

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Evaluación comparativa del pie plano en preescolares

Claudia E. Fuentes-Venado<sup>1,2,3</sup>, Aranza Ángeles-Ayala<sup>4</sup>, Montserrat S. Salcedo-Trejo<sup>4</sup>, Leticia J. Sumano-Pérez<sup>4</sup>, Claudia Y. Viveros-del Valle<sup>5</sup>, Erick O. Martínez-Herrera<sup>6</sup>, María G. Frías-de León<sup>6</sup>, Leopoldo E. González-Gutiérrez<sup>4</sup>, Isis G. Monjaras-Bernal<sup>7</sup> y Rodolfo Pinto-Almazán<sup>4,6\*</sup>

<sup>1</sup>Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Ciudad de México; <sup>2</sup>Unidad de Investigación Médica en Farmacología, Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad de México;

<sup>3</sup>Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, Hospital General de Zona No. 197 Texcoco; <sup>4</sup>Escuela de Ciencias de la Salud, Universidad del Valle de México Campus Texcoco, Texcoco; <sup>5</sup>Centro Especializado de Atención Primaria a la Salud Atenco, Atenco; <sup>6</sup>Unidad de Investigación, Hospital Regional de Alta Especialidad Ixtapaluca, Ixtapaluca; <sup>7</sup>Unidad de Apoyo, Hospital Regional de Alta Especialidad Ixtapaluca, Ixtapaluca. México

### Resumen

**Introducción:** El aumento o la reducción del arco longitudinal medial (ALM) puede afectar funciones esenciales en la biomecánica del pie, con repercusiones en la salud a largo plazo. El objetivo del presente estudio fue determinar la altura del ALM en niños de 3 a 6 años, a través de cinco métodos de análisis de huella para el diagnóstico de pie plano. **Métodos:** Se realizó un estudio observacional transversal con 367 niños de 3 a 6 años en un municipio del Estado de México. Se llevó a cabo una evaluación postural completa, plantoscopia por medio de la clasificación de Viladot y análisis de la huella en pedigráfia, calculando la altura del ALM mediante el ángulo de Clarke (AC), el índice de Staheli (IS), el índice de Chippaux-Smirak (ICS) y el ángulo gamma ( $A\gamma$ ). **Resultados:** La prevalencia de pie plano utilizando el podoscopio fue del 57.7%. Mediante los ángulos y los índices, la prevalencia fue del 86.9% por IS, del 83.3% por ICS, del 95.9% por AC y del 22.3% por  $A\gamma$ . El  $A\gamma$  fue menos sensible para la detección de pie plano en comparación con el ICS, el IS y el AC. **Conclusiones:** De acuerdo con los resultados del presente estudio, se propone utilizar métodos de análisis de huella para el diagnóstico de pie plano, además de la valoración clásica con el podoscopio. Se recomienda incluir el diagnóstico y la vigilancia del pie plano en la consulta del niño sano, ya que desde edades tempranas puede detectarse la tendencia en la arquitectura podálica.

**Palabras clave:** Pie. Niños. Pie plano. Huella plantar.

### Comparative assessment of flatfoot in preschool children

### Abstract

**Background:** The increase or reduction of the medial longitudinal arch (MLA) can affect essential functions in the foot biomechanics with long-term health consequences. The aim of the present study was to determine the height of the MLA in children from 3 to 6 years of age through five methods of footprint analysis for the diagnosis of flat foot. **Methods:** A cross-sectional observational study was conducted with 367 children aged 3 to 6 years in a municipality of the State of

#### Correspondencia:

\*Rodolfo Pinto-Almazán

E-mail: rpinto@hrai.gob.mx; pinto.rodolfo@gmail.com

1665-1146/© 2020 Hospital Infantil de México Federico Gómez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 26-05-2020

Fecha de aceptación: 16-06-2020

DOI: 10.24875/BMHIM.20000135

Disponible en internet: 13-11-2020

Bol Med Hosp Infant Mex. 2020;77(6):312-319

[www.bmhim.com](http://www.bmhim.com)

Mexico. We conducted a complete postural evaluation, plantoscopy by Viladot classification, and footprint analysis calculating the height of the ALM using the Clarke angle (CA), the Staheli index (SI), the Chippaux-Smirak index (CSM), and the gamma angle ( $\gamma$ A). **Results:** The prevalence of flat feet using the podoscope was 57.7%. Through the angles and indexes, the prevalence was 86.9% for SI, 83.3% for CSM, 95.9% for CA, and 22.3% for  $\gamma$ A. The  $\gamma$ A was less sensitive for flat foot detection compared to CSM, SI and CA. **Conclusions:** Based on the present results, we propose that footprint analysis should be used for flat foot diagnosis besides the classic evaluation by podoscope. We recommend that flat foot diagnosis and surveillance should be included on in the consultation of the healthy child, as a trend for podalic architecture can be detected from early ages.

**Key words:** Foot. Children. Flatfeet. Plantar print.

## Introducción

La alineación corporal en el ser humano se transforma con la bipedestación y la marcha debido a la carga sobre las extremidades inferiores<sup>1</sup>. La edad preescolar es un periodo de desarrollo dinámico. Durante esta etapa, las habilidades motoras adquiridas contribuyen a dar forma a la postura en un contexto morfológico y funcional específico. Sin embargo, a lo largo de la vida también se verá afectada y modificada por cambios rápidos del entorno, del estilo de vida, del nivel de actividad física y del estado de nutrición<sup>2,3</sup>.

Se conoce que los niños con un desarrollo típico nacen con pie plano flexible que progresará hacia un arco longitudinal medial (ALM) durante la primera década de la vida. La configuración del arco, que se encuentra determinada por la edad y los factores genéticos, prescribe funciones esenciales en cuanto a la biomecánica del pie, como el apoyo y la absorción del impacto durante la marcha. No obstante, el aumento o la reducción del ALM (pie cavo o pie plano) puede afectar estas funciones, lo que conduce a desequilibrio muscular, desalineación articular, pronación compensatoria del pie y anormalidades de la marcha<sup>4</sup>.

Para identificar cuándo un pie se halla fuera de alineación es necesaria la valoración integral de la postura corporal, así como claridad en la definición de las propias características de su ontogenia. De lo que se conoce, el pie plano suele ser una parte normal del proceso de crecimiento del niño desde los 3 hasta los 6 años de edad, y es por ello que el estudio de la prevalencia de pie plano en este grupo etario, o antes, supondría sobreestimar el problema. Sin embargo, la evidencia más reciente propone también el inicio de la tendencia en la arquitectura podálica justo a temprana edad<sup>5-7</sup>. En los años siguientes de la vida del niño, el desarrollo del arco del pie se reducirá a un ritmo casi constante, hasta que el pie dejará de crecer, aproximadamente a los 12 o 13 años<sup>8,9</sup>.

Por otro lado, ante la diversidad de métodos de evaluación de la postura, y en particular de las variaciones biomecánicas del pie, resulta crítico para la congruencia del análisis la elección de aquellos métodos que demuestren concordancia en los hallazgos. Así, el objetivo del presente estudio fue determinar la altura del ALM en niños de 3 a 6 años mediante cinco de los métodos de análisis de la huella más utilizados para el diagnóstico de pie plano.

## Métodos

### Participantes

Se realizó un estudio observacional transversal en el cual se reclutaron 367 preescolares (164 niños y 203 niñas), de entre 3 y 6 años de edad, de cuatro escuelas seleccionadas de manera aleatoria en un municipio del Estado de México. A todos los padres de familia de los niños se les explicó el procedimiento del estudio y se obtuvo el consentimiento informado. Se excluyeron aquellos con patología ortopédica diferente a pie plano (pie cavo, pie valgo, pie equino, pie zambo o pie talo).

A los participantes se les realizó una evaluación postural completa con énfasis en la valoración del pie y la rodilla.

### Procedimientos

Se llevó a cabo una evaluación postural completa mediante las escalas de Daniels-Worthingham y Kendall<sup>10,11</sup>, la impresión de la huella estática en tinta y el análisis de la huella en pedigráfia y plantoscopía por medio de la clasificación podográfica según Viladot<sup>12</sup>. Las valoraciones se realizaron con los infantiles descalzos, en ropa interior y en presencia de los padres.

Para la valoración postural se siguieron los procedimientos establecidos por Daniels-Worthingham y Kendall<sup>10,11</sup>, evaluando la alineación corporal en un



**Figura 1.** Representación gráfica de los puntos y líneas utilizados para el cálculo de los respectivos métodos de análisis de huella. **A:** Ángulo de Clarke. **B:** Índice de Staheli. **C:** Índice de Chippaux-Smirak. **D:** Ángulo gamma. a: máxima amplitud de la impresión metatarsiana; b: mínima amplitud del área del arco longitudinal medial; c) máxima anchura de la impresión talar. AC: ángulo de Clarke; A $\gamma$ : ángulo gamma.

plano lateral, posterior y anterior. El examen del ALM se realizó por exploración visual sobre un podoscopio clásico de aluminio de 60 × 40 × 40 cm. Se solicitó al participante subir y posicionarse bipodalmente y con actitud normal del cuerpo. Se obtuvo, además, la pedigráfia manual de ambos pies con toma de huella estática bilateral en tinta, la cual consistió en

colocar al preescolar sobre una hoja blanca en posición bípeda con apoyo total de peso, verificando el apoyo distribuido en toda la huella plantar sin carga forzada o anómala en ALM. Para el estudio de la huella por pedigráfia se utilizaron las mediciones del ángulo de Clarke (AC), del índice de Staheli (IS), del índice de Chippaux-Smirak (ICS) y del ángulo gamma ( $A\gamma$ ).

Para la medición del AC se dibujó una línea recta conectando las dos zonas más salientes de la parte interna de la huella impresa, formando un ángulo entre la línea que une el punto más medial de la cabeza del primer metatarsiano con el vértice de la concavidad del ALM y el borde medial de la huella (Figura 1 A). El ALM se clasifica de la siguiente manera<sup>4,13</sup>: arco bajo, 0-29.9°; arco caído, 30-34.9°; arco intermedio, 35-41.9°; arco normal, 42-46.9°; arco elevado, > 47°.

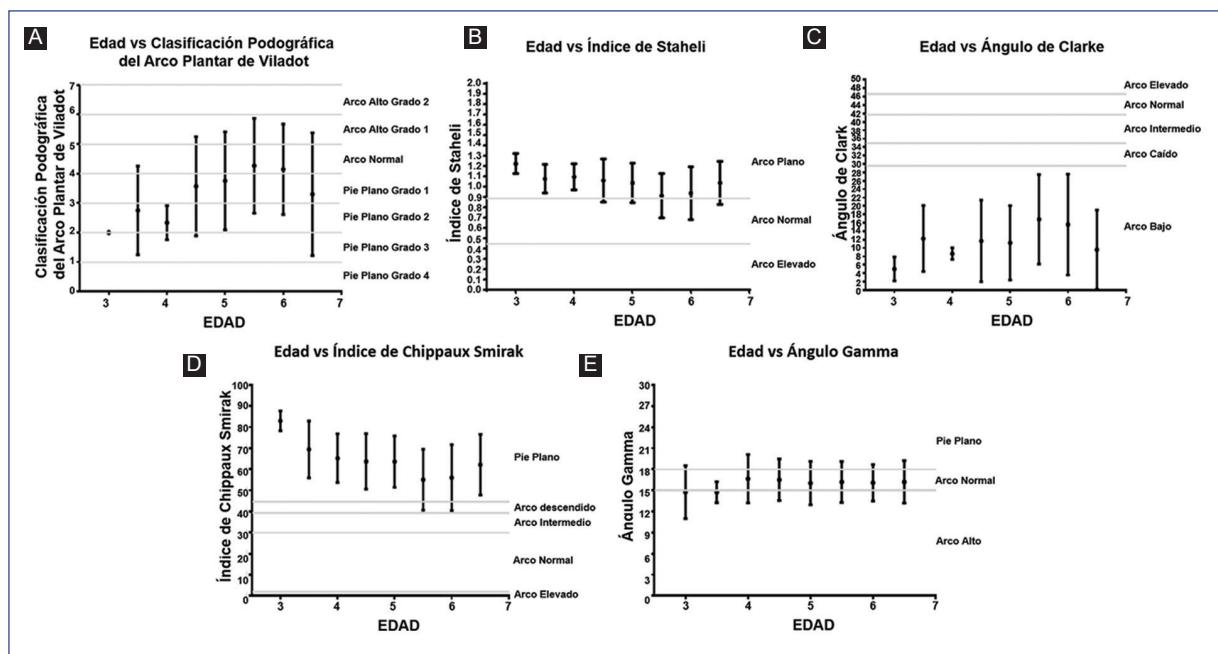
El IS es la relación entre la longitud más pequeña del mediopié y la longitud más grande del talón (Figura 1 B). La clasificación del ALM es la siguiente<sup>4,14</sup>: arco bajo, 0.9-2.0; arco normal, 0.4-0.8; arco elevado, 0-0.4.

El ICS es la distancia mínima de la región media del pie dividida entre la longitud máxima de la región de la cabeza de los metatarsianos (Figura 1 C). Se divide en cinco categorías para la clasificación del ALM<sup>13,14</sup>: arco elevado, 0%; arco normal, 0.1-29.9%; arco intermedio, 30-39.9%; arco bajo, 40-44.9%; pie plano, > 45%.

El  $A\gamma$  se obtiene formando un ángulo entre la unión de dos líneas rectas de las zonas más salientes del retropié (Figura 1 D). Para evaluar el ALM se toman los siguientes valores<sup>4,13,14</sup>: arco alto, < 15°; arco normal, 15-18°; pie plano, > 18°.

## Resultados

La muestra del estudio consistió en 367 niños (55.31% del sexo masculino). La distribución por edad fue la siguiente: siete de 3 años (57.14% sexo femenino, 42.85% sexo masculino), 106 de 4 años (45.28% sexo femenino, 54.72% sexo masculino), 178 de 5 años (42.70% sexo femenino, 57.30% sexo masculino) y 75 de 6 años cumplidos (45.33% sexo femenino, 54.67% sexo masculino). Las mediciones del ALM con diferentes métodos diagnóstico de pie plano en esta población se presentan en la Figura 2. Se puede observar que la prevalencia de pie plano por edad fue de siete casos en niños de 3 años (57.14% sexo femenino, 42.85% sexo masculino), 101 casos en niños de 4 años (53.47% sexo femenino, 46.53% sexo masculino), 159 casos en



**Figura 2.** Diagnóstico de pie plano en preescolares del municipio de Chiconcuac, Estado de México, mediante diferentes métodos. **A:** Edad y clasificación del arco plantar por podoscopio según Viladot<sup>12</sup>. **B:** Edad e índice de Staheli. **C:** Edad y ángulo de Clarke. **D:** Edad e índice de Chippaux-Smirak. **E:** Edad y ángulo gamma.

**Tabla 1.** Prevalencia de pie plano en preescolares del municipio de Chiconcuac, Estado de México, según diferentes métodos de análisis de huella

Método de medición de pie plano	Incidencia			Media ± DE	IC95%
	F	M	Total		
Pedigráfia	20.5%	37.2%	57.7%	3.26 ± 0.83	2.57-3.96
Índice de Staheli	31.61%	55.31%	86.9%	1.05 ± 0.096	0.97-1.13
Ángulo de Clarke	40.33%	55.59%	95.9%	11.35± 3.77	8.2-14.5
Índice de Chippaux-Smirak	35.7%	47.68%	83.3%	64.83 ± 8.72	57.55-72.12
Ángulo gamma	9.26%	13.08%	22.3%	15.9 ± 0.74	15.28-16.52

DE: desviación estándar; F: sexo femenino; IC95%: intervalo de confianza del 95%; M: sexo masculino.

niños de 5 años (43.39% sexo femenino, 56.61% sexo masculino) y 69 casos en niños de 6 años (42.02% sexo femenino, 57.98% sexo masculino).

La prevalencia de pie plano utilizando el podoscopio fue del 57.7% (20.5% sexo femenino, 37.2% sexo masculino) (**Tabla 1**). Dentro de los intervalos de edad, se observó que la media se encontró dentro del rango de pie plano en los niños de 3 a 5 años, mientras que en el ALM aumentó a valores normales en el grupo de 5 a 6 años. Cabe señalar que la media se situó

nuevamente dentro de la categoría de pie plano a partir de los 6 años (**Figura 2 A**).

En la evaluación mediante los ángulos y los índices, la prevalencia fue del 86.9% según el IS (31.6% sexo femenino, 55.3% sexo masculino), del 83.3% para el ICS (35.6% sexo femenino, 47.6% sexo masculino), del 95.9% de acuerdo con el AC (40.3% sexo femenino, 55.5% sexo masculino) y del 22.3% calculado según el Ay (9.2% sexo femenino, 13.1% sexo masculino) (**Tabla 1**).

Se reportaron diferencias entre las medidas de altura para el ALM del pie al examinarlo con los diferentes métodos. Para el IS (**Figura 2 B**), los valores mínimos en niños de 4.5 años hasta 6 años alcanzaron valores normales al presentar un aumento progresivo del ALM.

Para el AC (**Figura 2 C**), todos los niños se encontraron dentro del rango de pie plano, y aunque se observó un ligero ascenso del ALM a medida que estaban por cumplir los 6 años de edad, no corrigieron como mínimo hacia la clasificación de arco caído.

El ICS (**Figura 2 D**) demostró que el promedio de los datos se situó en la categoría de pie plano. Del total de la población de 3 a 5 años que fue diagnosticada con pie plano, se observó que algunos evolucionaron hacia arco descendido después de los 5.5 años de edad. De esta manera, se observó una correlación negativa entre las variables, pues a medida que aumentó la edad disminuyó el valor del ICS.

Al realizar la medición del ALM determinado por Ay (**Figura 2 E**), el promedio de la población concentró sus valores dentro del rango de arco normal, a excepción de algunos niños de 3 a 3.5 años, quienes presentaron un aumento superior del ALM (pie cavo).

## Discusión

El pie plano pediátrico ha sido un tema de debate entre los expertos, quienes a menudo lo cuestionan entre lo normal y lo patológico. Comúnmente se identifican dos componentes: el talón valgo y la disminución del ALM. Esta última es la característica más clara del pie plano, que se manifiesta cuando el peso corporal se concentra hacia el lado medial del pie al estar de pie y al caminar. La elevada prevalencia del pie plano flexible en los primeros años y hasta la preadolescencia ha sugerido que se trata de una condición «fisiológica» que tiende a mejorar espontáneamente, sin producir dolor ni limitación funcional, y que en la mayoría de los casos no requiere manejo alguno<sup>15</sup>. En contraste, otros estudios han reportado poblaciones de niños que, con la misma condición, manifiestan dolor lumbar y muestran una disminución en la función de las extremidades inferiores<sup>16</sup>, o que de un pie plano inicialmente asintomático transitan a dolor, debilidad y hasta restricción en la participación de actividades deportivas, recreativas y de la vida diaria<sup>17</sup>. Más aún, la progresión de un pie plano flexible hasta la edad adulta se ha visto correlacionada con un incremento en la incidencia de lumbalgia, dolor en los miembros pélvicos y detrimento de la calidad de vida<sup>16</sup>.

Por lo anterior, el pie plano se ha considerado no solamente como un problema de la alineación estática de las estructuras del tobillo y del pie, sino también como una anomalía funcional dinámica de las extremidades inferiores<sup>18</sup>. Entre todas las alteraciones del pie, se producen tres tipos de deformación con alta prevalencia: pie plano, *hallux valgus* y pie cavo<sup>19</sup>. El pie cavo y el pie plano se manifiestan con variaciones en el ALM, mientras que el *hallux valgus* se asocia con un ángulo metatarsofalángico superior a 15°.

Actualmente no existe un consenso acerca de cuál es el mejor método o prueba para diagnosticar el ALM<sup>20-22</sup>. Se cuenta con diferentes herramientas clínicas, tanto invasivas como no invasivas, para el diagnóstico del pie plano. Si se hace el diagnóstico clínico de un pie plano flexible, no es necesaria una valoración radiológica. Solo en caso de dolor o duda diagnóstica se deben obtener radiografías anteroposterior (dorso plantar) y lateral de ambos pies con apoyo<sup>15</sup>. Los estudios de imagen por radiografía simple son considerados el estándar de referencia para evaluar la estructura del arco<sup>16,18,21,23</sup>. Sin embargo, con la elección de este, el sujeto es expuesto a rayos X de manera innecesaria, cuando se podría recurrir a otros métodos confiables, seguros, de bajo costo, rentables y de fácil aplicación. En contraste, el podoscopio y la impresión de la huella plantar se reconocen como las pruebas no invasivas más empleadas<sup>18,20,24,25</sup>.

Distintos estudios han comparado el diagnóstico clínico a través del podoscopio y la impresión de huella plantar por medio del IS, el ICS, el AC y el Ay, entre otros. Como ejemplo, Pita, et al.<sup>24</sup> reportaron una mayor especificidad utilizando el AC en referencia al podoscopio, mientras que Filoni, et al.<sup>20</sup> no encontraron relación entre dichas mediciones. Lo anterior demuestra cierta incompatibilidad entre los métodos de evaluación podoscópica y los de huella plantar para determinar el ALM. Por otro lado, aun cuando algunos autores no concuerdan en que la impresión de la huella del pie pueda revelar la altura del arco<sup>13</sup>, otros informan una correlación positiva entre el índice del arco y las pruebas radiológicas, concluyendo que el análisis de la huella es tan eficaz como el estudio de gabinete<sup>20,26</sup>.

Según lo descrito en la literatura para la determinación de la altura del ALM en niños, se puede esperar que aquellos sanos y con un desarrollo normal presenten un tipo de pie plano en los primeros años de infancia (hasta los 7 u 8 años de edad)<sup>27</sup>. En otros términos, para poder reconocer y clasificar correctamente un pie plano pediátrico, primero se debe

considerar la evolución fisiológica de la altura del ALM, sabiendo que un diagnóstico definitivo antes de dicha edad sobreestimaría el problema<sup>8</sup>. Sin embargo, si el diagnóstico se lleva a cabo contrastando diferentes métodos, incluso de forma temprana, se podrá contar con una aproximación a la tendencia que seguirá el paciente dentro de su arquitectura podálica<sup>5-7</sup>. En el presente estudio se realizó la determinación de la altura del ALM de niños en edad preescolar en el municipio de Chiconcuac de Juárez, Estado de México, por medio del IS, el ICS, el AC y el Ay mediante la impresión de la huella estática en tinta y la evaluación con podoscopio, tomando como referencia los parámetros establecidos por Daniels-Worthingham y Kendall para la evaluación postural.

En concordancia con lo reportado por otras investigaciones, los niños de la población examinada presentaron mayor prevalencia de pie plano (57.7%) al ser evaluados mediante la clasificación podográfica de Viladot<sup>12</sup>.

Respecto a los métodos de análisis por huella plantar, se observó un ligero aumento de la concavidad del ALM en relación con el crecimiento de los niños, lo que coincide con la literatura<sup>27</sup>. En cambio, con respecto a los valores del AC, el IS y el ICS para la detección de pie plano, prevalencia se incrementa considerablemente en comparación con la obtenida por el Ay. Dicho resultado refleja que el Ay es menos sensible para la detección de pie plano en comparación con el ICS, el IS y el AC. Por otro lado, el ICS y el AC cuentan con la ventaja de considerar cinco parámetros clasificatorios, por lo que proporcionan una descripción más precisa de la evolución del ALM<sup>7,28</sup>.

Aunque hubo variaciones en el aumento del ALM con respecto a la edad, la media —en todos los índices, ángulos y la clasificación podográfica del arco plantar según Viladot— clasifica al ALM como plano, a excepción del Ay, según el cual la mayoría de las medias fueron clasificadas como ALM normal.

Conviene señalar que, en la población de estudio, se encontró una mayor prevalencia de pie plano en el sexo masculino que en el sexo femenino (37.2 y 20.5%, respectivamente). Este fenómeno pudiera explicarse por el crecimiento más lento del ALM y la presencia de almohadillas de grasa plantar más gruesas en los varones<sup>13</sup>. Lo anterior contrasta con reportes en los que no se encontraron diferencias entre sexos y otros en los que la prevalencia ha resultado a la inversa<sup>29-32</sup>.

Existen publicaciones previas en cuanto a la determinación del pie plano en la población mexicana. Sin embargo, las muestras estudiadas han sido de edades

escolares<sup>33,34</sup> y no se ha tomado en cuenta que el ALM termina de estructurarse a los 12-13 años de edad<sup>4,7,9</sup>. De acuerdo con la literatura, existen también tres indicativos por los cuales el pie del niño debe considerarse maduro: cese del crecimiento, cierre de las placas de crecimiento y estabilización de la postura<sup>4,27</sup>. No obstante, en algunos países, como Brasil, Taiwán, Japón, Alemania y Australia, el diagnóstico de una «tendencia inicial» de pie plano se ha incluido como estrategia preventiva en los programas de salud de primer nivel en poblaciones preescolares<sup>27</sup>.

Por último, una revisión Cochrane acerca de las intervenciones no quirúrgicas para el pie plano en niños reportó que la variabilidad en la prevalencia estimada del aplanamiento del ALM puede ser muy amplia (0.6-77.9%). Lo anterior se debe a que los métodos de evaluación, la edad de los grupos y las propias características de la muestra fueron completamente diferentes entre sí<sup>35</sup>.

Como se pudo comprobar en la presente investigación, la variabilidad de los resultados entre un método y otro llega ser tan cuestionable que el empleo de una sola herramienta de evaluación se presume poco funcional, además de que podrían obtenerse falsos positivos o negativos en la detección de pie plano a esta edad.

Adicionalmente, al comparar los hallazgos se observó una mayor prevalencia de pie plano en la presente muestra en comparación con lo reportado en poblaciones europeas, asiáticas, de Oriente Medio y de América del Norte y del Sur, y también en comparación con niños africanos y australianos de edades similares (3 a 6 años)<sup>27</sup>.

De acuerdo con una revisión sistemática acerca de los métodos diagnósticos de pie plano, únicamente tres mediciones se reconocen como válidas y confiables: el *Foot Posture Index–Six item version* (FPI-6) en niños de 3 a 15 años, el IS en niños de 3 a 9 años y el ICS para edades desde los 3 a los 16 años<sup>16</sup>. Esta revisión enfatizó que ninguna otra medición resulta válida para la población pediátrica, y que las tres mencionadas deberían utilizarse preferentemente en la investigación. Tomando en cuenta lo anterior, y de acuerdo con los índices y ángulos más confiables (ICS, IS y AC), entre el 83.3% y el 95.9% de los participantes de la presente investigación padecen pie plano fisiológico, mientras que la literatura estima aproximadamente el 45% de niños con pie plano<sup>4,35-37</sup>.

Considerando los hallazgos de este estudio, se propone que se utilicen métodos de análisis de la huella para el diagnóstico de pie plano, además de la valoración clásica en podoscopio, ya que son herramientas

simples que no requieren de mucho tiempo, no son invasivas y se pueden emplear incluso en niños con poca cooperación. Estos métodos se consideran válidos y confiables por diversos investigadores.

A pesar de que no se puede brindar un diagnóstico certero de pie plano en edades preescolares, bien puede identificarse una tendencia temprana de la arquitectura podálica. Por lo tanto, se recomienda que estos métodos se incluyan el diagnóstico y la vigilancia del pie plano como parte de la consulta del niño sano.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

## Agradecimientos

Trabajo presentado en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de Licenciatura en Fisioterapia de Aranza Ángeles Ayala, Montserrat Selene Salcedo Trejo y Leticia Jazmín Sumano Pérez.

Los autores agradecen, al H. Ayuntamiento del Municipio de Chiconcuac, Estado de México, especialmente a la Dra. Georgina Castillo Gálvez; a la Universidad del Valle de México Campus Texcoco; al Hospital General de Zona No. 197, Instituto Mexicano del Seguro Social, en especial al Dr. Alfonso Cruz Hernández; y al Centro Especializado de Atención Primaria a la Salud Atenco por las facilidades brindadas para la realización del estudio.

## Bibliografía

1. Bertsch C, Unger H, Winkelmann W, Rosenbaum D. Evaluation of early walking patterns from plantar pressure distribution measurements. First year results of 42 children. *Gait Posture.* 2004;19:235-42.
2. Latalski M, Bylina J, Fatyga M, Repko M, Filipovic M, Jarosz MJ, et al. Risk factors of postural defects in children at school age. *Ann Agric Environ Med.* 2013;20:583-7.
3. Burns J, Crosbie J, Hunt A, Ouvrier R. The effect of pes cavus on foot pain and plantar pressure. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2005;20:877-82.
4. Onodera AN, Sacco ICN, Morioka EH, Souza PS, de Sá MR, Amadio AC. What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur? *Foot (Edinb).* 2008;18:142-9.
5. Sacco ICN, Onodera AN, Bosch K, Rosenbaum D. Comparisons of foot anthropometry and plantar arch indices between German and Brazilian children. *BMC Pediatr.* 2015;15:4-9.
6. Mauch M, Grau S, Krauss I, Maiwald C, Horstmann T. Foot morphology of normal, underweight and overweight children. *Int J Obes (Lond).* 2008;32:1068-75.
7. Forriol F, Pascual J. Footprint analysis between three and seventeen years of age. *Foot Ankle.* 1990;11:101-4.
8. El O, Akcali O, Kosay C, Kaner B, Arslan Y, Sagol E, et al. Flexible flatfoot and related factors in primary school children: a report of a screening study. *Rheumatol Int.* 2006;26:1050-3.
9. Sadeghi-Demneh E, Jafarian F, Melvin A, Azadinia F, Shamsi F, Jafarpisheh M. Flatfoot in school-age children prevalence and associated factors. *Foot Ankle Spec.* 2015;8:186-93.
10. Hislop H, Avers D, Brown M, Daniels y Worthingham. Técnicas de balance muscular. Técnicas de exploración manual y pruebas funcionales. Barcelona: Elsevier; 2014.
11. Peterson F, Kendall E, Geise P, McIntyre M, Romani WA. Músculos, pruebas funcionales, postura y dolor. Madrid: Marbán; 2007.
12. Viladot A. Quince lecciones sobre patología del pie. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2000.
13. Głowacka-Mrotek I, Sowa M, Nowikiewicz T, Siedlecki Z, Hagner W, Zegarski W. Foot posture in female patients 5 years after breast-conserving surgery: a case-control study. *Breast Cancer.* 2018;25:325-33.
14. Chen KC, Yeh CJ, Kuo JF, Hsieh CL, Yang SF, Wang CH. Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children. *Eur J Pediatr.* 2011;170:611-7.
15. Martínez Lozano AG. Pie plano en la infancia y adolescencia. Conceptos actuales. *Rev Mex Ortop Ped.* 2009;11:5-13.
16. Banwell HA, Paris ME, Mackintosh S, Williams CM. Paediatric flexible flat foot: how are we measuring it and are we getting it right? A systematic review. *J Foot Ankle Res.* 2018;11:1-13.
17. Carr JB, Yang S, Lather LA. Pediatric pes planus: a state-of-the-art review. *Pediatrics.* 2016;137:1-10.
18. Halabchi F, Mazaheri R, Mirshahi M, Abbasian L. Pediatric flexible flatfoot: clinical aspects and algorithmic approach. *Iran J Pediatr.* 2013;23:247-60.
19. Zhanyong M, Kamen I, Guoru Z, Huihui L, Lei W. An explorative investigation of functional differences in plantar center of pressure of four foot types using sample entropy method. *Med Biol Eng Comput.* 2016;55:537-48.
20. Filoni E, Martins Filho J, Kisho Fukuchi R, Mitsu Gondo R. [Comparação entre índices do arco plantar]. *Motriz.* 2009;15:850-60.
21. Queen RM, Mall NA, Hardaker WM, Nunley JA. Describing the medial longitudinal arch using footprint indices and a clinical grading system. *Foot Ankle Int.* 2007;28:456-62.
22. Gilmour JC, Burns Y. The measurement of the medial longitudinal arch in children. *Foot Ankle Int.* 2001;22:493-8.
23. Chen CH, Huang MH, Chen TW, Weng MC, Lee CL, Wang GJ. The correlation between selected measurements from footprint and radiograph of flatfoot. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87:235-40.
24. Pita-Fernández S, González-Martín C, Seoane-Pillado T, López-Calviño B, Pérez-Díaz S, Gil-Guillén V. Validity of footprint analysis to determine flatfoot using clinical diagnosis as the gold standard in a random sample aged 40 years and older. *J Epidemiol.* 2015;25:148-54.
25. Papuga MO, Burke JR. The reliability of the associate platinum digital foot scanner in measuring previously developed footprint characteristics: a technical note. *J Manipulative Physiol Ther.* 2011;34:114-8.
26. Kanatli U, Yetkin H, Cila E. Footprint and radiographic analysis of the feet. *J Pediatr Orthop.* 2001;21:225-8.
27. Uden H, Scharf Billig R, Causby R. The typically developing paediatric foot: how flat should it be? A systematic review. *J Foot Ankle Res.* 2017;10:1-17.
28. Nikolaidou ME, Boudolos KD. A footprint-based approach for the rational classification of foot types in young schoolchildren. *Foot.* 2006;16:82-90.
29. Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M. Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics.* 2006;118:634-9.
30. Lin CJ, Lai KA, Kuan TS, Chou YL. Correlating factors and clinical significance of flexible flatfoot in preschool children. *J Pediatr Orthop.* 2001;21:378-82.
31. Chang JH, Wang SH, Kuo CL, Shen HC, Hong YW, Lin LC. Prevalence of flexible flatfoot in Taiwanese school-aged children in relation to obesity, gender, and age. *Eur J Pediatr.* 2010;169:447-52.
32. Chen JP, Chung MJ, Wang MJ. Flatfoot prevalence and foot dimensions of 5- to 13-year-old children in Taiwan. *Foot Ankle Int.* 2009;30:326-32.

33. Saldívar-Cerón HI, Garmendia Ramírez A, Rocha Acevedo MA, Pérez-Rodríguez P. Obesidad infantil: factor de riesgo para desarrollar pie plano. Boletín Med Hosp Infant Mex. 2015;72:55-60.
34. Zárate Barchello A, Pereira López MA, Ibarrola Zárate J, Kikuchi A, Sanabria L. Prevalencia de pie plano en niños escolares de Asunción y Gran Asunción, en el año 2008. An Fac Cienc Med (Asunción). 2009;42:13-8.
35. Evans A, Rome K. A Cochrane review of the evidence for non-surgical interventions for flexible pediatric flat feet. Eur J Phys Rehabil Med. 2011;47:69-89.
36. Lazar-Antman MA, Leet AI. Effects of obesity on pediatric fracture care and management. J Bone Joint Surg Am. 2012;94:855-61.
37. Smith SM, Sumar B, Dixon KA. Musculoskeletal pain in overweight and obese children. Int J Obes (London). 2014;38:11-5.