que se trata de mediciones en un mismo sujeto realizadas antes y posteriormente al tratamiento aplicado. Se establece como nivel de significación estadística el valor $p < 0,05$, ya que se considera adecuado en investigaciones biomédicas.



Figura 2 Técnicas de movilización y articulación del primer radio y *thrust* de escafoides.



Figura 3 Técnicas de movilización y articulación del 2.º, 3.º, 4.º y 5.º metatarsianos.



Figura 4 Thrust en descompresión de las cuñas.

Resultados

La tabla 1 muestra las medias de las variables que se han analizado en el estudio, indicando su codificación, su descripción, su unidad de medida y la prueba exploratoria utilizada para su obtención.

Características descriptivas de los grupos de estudio

La tabla 2 muestra las medias y desviaciones estándar de las variables descriptivas de cada uno de los grupos de estudio. Se constata que son grupos homogéneos, por lo que resulta de mayor interés el análisis comparativo de los resultados obtenidos en cada uno de los grupos.

Comparación de las variables de estudio

Se presentan los valores medios de las diferentes variables obtenidas en la 1.ª y en la 2.ª valoración (inicial y final), para el pie derecho y para el pie izquierdo, y para cada uno de los grupos, GC y GI.

Goniometría

Las tablas 3 y 4 muestran los valores de los grados de varo de antepié y de valgo de calcáneo medidos por goniometría en cada uno de los grupos. La disminución en los grados de varo de antepié para el GI antes y después de la aplicación de las técnicas de corrección ha sido estadísticamente significativa. El valor medio de los grados de inversión de las cabezas metatarsales en el GI en la 1.ª valoración fue de

$7 \pm 2,4^\circ$ para el pie derecho y de $4,1 \pm 2,2^\circ$ para el izquierdo, mientras que en la 2.ª valoración, tras aplicar el protocolo de técnicas experimental, fue de $3,1 \pm 1,4^\circ$ para el pie dere-

Tabla 2 Principales características descriptivas de los grupos de estudio

	GC (n = 30)		GI (n = 32)		p
	Media	DE	Media	DE	
Edad (años)	9,47	1,5	8,69	1,8	0,221
Peso (kg)	37,3	10,03	34,50	10,5	0,450
Altura (m)	1,37	1,04	1,35	1,3	0,715
Sexo (%)	33,3 niños	66,7 niñas	47,6 niños	52,4 niñas	

GI: grupo de intervención; DE: desviación estándar; GC: grupo control.

Tabla 3 Variables de la prueba goniométrica en el grupo control (GC) en las prueba inicial y final

	Goniometría GC				
	Prueba inicial		Prueba final		p
	Media	DE	Media	DE	
Cald1-Cald2	5,60	2,74	5,33	1,91	0,597
Cali1-Cali2	6,66	3,17	6,40	2,38	0,685
Anted1-Anted2	3,60	2,69	4,13	2,26	0,370
Antei1-Antei2	2,04	1,54	2,53	1,72	0,582

DE: desviación estándar.

Valores angulares: grados.

Tabla 4 Variables de la prueba goniométrica en el grupo intervención (GI) en las prueba inicial y final

	Goniometría GI				
	Prueba inicial		Prueba final		p
	Media	DE	Media	DE	
Cald1-Cald2	5,56	1,63	4,81	1,22	0,048
Cali1-Cali2	6,00	2,33	5,62	1,50	0,304
Anted1-Anted2	7,00	2,39	3,06	1,38	< 0,0001
Antei1-Antei2	4,12	2,24	1,12	0,80	< 0,0001

DE: desviación estándar.

Tabla 1 Variables del estudio

Nombre_codificación	Variable	Unidad medida	Prueba exploratoria
Cal_ii_iii	Valgo calcáneo derecho	Grados (°)	Goniometría
Ante_ii_iii	Varo antepié derecho	Grados (°)	Goniometría
QG_ii_iii	Carga global	% distribución	Baropodometría estática
Qpos_ii_iii	Carga en la región posterior	% distribución	Baropodometría estática
Qan_ii_iii	Carga en la región anterior	% distribución	Baropodometría estática
EPmax_ii_iii	Presión máxima	kPa(r)	Baropodometría estática
Epmed_ii_iii	Presión media	kPa(r)	Baropodometría estática
Supa_ii_iii	Superficie de apoyo	cm ²	Baropodometría estática
Tpaso	Tiempo de paso	ms	Baropodometría dinámica
DPmax_ii_iii	Presión máxima	kPa(r)	Baropodometría dinámica
Dpmed_ii_iii	Presión media	kPa(r)	Baropodometría dinámica
Fver_ii_iii	Fuerza vertical	kgf	Baropodometría dinámica

ii: hace referencia al pie estudiado (d: derecho, i: izquierdo); iii: hace referencia a la prueba de medición (1: inicial, 2: final).

cho y de $1,1 \pm 0,8^\circ$ para el izquierdo. En los valores de los grados de valgo de retropié, medido por la inclinación del eje del calcáneo, hubo una tendencia hacia la corrección del valgo en el GI, siendo significativa para el pie derecho. Estas diferencias no se encontraron en el GC al que no se le aplicaron maniobras de corrección.

Baropodografía estática y dinámica

Los valores medios de las variables de la baropodometría estática en cada uno de los grupos de estudio pueden observarse en las tablas 5 y 6. En el GI, tras la aplicación de las técnicas de corrección, el porcentaje de distribución de la carga entre ambos pies se acercó al 50% de carga en cada pie. En cuanto a los valores medios del porcentaje de carga total en posición estática distribuidos por cuadrantes (posterior derecho, anterior derecho, posterior izquierdo y anterior izquierdo) hubo un aumento de la carga en los cuadrantes posteriores y una disminución en la región anterior. Existió

Tabla 5 Variables de la baropodometría estática en el grupo intervención (GC) en las prueba inicial y final

	Baropodometría estática GC				
	Prueba inicial		Prueba final		p
	Media	DE	Media	DE	
QGd1-QGd2	48,77	15,20	41,68	12,51	0,075
QGi1-QGi2	51,22	15,20	58,38	12,55	0,074
Qposd1-Qposd2	32,06	10,27	30,61	8,28	0,598
Qposi1-Qposi2	33,21	10,34	41,14	12,01	0,055
Qand1-Qand2	16,90	10,11	8,38	5,56	0,003
Qani1-Qani2	17,83	9,92	15,70	7,85	0,290
EPmaxd1-EPmaxd2	222,77	107,41	162,34	93,98	0,046
EPmaxi1-EPmaxi2	196,57	75,92	200,98	71,16	0,837
EPmedd1-EPmedd2	35,91	15,54	29,60	13,46	0,009
EPmedi1-EPmedi2	36,79	15,83	34,44	16,63	0,578
Supad1-Supad2	47,00	14,57	40,93	14,54	0,087
Supai1-Supai2	49,20	16,84	51,20	18,15	0,535

DE: desviación estándar.

Tabla 6 Variables de la baropodometría estática en el grupo intervención (GI) en las prueba inicial y final

	Baropodometría Estática GI				
	Prueba inicial		Prueba final		p
	Media	DE	Media	DE	
QGd1-QGd2	51,37	12,90	50,49	9,46	0,673
QGi1-QGi2	48,26	12,90	49,64	9,80	0,649
Qposd1-Qposd2	32,01	15,21	36,39	11,14	0,197
Qposi1-Qposi2	31,33	14,38	34,45	12,18	0,456
Qand1-Qand2	19,87	13,48	14,00	8,72	0,180
Qani1-Qani2	16,73	7,12	15,18	5,88	0,559
EPmaxd1-EPmaxd2	216,26	85,79	163,36	79,62	0,003
EPmaxi1-EPmaxi2	232,76	110,51	180,74	67,54	0,025
EPmedd1-EPmedd2	39,67	15,30	32,07	14,79	0,085
EPmedi1-EPmedi2	54,46	53,52	29,64	13,37	0,081
Supad1-Supad2	42,68	16,66	40,75	14,71	0,495
Supai1-Supai2	42,69	16,32	41,31	10,55	0,687

DE: desviación estándar.

una disminución significativa de los valores medios de presión máxima en cada uno de los pies. Por su parte, en el GC se produjo una disminución significativa en los valores medios de la carga en el segmento anterior y de las presiones medias, en ambos casos únicamente en el pie derecho.

Durante la marcha, tal y como se observa en las tablas 7 y 8, que muestran los valores medios obtenidos mediante baropodografía dinámica, se constató en el GI una disminución significativa en prácticamente todas las variables estudiadas tras la aplicación de las maniobras correctoras, excepto en el tiempo de paso, mientras que en el GC no existieron apenas modificaciones significativas.

Discusión

Como consideración previa tenemos presente el estudio realizado con 120 sujetos normales, en el que Astrom y Arvidson³⁵ concluyen que ninguno de los sujetos estudiados cumple los requisitos de lo se puede considerar como "pie ideal"; por ello, preconizan abandonar este concepto en favor de una referencia basada en la observación clínica más que en consideraciones teóricas.

En nuestro estudio se constata que la medición goniométrica se muestra como un método eficaz para detectar los

Tabla 7 Variables de la baropodometría dinámica en el grupo intervención (GC) en las prueba inicial y final

	Baropodometría dinámica GI				
	Prueba inicial		Prueba final		p
	Media	DE	Media	DE	
Tpasod1-Tpasod2	626,66	84,40	647,73	79,06	0,473
Tpasoi1-Tpasoi2	602,40	113,74	666,67	104,72	0,089
DPmaxd1-DPmaxd2	347,84	56,29	288,72	85,10	0,060
DPmaxi1-DPmaxi2	340,15	51,93	217,08	94,05	0,050
DPmedd1-DPmedd2	102,82	30,01	75,75	13,73	0,062
DPmedi1-DPmedi2	100,00	23,94	68,74	17,16	0,070
Fverd1-Fverd2	34,67	13,74	18,06	8,04	0,004
Fveri1-Fveri2	31,21	8,94	19,36	6,88	0,002

DE: desviación estándar.

Tabla 8 Variables de la baropodometría dinámica en el grupo intervención (GI) en las prueba inicial y final

	Baropodometría dinámica GI				
	Prueba inicial		Prueba final		p
	Media	DE	Media	DE	
Tpasod1-Tpasod2	688,12	104,32	677,50	120,80	0,726
Tpasoi1-Tpasoi2	680,62	77,50	645,00	103,60	0,316
DPmaxd1-DPmaxd2	302,61	114,24	235,23	85,53	0,030
DPmaxi1-DPmaxi2	352,27	70,27	218,03	78,76	0,000
DPmedd1-DPmedd2	86,08	34,01	53,98	12,34	0,002
DPmedi1-DPmedi2	92,93	30,94	54,65	13,66	0,000
Fverd1-Fverd2	26,33	15,57	17,71	8,24	0,004
Fveri1-Fveri2	28,98	15,26	17,00	9,10	< 0,0001

DE: desviación estándar.

casos de desviación del antepié en varo y para valorar su evolución, ya que nos permite cuantificar el efecto de las técnicas utilizadas. Las variaciones obtenidas en este estudio tras la aplicación de maniobras de manipulación y movilización en los segmentos del antepié, en caso de existencia de antepié varo, han resultado estadísticamente significativas viéndose reflejadas en una importante disminución de los grados de varo de antepié.

Aunque los tests de movilidad son esenciales en la práctica clínica diaria para valorar el grado de restricción articular y aplicar las técnicas de corrección, va a ser necesaria la utilización de sistemas de medición que nos proporcionen datos numéricos y objetivos para determinar la gravedad de la alteración y controlar la evolución del proceso.

Por otra parte, el análisis de las características del apoyo plantar en todos los sujetos del estudio en la 1.^a valoración nos muestra que hay variaciones respecto a la huella normal que están fundamentadas en el grado de inversión de las cabezas metatarsales. Así, en la estática nos encontramos:

- Ausencia de apoyo en el mediopié (80,6% de los casos).
- Ausencia de apoyo en la región de la cabeza del primer metatarsiano (80,6% de los casos).
- Ausencia de apoyo en la región de la cabeza del segundo metatarsiano (38,7% de los casos).
- Modificación del centro de presiones (45,2% de los casos).
- Alteraciones de la estabilometría (93,5% de los casos).

El protocolo experimental de intervención terapéutica se estableció según la experiencia clínica y los estudios de efectividad de las técnicas articulares y manipulativas en otras regiones corporales³⁶⁻³⁹. Como se ha indicado anteriormente, los tratamientos del antepié varo utilizados hasta ahora y descritos en la bibliografía científica se han basado en el uso de ortesis rígidas o semirrígidas que “elevan” el nivel del suelo hasta conseguir un apoyo adecuado de las cabezas de los metatarsianos. Su objetivo es impedir que el retropié compense la ausencia de contacto del primer dedo a través de un mecanismo de hiperpronación, que parece ser el principal desencadenante del resto de adaptaciones posturales y funcionales en el miembro inferior y en el tronco.

Los resultados del estudio nos muestran que, tras el tratamiento aplicado al GI, al disminuir los grados de inversión de las cabezas metatarsales, se produce en este grupo una serie de modificaciones que son indicativas de una mejoría funcional (figs. 5 y 6). Las variables que corroboran esta tendencia son:

- Los valores medios del porcentaje de distribución de la carga global en bipedestación estática se han acercado al 50% en cada pie y, además, las cargas han aumentado en el segmento posterior disminuyendo en el segmento anterior, normalizándose de esta forma la distribución de las cargas en el apoyo.
- Las presiones máximas en bipedestación estática han disminuido para ambos pies tras la aplicación de las técnicas de corrección.
- Durante la marcha han disminuido los valores medios de presión máxima así como de presión media en ambos pies. Asimismo, se ha producido una disminución en la fuerza vertical ejercida durante el apoyo al andar.

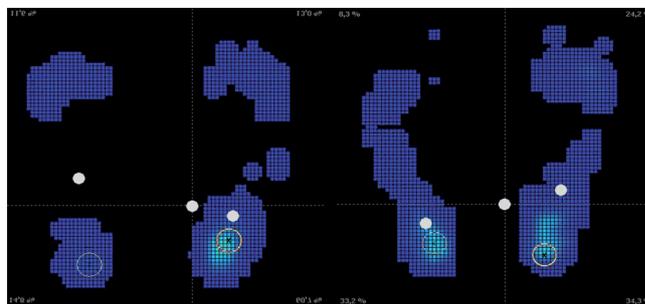


Figura 5 Imágenes de la baropodometría estática en un mismo sujeto antes (1) y después (2) de la aplicación de las maniobras de corrección del antepié varo.

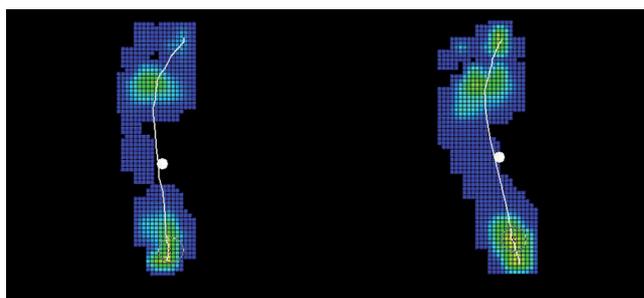


Figura 6 Imágenes de la baropodometría dinámica en un mismo sujeto antes (1) y después (2) de la aplicación de las maniobras de corrección del antepié varo.

Por tanto podemos afirmar que la lesión estructural derivada de la posición en varo del antepié es reducible y que, con la aplicación de técnicas osteopáticas articulares y manipulativas, mejora la funcionalidad del pie de forma importante.

Éste será uno de los pilares principales en los que se fundamenta el tratamiento de esta alteración, sin olvidar llevar a cabo una valoración exhaustiva de los tejidos blandos, músculos y fascias, implicados en el mantenimiento de la lesión, así como de las fijaciones y lesiones que podamos encontrar a lo largo de la cadena adaptativa. A partir de ahí aplicaremos las técnicas más adecuadas en cada caso.

Las limitaciones del estudio se deben a factores dependientes de las condiciones de la exploración y del manejo del sistema de medida de presiones, además de la dificultad añadida de trabajar con niños de corta edad. En su estudio sobre la distribución de las presiones plantares en adultos obesos y no-obesos, Birtane y Tuna²³ recomiendan realizar preguntas a los sujetos durante la medición estática para, de esta forma, distraer su atención sobre los pies y evitar que se adquiriera una postura en la que el peso del cuerpo se mantiene sobre un lado.

Creemos necesario detectar todos los factores que influyen en el correcto desarrollo de la exploración y valorar cómo afectan a la toma de datos y cómo pueden paliarse sus efectos negativos.

También consideramos de gran interés el que, una vez detectados los niños con antepié varo, se analicen las repercusiones que se producen, tanto en el pie como en niveles

superiores, mediante estudios cinemáticos y cinéticos durante la marcha, utilizando sistemas fotogramétricos y plataformas de fuerzas que suministren parámetros que nos permitan valorar la función de la extremidad inferior en los casos en que exista la desviación del antepié en varo.

El interés en la práctica clínica de las alteraciones de la bóveda plantar, pie plano y cavo, y de la alineación del re-tropié, pie valgo y varo, está ampliamente demostrado. Pero queremos dejar constancia de la importancia de la revisión y correcta exploración de las desviaciones del antepié, con el objetivo de llegar a un diagnóstico acertado en una gran variedad de patologías.

Este hecho adquiere especial importancia en el niño, ya que muchas de estas alteraciones pueden ser corregidas con métodos manuales que van a prevenir la aparición de compensaciones y adaptaciones que afecten al correcto crecimiento, alterando la estabilidad postural e interfiriendo en el desarrollo de sus actividades.

Conclusiones

- La medición de los grados de desviación del antepié mediante goniometría es un método exploratorio eficaz para la detección de las alteraciones de antepié varo.
- Los sistemas de registro de presiones plantares permiten determinar las características del apoyo plantar y conocer las repercusiones de esta patología en la estática postural y en la función del pie durante la actividad de la marcha. Para su aplicación es necesario un control riguroso de las condiciones en las que se lleva a cabo la exploración con el fin de evitar errores en la obtención de los datos.
- Las características principales que definen la huella plantar en estática en los casos de antepié varo estudiados son la ausencia de apoyo en el mediopié y la ausencia de contacto a nivel de la cabeza del primer metatarsiano.
- La lesión estructural derivada de la posición en varo del antepié es reductible. Los grados de inversión de las cabezas metatarsales se reducen de forma significativa con la aplicación de técnicas osteopáticas articulares y manipulativas.
- La aplicación de técnicas osteopáticas articulares y manipulativas, actuando sobre el complejo articular del antepié varo, mejora la funcionalidad del pie, ya que hay una tendencia hacia un apoyo y una huella más armoniosos.
- La revisión y correcta exploración de las desviaciones del antepié es de gran interés en la práctica clínica para poder llegar a un diagnóstico acertado en una gran variedad de patologías.

Bibliografía

1. Rotés MI, González L. El pie en crecimiento. *Rev Esp Reumatol*. 2003;30:516-35.
2. Larrosa M, Mas S. Alteraciones de la bóveda plantar. *Rev Esp Reumatol*. 2003;30:489-98.
3. Cobb SC, Tis LL, Johnson BF, Higbie EJ. The effect of forefoot varus on postural stability. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2004;34:79-85.
4. Glasoe WM, Allen MK, Ludewig PM. Comparison of first ray dorsals mobility among different forefoot alignments. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2000;30:612-23.
5. Buchanan KR, Davis I. The relationship between forefoot, midfoot, and rearfoot static alignment in pain-free individuals. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2005;35:559-66.
6. Garbalosa JC, McClure MH, Catlin PA, Wooden M. The frontal plane relationship of the forefoot to the rearfoot in an asymptomatic population. *JOSPT*. 1994;20:200-6.
7. Michaud TC. The forefoot varus deformity 9 or 90 percent prevalence? *Biomechanics*. 1997;1V.
8. Cornwall MW, McPoil TG, Fisco WD, Hunt L, Lane C, O'Donnell D. The relationship between forefoot alignment and rearfoot motion during walking. *Australasian Journal of Podiatric Medicine*. 2004;38:35-40.
9. Roy KJ, Scherer P. Forefoot supinatus. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 1986;76:390-94.
10. Ricard F, Salle JL. Tratamiento osteopático del tobillo y pie. En: *Tratado de osteopatía*. 3.ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2003. p. 233-45.
11. McPoil T, Cameron JA, Adrian MJ. Anatomical characteristics of the talus in relation to forefoot deformities. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 1987;77:77-81.
12. Rush SM, Christensen JC, Johnson CH. Biomechanics of the first ray. Part II: Metatarsus primus varus as a cause of hypermobility. A three-dimensional kinematic analysis in a cadaver model. *J Foot Ankle Surg*. 2000;39:68-77.
13. Roukis TS, Scherer PR, Anderson CF. Position of the first ray and motion of the first metatarsophalangeal joint. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 1996;86:538-46.
14. Hockenbury RT. Forefoot problems in athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31 7 Suppl:448-58.
15. Thomas S, Barrington R. Hallux valgus. *Current Orthopaedics*. 2003;17:299-307.
16. Yamamoto H, Muneta T, Asahina S, Furuya K. Forefoot pressures during walking in feet afflicted with hallux valgus. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1996;323:247-53.
17. Stovitz SD, Coetzee JC. Hyperpronation and foot pain. Steps toward pain-free feet. *The Physician and Sportsmedicine*. 2004;32:
18. Bird AR, Payne CB. Foot function and low back pain. *The Foot*. 1999;9:175-80.
19. Ricard F. Oclusion dental y postura. En: *Tratado de osteopatía craneal. Análisis ortodóntico y tratamiento manual de los síndromes craneomandibulares*. Madrid: Médica Panamericana; 2002. p. 345-59.
20. Grumbine NA. The varus components of the forefoot in flatfoot deformities. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 1987;77:14-20.
21. Orlin MN, McPoil TG. Plantar Pressure Assessment. *Phys Ther*. 2000;80:399-409.
22. Van Gheluwe B, Dananberg HJ. Changes in plantar foot pressure with in-shoe varus or valgus wedging. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2004;94:1-11.
23. Birtane M, Tuna H. The evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults. *Clinical Biomechanics*. 2004;19:1055-9.
24. Merolli A, Uccioli L. Plantar pressure distribution in patients with neuropathic diabetic foot. *Journal of Applied Biomaterials & Biomechanics*. 2005;3:61-4.
25. Laughton C, McClay I, Hamill J. Orthotic intervention in forefoot and rearfoot strike running patterns. *Clinical Biomechanics*. 2004;19:64-70.
26. Michaud TC, Nawoczenski DA. The influence of two different types of foot orthoses on first metatarsophalangeal joint kinematics during gait in a single subject. *J Manipulative Physiol Ther*. 2006;29:60-5.

27. Esteo I, Méndez LI, Gómez A, Muñoz Y, Díaz S, Devolx A, et al. Metatarso varo: ¿yeso o botas correctoras? *Rev S And Traum y Ort.* 2001;21:33-9.
28. Ricard F, Salle JL. Principios del tratamiento osteopático. En: *Tratado de osteopatía.* 3.ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2003. p. 69-80.
29. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. What are the effects of obesity in children on plantar pressure distributions? *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28:1514-9.
30. Gagey PM, Weber B. *Posturología, regulación y alteraciones de la bipedestación.* Barcelona: Masson; 2001.
31. Bienfait M. Examen. En: *Bases elementales técnicas de la terapia manual y de la osteopatía.* Barcelona: Paidotribo; 1996. p. 23-4.
32. Chaitow L. Juego articular, "sensación final" y arco de movimiento: ¿qué son? En: *Terapia manual: valoración y diagnóstico.* Madrid: McGraw Hill-Interamericana; 2001. p. 201-6.
33. Wyatt LH. Conservative chiropractic management of recalcitrant foot pain after fasciotomy: a retrospective case review. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics.* 2006;29:398-402.
34. Beal M. The manipulative treatment of mechanical disorders of the foot. *American Academy of Osteopathy.* 2001;51-52:98-111.
35. Astrom M, Arvidson T. Alignment and joint motion in normal foot. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1995;22:216-22.
36. Cowell IM, Phillips DR. Effectiveness of manipulative physiotherapy for the treatment of a neurogenic cervicobrachial pain syndrome: a single case study — experimental design. *Man Ther.* 2002;7:31-8.
37. Schiller L. Effectiveness of spinal manipulative therapy in the treatment of mechanical thoracic spine pain: a pilot randomized clinical trial. *J Manipulative Physiol Ther.* 2001;24:394-401.
38. Abbott JH, Patla CE, Jensen RH. The initial effects of an elbow mobilization with movement technique on grip strength in subjects with lateral epicondylalgia. *Man Ther.* 2001;6:163-9.
39. Pellow JE, Brantingham JW. The efficacy of adjusting the ankle in the treatment of subacute and chronic grade I and grade II ankle inversion sprains. *J Manipulative Physiol Ther.* 2001;24:17-24.