



Revista Digital de Educación Física

ISSN: 1989-8304 D.L.: J 864-2009

ANALISIS DE LA HUELLA PLANTAR EN ESCOLARES DE 4º DE E.S.O.

Daniel Rojano Ortega

Profesor asociado de la Facultad del Deporte.
Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España
Email: drojort@upo.es

RESUMEN

El pie presenta un arco plantar longitudinal medial cuya función principal es absorber, almacenar y devolver las tensiones que se producen en movimientos como la marcha y la carrera. Una de las clasificaciones del pie más utilizadas es aquella que tiene en cuenta el apoyo del arco plantar: pie normal, pie plano y pie cavo. El objetivo del presente estudio es el de determinar el tipo de pie, mediante el método de Hernández-Corvo, en escolares de 15-16 años. La muestra de estudio estuvo formada por 60 escolares (30 chicas y 30 chicos) de 4º curso de enseñanza secundaria obligatoria de la ciudad de Sevilla. Las variables tomadas fueron la edad, la masa, la altura y el porcentaje de Hernández-Corvo de cada pie. Los resultados muestran una tendencia clara al pie cavo, tanto en los chicos como en las chicas. El sexo no es una variable determinante en el tipo de pie. La mayoría de los escolares estudiados presentan simetría en la tipología de ambos pies. Además, no hemos encontrado correlación entre la masa y el tipo de pie en estos escolares que presentaban un índice de masa corporal considerado normal.

PALABRAS CLAVE:

Hernández-Corvo; 4º E.S.O.; arco plantar; pie cavo; pie plano.

INTRODUCCIÓN.

El pie humano es una estructura altamente especializada, con una compleja biomecánica que le permite cumplir con las funciones de locomoción, amortiguación y equilibrio (Gómez, Franco, Nathy, Valencia, Vargas, & Jiménez, 2010). El pie presenta un arco plantar longitudinal medial cuya función principal es absorber, almacenar y devolver las tensiones que se producen en movimientos como la marcha y la carrera (Sánchez, 2017a).

Una de las clasificaciones del pie más utilizadas es aquella que tiene en cuenta el apoyo del arco plantar. Según la altura del arco, tradicionalmente se han identificado 3 tipologías de pie: pie normal, pie plano y pie cavo (Sánchez, 2017a). Un arco plantar alto (pie cavo) y bajo (pie plano) parecen predisponer a la aparición de lesiones durante la práctica deportiva (Razeghi & Batt, 2002; Sánchez, 2017a).

En la actualidad existen bastantes métodos para clasificar el tipo de pie, aunque muchos no están aceptados ni validados (Lara, Lara, Zagalaz, & Martínez-López, 2011; Razeghi & Batt, 2002; Stavlas, Grivas, Michas, Vasiliadis, & Polyecis, 2005). Entre los más usados están el índice del arco y el índice de Hernández-Corvo (Sánchez, 2017a).

El índice del arco (Cavanagh & Rodgers, 1987) es una medida útil y un predictor válido de la altura del arco interno del pie y mide la proporción entre las áreas de contacto de las diferentes partes de la huella plantar, excluyendo los dedos. Sin embargo, presenta errores al determinar la superficie del pie (Lara et al., 2011). El método de Hernández-Corvo (Hernández, 1989) consiste en tipificar el pie según unas medidas que se realizan en la impresión de la huella plantar y presenta una buena precisión, tanto en la realización como en la clasificación del tipo de pie (Lara et al., 2011).

Para determinar el tipo de pie mediante el método de Hernández-Corvo (Hernández, 1989) procedemos con los siguientes pasos (Figura 1):

- Trazamos una línea que una las dos prominencias más internas (A y B) de la huella plantar (línea AB) sin tener en cuenta los dedos.
- Desde la línea AB trazamos dos líneas perpendiculares a los extremos anterior y posterior de la huella plantar (líneas a y b).
- Trazamos una línea perpendicular a AB desde el punto A (línea c) y obtenemos el valor de la medida principal (MP), distancia entre líneas a y c. El valor MP es transportado sobre la línea AB las veces que sea posible y sobre cada intersección trazamos una línea perpendicular, las líneas d y e.
- Sobre el borde externo de la huella trazamos tres perpendiculares más: la primera desde la línea b y que corte a e; la segunda desde la línea e y que corte a d; la tercera desde la línea d y que corte a c. Y por último sobre el borde interno del arco plantar una línea perpendicular más que corte desde e a d.

Con estas líneas podemos determinar la anchura del metatarso (X) y la del arco externo plantar (Y) y con esas medidas aplicamos la fórmula siguiente (Hernández, 1989):

$$HC(\%) = \frac{X - Y}{X} \cdot 100$$

El resultado de la fórmula anterior nos permitirá clasificar el pie en plano ($HC(\%) < 39\%$), normal ($40\% < HC(\%) < 59\%$) o cavo ($HC(\%) < 60\%$).

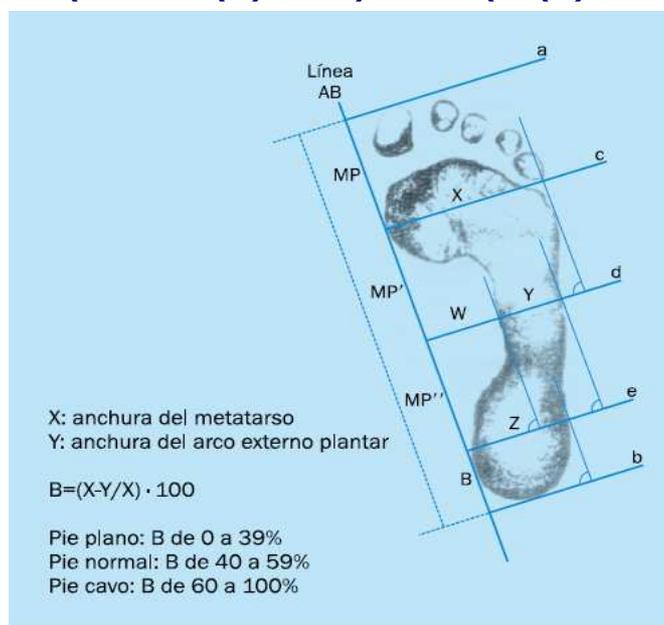


Figura 1: Método de Hernández-Corvo. Tomada de Rojano, Grao, Rodríguez y Berral (2009).

Existe, no obstante, una clasificación menos general para el porcentaje de Hernández-Corvo que también utilizaremos en este trabajo:

- 0-34% - pie plano
- 35-39% - pie plano/normal
- 40-54% - pie normal
- 55-59% - pie normal/cavo
- 60-74% - pie cavo
- 75-84% - pie cavo fuerte
- 85-100% - pie cavo extremo.

Existen numerosos aspectos que pueden influir en la morfología del pie, como pueden ser la raza, el sexo, la edad y la práctica deportiva (Berdejo-del-Fresno, Lara, Martínez-López, Cachón, & Laral, 2013; Castro, Rebelatto, Aurichio, & Greve, 2010; Koyama, Hirokawa, Yoshitaka, & Yamauchi, 2019; Razeghi & Batt, 2002; Távora, Lafuente, Palomo, & Manfredi, 2017; Tong & Kong, 2016). El análisis de la huella plantar ha sido realizado en poblaciones muy diversas. Los trabajos realizados en poblaciones escolares han sido llevados a cabo fundamentalmente en alumnos de educación primaria (Cáceres, 2014; Filippin, Barbosa, Sacco, & Lobo da Costa, 2007; Giraldo y Mateo, 2016; López-Fuenzalida, Rodríguez, Reyes, Contreras, Fernández, & Aguirre, 2017; Tong & Kong, 2016) pero son escasos los estudios llevados a cabo en alumnos de los últimos cursos de educación secundaria obligatoria. Por eso, el objetivo del presente estudio es el de determinar el tipo de pie, mediante el método de Hernández-Corvo, en niños y niñas de 15-16 años.

1. METODOLOGÍA.

1.1 PARTICIPANTES.

La muestra de estudio estaba formada por 60 escolares (30 chicas y 30 chicos) de 4º curso de enseñanza secundaria obligatoria (15-16 años) de la ciudad de Sevilla. El grupo de chicas tenía una edad media de $15,43 \pm 0,50$ años y una masa corporal media de $53,10 \pm 8,00$ kg y el grupo de chicos tenía una edad media de $15,60 \pm 0,50$ años y una masa corporal media de $67,05 \pm 9,37$ kg.

Ninguno de los sujetos presentaba trastorno alguno en el sistema motor y ninguno de ellos realizaba más de tres horas semanales de actividad física adicionales a las del currículo de enseñanza secundaria obligatoria. Todos los sujetos participaron de forma voluntaria en el estudio y sus padres o tutores fueron informados de los objetivos y las características del mismo. Todos los padres o tutores dieron su consentimiento informado para participar en esta investigación de acuerdo con la Declaración de Helsinki.

1.2 PROCEDIMIENTO Y VARIABLES ANALIZADAS.

Las variables tomadas para cada sujeto fueron la edad, la masa, la altura y las medidas derivadas del análisis de la huella plantar que permitieron calcular el porcentaje de Hernández-Corvo de cada pie. La toma de la huella plantar se llevó a cabo en horario escolar, durante la clase de educación física, después de un calentamiento de 10 minutos consistente en 5 minutos de carrera continua y 5 minutos de estiramientos. La toma de la huella plantar se realizó con un pedígrafo de la marca Ortofis (Figura 2).



Figura 2: Pedígrafo Ortofis.

Las mediciones de la huella plantar se llevaron a cabo en varios días, en horario de 11:30 a 13:30. Previamente a la toma de la huella plantar se midió y se pesó a cada sujeto y, con esos datos se determinó el índice de masa corporal (IMC).

1.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

La estadística fue realizada con el programa SPSS para Windows, v. 22.0 (SPSS Inc., USA). Se llevó a cabo una primera estadística descriptiva para calcular las medias y las desviaciones típicas de todas las variables medidas. Posteriormente se realizó una estadística inferencial. Se efectuaron primero pruebas de Shapiro-Wilk para comprobar la condición de normalidad de las variables y, dado que esta condición no se cumplió en casi ningún caso, se llevaron a cabo pruebas U de Mann-Whitney para muestras independientes para analizar las diferencias entre chicos y chicas en todas las variables medidas. Se realizó también la Rho de Spearman para comprobar si existía alguna correlación significativa entre las variables medidas. Los resultados fueron considerados significativos cuando el grado de significación fue inferior a 0,05 ($p < 0,05$).

2. RESULTADOS.

Las medias y las desviaciones típicas de las variables estudiadas en el grupo de chicas y en el de chicos, así como las diferencias significativas encontradas entre ambos grupos, calculadas mediante la U de Mann-Whitney, se encuentran en la Tabla 1.

Tabla 1.
Estadística descriptiva de las variables analizadas

Variable	Media \pm desviación típica (Chicas)	Media \pm desviación típica (Chicos)
Edad (años)	15,43 \pm 0,50	15,60 \pm 0,50
Masa (kg)	53,10 \pm 8,00 **	67,05 \pm 9,37 **
Altura (m)	1,61 \pm 0,08 **	1,77 \pm 0,07 **
HC derecho (%)	59,61 \pm 14,60	60,00 \pm 10,34
HC izquierdo (%)	60,60 \pm 14,99	62,08 \pm 13,84

HC: Hernández-Corvo; **: diferencias significativas chicos-chicas ($p < 0,01$).

Hemos encontrado diferencias significativas entre el grupo de chicas y el de chicos en las variables masa y altura pero no en el porcentaje de Hernández-Corvo que indica el tipo de pie. Tampoco hemos encontrado diferencias significativas en el porcentaje de Hernández-Corvo entre el pie derecho y el izquierdo ni en el grupo de chicos ni en el de chicas.

Hemos encontrado una correlación significativa positiva en chicas entre la edad y la masa ($r = 0,553$, $p = 0,002$), entre la masa y la altura ($r = 0,652$, $p = 0,000$) y entre HC derecho y HC izquierdo ($r = 0,818$, $p = 0,000$). Igualmente hemos encontrado una correlación significativa positiva en chicos entre la masa y la altura ($r = 0,472$, $p = 0,009$) y entre HC derecho y HC izquierdo ($r = 0,787$, $p = 0,000$). Las correlaciones encontradas entre todas las variables mediante el coeficiente de correlación de Spearman en el grupo de chicas y en el de chicos se encuentran en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2.

Coeficiente de correlación de Spearman entre todas las variables medidas en el grupo de chicas.

		Edad	Masa	Altura	HC derecho	HC izquierdo
Edad	Coef. de correlación	1,000	0,553**	0,059	0,035	0,105
	Sig. (bilateral)		0,002	0,758	0,854	0,581
Masa	Coef. de correlación	0,553**	1,000	0,652**	-0,071	-0,114
	Sig. (bilateral)	0,002		0,000	0,709	0,547
Altura	Coef. de correlación	0,059	0,652**	1,000	-0,110	-0,193
	Sig. (bilateral)	0,758	0,000		0,561	0,307
HC derecho	Coef. de correlación	0,035	-0,071	-0,110	1,000	0,818**
	Sig. (bilateral)	0,854	0,709	0,561		0,000
HC izquierdo	Coef. de correlación	0,105	-0,114	-0,193	0,818**	1,000
	Sig. (bilateral)	0,581	0,547	0,307	0,000	

** La correlación es significativa en el nivel 0,01.

Tabla 3.

Coeficiente de correlación de Spearman entre todas las variables medidas en el grupo de chicos.

		Edad	Masa	Altura	HC derecho	HC izquierdo
Edad	Coef. de correlación	1,000	0,177	0,277	0,071	0,252
	Sig. (bilateral)		0,350	0,139	0,710	0,180
Masa	Coef. de correlación	0,177	1,000	0,472**	-0,137	-0,252
	Sig. (bilateral)	0,350		0,009	0,471	0,178
Altura	Coef. de correlación	0,277	0,472**	1,000	0,172	0,282
	Sig. (bilateral)	0,139	0,009		0,364	0,131
HC derecho	Coef. de correlación	0,071	-0,137	0,172	1,000	0,787**
	Sig. (bilateral)	0,710	0,471	0,364		0,000
HC izquierdo	Coef. de correlación	0,252	-0,252	0,282	0,787**	1,000
	Sig. (bilateral)	0,180	0,178	0,131	0,000	

** La correlación es significativa en el nivel 0,01.

Los porcentajes de los tipos de pie una vez clasificados como pies planos se encuentran en la Tabla 4. Agrupándolos simplemente en planos, cavos o normales obtenemos para las chicas un 5% de pies planos, un 38,33% de pies normales y un 56,67% de pies cavos y para los chicos un 3,34% de pies planos, un 50% de pies normales y un 56,66% de pies cavos, resultados bastante similares en ambos sexos.

Tabla 4.
Porcentaje del tipo de pie según el sexo.

Tipo de pie	Porcentaje en chicas	Porcentaje en chicos
Plano	5%	1,67%
Plano/normal	0%	1,67%
Normal	20%	28,33%
Normal/cavo	18,33%	21,67%
Cavo	46,67%	43,33%
Cavo fuerte	6,67%	10%
Cavo extremo	3,33%	3,33%

3. DISCUSIÓN.

Los valores medios del porcentaje de Hernández-Corvo en chicas (pie derecho: $59,61 \pm 14,60\%$ y pie izquierdo: $60,60 \pm 14,99\%$) y en chicos (pie derecho: $60,00 \pm 10,34\%$ y pie izquierdo: $62,08 \pm 13,84\%$) muestran una tendencia al pie cavo en ambos sexos. Se trata de un resultado común, tal como obtienen Hernández (2006), que encuentra una mayor prevalencia de pies normales y cavos en niños de 9 a 12 años y Giraldo & Mateo (2016) que muestran en su estudio que el 72% de los escolares de 8 a 10 años analizados presentan pie cavo. Igualmente Gómez et al. (2010) encuentran una alta prevalencia del pie cavo en nadadores y atletas jóvenes adultos y, aunque en menor porcentaje, también en levantadores de pesas y Martínez, Hita, Ruiz, Muñoz, Cruz, & Martínez (2016) obtienen porcentajes medios de Hernández-Corvo por encima del 60% en tres grupos de deportistas jóvenes y cercano al 60% en un grupo control de sujetos sedentarios.

Sin embargo, estos resultados son contrarios a los de Cáceres (2014) y Echarri & Forriol (2003), que encuentran en su población de estudio un porcentaje elevado de pies planos. Esta aparente contradicción puede explicarse porque los niños y niñas analizados en estos estudios eran de edad inferior. De hecho, estos últimos autores (Echarri & Forriol, 2003) afirman que la proporción de pies planos decrece con la edad, al igual que Tong & Kong, 2016, quienes afirman que el arco plantar en niños se hace menos plano con la edad hasta antes de llegar a ser estable.

Resultados contrarios también son encontrados por Stavlas et al. (2005) quienes tomaron huellas dinámicas de escolares de 6 a 17 años llegando a la conclusión de que la proporción de pies con arco plantar elevado disminuye con la edad, tanto en chicos como en chicas. Estos resultados pueden deberse a que la estructura estática del pie, que es la que hemos evaluado en este trabajo, no tiene necesariamente una relación con el comportamiento dinámico (Gómez et al., 2010; Razeghi & Batt, 2002).

No hemos encontrado diferencias significativas entre el tipo de pie de chicos y chicas. Estos resultados son parcialmente contradictorios a los encontrados por Stavlas et al. (2005), que obtienen diferencias significativas en el tipo de pie entre chicos y chicas de 14 y 15 años, pero no entre chicos y chicas de 16 y 17 años. Son necesarias nuevas investigaciones que profundicen en la existencia o no de estas diferencias.

No hemos encontrado diferencias significativas en los valores del porcentaje de Hernández-Corvo entre el pie derecho y el izquierdo ni en chicos ni en chicas, lo que indica que la mayoría de los sujetos presentan simetría en la tipología de ambos pies. Esto se confirma con la correlación significativa positiva fuerte que hemos obtenido entre el porcentaje de Hernández-Corvo del pie derecho y del izquierdo tanto en chicas ($r = 0,818$, $p = 0,000$) como en chicos ($r = 0,787$, $p = 0,000$). Resultados similares obtienen Jiménez-Ormeño, Aguado, Delgado-Abellán, Mercerreyes, & Alegre (2013) en su estudio con escolares de 6 a 12 años y Gómez et al. (2010) en su estudio con jóvenes adultos nadadores, atletas y levantadores de pesas. Estos últimos encuentran un porcentaje relevante de deportistas con pies asimétricos, pero la mayoría de ellos presentan simetría en su tipo de pie.

No hemos encontrado correlación entre la masa y el tipo de pie. Resultados similares muestran en su estudio Martínez et al. (2016), quienes no encuentran relación entre el índice de masa corporal y el porcentaje de Hernández-Corvo. Sin embargo, otros estudios como el de Jiménez-Ormeño et al. (2013), encuentran que el exceso de peso (sobrepeso y obesidad) afecta a la estructura del pie de los niños de edades comprendidas entre 6 y 12 años. Análogamente, Laguna, Alegre, Aznar, Abián, Martín, & Aguado (2010) encuentran que las niñas con sobrepeso muestran alteraciones en la huella plantar y tienden a tener los pies planos. El motivo de estas diferencias puede ser que el grupo de escolares analizados en el presente estudio presentaban un índice de masa corporal medio considerado normal, a diferencia de los estudios anteriores donde los escolares analizados presentaban sobrepeso u obesidad. De hecho, López-Fuenzalida et al. (2017) concluyen que el sobrepeso y la obesidad son factores que favorecen poseer el pie plano en niños chilenos entre 6 y 10 años de edad y Sánchez (2017b), en su estudio con jóvenes universitarios, muestra una clara tendencia al pie plano a medida que el índice de masa corporal se acerca a la obesidad.

4. CONCLUSIONES.

Los escolares estudiados de 4º de E.S.O. de la ciudad de Sevilla muestran una tendencia clara al pie cavo, tanto los chicos como las chicas y el sexo no es una variable determinante en el tipo de pie. La mayoría de ellos presentan simetría en la tipología de ambos pies. Además, no hemos encontrado correlación entre la masa y el tipo de pie en estos escolares que presentaban un índice de masa corporal considerado normal.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Berdejo-del-Fresno, D., Lara, A. J., Martínez-López, E. J., Cachón, J., & Lara, S. (2013). Alteraciones de la huella plantar en función de la actividad física realizada. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 13(49), 19-39.

Cáceres, Z. T. (2014). Tipificación de la huella plantar de escolares entre 6 y 8 años de edad de población urbana del municipio de Pamplona. *Movimiento científico*. 8 (1), 44-52.

Castro, A. P., Rebelatto, J. R., Aurichio, T. R., & Greve, P. (2010). The influence of arthritis on the anthropometric parameters of the feet. *Archives of gerontology and geriatrics*. 50(2), 136-139.

Cavanagh, P. R & Rodgers, M. M. (1987). The arch index: a useful measure from footprints. *Journal of biomechanics*. 20, 547-551.

Echarri, J. J. & Forriol, F. (2003). The development in footprint morphology in 1851 Congolese children from urban and rural areas, and the relationship between this and wearing shoes. *Journal of Pediatrics Orthopaedic B*. 12(2), 141-146.

Filippin, N. T., Barbosa, V. L. P., Sacco, I. C. N., & Lobo da Costa, P. H. (2007). Effects of obesity on plantar pressure distribution in children. *Revista brasileira de fisioterapia*. 11(6), p. 495-501.

Giraldo, M. V., Palomo, P. (2016). Análisis de la huella plantar en escolares de 8 a 10 años. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*. 10(2), 70-84.

Gómez, L., Franco, J. M., Nathy, J. J., Valencia, E. A., Vargas, D. V., & Jiménez, L. (2010). Características de la huella plantar en deportistas colombianos. *Entramado*. 6(2), 158-167.

Hernández Guerra, R. H. (2006). Prevalencia del pie plano en niños y niñas en las edades de 9 a 12 años. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 6 (23), 165-172.

Hernández, R. (1989). *Morfología funcional deportiva*. México D.F: Paidotribo.

Jiménez-Ormeño, E., Aguado, X., Delgado-Abellán, L., Mecerreyes, L., & Alegre, L. M. (2013). Foot morphology in normal-weight, overweight, and obese schoolchildren. *European Journal of Pediatrics*. 172(5), 645-652.

Koyama, K., Hirokawa, M., Yoshitaka, Y., & Yamauchi, J. (2019). Toe flexor muscle strength and morphological characteristics of the foot judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*. 40, 263-268.

Laguna, M., Alegre, L. M., Aznar, S., Abián, J., Martín, L., & Aguado, X. (2010). ¿Afecta el sobrepeso a la huella plantar y al equilibrio de niños en edad escolar? *Apuntes Medicina de l'Esport*. 45 (165), 9-16.

Lara, S., Lara, A. J., Zagalaz, M. L., & Martínez-López, E. J. (2011). Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar. *Retos, nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*. 19, 49-53.

López-Fuenzalida, A., Rodríguez, C., Reyes, A., Contreras, A., Fernández, J., & Aguirre, C. (2016). Asociación entre el estado nutricional y la prevalencia de pie plano en niños chilenos de 6 a 10 años de edad. *Nutrición Hospitalaria*. 33 (2), 249-254.

Martínez, A., Hita, F., Ruiz, A., Muñoz, M., Cruz, D., & Martínez, E. J. (2016). Influencia de la práctica deportiva sobre la huella plantar en atletas españoles. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 16 (62), 423-438.

Razeghi, M. & Batt, M. E. (2002). Review Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait & Posture*. 15(3), 282-291.

Rojano, D., Grao, A., Rodríguez, P., & Berral, F. J. (2009). Análisis de la pronación y supinación subastragalianas en la marcha atlética. *Apunts*. 4, 51-58.

Sánchez, C. (2017a). Análisis de dos métodos de evaluación de la huella plantar: índice de Hernández Corvo vs. Arch Index de Cavanagh y Rodgers. *Fisioterapia*. 39(5), 209-215.

Sánchez, C. (2017b). Caracterización morfológica del arco plantar longitudinal medial del pie en una población chilena. *International Journal of Morphology*. 31 (1), 85-91.

Stavlas, P., Grivas, T. B., Michas, C., Vasiliadis, E., & Polyecis, V. (2005). The evolution of foot morphology in children between 6 and 17 years of age: Across-sectional study based on foot prints in a mediterranean population. *Journal of Foot and Ankle sugerí*. 44(6), 424-428.

Távora, P., Lafuente, G., Palomo, I., & Manfredi, M. J. (2017). Revisión de la efectividad de los soportes plantares personalizados en el pie plano valgo infantil. *Revista Pediátrica de Atención Primaria*. 19, 123-131.

Tong, J. W. K., Kong, P. W. (2016). Medial longitudinal arch development of children aged 7 to 9 years: longitudinal investigation. *Physical Therapy*. 96 (8), 1216-1224.

Fecha de recepción: 3/6/2019
Fecha de aceptación: 23/6/2019