

# Desarrollo de la morfología de la huella plantar en niños congoleños y su relación con el uso de calzado

J. J. Echarri<sup>a</sup> y F. Forriol<sup>b</sup>

<sup>a</sup>CHR Monkole. Servicio de Ortopedia y Traumatología. Kinshasa/Mont Ngafula. Zaire. <sup>b</sup>Laboratorio de Ortopedia Experimental. Facultad de Medicina. Universidad de Navarra.

Se estudió la huella plantar con los índices de Chippaux-Smirak, del arco de Staheli y el ángulo de Clarke, de 1.851 escolares congoleños, 906 chicas y 945 chicos, de área urbana que utilizaban calzado y rural que iban descalzos habitualmente, con edades comprendidas entre 3 y 12 años. Los niños y niñas de menor edad presentaron mayor porcentaje de pies morfológicamente planos. Este porcentaje disminuyó con el crecimiento en ambos sexos. El factor que más influyó en el desarrollo del pie y de la huella plantar fue la edad, después el calzado y, por último, el sexo. Los niños pequeños mostraron una mayor frecuencia de pies morfológicamente planos; las chicas presentaron mayor frecuencia de pies cavos y la población rural descalza estudiada presentó mayor cantidad de pies normales en el grupo de edad más joven.

**Palabras clave:** huella plantar, crecimiento, pie plano, calzado.

## Development of footprint morphology in congolese children in relation to footwear use

Footprints were studied using the Chippaux-Smirak indices, Staheli arc, and Clarke angle in 1851 congolese children, 905 girls and 945 boys, age 3 years to 12 years. Urban children wore shoes and rural children generally went barefoot. The youngest children had the largest percentage of morphologically flat feet. The percentage of flat feet decreased in older children of both sexes. The factor that most influenced the development of the foot and footprint was age, followed by the use of footwear and sex. Young boys had the highest frequency of morphologically flat feet. Girls had a higher rate of pes cavus. The rural children who went barefoot had a higher proportion of normal feet among young children.

**Key words:** footprint, growth, flat foot, footwear.

Se ha considerado que los niños que andan descalzos no presentan pies morfológicamente planos y tampoco alteraciones en la morfología del pie, pues se considera que el pie plano es un problema social o un aspecto estético<sup>1</sup> que desaparece con el crecimiento<sup>2-5</sup>. La morfología de la bóveda plantar es una característica propia del ser humano y constituye una estructura arquitectónica armoniosa en la que intervienen todos los elementos osteoarticulares, ligamentosos

y musculares del pie. La configuración del arco está determinada por la edad y por factores genéticos, y su descenso puede ser una manifestación de la laxitud constitucional de los ligamentos y articulaciones<sup>6,7</sup>.

El hábito de andar descalzo puede tener consecuencias en la configuración del pie, pues los elementos pasivos (fascias, ligamentos) y los activos (músculos) se refuerzan con la actividad y la locomoción y el calzado puede actuar como una férula que inmoviliza las estructuras del pie. Algunos autores han encontrado una relación entre los niños que llevan zapatos tempranamente y el pie plano<sup>8,9</sup> y no se puede olvidar que se recomienda caminar descalzo como tratamiento del pie plano flexible.

El objetivo de nuestro estudio es analizar el desarrollo de la morfología de la huella plantar en una población de niños congoleños, de 3 a 12 años, con relación al sexo, en dos poblaciones distintas, una urbana que anda habitualmente calzada y otra rural que va descalza durante toda su vida.

### Correspondencia:

F. Forriol.  
Dpto COT.  
Clínica Universitaria.  
Avda Pío XII, 36.  
31008 Pamplona.  
Correo electrónico: fforriol@unav.es

Recibido: octubre de 2002.

Aceptado: marzo de 2003.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se ha analizado la huella plantar del pie derecho en 1.851 niños escolarizados de ambos sexos (945 niños y 906 niñas), entre 3 y 12 años, distribuidos en dos grupos según la edad: grupo I, niños de 3 a 7 años, grupo II, niños entre 8 y 12 años. La población estudiada estuvo compuesta por 1.119 escolares urbanos que utilizaban zapatos habitualmente y 732 chicos que habitaban en zonas rurales y no tenían la costumbre ni la posibilidad de adquirir calzado.

La huella plantar se obtuvo apoyando, con todo el peso del cuerpo, el pie sobre un podógrafo. Sobre cada una de las huellas plantares medimos el ángulo de Clarke, el índice de Chippaux-Smirak y el índice del arco de Staheli<sup>3,4</sup> (fig. 1). Cuando un índice tiende a uno, muestra un pie plano, con un arco longitudinal interno disminuido; por el contrario, si tiende a cero indica que la parte más estrecha del pie no existe o es muy pequeña y muestra una morfología de cavo. También, un mayor ángulo de Clarke indicó la existencia de un arco más pronunciado.

Reagrupamos los resultados según las frecuencias y los valores obtenidos para cada índice o ángulo<sup>3,4</sup>, dividiendo los pies según las huellas plantares en plano, descendido, normal y elevado con el ángulo de Clarke y el índice del arco, y descendido, intermedio, normal y caído según el índice de Chippaux-Smirak.

En cada uno de los parámetros estudiados, para cada edad, sexo y según utilicen o no calzado, se obtuvo la media y la desviación estándar y se aplicó la prueba de la «t» de Student para comparar las medias según los grupos y el sexo. Se realizó una tabla de contingencia para estudiar los porcentajes en cada uno de los grupos según el sexo y el calzado. También se efectuó una tabla de contingencia 2x2

para realizar la prueba estadística exacta de Fisher y la *odds ratio* (OR) entre los niños calzados y los descalzos, según el ángulo de Clarke y los dos índices, en función del sexo.

## RESULTADOS

El valor medio del ángulo de Clarke fue menor en las chicas y en los chicos urbanos que utilizaban calzado habitualmente. Sin embargo, los valores medios no presentaron diferencias significativas. Las diferencias fueron mayores en el grupo de edad de 3 a 7 años en ambos sexos. En la tabla 1 se observa cómo la frecuencia de pie plano fue mayor en el grupo de menor edad, tanto de chicos como de chicas, que utilizaban calzado. En el siguiente grupo de edad los valores fueron muy similares. También el porcentaje de pies normales fue menor en dicho grupo de niños estudiados.

Los valores medios del índice de Chippaux-Smirak fueron muy parecidos en todos los grupos. Encontramos que era mayor en las chicas de menor edad calzadas, que se reflejó en la diferencia del porcentaje de chicas de 3 a 7 años que tienen un pie normal (tabla 2). El 21,6% de las niñas más pequeñas rurales tenían una huella plantar morfológicamente normal frente al 8,1% de las que utilizaban calzado.

También los valores medios del índice del arco fueron mayores en las chicas y chicos que calzaban zapatos, especialmente en el grupo de chicas de menor edad. Un 20,5% de las chicas de 3 a 7 años que iban descalzas presentaron una huella plantar normal frente al 9,8% de las calzadas, y un 12,8% de los chicos descalzos, entre 3 y 7 años, presentaron un pie normal frente al 7,2% de los que utilizaban calzado. Por el contrario, un 50% de las chicas más pequeñas

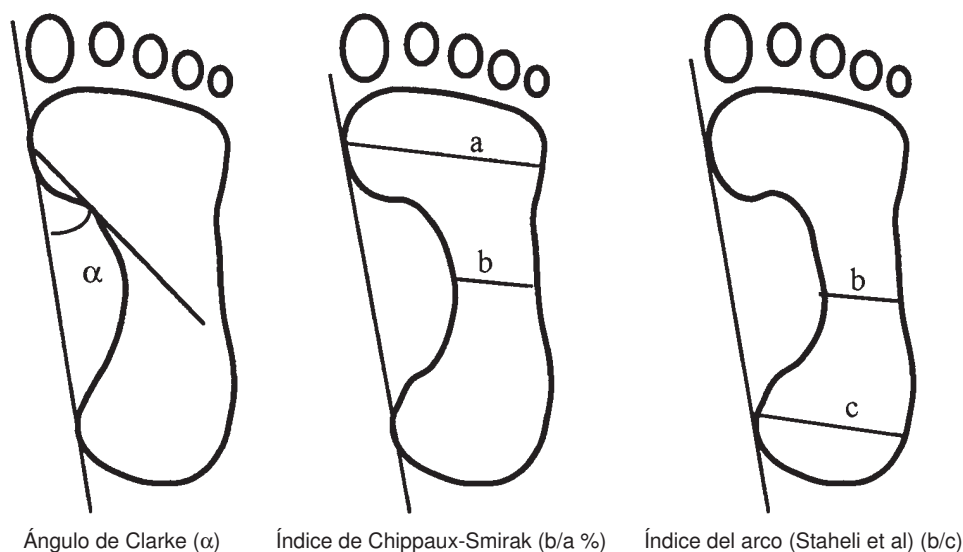


Figura 1. Los índices y el ángulo medidos sobre la huella plantar en este estudio.

**Tabla 1.** Morfología de la huella plantar según el ángulo de Clarke

	Plano				Bóveda descendida				Pie intermedio				Normal			
	Calzado		Descalzo		Calzado		Descalzo		Calzado		Descalzo		Calzado		Descalzo	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Chicos																
3-7 años	69,9	146	54,7	81	13,9	29	18,9	28	12	25	16,9	25	4,3	9	9,5	14
8-12 años	29,4	106	26,3	60	16,4	59	15,4	35	25,3	91	28,5	65	28,9	104	29,8	68
Chicas																
3-7 años	58,5	137	42,7	79	12,8	30	16,8	31	17,9	42	23,8	44	10,7	25	16,8	31
8-12 años	27,2	86	28,1	48	12,7	40	15,8	27	26,6	84	20,5	35	33,5	106	35,7	61

%; porcentaje; N: número.

Porcentaje por grupos de edad, sexo y utilización de calzado.

calzadas correspondían al grupo de arco caído frente al 31,9% de las que andaban descalzas (tabla 3).

Comparando los chicos y las chicas, se observó que éstas presentaron una mayor frecuencia de pies normales e incluso de huellas con arco elevado o bóvedas cavas. Encontramos diferencias en la forma de la huella plantar entre niños calzados y descalzos, con la prueba de Fisher, sólo en los chicos con el ángulo de Clarke ( $p < 0,05$ ) y en las chicas con el índice del arco de Staheli ( $p < 0,05$ ).

La regresión múltiple mostró que los dos índices y el ángulo utilizados identifican la edad como el factor predictivo más importante para valorar una huella plantar plana. El calzado fue identificado como segundo factor causante de la forma del pie, antes que el sexo, según el ángulo de Clarke y como tercer factor según los dos índices empleados.

## DISCUSIÓN

El pie es la extremidad encargada de absorber fuerzas durante las diferentes actividades y el punto de contacto entre el cuerpo y el suelo. Puede ser clasificado morfológica-

mente como normal cuando presenta un arco longitudinal interno y una huella plantar bien definida con una zona anterior ancha, apoyo de las cabezas de los metatarsianos, y una zona posterior, correspondiente al talón, unidas por una zona externa más estrecha que se conoce como istmo. El estudio de la huella plantar es una forma indirecta de analizar la morfología del pie y las mediciones efectuadas muestran con mayor o menor exactitud la altura de la bóveda plantar.

Un pie con el arco longitudinal interno elevado y una huella plantar sin istmo se conoce como morfológicamente cavo y, por el contrario, cuando no presenta arco longitudinal interno y el istmo es muy ancho se conoce como plano. Son formas del pie que no siempre se corresponden con una alteración patológica<sup>1,10-12</sup>.

Durante la marcha la resultante del centro de gravedad discurre desde el talón, por el borde externo del pie, hasta la cabeza del quinto metatarsiano y, desde allí, transversalmente, pasa por todas las cabezas de los metatarsianos para salir por el primer dedo en el momento del impulso del paso. Esta distribución permite un desplazamiento del centro de gravedad de atrás hacia delante y de dentro a fuera que sigue los movimientos del pie cuando apoya el talón, efec-

**Tabla 2.** Morfología de la huella plantar según el índice de Chippaux-Smirak

	Cavo				Normal				Intermedio				Bóveda descendida				Plano			
	Calzado		Descalzo		Calzado		Descalzo		Calzado		Descalzo		Calzado		Descalzo		Calzado		Descalzo	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Chicos																				
3-7 años	0	0	0	0	3,8	8	12,8	19	18,2	38	18,2	27	12,9	27	8,8	13	65,1	136	60,1	89
8-12 años	0	0	0,9	2	21,4	77	25,9	59	37,2	134	27,6	63	12,5	45	15,4	35	28,9	104	30,3	69
Chicas																				
3-7 años	0	0	0,5	1	8,1	19	21,6	40	20,9	49	19,5	36	13,7	32	16,8	31	57,3	134	41,6	77
8-12 años	0	0	1,2	2	25,3	80	26,3	45	38	120	28,7	49	11,1	35	12,3	21	25,6	81	31,6	54

%; porcentaje; N: número.

Porcentaje por grupos de edad, sexo y utilización de calzado.

**Tabla 3.** Morfología de la huella plantar según el índice del arco (Staheli)

	Arco elevado				Normal				Arco descendido				Arco caído			
	Calzado		Descalzo		Calzado		Descalzo		Calzado		Descalzo		Calzado		Descalzo	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Chicos																
3-7 años	0	0	1,4	2	7,2	15	12,8	19	31,6	66	32,4	48	61,2	128	53,4	79
8-12 años	2,2	8	3,1	7	22,2	80	28,5	65	50	180	39	89	25,6	92	29,4	67
Chicas																
3-7 años	1,7	4	5,4	10	9,8	23	20,5	38	38,5	90	42,2	78	50	117	31,9	59
8-12 años	3,5	11	7	12	26,9	85	28,1	48	48,4	153	42,7	73	21,2	67	22,2	38

%; porcentaje; N: número.

Porcentaje por grupos de edad, sexo y utilización de calzado.

túa una flexión plantar para apoyar el borde externo y una pronación para apoyar sucesivamente, de fuera a dentro, todas las cabezas metatarsianas para tomar impulso con el primer dedo<sup>13</sup>.

El análisis de la huella plantar se ha utilizado en diferentes estudios para evaluar el arco longitudinal interno del pie<sup>2,5,11,14,15</sup> aunque algunos autores<sup>16,17</sup> no han encontrado relación entre los ángulos radiográficos y la morfología plantar. Kanatli et al<sup>15</sup> vieron, por el contrario, una correlación significativa entre los ángulos radiográficos que definen el pie plano y el índice del arco obtenido de la huella plantar. El pie plano flexible en niños pequeños se ha considerado un problema fisiológico que desaparece con la edad en la mayoría de los casos<sup>2,3,5,11</sup> con el proceso de maduración del sistema musculoesquelético.

Las extremidades aumentan de tamaño y el tejido muscular se estira y desarrolla con el crecimiento y el ejercicio produciendo cambios en la orientación de los ejes de los huesos<sup>2,18</sup>. No es de extrañar que Lin et al<sup>19</sup> manifiesten que el pie plano no es sólo un problema de alineación del pie y del tobillo sino, además, la consecuencia de los cambios de los ejes en la extremidad inferior. La morfología plantar tiene una función en la marcha, aunque un cambio en la forma del pie tiene pocas repercusiones sobre la función a pesar de que cambie la distribución de las presiones.

Para Wenger et al<sup>7</sup> si disminuye la altura del arco longitudinal interno es consecuencia de las solicitaciones a las que someten los niños sus pies. Cheng et al<sup>6</sup> encontraron una relación entre el pie plano flexible y un índice de laxitud elevado. Los niños obesos presentaban un ángulo de Clarke inferior y valores del índice de Chippaux-Smirak superiores comparado con niños no obesos<sup>20</sup>.

Como se ha señalado en trabajos anteriores<sup>3,5,19</sup>, las chicas tienen una tendencia a presentar un arco longitudinal más elevado y los niños de menor edad presentan una mayor frecuencia de pies morfológicamente planos que disminuyen con la edad, al contrario que Didia et al<sup>21</sup>, quienes estudiaron la incidencia del pie plano con el índice del arco en

una población de escolares nigerianos, señalando su escasa frecuencia y que el calzar zapatos a edades tempranas predispone a un pie plano. Dos estudios efectuados entre niños indios<sup>8,9</sup> encontraron que el pie plano es más frecuente en niños que llevaban calzado cerrado, menos en los que utilizaban sandalias y mucho menor entre los niños que andan descalzos.

Nuestros resultados muestran mayor frecuencia de pie plano en los niños calzados de menor edad. Por su parte, las chicas presentan una huella con arco más elevado que los chicos en todos los grupos de edad. Esto hace que la frecuencia de pies planos sea menor en las chicas que en los chicos. Además, las chicas que andan descalzas tienen mayor porcentaje de pies normales y un mayor porcentaje de pies cavos, por lo que el dimorfismo no se debe a la utilización de un calzado distinto al de los chicos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Hefti F, Brunner R. Flat foot. *Orthopäde* 1999; 28:159-72.
2. Coll Bosch MD, Viladot Pericé A, Suso Vergara S. Estudio evolutivo del pie plano infantil. *Rev Ortop Traumatol* 1999; 3:213-20.
3. Forriol F, Pascual JA. Footprint analysis between 3 and 17 years of age. *Foot Ankle* 1990;11:101-4.
4. Forriol Campos F, Pascual Maiques JA. Morfología de la huella plantar desde los tres años hasta la finalización del crecimiento. *Rehabilitación* 1990;24:153-7.
5. Volpon JB. Footprint analysis during the growth period. *J Pediatr Orthop* 1994;14:83-5.
6. Cheng JC, Chan PS, Hui PW. Joint laxity in children. *J Pediatr Orthop* 1991;11:752-6.
7. Wenger DR, Mauldin D, Speck G, Morgan D, Lieber RL. Corrective shoes and inserts as treatment for flexible flatfoot in infants and children. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71A: 800-10.
8. Rao UB, Joseph B. The influence of footwear on the prevalence of flat foot. A survey of 2,300 children. *J Bone Joint Surg Br* 1992;74B:525-7.
9. Sachithanandam V, Joseph B. The influence of footwear on

- the prevalence of flat foot. A survey of 1,846 skeletally mature persons. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77B:254-7.
10. Rose GK, Welton EA, Marshall T. The diagnosis of flat foot in the child. *J Bone Joint Surg Br* 1985;67B:71-8.
11. Staheli LT. Plano-valgus foot deformity. Current status. *J Am Podiatr Med Assoc* 1999;89:94-9.
12. Viladot A. Surgical treatment of child's flatfoot. *Clin Orthop* 1992;283:34-8.
13. San Gil Vernet A, Gómez Pellico L, Forriol Campos F, Diez Ulloa A. Análisis dinámico de la marcha: estudio de la influencia del calzado en los centros de presión sobre la huella plantar. *Rehabilitación* 1993;27:192-9.
14. Cavanagh PR, Rodgers MM. The arch index: a useful measure from footprints. *J Biomechanics* 1987;20:547-51.
15. Kanatli U, Yetkin H, Cila E. Footprint and radiographic analysis of the feet. *J Pediatr Orthop* 2001;21:225-8.
16. Cobey JC, Sella E. Standardizing methods of measurement of foot shape by including the effects of rotation. *Foot Ankle* 1981;2:30-6.
17. Hawes MR, Nachbauer W, Sovak D, Nigg BM. Footprints as measure of arch height. *Foot Ankle* 1992;13:22-6.
18. Forriol F, Pascual JA. Tibio-fibular unit development. *Surg Radiol Anat* 1990;12:109-12.
19. 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.
20. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;25:845-52.
21. Didia BC, Omu ET, Obuoforibo AA. The use of footprint contact index II for classification of flat feet in a Nigerian population. *Foot Ankle* 1987;7:285-9.