



TESIS DOCTORAL

**Evolución de la Postura del pie a lo largo de tres
cursos en niños de 6 a 12 años**

M^a DEL PILAR ALFAGEME GARCÍA

PROGRAMA DE DOCTORADO:

INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA APLICADA (R009)

2018

**Conformidad del Director:
Director:**

Conformidad del co-Director:

Conformidad del co-

Dr. D Alfonso Martínez N.

Dr. D Julián F. Calderón G.

Dr. D Sergio Rico M.



DEPARTAMENTO DE ENFERMERÍA

GRADO EN PODOLOGÍA

Avd. Virgen del Puerto s/n

10600- Plasencia

España

El Doctor Alfonso Martínez Nova, profesor Titular del Grado de Podología adscrito al Departamento de Enfermería de la Universidad de Extremadura.

CERTIFICA:

Que la presente Tesis Doctoral, titulada “Evolución de la postura del pie a lo largo de tres cursos en niños de 6 a 12 años” de la que es autora M^a del Pilar Alfageme García, ha sido realizada bajo su dirección.

Qué revisada la memoria presentada, el Director del trabajo considera que posee las condiciones requeridas para ser defendida como un trabajo de Tesis Doctoral mediante Compendio de Publicaciones. Por todo ello,

AUTORIZA:

Su presentación y defensa pública al tribunal designado al efecto de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 99/2011 de 28 de enero.

Y para que así conste y surta los efectos oportunos, expide el presente certificado en Plasencia a 4 de Octubre de 2018

Fdo. Alfonso Martínez Nova

DEPARTAMENTO DE ENFERMERÍA



GRADO EN PODOLOGÍA
Avd. Virgen del Puerto s/n
10600- Plasencia
España

El Dr. Julián F. Calderón García profesor Titular de la Facultad de Enfermería y Terapia Ocupacional adscrito al Departamento de Enfermería de la Universidad de Extremadura.

CERTIFICA:

Que la presente Tesis Doctoral, titulada “Evolución de la postura del pie a lo largo de tres cursos en niños de 6 a 12 años” de la que es autora M^a del Pilar Alfageme García, ha sido realizada bajo su dirección.

Qué revisada la memoria presentada, el Director del trabajo considera que posee las condiciones requeridas para ser defendida como un trabajo de Tesis Doctoral mediante Compendio de Publicaciones. Por todo ello,

AUTORIZA:

Su presentación y defensa pública al tribunal designado al efecto de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 99/2011 de 28 de enero.

Y para que así conste y surta los efectos oportunos, expide el presente certificado en Plasencia a a 4 de Octubre de 2018

Fdo. Julián F. Calderón García



DEPARTAMENTO DE ENFERMERÍA

GRADO EN PODOLOGÍA

Avd. Virgen del Puerto s/n

10600- Plasencia

España

El Dr. Sergio Rico Martín profesor adscrito al Departamento de Enfermería de la Universidad de Extremadura.

CERTIFICA:

Que la presente Tesis Doctoral, titulada “Evolución de la postura del pie a lo largo de tres cursos en niños de 6 a 12 años” de la que es autora M^a del Pilar Alfageme García, ha sido realizada bajo su dirección.

Qué revisada la memoria presentada, el Director del trabajo considera que posee las condiciones requeridas para ser defendida como un trabajo de Tesis Doctoral mediante Compendio de Publicaciones. Por todo ello,

AUTORIZA:

Su presentación y defensa pública al tribunal designado al efecto de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 99/2011 de 28 de enero.

Y para que así conste y surta los efectos oportunos, expide el presente certificado en Plasencia a a 4 de Octubre de 2018

Fdo. Sergio Rico Martín

TESIS DOCTORAL COMO COMPENDIO DE PUBLICACIONES

El presente trabajo de tesis doctoral se presenta como compendio de publicaciones, de acuerdo con el artículo 46 de la Resolución de 18 de febrero de 2014, del Gerente por la que se ejecuta el acuerdo adoptado por el Consejo de Gobierno por el que se aprueba la modificación de la normativa de los estudios de Doctorado, en el que se aprueba la normativa de Desarrollo del Régimen relativo a la elaboración, tribunal, defensa y evaluación de la Tesis Doctoral del Real Decreto 99/2011, de 28 de Enero (BOE de 10 de Febrero). Dichas publicaciones recogen todos los resultados que han sido obtenidos en los diferentes trabajos de investigación desarrollados con el fin de alcanzar el objetivo fijado para la realización de la Tesis.

A continuación se detallan los artículos que integran la Tesis (Capítulo IV):

- Martínez-Nova A, Gijón-Noguerón G, **Alfageme-García P**, Montes-Alguacil J, Evans AM. Foot posture development in children aged 5 to 11 years: A three-year prospective study. *Gait Posture*. 2018 May; 62:280-284. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.03.032. Epub 2018 Mar 26.
- Gijon-Nogueron G, Montes-Alguacil J, Martinez-Nova A, **Alfageme-Garcia P**, Cervera-Marin JA, Morales-Asencio JM. Overweight, obesity and foot posture in children: A cross-sectional study. *J Paediatr Child Health*. 2017 Jan;53(1):33-37. doi: 10.1111/jpc.13314. Epub 2016 Sep 22.
- Gijon-Nogueron G, Montes-Alguacil J, **Alfageme-Garcia P**, Cervera-Marin JA, Morales-Asencio JM, Martinez-Nova A. Establishing normative foot posture index values for the paediatric population: A cross sectional study. *J Foot Ankle Res*. 2016 Jul 26; 9: 24. doi: 10.1186/s13047-016-0156-3. eCollection 2016.

Adicionalmente también se han publicados los siguientes artículos en Revistas Nacionales:

- **Alfageme García P.** Postura del pie según el IMC y la actividad física. Estudio de Investigación en 835 niños de 6 a 12 años. Rev. Podoscopio. Nº 63 (1324-1330) 4º Trimestre 2014.
- Lopez Fresno R, Gil Ibañez E, Marcos Tejedor F., **Alfageme García P.** Revisión bibliográfica sobre el tratamiento conservador del pie plano flexible. Rev. Española de Podología. (90-92) 4ª Ep.Vol. XXVI nº3 Jul-sep 2015.

También se han presentado comunicaciones orales en distintos Seminarios y Jornadas:

- **Alfageme García P.** Foot Posture Index. Revisión bibliográfica. XVI Seminario de Investigación y Comunicación en Podología. Sevilla, 16 y 17 Sep 2015.
- **Alfageme García P.** Relación entre el FPI e IMC en niños entre 6 y 10 años. I Jornada internacional de transmisión y Conocimiento en investigación Podológica. DEDAP. Plasencia, noviembre 2014.

Además de los siguientes Póster publicados en Congresos:

- **Alfageme García P.** “Estudio sobre tipo de calzado en población infantil”. Presentado en el 44 Congreso Nacional de Podología en octubre del 2013.

Los trabajos publicados y que forman parte de esta Tesis doctoral tienen como objetivo principal estudiar la relación de la postura del pie en niños entre los 6 y 12 años de edad a lo largo de tres cursos así como evaluar la posible relación con distintas variables medidas.

DEDICATORIA:

“Ho bisogno di te”

A los míos, a mi familia y amigos.

A mi luz.

AGRADECIMIENTOS

De todos los proyectos que he emprendido a lo largo de mi vida he tenido la suerte de contar siempre con las mejores personas a mi alrededor.

De mis Directores de Tesis, Dr. Alfonso Martínez Nova, Dr. Julián F Calderón García Y Dr. Sergio Rico Martín he recibido su apoyo, su instrucción y su ánimo necesario en muchas ocasiones. Gracias por dotarme de las herramientas necesarias para poder finalizar esta Tesis. Gracias Alfonso por no dejarme caer en esos momentos y tenderme siempre tu mano. Gracias por vuestra paciencia.

De mi familia he recibido su apoyo incondicional en todo momento, su infinita paciencia y su amor. En especial de mi marido (Alberto) el que siempre me lo pone fácil, de mis padres que me siguen dando su luz y de mis suegros que desde el principio me aceptaron como hija y cuidan de nosotros. De mis hijas (Mercedes y Pilar) recibo el mayor regalo del mundo: su amor, sus besos y su ansia de estar más tiempo juntas: Os resarciré, os lo prometo. De la Chaty y de mis herman@s tengo siempre su mano para levantarme si caigo y su hombro para decirme: "Niña todo va a ir bien". Mis sobrinos que me regalan su complicidad, su amistad y sus ganas de vivir.

De mis compañer@s de la Universidad (Junta Directiva, Profesores, Conserjes, personal de secretaría, de biblioteca, de limpieza, de recepción de la clínica, de reprografía, de informática ...) y de mis colegas de profesión (Podólogo@s) agradezco sus palabras de ánimo, su ayuda, sus abrazos, sus sonrisas y sus muestras de apoyo. También de mis alumnos de los que aprendo a diario.

De los integrantes del mundo de la Terapia Ocupacional, ese nuevo horizonte que me encontró, de mis compañeros de clase, profesores de la Universidad de Terapia Ocupacional de la Uex, tutores, usuarios... he recibido más de lo que jamás podré devolver: Resiliencia, superación,

generosidad, ¡me habéis enseñado tanto! lecciones imposibles de encontrar en libros.

De los componentes de los Colegios donde hemos obtenido la muestra de escolares he contado siempre con su colaboración y buena disposición.

De la familia del SAV he sentido su generosidad, su fuerza, he recibido más de lo que doy.

De mis amigos de Cabeza del Buey, de Plasencia, de Badajoz, de Cáceres, de Carrascalejo de la Jara y de tantos otros sitios, recibí su respeto, su comprensión, el entender mis ausencias, sin ellos nunca sería yo.

Todo cuanto consigo es gracias a vosotros. ¡Que suerte tengo!

Esto es más vuestro que mío.

ABREVIATURAS

FPI: Foot Posture Index. Índice de la Postura del pie.

FPI-8: Foot posture index medido mediante 8 ítems.

FPI-6: Foot Posture Index medido mediante 6 ítems.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

IPP: Índice de la postura del pie.

PPIF: Pie plano infantil flexible.

IMC: Índice de Masa corporal.

BMI: Body Mass Index

ALI: Arco Longitudinal Interno.

UEX: Universidad de Extremadura.

CEIP: Centro de Educación Infantil y Primaria.

VIU: Vida intrauterina.

MTT: Metatarsiano.

M: Mes.

LISTA DE TABLAS E ILUSTRACIONES**ILUSTRACIONES**

	Página
Ilustración 1: Fórmula digital	29
Ilustración 2: Fórmula metatarsal	31
Ilustración 3 Estudio cinemático del tobillo durante la fase de apoyo de la marcha	31
Ilustración 4: Fuerzas reactivas del suelo.	32
Ilustración 5: Carnegie Stages of Human Development)	35
Ilustración 6: Bouchet, A. y Cuilleret, J. "ANATOMÍA" (DESCRIPTIVA, TOPOGRÁFICA Y FUNCIONAL	38
Ilustración 7: Histogramas de valores de FPI para niños, adultos jóvenes y mayores	48
Ilustración 8: Palpación de la cabeza del astrágalo	49
Ilustración 9: Curvatura Supra e Infra maleolar lateral.	49
Ilustración 10: Posición del Calcáneo en el Plano Frontal	49
Ilustración 11: Prominencia de la Región Talo-Navicular	50
Ilustración 12: Congruencia del Arco Longitudinal Interno	50
Ilustración 13: Abducción/ adducción del antepie respecto del retropié	50

TABLAS

Tabla 1: Cronobiología del pie.	39
Tabla 2: Osificación de los Huesos del pie	42

INDICE GENERAL

	Páginas
<u>CAPÍTULO I.</u> ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA, DESCRIPCIÓN GENERAL, INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS	25
1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL	26
1.1.1 Antropometría y podología	27
1.1.2 Fórmula digital	28
1.1.3 Fórmula metatarsal	30
1.1.4 Biomecánica de la marcha humana	31
1.2..MARCO TEÓRICO	34
1.2.1.Desarrollo embrionario	34
1.2.2.Desarrollo fetal	36
1.2.3.Crecimiento	37
1.2.4.Desarrollo de los miembros inferiores	39
1.2.5.Osificación del pie	41
1.2.6.Obesidad Infantil	43
1.2.7.Índice de masa corporal	45
1.2.8.Percentiles	45
1.2.9.Foot Posture Index	46
1.2.10 Conocimiento del Pie Plano Infantil.	50
1.3 JUSTIFICACIÓN	52
<u>CAPITULO II</u> OBJETIVOS	55
<u>CAPITULO III:</u> MATERIAL Y MÉTODOS	59
Muestra de estudio	61
Criterios de Inclusión	61
Criterios de Exclusión	61
Procedimientos de medida	62
Hoja de toma de datos	63
Análisis estadístico	63
Consideraciones éticas.	64

<u>CAPÍTULO IV:</u>	RESULTADOS: PUBLICACIONES
DERIVADAS DE LA TESIS DOCTORAL	
<i>IV. 1 Publicación Nº1</i>	67
IV.1.1. Presentación de la Publicación	67
IV.1.2. Informe	68
IV.1.3 Resumen en Castellano	69
IV.1.4. Copia de la Publicación	71
<i>IV.2. Publicación Nº2</i>	79
IV.2.1. Presentación de la publicación	79
IV.2.2. Informe	79
IV.2.3. Resumen en castellano	80
IV.2.4 Copia de la publicación	81
<i>IV.3 Publicación Nº 3</i>	87
IV.3.1. Presentación de la Publicación	87
IV.3.2. Informe	88
IV.3.3. Resumen en castellano	89
IV.3.4. Copia de la publicación	91
IV.4 Otras contribuciones derivadas del trabajo de Tesis Doctoral	97
<u>CAPÍTULO V:</u>	DISCUSIÓN INTEGRADORA
	129
<u>CAPÍTULO VI:</u>	CONCLUSIONES
	139
ANEXOS:	
ANEXO 1: PERMISO DE LA COMISIÓN DE BIOÉTICA DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA	145
ANEXO 2: HOJA EXPLICATIVA DEL ESTUDIO	147
ANEXO 3: MODELO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO	149
ANEXO 4: HOJA DE TOMA DE DATOS.	151
ANEXO 5: PERMISO DE LA REVISTA “JOURNAL OF PAEDIATRICS AND CHILD HEALTH”.	155
ANEXO 6: PERMISO DE LA EDITORIAL ELSEVIER PARA PUBLICACIÓN.	159
ANEXO 7: CESIÓN DE DERECHOS PARA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULO DE COPOMA.	161
ANEXO 8: CESIÓN DE DERECHOS PARA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULO DEL CONSEJO GENERAL DE COLEGIOS OFICIALES DE PODÓLOGOS.	163
BIBLIOGRAFÍA:	165

CAPÍTULO I

**ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA
DESCRIPCIÓN GENERAL Y OBJETIVOS**

CAPÍTULO I

ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA

La variabilidad en el crecimiento físico del ser humano (longitudes, peso, etc.) y la necesidad de cuantificarlo todo se pueden unir para servirnos de ayuda a la hora de plantearnos este estudio.

Los cambios ocurridos en el desarrollo socio-económico, en la nutrición y en la composición étnica de las poblaciones, conllevan a cambios en la distribución de las dimensiones corporales y con ellos surge la necesidad en Podología de renovar las bases de datos antropométricos del pie. (Corredera RF et al, 2009; Pierson et al, 1997).

En la revisión de las distintas referencias bibliográficas sobre Antropometría, nos damos cuenta de que todas ellas nos orientan sobre la importancia de conocer las medidas antropométricas para evaluarlas relacionándolas con su entorno, si lo trasladamos al pie, el conocimiento de esas medidas antropométricas, o antropodométricas, (De los Mozos R. et al, 2002) serán importantes para el diseño del calzado. Y como es obvio ese acople pie-calzado, si es incorrecto, será el desencadenante de patologías, ya que el hábitat natural del pie es el calzado.(Angela M Evans, Copper, Scharfbillig, Scutter, & Williams, 2003).

La postura del pie es importante a la hora de saber como cambia, a qué edad concretamente y qué variables afectan a esos cambios. Resulta esencial tener conocimiento sobre la cronobiología del niño, para diferenciar entre una alteración patológica y una alteración normal, según la etapa en que se encuentre. Consideramos que la prevención tendrá cada vez mayor consideración en nuestro quehacer como clínicos, con una relevancia añadida en la infancia y adolescencia. Para proteger, fomentar y promocionar el bienestar de la población, incluso cuando está sana, será necesario realizar programas de salud podológica para escolares, programas que deberán estar acompañados de procedimientos de confirmación de sospecha de alteración podológica y de seguimiento de patologías (A. Evans, 2010).

Hay autores que sugieren que el crecimiento en pacientes pediátricos, es el indicador más cercano a la evaluación real de la salud, proponiendo la difusión y uso de gráficas de crecimiento (Sobradillo et al., 2011; Alfaro et al, 2004). Se entiende por crecimiento el conjunto de cambios somáticos y funcionales que se producen en el ser humano desde la concepción hasta la edad adulta (Corredera RF et al, 2009).

La utilización de las curvas permite estudiar gráficamente la relación del estado del crecimiento de uno o varios pacientes con la población general (Sobradillo et al., 2011) y nos permite detectar problemas en la salud suficientemente graves para alterar el crecimiento o desarrollo de un niño. Estas curvas fueron adoptadas por la Organización Mundial para la Salud (OMS) para su uso en el ámbito internacional, sirviendo como una referencia de crecimiento para la valoración general del estado nutricional de poblaciones infantiles en diversos escenarios y sirvieron de base como material de educación para promover mejores cuidados de los niños por sus familias (Fenton & Kim, 2013).

Consideramos de gran utilidad los datos obtenidos y su comunicación no sólo para la Podología sino también para otras disciplinas sanitarias como Medicina General, Pediatría, Enfermería, Endocrinología, Rehabilitación, Traumatología, Medicina forense, Antropología y para la industria del calzado. En las disciplinas sanitarias los datos serán útiles para conocer las medidas de normalidad así como para su uso en clínica.(Cappello & Song, 1998).

DESCRIPCIÓN GENERAL Y OBJETIVOS

1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL

La podopediatría (Edwin J. Harris, 2001) es la rama de la podología que se encarga de la prevención, diagnóstico y tratamiento de las afecciones y deformidades del pie infantil.

Hay autores que sugieren que el crecimiento en pacientes pediátricos, es el indicador más cercano a la evaluación real de la salud, proponiendo la

difusión y uso de gráficas de crecimiento. La evaluación del crecimiento y el desarrollo físico constituye uno de los aspectos más importantes en la práctica clínica de la podopediatría.

Antropometría y Podología

Dado que la figura anatómica del pie es de forma irregular, resulta complejo adaptarla al concepto de simetría, el cual es mucho más fácil de manejar. (Chico 2007; Esquivel 2009) Sin embargo, la mejor simetría que tienen los pies es que uno de ellos es “casi” igual al otro pero en proyección opuesta, por lo tanto, a partir de la Antropometría se han determinado las dimensiones volumétricas y lineales con base particularmente en su estructura ósea, seguido de su concentración de tejido adiposo y por último por la estructura dérmica. (K. A. Kirby, 2001) En general se ha particularizado el estudio de la Antropometría del pie en la división estática de la mecánica, particularmente por la complejidad en la creación de tecnologías de análisis (Carrascosa et al., 2008; Sobradillo et al., 2011; Villarroya et al., 2009).

Al estudio de la Antropometría del pie se le ha denominado “*Antropodometría*” (Chico, 2007). Para Rawangwong (2011), la Antropometría consiste en la medición de las dimensiones del cuerpo tales como longitud, anchura y altura. Esta información puede ser utilizada para herramientas de diseño, equipo, estaciones de trabajo y la ropa. El uso apropiado de la Antropometría puede mejorar el bienestar, la salud, la comodidad y la seguridad. Los zapatos son importantes ya que son esenciales para las personas. Para el diseño adecuado de los zapatos, las dimensiones del pie de los consumidores son obligatorias. Longitud, anchura y altura de los pies deben coincidir con los zapatos para que el calzado pueda ser cómodo. (Ball & Afheldt, 2002; Angela M Evans, 2011) La Antropometría para su uso en el tamaño de los pies, se hace esencial para la forma del zapato y determinar la correlación entre las dimensiones del pie.

La Antropometría del pie juega un papel importante en el diseño del calzado. Los cambios en los estilos de vida como la nutrición, y composición étnica (influida por factores como la inmigración, crisis económica ...) de la población han dado lugar a cambios en la distribución de la dimensión de los

pies, y por lo tanto se requiere la actualización periódica sobre la Antropometría del pie. (Carrascosa et al., 2008; Angela M Evans, 2011; Edwin J. Harris, 2001; Weiss, Desilva, & Zipfel, 2012).

El pie es el punto de contacto de nuestro cuerpo con el medio que nos rodea, permitiéndonos la bipedestación y la marcha y constituyendo una puerta de entrada para estímulos propioceptivos y exteroceptivos que, mediante un mecanismo de retroalimentación, nos permiten mantener el equilibrio en situación estática y dinámica. Gracias a su peculiar biomecánica, el pie es capaz de convertirse en una estructura rígida o flexible, en función de las necesidades para las que es requerido y las características del terreno en que se mueve (Gould, 1990; Viladot, 2001; Ebri, 2002; Ruiz, 2004).

El pie no sólo se limita a soportar el peso en posición vertical, su vascularización y su inervación le permiten jugar un papel fisiológico importante, y su estructura osteomuscular posibilita su adaptación a cualquier situación de equilibrio, sea estática o dinámica. En definitiva, se trata de un órgano funcional dinámico (Zurita y Cabello, 2002).

Según comenta Moreno (2003): “En su actuación profesional, el podólogo deberá apoyarse con frecuencia en la ciencia antropométrica para relacionar los pies objeto de estudio con las medidas estadísticas de normalidad. Además, gracias a los estudios antropométricos, el podólogo puede calcular con exactitud el lugar donde se ubica cada una de las estructuras del pie humano”.

Los instrumentos empleados en Antropometría son principalmente, goniómetros de todo tipo y cintas métricas calibradas, pero últimamente recurrimos a un material mucho más especializado como plataformas de presiones computerizadas o instrumentos de medida de última tecnología.

Fórmula digital

La anatomía del pie está sujeta a una gran variabilidad individual. Una observación minuciosa del antepié, efectuada por su cara dorsal, permite realizar una clasificación según la longitud de los dedos que dará origen a las

llamadas fórmulas digitales (Carranza-Bencano, Zamora-Navas, & Fernandez-Velazquez, 1997).

Respecto a los dedos, un primer dedo más corto puede condicionar la presencia de patología por el calzado en el segundo dedo. Es muy común observar en los niños dedos supraductus o infraductus, clinodactilias, sindactilias, etc. (Ramos, 2007). Los pies se pueden clasificar en función del canon de los dedos (Lelièvre, 1982; Zambudio, 1982; Goldcher, 1992; Núñez-Samper y Llanos, 1997; Viladot, 2001; Moreno, 2003; Pizones, 2007) teniendo en cuenta las respectivas longitudes de primero y segundo dedos (Ilustración 6). Según la longitud de los dedos podemos clasificar el antepié en:

a) *Pie egipcio*, en el cual el primer dedo es mayor que el segundo, éste mayor que el tercero, etc. Decreciendo sucesivamente la longitud hasta llegar al quinto. Es la forma más frecuente (alrededor del 60%) y se caracteriza por un primer dedo dominante (Goldcher, 1992).

b) *Pie griego*, en el que el primer dedo es más corto que el segundo, éste mayor que el tercero, y la longitud sigue decreciendo hasta llegar al quinto. Con su segundo dedo dominante, es la forma más rara (alrededor del 15%), pero es el que mejor se adapta a los zapatos de serie (Goldcher, 1992).

c) *Pie cuadrado*, cuyo primer dedo es sensiblemente igual al segundo, y los restantes van disminuyendo la longitud hasta llegar al quinto (Viladot, 2001).



Ilustración 1: Fórmula Digital (Viadé, 2006)

V.3: Fórmula metatarsal

En el estudio de la cara plantar y dorsal, podemos ver que existen variaciones en la longitud y el apoyo metatarsal que, a su vez, darán origen a las fórmulas metatarsales (Viladot, 2001). Estas valoraciones de longitud son datos fundamentales a tener en cuenta, pues la longitud de los metatarsianos condiciona posiciones y equilibrios del pie. Como ejemplo pondremos: un primer metatarsiano más corto, favorecedor de giros en pronación, y los hallux valgus prematuros (Ramos, 2007).

En 1930, Nilsonne llamó a su particular método para medir la longitud relativa entre el I y II metatarsiano el índice o fórmula metatarsal (metatarsal index).

En función de la longitud de los metatarsianos, se distinguen tres tipos de antepié o tres fórmulas metatarsales (Ilustración 11) relacionadas con los diferentes elementos musculares y ligamentosos (Goldcher, 1992; Núñez-Samper y Llanos, 1997; Viladot, 2001; Moreno, 2003; Pizones, 2007). Estas son:

a) *Index plus*, en el que el primer metatarsiano es más largo que el segundo decreciendo los restantes sucesivamente. $1 > 2 > 3 > 4 > 5$.

b) *Índex plus minus*, en el que el primero es sensiblemente igual al segundo, y los tres restantes presentan una disminución progresiva de su longitud. $1 = 2 > 3 > 4 > 5$.

c) *Index minus*, en que el primer metatarsiano es más corto que el segundo produce una disminución progresiva de los restantes $1 < 2 > 3 > 4 > 5$

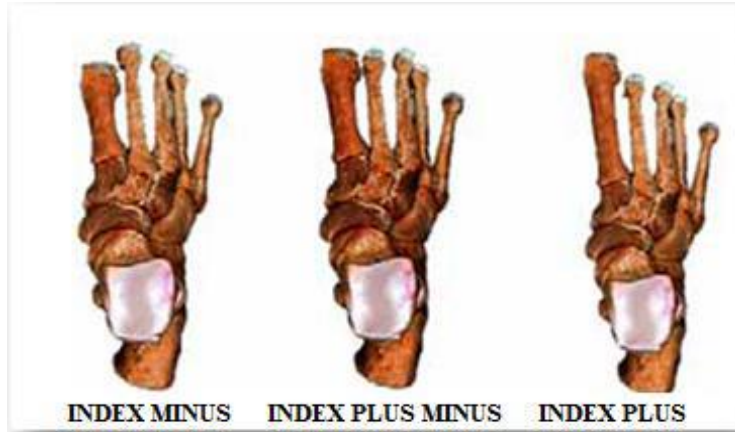


Ilustración 2: FÓRMULA METATARSA (Oller, 2006)

V.4: Biomecánica de la marcha humana

Los mecanismos biomecánicos que rigen la marcha normal o patológica son estudiados según dos métodos de investigación (Valmassy RL, 1995(K. Kirby, 2000)

-Cinemática: Describe los movimientos del cuerpo en su conjunto y los movimientos relativos de las partes del cuerpo durante las diferentes fases de la marcha sin tener en cuenta las fuerzas que lo causan.(Wearing, Hennig, Byrne, Steele, & Hills, 2006a)

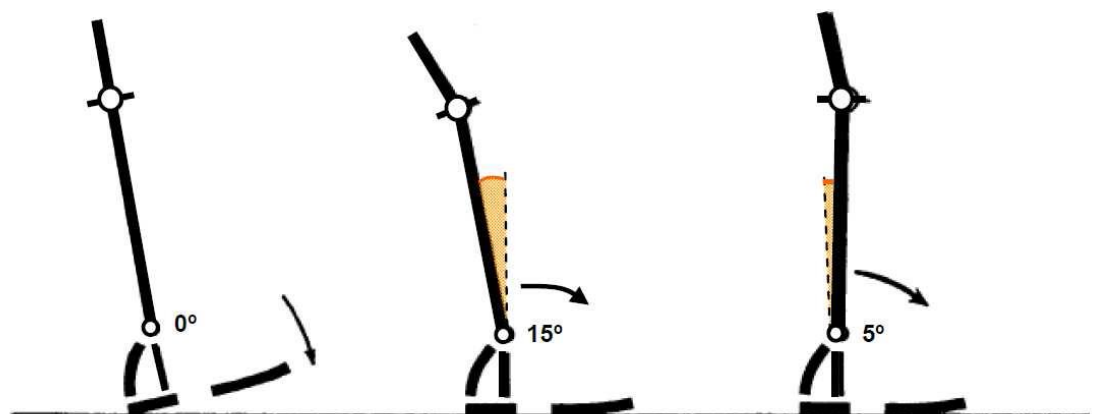


Ilustración 3: Estudio cinemático del tobillo durante la fase de apoyo de la marcha

-Cinética: Estudia las fuerzas que producen el movimiento. Las fuerzas que más influyen son: -Gravedad, Contracción muscular, Inercia, Reacciones del suelo. (Como resultado de la fuerza que ejerce el suelo en el pie) (Furdon & Donlon, 2002; Kaufman, Brodine, Shaffer, Johnson, & Cullison, 1999; Prost, 1979).

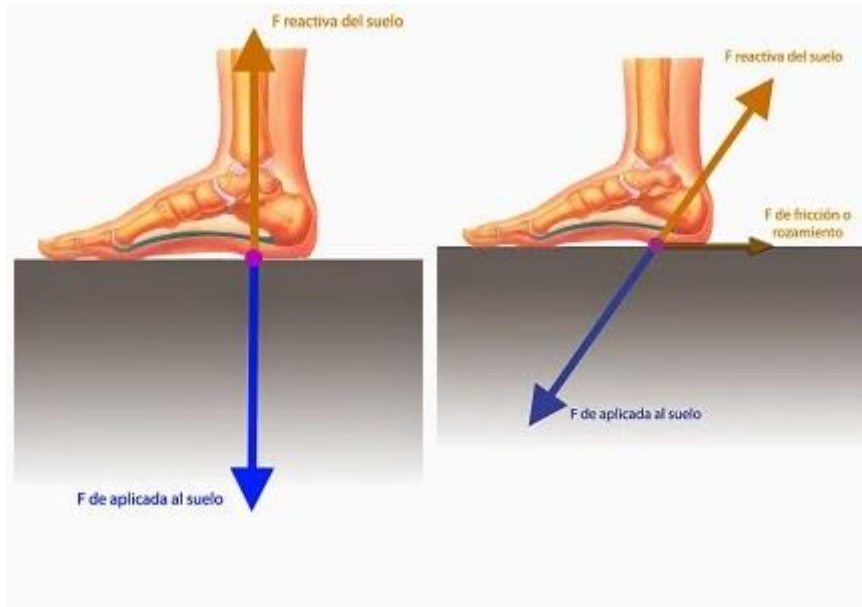


Ilustración 4: Fuerzas reactivas del suelo.

V.4.1 Ciclo de la marcha

Se define como el periodo de tiempo que transcurre entre el contacto del talon de un pie con el suelo, y termina en el momento en que ese mismo talon alcanza el suelo en el paso siguiente (Michaud, 1996).

Se divide en la fase de apoyo, en la que el pie está en contacto con el suelo, y en la fase de balanceo, en la que la pierna avanza desde la posición retrasada y se prepara para la recepción del paso. Estas fases ocupan el 62% y el 38% del ciclo de la marcha respectivamente. Cuando una persona camina, el ciclo de la marcha dura aproximadamente 1 segundo. Como resultado, la fase de apoyo dura 0,6 segundos y la de balanceo 0,4 segundos (Michaud, 1996), tomando de referencia una cadencia de marcha de 120 pasos por minuto. A una cadencia de marcha más baja, el tiempo de contacto

del pie con el suelo se vería alargado (Martinez-Nova et al., 2008), como también la fase de balanceo. Cadencias más altas reducirían el tiempo de apoyo y de balanceo.

- Fase de apoyo

La fase de apoyo comienza cuando el talón contacta con el suelo y termina con el despegue digital del mismo pie. Ocupa el 62% del ciclo de la marcha y se divide en tres periodos (Michaud, 1996; Viladot, 2000):

a) Contacto de talón: comienza con el choque de talón y termina con el apoyo completo del antepie. Ocupa el 27% de la fase de apoyo. El contacto del pie con el suelo se realiza en una leve posición en varo de talón debido a la acción del musculo gastrocnemio. La articulación subtalar pronará durante toda esta fase. La rotación interna tibial, que se consigue con la pronación, confiere a la musculatura una posición óptima para aumentar la capacidad de absorción de impactos. Mientras, el aumento de la movilidad mediotarsal confiere mayor flexibilidad al antepie, lo que permite la adaptación a las irregularidades del terreno.

Este periodo termina con la carga completa del antepie, que sucede cuando la otra pierna comienza la fase balanceo, transfiriendo así el peso corporal a la pierna apoyada.

b) Periodo de medio apoyo: este periodo comienza con el apoyo completo del antepie y termina cuando el talón se eleva del suelo. Es el periodo más largo, ocupando el 40% de la fase de apoyo con una duración de aproximadamente 0,24 segundos. La pierna que se encuentra en apoyo rotará externamente gracias al desplazamiento anterior de la pierna que se encuentra en balanceo. Esto provoca la supinación de la articulación subtalar y el pie se convertirá en una palanca rígida para la propulsión (Donatelli, 1985; K. Kirby, 2000; Prost, 1979; Wearing et al., 2006a).

c) Periodo propulsivo: comienza en el momento en que el talón se levanta del suelo y termina con el despegue digital. El pie debe canalizar grandes cantidades de fuerzas verticales para propulsar el cuerpo de manera eficaz. En una situación normal, la transferencia final de estas fuerzas se produce a través del 1er dedo y por la parte central del pulpejo. Ocupa el 33% final de la fase de apoyo y dura aproximadamente 0,2 segundo.

- Fase de balanceo

La fase de balanceo empieza con el despegue digital y termina con el contacto de talón. Se divide en primera y segunda mitad y ocupa el 38% del ciclo de la marcha, aproximadamente los últimos 0,4 segundos. Durante la primera mitad el tobillo debe dorsiflexionar para permitir salvar el suelo mientras la pierna se desplaza hacia delante. Durante la segunda mitad las articulaciones deben situarse en su posición más estable para permitir a la musculatura amortiguar de forma efectiva las fuerzas de reacción del suelo antes de que la extremidad vuelva a entrar en la fase de apoyo (K. A. Kirby, 2000).

1.2. MARCO TEÓRICO

Desarrollo embrionario

La importancia del pie aumenta cuando hablamos de niños. El pie en el niño refleja cambios desde su nacimiento hasta la edad adulta.

El crecimiento y desarrollo de un individuo es el resultado final de la interacción de múltiples factores entre los que destacan factores ambientales y genéticos.

El periodo embrionario se define como las siete primeras semanas tras la fertilización del óvulo. (A. Evans, 2010; O'Rahilly & Muller, 2010; Sarrafian, 1993).

La masa celular embrionaria se divide para formar el ectodermo, mesodermo y endodermo. El ectodermo formará la epidermis, tejido nervioso y receptores sensoriales. El mesodermo formará el esqueleto, tejido conectivo, huesos y sangre. Y el endodermo formará el revestimiento de los conductos gastrointestinales y del aparato respiratorio. (Paton & Choudry, 2009; Payne & Isaacs, 2008).

El pie se desarrolla derivándose de la condensación mesenquimal, a partir del mesodermo, proyectado a través del ectodermo para formar un patrón del pie. (Ilustración 1)(O’Rahilly & Muller, 2010).

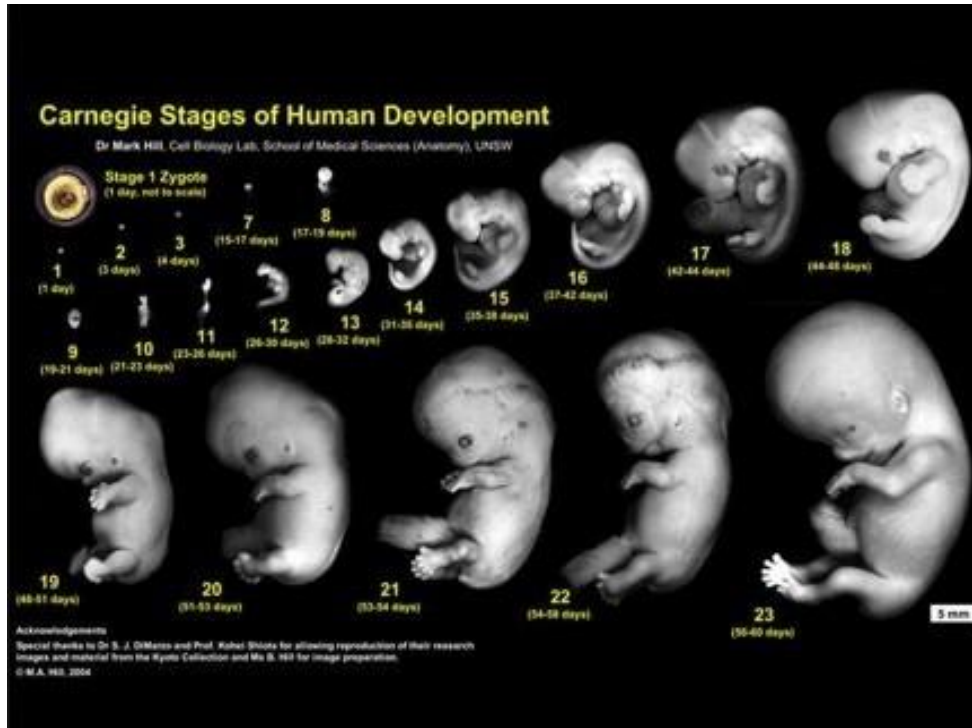


Ilustración 5: Carnegie Stages of Human Development.

El calcáneo es el primer hueso del tarso en osificar y el escafoides el último .(Bareither, 1995) El cuboides empieza a osificar a las 37 semanas de gestación y suele usarse como referencia de maduración fetal. Cuando la maduración ósea cesa desde el punto de vista estructural el número de huesos que lo componen suma un total de 26 pudiéndose añadir los sesamoideos y huesos accesorios

Los esbozos de los miembros inferiores aparecen por primera vez entre la tercera y quinta semana embrionaria (Dr. Aurelio Gerardo Martínez Lozano, 2009; Angela M Evans, Rome, & Peet, 2012; Root, Orien, & Weed, 1977).

En la semana embrionaria 6, los miembros se posicionan perpendiculares al cuerpo y rotados lateralmente a 90°, como remos o aletas. (Angela M Evans, 2011). El pie se encuentra completamente en equino e inversión. Las plantas de los pies se posicionan cara a cara, en lo que se ha llamado “postura del orador”. En la semana embrionaria 7, los músculos soleo y gastrocnemio se hacen evidentes con zonas miogénicas para otros músculos flexores, extensores y peroneales, si bien están presentes, están poco definidos. Los nervios principales se han ramificado para inervar estos futuros grupos musculares (Niklasson & Albertsson-Wikland, 2008; O’Rahilly & Muller, 2010).

Desarrollo fetal

El desarrollo fetal transcurre entre la semana 8 embrionaria y el término de la gestación (40 semanas), este periodo se da con el pie colocado en equino, supinado y adducto. De la semana 24 en adelante el segundo metatarsiano llegará a ser más largo que el primero y este a veces más largo que el tercero. (Bareither, 1995; Niklasson & Albertsson-Wikland, 2008; O’Rahilly & Muller, 2010).

Durante la semana 9, el calcáneo comienza a colocarse plantar al astrágalo para formar la articulación subastragalina. De igual modo, la tibia y el peroné comienzan a formar la articulación del tobillo, colocándose sobre la cúpula del cuerpo del astrágalo. La falange distal del primer dedo será el primer hueso en osificar.

Entre las semanas 10 y 12 el pie comienza a dorsiflexionar a nivel de tobillo desde su posición de equino. El feto mide (A. Evans, 2010) proximadamente 75mm, comienza a mover sus piernas y tiene los puños cerrados. El pie continúa posicionado en inversión y tanto la cabeza como el cuello del astrágalo torsionados. En la semana 16, los pies evierten debido a cambios torsionales en el astrágalo y en el calcáneo. (O’Rahilly & Muller, 2010). Este movimiento de eversión y dorsiflexión del pie continúa hasta el nacimiento y puede llegar aproximadamente hasta los seis años de edad. En esta semana los brazos son más largos que las piernas, y sobre los dos años se igualarán

y posteriormente se invertirá la relación. En la semana 18, el feto puede alcanzar 15 cm de longitud. A las 21 semanas comienza la osificación del calcáneo, siendo el primer hueso del tarso en osificarse. En la semana 24 aparece el centro de osificación del astrágalo y en la semana 37 se osifica el cuboides. (A. Evans, 2010; Furdon & Donlon, 2002).

Crecimiento

El pie crece bastante rápido hasta la semana ocho. Se establece una media de 3mm semanales desde la semana catorce y a la semana 40 suele medir 7,6 cm. (Martínez Q R et al, 2015).

El crecimiento del pie sigue siendo muy rápido hasta los cinco años de edad. A partir de este momento se va reduciendo hasta su madurez esquelética., que tiene lugar sobre los doce años en niñas y catorce años en niños. (Tachdjian MO et al,1999). Durante la edad de crecimiento la morfología del pie cambia de forma progresiva creciendo más en longitud que en anchura (Muller et al. 2012; Bosch et al 2010). Los datos de los estudios demuestran que el arco longitudinal se modifica de forma evidente hasta los 6-7 años (Muller et al, 2012) existiendo una correlación negativa entre el arco y la edad.

El crecimiento es un proceso continuo desde la concepción hasta la edad adulta, determinado por la carga genética de cada individuo y dependiente, tanto de factores ambientales como de un correcto funcionamiento del sistema neuroendocrino.(Sullivan, 1999). Del conocimiento del mismo y de su vigilancia depende en gran medida el futuro, no sólo del ser humano sino de la población a la cual pertenece.

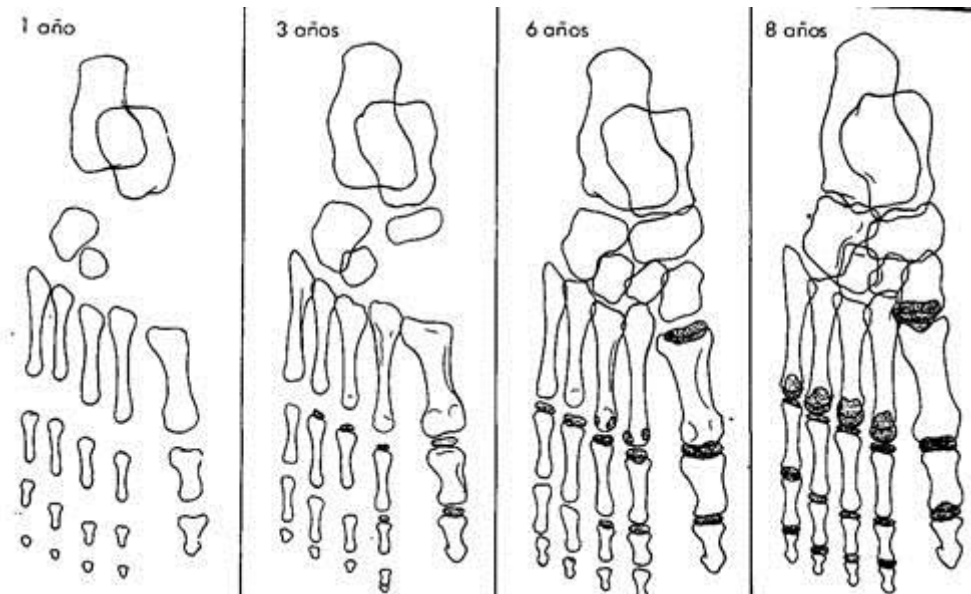


Ilustración 6: Bouchet, A. y Cuilleret, J. "ANATOMÍA" (DESCRIPTIVA, TOPOGRÁFICA Y FUNCIONAL)

En la semana 24 aparece el centro de osificación del astrágalo y en la semana 37 se osifica el cuboides, que suele ser usado como indicador de madurez fetal. (E J Harris, 1976; Niklasson & Albertsson-Wikland, 2008).

El pie se presenta como un complejo conjunto arquitectónico donde se coordinan huesos, músculos y ligamentos (Thomson P et al,1993). Cada una de estas partes, de manera individual, tiene un funcionamiento propio y una estructura diferente y compleja, pero la acción conjunta de todos estos elementos convierte al pie en una macroestructura biomecánica que realiza movimientos equilibrados de desplazamiento del centro de gravedad con fases de estabilidad e inestabilidad y un alto grado de coordinación segmentaria.(Fritsch, Schmitt, & Eggers, 1996; Golano, Farinas, & Saenz, 2004; Greiner, 2007). El pie no sólo se limita a soportar el peso en posición vertical, su vascularización y su inervación le permiten un papel fisiológico importante, y su estructura osteomuscular posibilita su adaptación a cualquier situación de equilibrio, sea estática o dinámica. En definitiva, se trata de un órgano funcional dinámico (Forriol & Pascual, 1990).

Edad (Años)	Longitud del Pie (Centímetros)	
Neonato	7,5 (20-40% de la longitud definitiva)	
1-5	10-22 (44% de la longitud definitiva)	
5-10	17 (63% de la longitud definitiva)	
	Niños	Niñas
10	(85% de la longitud definitiva)	(91% de la longitud definitiva)
	22	
13		Longitud definitiva
15	Longitud definitiva	

Tabla 1: Cronobiología del pie. (Ramos et al,2006; Vassconcellos, 1992; A.E. Evans, 2002)

Desarrollo de los miembros inferiores

El crecimiento integral del niño durante la infancia no es homogéneo, y el miembro superior crece antes que el inferior, así como el pie crece antes que el resto de dicho miembro (Staheli, 1987).

La articulación de la cadera en bebés está en una posición de flexión y rotación lateral debido a las fuerzas combinadas de los ligamentos y músculos adyacentes. La postura de los recién nacidos refleja la postura que han mantenido en el útero en el último trimestre. Entre los 10 y 17 meses podremos ver al bebé extendido e incluso de pie (Kuhn, Shibley, Austin, & Yochum, 1999; Mac-Thiong, Berthonnaud, Dimar, Betz, & Labelle, 2004; Stevens, MacWilliams, & Mohr, 2004).

En los tres primeros años no sobrepasará los 0° grados de extensión en niños, mientras que de adulto el valor normal es de 55° de extensión. En niños de dos años la abducción de la cadera será de 45 ° permaneciendo estática hasta la edad adulta. (Huson, 1987; Prost, 1979; Rome & Brown, 2004).

Por otro lado el Fémur tiene tres placas de crecimiento: placa de crecimiento longitudinal (contribuye un 30 % a la longitud del fémur), placa de crecimiento trocantérea (Contribuye al modelado de la cabeza y el cuello del fémur) y el istmo del cuello del femoral (Prost, 1979; Sarrafian, 1993).

La articulación de la rodilla se considera normal en recién nacidos con una contractura en flexión y acompañada de genu varo. El desarrollo normal dará lugar a una reducción de esta flexión a los seis meses. La articulación del tobillo se forma por caras articulares de la tibia, el peroné y el astrágalo. El movimiento principal ocurre en el plano sagital y su posición más estable es la dorsiflexión. La estabilidad lateral de la articulación del tobillo aumenta durante el desarrollo hasta que la longitud del peroné sobrepasa la de la tibia. La movilidad del tobillo en los recién nacidos es enorme, puede haber unos 70° de dorsiflexión y 30° de plantar flexión. Lo cual se reduce considerablemente las primeras semanas de vida (Bowman, Fox, & Sekiya, 2010; Gore & Spencer, 2004; Morrison & Ferrari, 2009).

La articulación subastragalina permite la estabilización del pie al suelo, mediante movimientos triplanares de supinación y pronación. En el nacimiento esta articulación se presenta en varo respecto a la pierna. A los doce meses el calcáneo se coloca a unos 10° de valgo (Drennan JC, 1992). El valgo de retropié se irá reduciendo hasta los seis u ocho años (De Valentine SJ, 1992).

La articulación mediotarsiana está compuesta por la articulación astrágalo-escafoidea y la calcáneo-cuboidea. Se considera que su función es minimizar las fuerzas en el plano transversal entre el suelo y la pierna. (Root et al., 1977). Al nacer el antepié está invertido entre 10 y 15 ° respecto al retropié. (Mac-Thiong et al., 2004; Morcuende, Dolan, Dietz, & Ponseti, 2004).

El primer radio, formado por el cuneiforme I y el primer meta, tiene un solo eje orientado opuestamente a la articulación subastragalina y mediotarsiana. (Kanatli, Yetkin, & Cila, 2001; Kuhn et al., 1999).

El pie es un sistema vascular protegido, que recibe su irrigación arterial a partir de dos orígenes distintos: la arteria tibial anterior que se encarga de la vascularización del territorio dorsal a través de la arteria dorsal del pie y la arteria tibial posterior responsable de la vascularización del territorio plantar mediante las dos arterias plantares medial y lateral (Bonnel F, 2011). La abundancia y la variedad de las anastomosis entre estas dos redes explican, por una parte, las numerosas posibilidades de suplencia arterial y, por otra, las múltiples configuraciones anatómicas que se observan durante la disección. (D. S. 3rd Williams, McClay, & Hamill, 2001).

El sistema venoso se origina una vez que finaliza el sistema arterial. La circulación venosa del pie es compleja, debido a su posición en declive respecto al resto del cuerpo, y la influencia de la gravedad. Como contrapartida, se beneficia de una bomba natural que actúa con cada paso, gracias a su compresión intermitente. La red venosa está formada por dos sistemas: uno profundo (venas intrafasciales) y otro superficial (venas extrafasciales) (Rouvier H, 1962).

Osificación del pie

El pie como estructura anatómica en crecimiento, presenta una osificación endondral en tres fases sucesivas: mesenquimal, cartilaginosa y ósea (Howard & Benson, 1992).

La etapa mesenquimatosa es corta, dura unos dos meses desde su origen (Swoboda W, 1972). La fase cartilaginosa es más irregular en cuanto a duración ya que existen estructuras, como los metatarsianos, que permanecen en fase cartilaginosa más tiempo y la fase de osificación se caracteriza por su gran variabilidad traducida en la formación de numerosos núcleos osteogénicos atípicos y accesorios (Fritsch et al., 1996; Howard & Benson, 1992).

Cuando finaliza la maduración ósea el pie se considera adulto desde el punto de vista estructural, el número de huesos que lo componen suma un

total de 26, pero a estos se pueden añadir los sesamoideos y los osículos accesorios (Baker BJ et al, 2005(Rome & Brown, 2004):

HUESO	1º CO	2º CO	FT
CALCÁNEO	4 - 6 mes VI	5-6 A ♀ 7-8 A ♂	10-12 A ♀ 11-14 A ♂
ASTRÁGALO	6 mes VI ♀ 7 mes VI ♂	8 A ♀ 11 A ♂	9 A ♀ 12 A ♂
CUBOIDES	36-40 semana VI	3 M ♀ 6 M ♂	8 A
CUÑA LATERAL	4-5 M		4-6 A
CUÑA MEDIAL	2 A		6 A
CUÑA INTERMEDIA	2 A		6 A
ESCAFOIDES	2 A ♀ 4 A ♂	9 A ♀ 12 A ♂	
METATARSIANOS	8-10 s VI (II – V MT)	2-3 A (II-V MT)	14-17 A
	12 s VI (I MT)	2 A (I MT)	
FALANGES DISTAL	7 s VI (I D)	9 meses (I D) ♀ 14 meses (I D) ♂	11-13 A ♀ 14-16 A ♂
	9 s VI (II - IV D)	2-3 años (II-V D) ♀ 4-5 años (II-V D) ♂	
	11-12 s VI (V D)		
FALANGE PROXIMAL	14-16 s VI	11-20 M ♀ 18-28 M ♂	13-15 A ♀ 16-18 A ♂
FALANGE MEDIA	4-5 M	11-14 M ♀ 14-24 M ♂	11-13 A ♀ 14-16 A ♂
SESAMOIDEOS	9 A ♀ 11-12 A ♂		

Tabla 2. Osificación (Bareither, 1995; Sullivan, 1999; Talamillo, Bastida, Fernandez-Teran, & Ros, 2005; Vanderwilde, Staheli, Chew, & Malagon, 1988),Pyle SL , Sontag LW, 1943; Scheuer L, Black SM., 2004 Hoerr NL, Pyle SL, et al; 1962; Cobos P. 2018)).

Obesidad infantil

La incidencia de obesidad infantil en la última década ha aumentado en todo el mundo y se reconoce como un problema de salud en la población infantil (Aragónés, González, & Cabrinety, 2007; Cole, Bellizzi, Flegal, & Dietz, 2000; Hughes, Kriss, & Klenerman, 1987; Wearing, Hennig, Byrne, Steele, & Hills, 2006b; C. Williams, Tinley, Curtin, & Nielsen, 2013). La obesidad en niños y adolescentes está aumentando los problemas de salud tales como diabetes mellitus tipo 2 o enfermedades cardiovasculares que antes solo aparecían en la edad adulta (Neef et al., 2013). La falta de actividad física es uno de los factores que contribuyen al aumento de obesidad infantil.

Existen tres períodos críticos para el desarrollo de la obesidad: tercer trimestre de la gestación y primer año de vida, entre los 5 y 7 años de edad y, finalmente, el que corresponde a la adolescencia. Es, en dichos momentos, cuando más se debe insistir a las familias de riesgo en las medidas preventivas a seguir para no presentar esta patología (Sobradillo et al., 2011). Existe obesidad cuando el índice de masa corporal se encuentra por encima ó es igual al percentil 95 (P95) para edad y sexo. Si se utiliza el índice nutricional, se considera obesidad cuando dicho índice es superior al 120%. Del mismo modo, se considera sobrepeso cuando se sitúa entre el 110 y 120% ó el IMC es superior al P85 (Dowling, Steele, & Baur, 2001; Sanchez-Cruz, Jimenez-Moleon, Fernandez-Quesada, & Sanchez, 2013; Wearing et al., 2006b).

Trastornos de miembros inferiores como dolor músculo-esquelético, fracturas, aumento de tibia vara o genu varum (Blount's Disease) o pie plano, se han asociado a la obesidad infantil (Villarroya et al., 2009).

También en 2006, Mickle KJ et al. realizaron un estudio con el objetivo de determinar si el pie plano presente en los niños obesos y con sobrepeso se podía atribuir a un mayor grosor del panículo adiposo plantar o a un descenso del arco longitudinal medial, comparado con los niños no obesos. El diagnóstico de pie plano se realizó mediante la valoración el Arch Index en la huella plantar y el grosor del panículo adiposo plantar se midió mediante ecografía. La muestra contó con 19 niños obesos o con sobrepeso (índice de masa corporal medio=18,6±1,2kg/m²) y 19 niños no obesos (índice de masa corporal medio=15,7±0,7kg/m²) ambos grupos con una edad media de 4,3

años. Los datos mostraron que no había diferencias de grosor del panículo adiposo plantar entre los grupos ($p=0,39$). Sin embargo, los valores de la huella plantar mostraron un descenso significativo de la altura del arco plantar ($0,9\pm 0,3$ cm) comparado con el grupo de niños no obesos ($1,1\pm 0,2$ cm; $p=0,04$). Concluyeron que el sobrepeso y la obesidad influían en la estructura y la anatomía del arco longitudinal del pie.

En 2010, también se publicó un estudio de prevalencia del pie plano flexible y su relación con el índice de masa corporal, el género y la edad, con un tamaño muestral importante. Chang JH. Et al. utilizaron una muestra de 2083 escolares en Taiwan, con edades comprendidas entre los 7 y los 12 años. Para clasificar el tipo de pie se utilizó la huella plantar y la valoración se realizó mediante la escala de Denis (García-Rodríguez et al., 1999). Según este estudio, el 59% de los escolares tenía pie plano, presentándose en mayor proporción en niños (67%) y sobretodo en el rango de edad entre los 7 y los 8 años. Concluyeron que los niños obesos y con sobrepeso tenía 2,66 y 1,39 veces más probabilidad de presentar pie plano (Gettys, Jackson, & Frick, 2011; Taylor et al., 2006).

También en 2015, Stolzman et al. publicaron una revisión sistemática respecto a la relación del pie plano infantil y la obesidad. Se analizaron publicaciones en las que se relacionaba el pie plano infantil y la obesidad. Se seleccionaron 13 estudios observacionales. Los métodos de diagnóstico para el pie plano infantil varían entre los diferentes estudios: modelos de imagen, mediciones antropométricas o exámenes clínicos. El análisis de los datos mostró unos valores de prevalencia del pie plano infantil que variaban desde el 14% hasta el 67%. Por otro lado, la mayoría de los estudios relacionaron el aumento de porcentajes de pie plano en los grupos de población con sobrepeso u obesidad. Este estudio sugiere que la falta de consenso respecto a la definición de pie plano, las diferencias metodológicas y la escasez de estudios sobre el pie plano infantil y su relación con el dolor o la función, hace necesario que se siga investigando en esta línea pues los datos no resultan clarificadores. Por tanto, en la actualidad, se sigue asociando el aumento del índice de masa corporal con el aumento de la incidencia de pie plano en la infancia, y se sigue utilizando la huella plantar como método de diagnóstico.

Índice de masa corporal

El índice de Masa Corporal (IMC), Body Mass Index (BMI), es un indicador antropométrico del estado nutricional de la población, que está influenciado por la talla en el periodo intrauterino, la talla al nacer, el estatus socioeconómico, cambios estacionales en la disponibilidad de alimentos (Ponseti et al., 2006)). Es relativamente económico, fácil de recolectar y analizar.

La fórmula del IMC es la siguiente: $(\text{IMC Kg/m}^2 = \text{PESO/TALLA}^2)$ descrita por Quetelet, aunque en principio los fines del autor nno eran que fuera un índice de obesidad sino otros. Durante el primer año de vida el aumento del peso es mucho mayor que el de la estatura. Después del primer año de vida y hasta el fin del desarrollo, el peso aumenta con el cuadrado de la estatura. (Khosla T, Lowe CR.,1967.).

Son variables fácilmente incorporadas en cualquier encuesta regional o nacional. Puede ser útil para vigilancia nutricional o para monitorear seguimientos interregionales, ínter países; o estudios comparativos dentro de la misma región o país. Es una variable estandarizada y válida para este tipo de estudios. (Bahler, 1986; Burns, Keenan, & Redmond, 2005; Busseuil, Freychat, Guedj, & Lacour, 1998; Cain, Nicholson, Adams, & Burns, 2007; Ponseti et al., 2006) Existen varios estudios que demuestran que el valor 50 es el valor promedio en el cual deberían encontrarse los pacientes pediátrico en función de su edad con respecto al peso y la altura (Aragónés et al., 2007).

Percentiles

En España, el Sistema Público de Salud utiliza las curvas y tablas de crecimiento confeccionadas por el Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo de las Fundación Faustino Orbegozo Eizaguirre. Las tablas se dividen en curvas de crecimiento para el paciente pediátrico, existiendo diferencia entre la de los niños y las niñas. (Cole et al., 2000; Sobradillo et al., 2011).

En una gráfica de percentiles figuran varias líneas, cada una con un número: 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97. La curva central, generalmente más gruesa, representa el percentil 50 o media. Todas las líneas de los percentiles

corresponden a valores normales (Alfaro E, et al, 2004). Los niños excesivamente altos o con sobrepeso estarán por encima del percentil 97, mientras que los excesivamente bajos o delgados estarán por debajo del percentil 3. Lo importante no es tener un percentil alto, sino crecer y engordar de forma más o menos regular en torno a un mismo percentil (Epeldegui & Delgado, 1995; Martinez-Nova, Gijon-Nogueron, Alfageme-Garcia, Montes-Alguacil, & Evans, 2018).

El estudio del crecimiento del paciente pediátrico y su desarrollo en base a la talla y el peso se desarrolla mediante la evaluación de los indicadores antropométricos. Estos parámetros son valores corporales que se recopilan en un paciente, tras su análisis, puede ofrecer un diagnóstico de salud, aunque existen más en pediatría el más utilizado es el IMC (Angela M Evans, 2011; Sobradillo et al., 2011).

Foot posture index

El índice de postura del pie (IPP) o *Foot Posture Index (FPI)*, es una herramienta clínica diagnóstica que permite valorar de manera fiable la postura del pie en carga (Redmond et al., 2006; Teyhen et al., 2009; Nielsen et al., 2010; Cornwall y McPoil, 2011). Los autores lo desarrollaron incitados por la necesidad de encontrar un método que fuera aceptado ampliamente para valorar la postura del pie en estática y cuantificar sus variaciones (Burns et al., 2005; Keenan, Redmond, Horton, Conaghan, & Tennant, 2007; Scharfbillig et al., 2004).

Hasta crear el modelo final del IPP, se emplearon varias fases para su desarrollo en las cuales debían valorar su fiabilidad y validarlo (Redmond et al., 2006). Anthony Redmon profesor de biomecánica clínica y jefe de la sección de biomecánica clínica y medicina física en el Instituto de Reumatología y medicina musculoesquelética de Leeds es el autor del Artículo: "Redmon AC, Crosbie J., Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring foot posture: The foot posture index. *Clinical Biomechanics* 2006, 21:89-98 (Redmond, Crosbie, & Ouvrier, 2006)), este

artículo fue el más citado de la revista *Journal Clinical Biomechanics* durante cinco años entre el 2006 y el 2011.

AC. Redmon et al (Redmond, Crane, & Menz, 2008) llevaron a cabo un estudio en 2008 con el objetivo de establecer unos valores de referencia de normalidad del FPI para el uso tanto en investigaciones como para su uso en decisiones clínicas. Tenía un total de 1648 participantes. La edad media era de 42,3 años dentro de un rango de 3 y 96 años. El estudio incluyó adultos sanos y lo relacionaron con el género y el IMC. Los resultados mostraron que una ligera pronación era normal con el pie relajado en carga. Morrison S. y Ferrari Jill (Morrison & Ferrari, 2009) publicaron en 2009 un estudio sobre la fiabilidad inter e intraobservador en la valoración del pie pediátrico. Hasta entonces, la mayoría de los estudios realizados sobre la validez y fiabilidad del FPI se hicieron en adultos (K. A. Kirby, 1987; Nube, Molyneaux, & Yue, 2006; Redmond et al., 2006; Vinicombe, Raspovic, & Menz, 2001), pero se ha prestado poca atención a la utilidad que podría aportar este tipo de estudios para la valoración del pie pediátrico.

En este estudio, obtuvieron los datos de una muestra de 30 niños con edades comprendidas entre los 5 y 16 años. Las puntuaciones del FPI-6 fueron asignadas a una categoría predeterminada: altamente pronado (FPI-6 de 10 a 12), pronado (FPI-6 de 6 a 9), neutro (FPI-6 de 0 a 5), supinado (FPI-6 de -1 a -4) y altamente supinado (FPI-6 de -5 a -12). Las mediciones del FPI-6 fueron realizadas por dos clínicos de modo independiente para cada participante. Los resultados mostraron una coincidencia casi perfecta entre los datos obtenidos por los dos clínicos, según el análisis de Kappa ponderado ($K_w=0,86$). Por tanto, concluyeron considerar el FPI-6 como una herramienta de medición de la postura del pie rápida, simple y fiable, que ha demostrado buena relación inter e intraobservador para la valoración del pie pediátrico.

En un amplio estudio realizado por Evans AM et al. en 2003 (Angela M Evans et al., 2003), se investigó sobre la fiabilidad del FPI en niños (4-6 años), en adolescentes (8-15) y en adultos (20-50 años), y los resultados mostraron que la fiabilidad de las puntuaciones en los niños era menor que en los adultos. En 2011 (Angela M Evans, 2011), publicó un trabajo en el que relacionaba el pie plano infantil con medidas antropométricas generales,

entre las que incluyó el FPI. La muestra contaba con 140 niños de entre 7 y 10 años. Dentro de sus resultados cabe destacar que las puntuaciones del FPI-6 mostraron un amplio rango de tipologías de pie, desde supinados hasta pronados, lo cual es importante para su validez externa. También mostró que la media de los valores de FPI-6 resultó ligeramente en pronación, coincidiendo con los valores de normalidad publicados por Redmond AC (Redmond et al., 2008). En 2012, Evans et al. (Angela M Evans et al., 2012) publicaron un nuevo estudio en la población infantil. Participaron en el estudio 30 niños de edades comprendidas entre 7 y 15 años. Cada sujeto fue valorado 2 veces por cada examinador de modo independientemente. Los resultados mostraron buena fiabilidad intraobservador (ICC=0,93-0,94) así como en interobservador (ICC=0,79). Concluyeron que, por primera vez, el FPI-6 demostraba una fiabilidad intraobservador e interobservador adecuada en una muestra pediátrica. Por tanto, el FPI-6 es una herramienta útil tanto para la valoración a nivel clínico como para ser utilizada en protocolos de investigación dirigido a abordar el pie infantil.

AC. Redmond et al. realizaron un estudio en 2008, con el objetivo de establecer unos valores de referencia de normalidad del FPI para el uso en investigaciones y para ayudar a tomar decisiones clínicas. Los resultados mostraron que una ligera pronación era normal con el pie relajado en carga, con valor medio de FPI=+4 puntos.(Redmond et al., 2008).

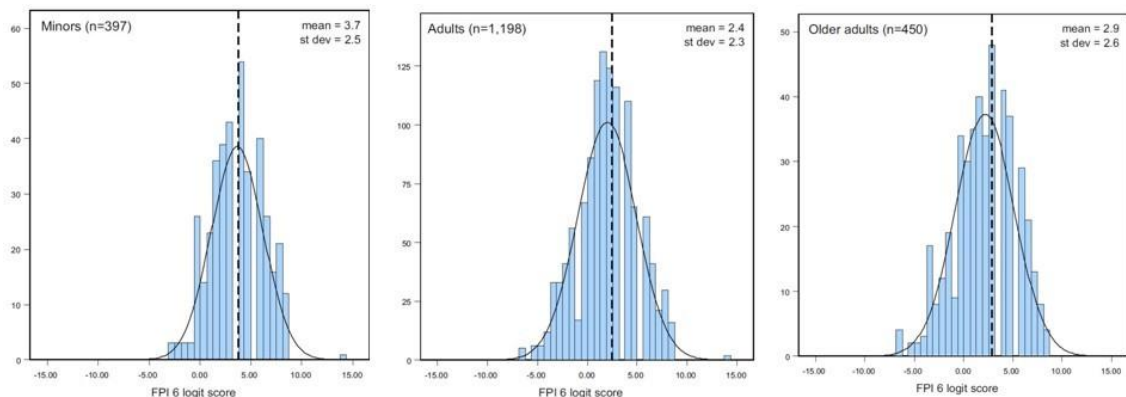
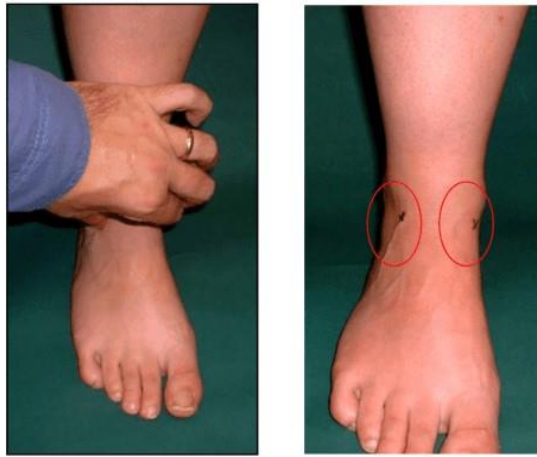


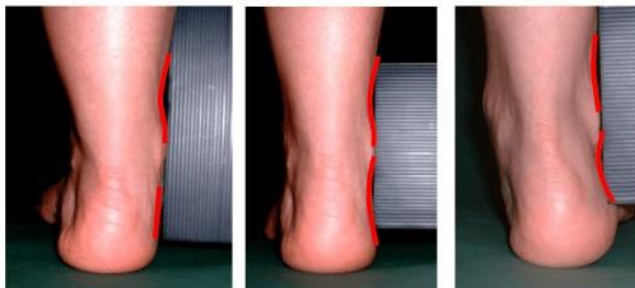
Ilustración 7: Histogramas de valores de FPI para niños, adultos jóvenes y mayores. (Redmond et al., 2008).

La medición del FPI se lleva a cabo con el niño en posición relajada, en bipedestación con ángulo y base de sustentación normal para poder observar los seis criterios empleados en el FPI (Redmon et al, 2001) (Redmond et al., 2008, 2006; Scharfbillig et al., 2004).

1-. **Ilustración 8:** Palpación de la cabeza del astrágalo



2-. **Ilustración 9:** Curvatura supra e infra maleolar lateral



3-. **Ilustración-10:** Posición del calcáneo en plano frontal



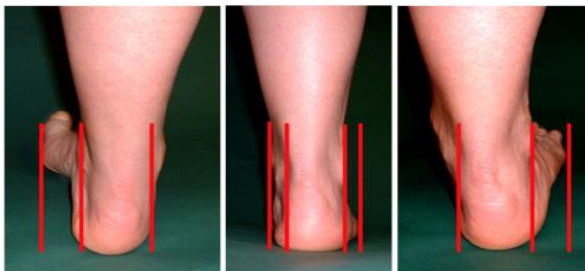
4-. **Ilustración 11:** Prominencia de la región talo-navicular



5-. **Ilustración 12:** Congruencia del ALI



6-. **Ilustración 13:** Abducción/adducción del antepié respecto el retropié



Conocimiento del Pie Plano Infantil

Existe una gran controversia sobre el papel que juega el pie plano en la salud, y desacuerdo respecto a la indicación de tratamientos. Este hecho se da con tanta frecuencia que pone de manifiesto la cuestión de si muchas de las formas moderadas de pie plano son realmente una parte del desarrollo normal del pie y no un signo patológico (Edwin J Harris, 2010; Edwin J Harris et al., 2004; McCarthy, 1989; Staheli, 1987, 1999).

El pie plano se consideraría un problema médico sólo cuando desarrolle síntomas. La mera ausencia de un arco longitudinal medial bien formado no implica necesariamente una condición patológica. El pie plano en la infancia continúa generando preocupación en los padres, lo cual genera gran demanda de visitas a los profesionales de la salud para su diagnóstico y tratamiento. (Huson, 1987). Los mismos padres han podido ser diagnosticados de pie plano en su infancia, han podido llevar zapatos especiales, soportes plantares e incluso quizás, haber sido intervenidos quirúrgicamente. Pueden ser conscientes de que existen factores predisponentes como la herencia genética, laxitud ligamentosa y la asociación con otros síndromes (Gervis, 1970; Labovitz, 2006; Lin, Lai, Kuan, & Chou, 2001) Suponen que los tratamientos disponibles para el pie plano pueden cambiar el desarrollo del pie e influir positivamente en la función y la anatomía de los pies de sus hijos a largo plazo.

El American College of Foot and Ankle Surgeons financió un proyecto para desarrollar una guía clínica de recomendaciones para el diagnóstico clínico y el tratamiento del pie plano (Edwin J Harris et al., 2004). Publicado en 2004, los investigadores identificaron varias subcategorías de pie plano infantil, incluyendo pie plano flexible, pie plano rígido, “skewfoot deformity” y pie plano infantil asociado a otras patologías específicas (García-Rodríguez et al., 1999; Lin et al., 2001).

El pie plano flexible fue clasificado en fisiológico y no fisiológico. El pie plano flexible no fisiológico podría ser sintomático o asintomático. El pie plano rígido fue dividido en pie plano convexo congénito, pie plano asociado a coaliciones tarsales, pie plano asociado a espasticidad peroneal sin coalición tarsal y pie plano iatrogénico. El pie plano “skewfoot” combina una pronación severa de retropié junto con un antepié en adductus varus rígido. Los pies planos asociados con otras lesiones son causados por patologías neurológicas y/o musculares, síndromes y alteraciones vasculares y del colágeno. No existe una relación progresiva entre el pie plano flexible y las deformidades rígidas (Cappello & Song, 1998).

La mayoría de los pies planos flexibles son fisiológicos, asintomáticos y no requieren tratamiento (Cappello & Song, 1998; Fabry, Cheng, & Molenaers, 1994; Sullivan, 1999).

El pie plano flexible asintomático está casi universalmente presente en niños y niñas de entre 1 y 2 años. Esta gran prevalencia ha sido atribuida a varias causas. Una explicación es que el grosor del tejido blando de la planta del pie está compuesto por abundante grasa, lo cual resulta en una apariencia de pie plano (Golano et al., 2004). Es difícil estimar una caída del arco real simplemente con el examen físico (Jani, 1986; Zollinger & Exner, 1995; Zollinger & Fellmann, 1994). En este grupo de edad también hay que tener en cuenta otras variables. La tibia vara es fisiológica hasta los dos años de edad. A partir de los dos años de edad, la mayoría de los niños presentan tibias paralelas o genu valgum. Antes de los dos años, la marcha se produce con un patrón de rotación externa y abducción (Epeldegui & Delgado, 1995; Garcia-Rodriguez et al., 1999; Gould, Moreland, Alvarez, Trevino, & Fenwick, 1989).

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La importancia de llevar a cabo esta investigación está en la necesidad de identificar los valores normales y patológicos en la edad infantil de la postura del pie al igual que la incidencia por sexos y su relación con otras variables a estudio de cara a prevenir patologías en la edad adulta y además marcar un límite de edad en la que aparecen cambios en el Índice de la postura del pie.

Podemos decir a nivel individual que “la normalidad excluye la presencia de patología” por eso es tan importante este tema de investigación: determinar distintos valores nos permitirá enmarcar cómo evoluciona entre otras variables la que vamos a estudiar que es el FPI. A nivel global reflejará el “grado de progreso o desarrollo de un país”.

El FPI, validado por Redmond et al. en (Correll & Berger, 2005; Redmond et al., 2006) es una herramienta observacional de la postura del pie que tiene en cuenta su tridimensionalidad y, por tanto, su complejidad biomecánica. Además, ha demostrado buena fiabilidad tanto en adultos (Menz, Dufour, Riskowski, Hillstrom, & Hannan, 2013; Redmond et al., 2006) como en niños (Lee, Kim, Jeong, Kwon, & Jeong, 2015; Morrison & Ferrari, 2009) y ha sido considerado como una herramienta adecuada para la evaluación de la

postura del pie en estudios con niños no sanos (Morrison & Ferrari, 2009; Rome & Brown, 2004; Sobradillo et al., 2011). El FPI cuenta con unos valores de normalidad para la población adulta desde 2008, pero no para la población pediátrica.

El pie, el cual tiene un papel fundamental como transmisor y receptor de cargas, siendo de vital importancia en la ejecución de la marcha humana (Ballesteros R, et al,2010). Del correcto funcionamiento de los pies depende el movimiento del resto de la cadena cinética humana, por tanto para desarrollar una marcha normal debe existir una correcta interacción entre todos los segmentos anatómicos que componen la extremidad inferior (Valmassy, 1996).

Tradicionalmente la evaluación de la postura del pie se basó en estudios en estática, en la valoración de criterios morfológicos o antropométricos o en mediciones radiológicas. (Ledoux y Hillstrom,2002).

Por otro lado, la obesidad infantil se considera un gran problema de salud pública en la actualidad, y se ha relacionado con alteraciones músculo-esqueléticas en miembros inferiores y también en los pies (Benhamú S et al, 2004; Dufour M, 2003). Numerosos estudios han mostrado la presencia de PPIF secundaria a la obesidad y el sobrepeso en niños (Dowling et al., 2001; Garcia-Rodriguez et al., 1999; Luque-Suarez et al., 2014; Picciano, Rowlands, & Worrell, 1993; Sarrafian, 1993), pero la mayoría de éstos, se han servido de la huella plantar para realizar dicha relación.

La importancia del diagnóstico precoz durante el crecimiento puede jugar un papel crucial a la hora de prevenir enfermedades.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

Los objetivos de nuestro estudio fueron los siguientes:

1. Establecer valores de normalidad de Foot Posture Index en la población infantil dentro del rango de edad más susceptible de cambios morfológicos en el pie, entre los 6 y los 12 años.
2. Determinar la relación entre el valor del índice de masa corporal (IMC) y sus diferentes categorías en la postura de los pies medida mediante Foot Posture Index en niños de entre 6 y 12 años.
3. Evaluar la influencia de los factores antropométricos (peso, altura e IMC) en la evolución durante tres años de la postura del pie medida por Foot Posture Index en niños de entre 5 y 11 años.

CAPÍTULO III

MATERIAL Y MÉTODO

MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Muestra de estudio

La muestra a estudio fue de 1798 estudiantes (873 niños y 925 niñas) de edades comprendidas entre los 5 y los 12 años.

Las mediciones fueron realizadas durante los cursos 2013 a 2016. Las exploraciones de los participantes se llevaron a cabo en colegios de Málaga, Granada y Plasencia (Cáceres). La media de edad de la muestra fue de 8,29 (SD 1,72).

Los criterios de inclusión y exclusión aplicados en la composición de la muestra de estudio incluyeron:

3.2 Criterios de inclusión

Tener entre 5 y 12 años de edad.

Encontrarse ese día en clase.

Tener firmado el consentimiento informado

No presentar patología musculoesquelética ni dolor en miembros inferiores en el momento de la exploración.

No haber sido operado de ninguna patología en el miembro inferior.

No utilizar órtesis plantares previas a la exploración.

3.3 Criterios de exclusión

Padecer enfermedades musculoesqueléticas.

Padecer parálisis o espasticidad de miembros inferiores.

No tener firmado el consentimiento informado.

Utilizar tratamientos ortopodológicos previos a la exploración.

Este estudio fue realizado de acuerdo con la Declaración de Helsinki y aprobado por los Comités Éticos de las Universidades de Extremadura, Málaga (España) y Granada (Anexo I).

Los padres o tutores fueron previamente informados sobre las características del estudio (Hoja explicativa del estudio) (Anexo II), completaron un cuestionario y firmaron el consentimiento para confirmar la participación de sus hijos en el estudio (Anexo III).

3.4 Procedimiento de medida

La valoración de la postura del pie se llevó a cabo midiendo el FPI con los sujetos descalzos, en bipedestación relajada sobre un banco de 50 cm de alto para facilitar la inspección visual y manual.

El FPI consta de 6 ítems que tienen en cuenta la postura del antepié, mediopié y el retropié, y los tres planos de movimiento.(Angela Margaret Evans & Scutter, 2007; Martinez-Nova et al., 2018; Scharfbillig et al., 2004). Los 6 componentes incluyen:

- 1) Palpación de la cabeza del astrágalo.
- 2) Simetría de las curvas infra y supramaleolar lateral.
- 3) Inversión/eversión del calcáneo.
- 4) Prominencia en la región de la articulación astrágalo-escafoidea.
- 5) Altura del arco medial.
- 6) Abducción/adducción de antepie.

El FPI aporta un valor total desde -12 puntos (altamente supinado) hasta +12 puntos (altamente pronado) (Redmond et al., 2006) (Anexo IV). La fiabilidad interobservador para el FPI en la población pediátrica ha alcanzado un valor de Kappa ponderado consistente ($K_w=0,86$), en una muestra de niños con edades comprendidas entre 5 y 16 años (Morrison & Ferrari, 2009). Los valores de FPI en este estudio, han sido medidos por dos podólogos experimentados en el uso de esta herramienta, a doble ciego, con buena fiabilidad inter-observador (0.852-0.895).

3.5 Hoja de toma de datos

Para evaluar El FPI de la muestra estudiada se utilizó una hoja de toma de datos (Anexo IV) donde se recogen todos los valores que se toman en las distintas mediciones.(Keenan et al., 2007; Scharfbillig et al., 2004).

Se elaboró una base de datos con las distintas variables a estudio y el FPI.

3.6 Análisis estadístico

Todos los valores fueron expresados como media \pm desviación estándar, frecuencias, porcentajes y percentiles. Se confirmó la distribución normal de los datos mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov de bondad de ajuste y la homogeneidad de los datos con el test de Levene antes de aplicar las pruebas estándar.

El análisis comparativo se realizó para cada subgrupo usando t-test o el análisis de varianza (two-way ANOVA) con la prueba post-hoc de diferencia de medias entre grupos de Bonferroni o Games-Howell para datos paramétricos o las pruebas de U de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis cuando los datos no eran paramétricos. La prueba chi-cuadrado de Pearson se utilizó para comparar variables categóricas.

Las regresiones múltiples se realizaron siguiendo el procedimiento de eliminación paso a paso hacia atrás. La edad y las características antropométricas (altura, peso e IMC) fueron introducidas como variables independientes en dicho análisis.

Para todas las pruebas estadísticas, nuestro umbral de significación fue $p < 0,05$.

La ejecución de las pruebas estadísticas fue realizada mediante el software IBM® SPSS® Statistics 21 y 22 (Statistical Package for the Social Sciences).

3.7 Consideraciones éticas

El presente trabajo de Tesis Doctoral se ajustó en todo momento a los principios éticos y normas legales establecidos, y en especial a la Declaración de Helsinki (Asamblea Médica Mundial) al Convenio del Consejo de Europa relativo a los derechos humanos y la biomedicina y Declaración de la Unesco sobre los Derechos humanos. Se han tenido en cuenta los requisitos establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica y la bioética. Se ha respetado la normativa europea y legislación española respecto a la ley orgánica 1571999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal.

Se acompaña el Certificado de Bioética de la Universidad de Extremadura.
(Anexo I)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS:

**PUBLICACIONES DERIVADAS DE LA TESIS
DOCTORAL**

IV.1 PUBLICACIÓN Nº 1

IV.1.1 Presentación de la publicación

Título: “Establishing normative foot posture index values for the paediatric population: a cross-sectional study.”

Autores: Gijon-Nogueron G, Montes-Alguacil J, **Alfageme-Garcia P**, Cervera-Marin JA, Morales-Asencio JM, Martinez-Nova A

Revista: J Foot Ankle Res.

Volumen:2016 **Número:** Julio 26 **Doi:** 10.1186/s13047-016-0156-3.
eCollection 2016.

Año: 2016

IV.1.2 Informe

El trabajo titulado “Establishing normative foot posture index values for the paediatric population: a cross-sectional study” se publicó en la Revista Journal Foot and Ankle Research, Actualmente dicha publicación se encuentra indexada en numerosas bases de datos de referencia de entre las que destacamos:

- EMBASE (Elsevier).
- Journal Citation Reports / Science Edition.
- MEDLINE (NLM).
- Pubmed (NLM).
- Scopus (Elsevier).
- Web of science.

Respecto de Journal Citation Reports los últimos datos publicados indican que la revista ocupa la posición 42 de 76 revistas en el área de Ciencias de la Salud, en la categoría Orthopedics, equivalente a un cuartil (Q3). El índice de impacto de la revista en el área es de 1,405 Durante los últimos 5 años la revista ha mantenido una posición Q2-Q3 dentro del área. El índice de impacto a 5 años de la revista es de 2,187.

Contribución del Doctorando:

El doctorando ha participado activamente en el diseño del estudio, la adquisición y procesamiento de los datos y en el análisis de los mismos. Todos los co-autores han leído y colaborado activamente en el manuscrito y aprobaron la versión final del mismo.

Fdo. El director de la Tesis

Alfonso Martínez Nova

IV.1.3 Resumen en castellano

El FPI es una herramienta de observación diseñada para medir la posición del pie. Tiene alta fiabilidad y proporciona valores de referencia para la población en general. Sin embargo, esto no existen datos para la población pediátrica. El objetivo de este estudio es determinar los valores de referencia de FPI en la infancia, teniendo en cuenta.

El objetivo de este estudio fue determinar los valores de referencia del FPI en niños teniendo en función de la edad y el sexo.

Metodología: Este estudio transversal incluyó a 1.762 escolares (863 niños y 899 niñas) de entre 6 y 12 años, de Málaga, Granada y Plasencia (España). Las mediciones del FPI fueron realizadas en todos los casos por dos podólogos con suficiente experiencia en el manejo de esta técnica. Se realizó un análisis descriptivo y se determinaron los percentiles de las variables, con un nivel de significación de $P < 0.05$.

Los resultados del FPI fueron para la población de nuestro estudio de 3.74 (SD 2.93) puntos para el pie derecho y 3.83 (SD 2.92) para el izquierdo. El percentil 50 fue de 4 puntos para ambos sexos y para ambos pies, exceptuando el pie derecho entre las chicas, que fue ligeramente inferior, en 3 puntos. El percentil 85 representa el límite entre el pie normal y el pronado en los niños, y fue de 6 puntos en todos los sujetos.

El valor norma de FPI para la población pediátrica, recomendamos el percentil 50, es decir, 4 puntos, para niños en ambos sexos, de 6 años. Este valor disminuye progresivamente con la edad, hasta 3 puntos FPI para niños de 11 años.

En nuestro estudio los límites patológicos para pie pronado se sitúan en el percentil 85 y para el pie supinado en el percentil 4.

IV.1.4: Copia de la Publicación

Gijon-Nogueron et al. *Journal of Foot and Ankle Research* (2016) 9:24
DOI 10.1186/s13047-016-0156-3

Journal of
Foot and Ankle Research

RESEARCH

Open Access

Establishing normative foot posture index values for the paediatric population: a cross-sectional study



Gabriel Gijon-Nogueron^{1*}, Jesus Montes-Alguacil¹, Pilar Alfageme-Garcia², Jose Antonio Cervera-Marín¹, Jose Miguel Morales-Asencio¹ and Alfonso Martinez-Nova²

Abstract

Background: The Foot Posture Index (FPI) is an observational tool designed to measure the position of the foot. Its reliability is well established, and it provides normative reference values for the general population. However, this is not so for the paediatric population. The aim of this study is to determine FPI reference values in childhood, taking into account age and gender.

Methods: This cross-sectional study included 1,762 school children (863 boys and 899 girls) aged 6–11 years, from Málaga, Granada and Plasencia (Spain). In every case, FPI measurements were obtained for both feet by two experienced podiatrists. A descriptive analysis was then conducted and the percentiles of the variables determined, with a significance level of $P < 0.05$.

Results: The consolidated FPI results for the sample population produced mean values of 3.74 (SD 2.93) points for the right foot and 3.83 (SD 2.92) for the left. The 50th percentile was 4 points for both genders and for both feet, except for the right foot among the girls, which was slightly lower, at 3 points. The 85th percentile, which is considered to represent the boundary between the normal and the pronated foot among children, was 6 points, uniformly among the subjects.

Conclusions: As a normative FPI value for the paediatric population, we recommend the 50th percentile, i.e. 4 points, for children, of both genders, aged 6 years. This value progressively falls with age, to 3 FPI points for children aged 11 years. The 85th percentile for the pronated foot and the 4th percentile for the supinated foot can be considered the pathological boundary.

Background

In recent decades, the question of paediatric asymptomatic and flexible flatfoot (PAFF) has generated much controversy within the scientific community, and the debate continues today [1–5]. It is clear that rigid flatfoot and symptomatic flexible flatfoot (PSFF) in children [6] require proper evaluation [7]. Nevertheless, it is generally agreed that, to a greater or lesser extent, the incidence of PAFF as a physiological condition decreases as the child grows older [8].

Various ways of measuring PAFF have been proposed, ranging from simple examination of the footprint [9–12] to radiographic measures of the angle of the medial longitudinal arch [13, 14] to observational tests such as that of the heel rise [15] or the navicular drop [16–18], although few of these have been validated for use with children. As a result, clinicians are forced to make diagnostic decisions based on their personal experience with cases of PAFF [2].

The validation of foot measurement tests for paediatric patients would reduce the risk of errors being made in profiles of clinical normality, and could complement traditional diagnostics methods such as radiology. These tests could even serve as an initial screening method in large-scale analyses, prior to the application of more complex and/or specific tests.

* Correspondence: gagijon@uma.es

¹Department of Nursing and Podiatry, Arquitecto Francisco Peñalosa 3, Malaga, Spain

Full list of author information is available at the end of the article



© 2016 The Author(s). **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.

The Foot Posture Index (FPI) is an observational measurement instrument that takes into account the three-dimensional nature of foot posture and has been shown to achieve good reliability in adults [19, 20] and in children [19, 21–23]. It has also been considered an appropriate measure for subjects who are not in good health [24–27]. Reference FPI values have been established for the adult population [20], but during childhood foot posture changes with growth and, to the best of our knowledge, no FPI reference values have been proposed for this population.

In view of the above considerations, the contribution of this study is that we establish normative values for age-related FPI in the paediatric population, with respect to the age group that is most susceptible to changes in foot posture.

Methods

Participants

This cross-sectional study involved 1,762 school children (863 boys and 899 girls) aged 6–11 years. Measurements were taken during 2013 and 2014, at ten schools randomly selected from 25 located in the provinces of Málaga, Granada and Plasencia (Spain). The average age of the sample was 8.29 years (SD 1.72) and the mean BMI of the children was 18.94 (SD 3.65 kg/m²) in the boys and 18.89 (SD 3.64 kg/m²) in the girls. The difference between genders was not statistically significant ($p = 0.834$) (Table 1).

The inclusion criterion was that the children should be 6–11 years old. The exclusion criteria included the presence of pain in the foot at the time of physical examination, injury to the lower limbs, such as musculoskeletal injuries, during the previous 6 months, congenital structural abnormalities, cerebral palsy, motor dysfunction or prior surgery affecting the foot. The parents were previously informed about the characteristics of the study. They were all asked to complete a questionnaire and to provide signed consent to confirm the participation of their children in the study. This study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and was approved by the Ethics Committees of the Universities of Extremadura and Málaga (Spain).

Procedure

Foot posture was assessed by measuring the FPI with the subjects barefoot, in a relaxed standing position on a bench at 50 cm above the floor to facilitate visual and manual inspection. The FPI consists of the following six items referring to the position of the forefoot, midfoot and hindfoot, and the three planes of motion: 1) talar head palpation; 2) symmetry of supra and infra lateral malleolar curvature; 3) inversion/eversion of the calcaneus; 4) prominence in the region of the talus-scaphoid joint; 5) height of the medial longitudinal arch; 6) abduction/adduction of the forefoot. The FPI thus obtained ranges from -12 (highly supinated) to +12 (highly pronated) [19]. Inter-observer reliability for the FPI in the paediatric population is reflected in the consistent weighted Kappa value obtained ($K_w = 0.86$) by Morrison & Ferrari [22] in a sample of children aged 5–16 years. In our study, the FPI values were measured by two podiatrists (JMA and PAG) who are experienced in the use of this instrument. Both researchers measured the same 30 children and the inter-correlation coefficient (ICC) was calculated by reference to the same sample. Both podiatrists were blinded by using a folding screen, which was placed between the subject and the assessor, and only the foot and 10 cm of shank were visible. Participants were assessed while in a relaxed standing position, on a bench 50 cm tall to enable visual and manual inspection. Good inter-observer reliability was recorded (I.C.C. 0.852–0.895).

In all other respects of measurement, the protocol described by Redmond *et al.* in their manual for the FPI [28] was used.

Data analysis

Statistical analysis was performed with SPSS.22 Software (SPSS Inc., USA). After checking the normality of the distribution (Kolmogorov-Smirnov) and the homogeneity of the data (Levene) in both samples, descriptive statistics were used to characterise the sample. The FPI was also analysed as continuous data rather than as z-score data [19]. A descriptive and frequency analysis of the variables was conducted, and the means, standard deviation and percentiles were determined. Student's T-test was used as inferential proof

Table 1 Descriptive for age, weight, height and BMI of the entire sample by gender

	Total				Male			Female				
	Mean	95 % CI		SD	Mean	95 % CI		SD	Mean	95 % CI		SD
BMI (Kg/m ²)	18.87	18.70	19.04	3.62	18.91	18.67	19.14	3.64	18.83	18.59	19.07	3.62
Age (year)	8.17	8.09	8.24	1.60	8.12	8.01	8.22	1.57	8.21	8.11	8.22	1.62
Weight (Kg)	32.70	32.28	33.12	8.97	32.70	32.08	33.31	9.16	32.71	32.13	33.28	8.78
Height (Metre)	1.31	1.30	1.32	0.12	1.31	1.30	1.32	0.12	1.31	1.30	1.32	0.11

Table 2 Descriptions for the FPI of the whole sample. Detailed separate items, laterality and gender

	Gender											
	Total				Male				Female			
	Mean	95 % CI	Median	SD	Mean	95 % CI	Median	SD	Mean	95 % CI	Median	SD
FPI talar head palpation R	0,9	0,88 0,93	1		0,619	0,92 0,88 0,97	1		0,622	0,85 0,93	1	0,616 0,85
FPI curvature at the lateral malleoli R	0,57	0,54 0,6	1		0,63	0,6 0,56 0,64	1		0,633	0,49 0,58	0	0,626 0,49
FPI inversion/eversion of the calcaneus R	0,56	0,53 0,59	1		0,635	0,59 0,54 0,63	1		0,655	0,5 0,58	1	0,615 0,5
FPI talonavicular bulging R	0,53	0,5 0,56	0		0,647	0,57 0,52 0,61	0		0,661	0,46 0,55	0	0,632 0,46
FPI congruence of the medial longitudinal arch R	0,54	0,51 0,58	1		0,649	0,58 0,53 0,62	1		0,67	0,47 0,55	1	0,627 0,47
FPI abduction/adduction of the forefoot on the rearfoot R	0,62	0,59 0,65	1		0,668	0,65 0,61 0,7	1		0,678	0,55 0,64	1	0,657 0,55
FPI R score total	3,73	3,6 3,87	3		2,938	3,91 3,71 4,11	4		3,011	3,37 3,75	3	2,857 3,37
FPI talar head palpation L	0,94	0,91 0,97	1		0,606	0,96 0,92 1	1		0,614	0,88 0,96	1	0,598 0,88
FPI curvature at the lateral malleoli L	0,57	0,54 0,6	1		0,631	0,6 0,56 0,65	1		0,632	0,49 0,57	0	0,628 0,49
FPI inversion/eversion of the calcaneus L	0,59	0,56 0,62	1		0,641	0,61 0,57 0,66	1		0,649	0,53 0,62	1	0,633 0,53
FPI talonavicular bulging L	0,54	0,51 0,57	0		0,641	0,58 0,53 0,62	1		0,651	0,46 0,55	0	0,629 0,46
FPI congruence of the medial longitudinal arch L	0,55	0,52 0,58	1		0,651	0,59 0,54 0,63	1		0,673	0,48 0,56	1	0,629 0,48
FPI abduction/adduction of the forefoot on the rearfoot L	0,64	0,61 0,67	1		0,651	0,67 0,63 0,71	1		0,664	0,57 0,65	1	0,638 0,57
FPI L score total	3,83	3,69 3,97	4		2,932	3,98 3,78 4,18	4		2,987	3,5 3,87	3	2,873 3,5

for related samples (FPI, gender and age). The level of statistical significance was set at $p < 0.05$.

Results and discussion

For the whole sample, the mean FPI obtained was 3.77 points (SD 2.93) for the right foot and 3.87 points (SD 2.92) for the left foot. By gender, the average values for the right foot were slightly higher in the boys than in the girls, with values of 3.93 (SD 2.99) versus 3.61 (SD 2.86), respectively, and the difference was statistically significant ($p = 0.026$). The mean values for the left foot were 4.00 (SD 2.96) in the boys and 3.74 (SD 2.87) in the girls (Table 2).

By age groups, statistically significant differences between the genders ($p < 0.05$) were only observed in the children aged 6 years (right foot) and 7–12 years (left foot) (Table 3).

The FPI values were distributed into percentiles, as a continuous variable. A mean value of 4 points was obtained for the 50th percentile in both genders and for both feet, except the right foot in the girls, for which the value was slightly lower, at 3 points. The 75th sample produced uniform results, with 6 points in every case, and this value is considered the dividing line between physiological and pathological pronation. The mean FPI values and percentiles obtained for children aged 6–11

years are shown in four graphs, one for each gender and foot (see Figs. 1 and 2). In these graphs, the 50th percentiles are represented by the thick black line, the 25th percentiles by the thick red line and the 75th percentiles by the thick brown line, while thin lines represent the 90th (pink), 95th (dark blue), 10th (dark grey) and 5th (light blue) percentiles.

Table 3 Total FPI scores by age and laterality

Age	Lateral	N		Mean (SD)		P value
		Male	Female	Male	Female	
6	Right	128	126	4.8(2.9)	4.1(2.8)	<0.05
	Left	128	126	5.0(2.9)	4.2(2.7)	0.068
7	Right	169	188	4.3(2.9)	3.7(3.0)	0.086
	Left	169	188	4.4(2.8)	3.7(3.1)	<0.05
8	Right	196	166	4.1(3.1)	3.8(2.7)	0.383
	Left	196	166	4.0(3.0)	3.9(2.8)	0.523
9	Right	128	135	3.3(2.9)	3.2(2.8)	0.792
	Left	128	135	3.3(2.8)	3.4(2.8)	0.728
10	Right	113	143	3.2(2.8)	3.4(2.8)	0.515
	Left	113	143	3.3(2.8)	3.6(2.9)	0.301
11	Right	126	140	3.5(3.1)	3.1(2.8)	0.214
	Left	126	140	3.7(3.2)	3.2(2.7)	0.214

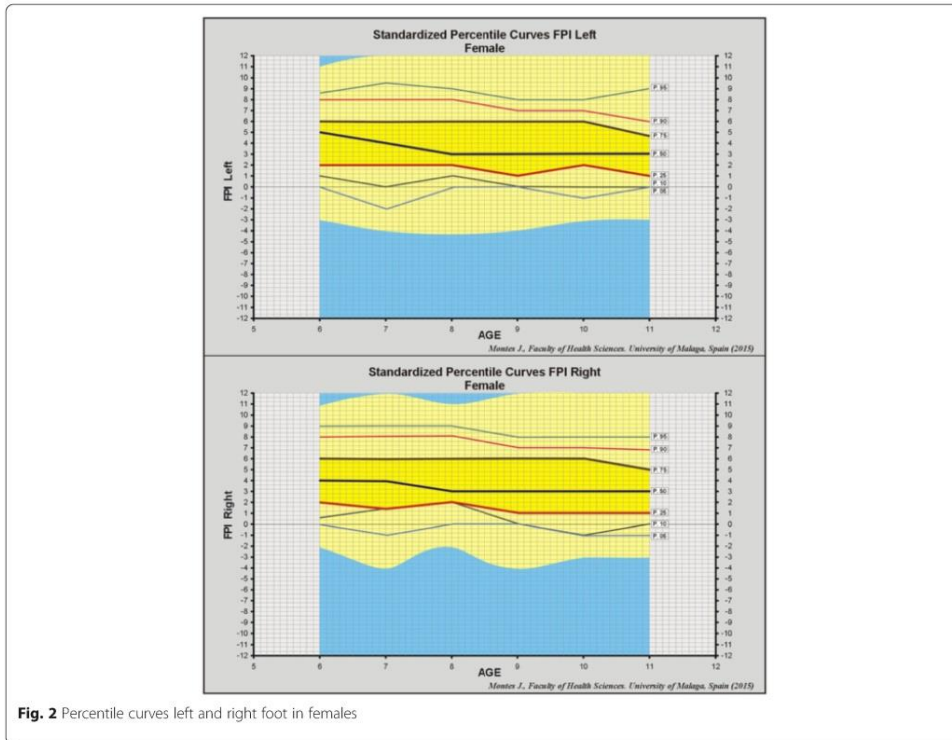


Fig. 2 Percentile curves left and right foot in females

reduction in the prevalence of PAFF with age, despite using other measurement techniques such as examination of the footprint, radiographic measurement of angles or observational techniques [8, 13, 23–25, 30]. Our own study was based on observation of a large,

multicentre and homogeneous sample, although restricted to a single country.

The main limitation of this study concerns the age of the subjects, who were only analysed up to age 11 years, a cutoff point determined by the fact that in Spain

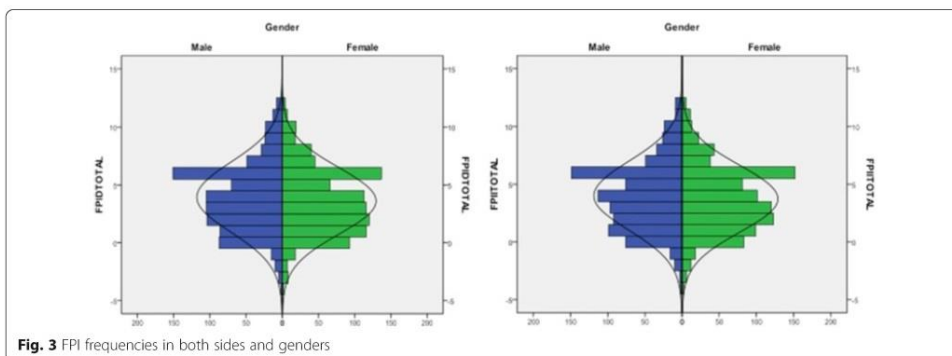


Fig. 3 FPI frequencies in both sides and genders

Table 4 Total FPI with z-score by laterality

value	FPI Right			FPI Left		
	percentil	z	T	percentil	z	T
-4	1	-2.65	23.50	.2	-2.69	23.08
-3	1	-2.31	26.91	.7	-2.35	26.50
-2	2	-1.97	30.32	1.9	-2.01	29.92
-1	4	-1.63	33.73	3.8	-1.67	33.34
0	14	-1.29	37.14	12.6	-1.32	36.76
1	25	-0.94	40.55	23.5	-0.98	40.18
2	37	-0.60	43.96	35.4	-0.64	43.60
3	49	-0.26	47.37	47.3	-0.30	47.02
4	61	0.08	50.78	59.1	0.04	50.44
5	69	0.42	54.19	67.8	0.39	53.86
6	85	0.76	57.60	84.4	0.73	57.28
7	90	1.10	61.01	89.2	1.07	60.70
8	94	1.44	64.42	93.4	1.41	64.12
9	96	1.78	67.84	96.1	1.75	67.54
10	98	2.12	71.25	98.1	2.10	70.95
11	99	2.47	74.66	99.2	2.44	74.37
12	100	2.81	78.07	100	2.78	77.79

children transfer from primary school to high school at this age. Ideally, our sample should have included subjects aged up to 18 years.

Future studies of this type, with similarly large sample sizes and a greater age range, taking into account different ethnic groups and geographic regions, could achieve greater precision regarding the reference values for foot posture in childhood and adolescence. Moreover, cohort studies of foot posture in childhood, using the FPI, would contribute to a better understanding of the development of the foot during growth.

Our study shows the FPI to be a good outcome measure for foot posture in the paediatric population, achieving a weighted Kappa value of Kw = 0.88 [22], good intra-observer correlation (ICC = 0.93–0.96) and good inter-observer reliability (ICC = 0.79) [26]. This index has also been used successfully in studies based on subjects with diverse musculoskeletal pathologies [27, 31–33] and in studies of childhood obesity and its influence on foot posture [29, 34]. Furthermore, the FPI offers a three-dimensional assessment of pronation and supination, unlike traditional biplanar techniques such as footprint examination or radiography.

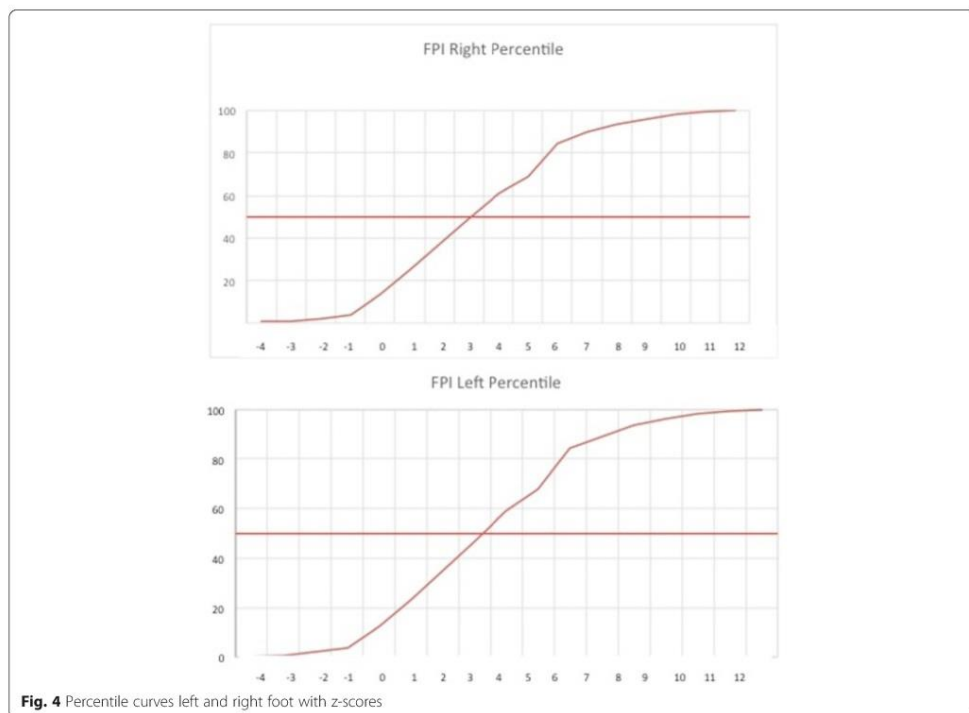


Fig. 4 Percentile curves left and right foot with z-scores

The results obtained in this study enable us to establish reference foot posture values, based on the FPI, for a healthy paediatric population. The data are presented by percentiles, with mean values and the corresponding standard deviation, which we believe would be useful in future studies conducted to identify non-normal values, whether physiological or clinical, identified in foot-screening procedures similar to those used to determine the BMI. This approach could be of value in identifying subjects who need to be referred elsewhere for deeper analysis of gait or growth. These data can also be used, in conjunction with those provided by future studies of foot symptomatology, to better determine what should be considered physiological or pathological as regards foot posture in childhood. Our study, therefore, could be viewed as complementary to Redmond et al. [20], regarding normative values for the Foot Posture Index in children.

Conclusions

As limits for normative FPI values, we recommend the 85th percentile for pronation and the 4th for supination. The 50th percentile is 4 points for children (both male and female) aged 6 years. This value falls progressively with age, to 3 FPI points for children aged 11 years.

Abbreviations

FPI, foot posture index; ICC, inter-correlation coefficient; PSFF, flatfoot and symptomatic flexible flatfoot

Acknowledgements

Not applicable.

Funding

The authors declare that they have no financial relationships relevant to this article to disclose.

Availability of data and supporting materials

At present, the data are not available to be shared because they form part of a joint project with another research group.

Authors' contributions

GNG contributed to the study's conception, design and analysis, and drafted the manuscript. MNA contributed to the study's conception, design and analysis, and drafted the manuscript. MAJ contributed to data acquisition. CMJA contributed to the study's conception and design. AGP contributed to data acquisition. MAJM contributed to the analysis and critically revised the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Consent for publication

Not applicable.

Ethics approval and consent to participate

This study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and was approved by the Ethics Committees of the Universities of Extremadura and Málaga (Spain). The parents were previously informed about the characteristics of the study. They were all asked to complete a questionnaire and to provide signed consent to confirm the participation of their children in the study.

Author details

¹Department of Nursing and Podiatry, Arquitecto Francisco Peñalosa 3, Malaga, Spain. ²Department of Nursing, University of Extremadura, Badajoz, Spain.

Received: 19 January 2016 Accepted: 12 July 2016

Published online: 26 July 2016

References

- Bordelon RL. Hypermobil flatfoot in children. Comprehension, evaluation, and treatment. *Clin Orthop*. 1983;181:7–14.
- Harris EJ. The natural history and pathophysiology of flexible flatfoot. *Clin Podiatr Med Surg*. 2010;27(1):1–23.
- McCarthy DJ. The developmental anatomy of pes valgo planus. *Clin Podiatr Med Surg*. 1989;6(3):491–509.
- 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 Scotl*. 2008;18(3):142–9.
- Tareco JM, Miller NH, MacWilliams BA, Michelson JD. Defining flatfoot. *Foot Ankle Int*. 1999;20(7):456–60.
- Harris EJ, Vanore JV, Thomas JL, Kravitz SR, Mendelson SA, Mendicino RW, et al. Diagnosis and treatment of pediatric flatfoot. *J Foot Ankle Surg Off Publ Am Coll Foot Ankle Surg*. 2004;43(6):341–73.
- Evans AM, Nicholson H, Zakarias N. The paediatric flat foot proforma (p-FFP): improved and abridged following a reproducibility study. *J Foot Ankle Res*. 2009;2:25.
- Staheli LT, Chew DE, Corbett M. The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *J Bone Joint Surg Am*. 1987;69(3):426–8.
- Chen K-C, Yeh C-J, Kuo J-F, Hsieh C-L, Yang S-F, Wang C-H. Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children. *Eur J Pediatr*. 2011;170(5):611–7.
- Fascione JM, Crews RT, Wrobel JS. Association of footprint measurements with plantar kinetics: a linear regression model. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2014;104(2):125–33.
- Chang C-H, Chen Y-C, Yang W-T, Ho P-C, Hwang A-W, Chen C-H, et al. Flatfoot diagnosis by a unique bimodal distribution of footprint index in children. *PLoS One*. 2014;9(12):e115808.
- Pauk J, Ichnatouski M, Najafi B. Assessing plantar pressure distribution in children with flatfoot arch: application of the Clarke angle. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2014;104(6):622–32.
- Villarroya MA, Esquivel JM, Tomás C, Moreno LA, Buenafé A, Bueno G. Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: footprints and radiographic study. *Eur J Pediatr*. 2009;168(5):559–67.
- Metcalfe SA, Bowling FL, Baltzopoulos V, Maganaris C, Reeves ND. The reliability of measurements taken from radiographs in the assessment of paediatric flat foot deformity. *Foot Edinb Scotl*. 2012;22(3):156–62.
- Yocum A, McCoy SW, Bjornson KF, Mullens P, Burton GN. Reliability and validity of the standing heel-rise test. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2010;30(3):190–204. doi:10.3109/01942631003761380.
- Vinicombe A, Raspovic A, Menz HB. Reliability of navicular displacement measurement as a clinical indicator of foot posture. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2001;91(5):262–8.
- Picciano AM, Rowlands MS, Worrell T. Reliability of open and closed kinetic chain subtalar joint neutral positions and navicular drop test. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1993;18(4):553–8.
- Kothari A, Dixon PC, Stebbins J, Zavatsky AB, Theologis T. Motion analysis to track navicular displacements in the pediatric foot: relationship with foot posture, body mass index, and flexibility. *Foot Ankle Int*. 2014;35(9):929–37.
- Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006;21(1):89–98.
- Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res*. 2008;1(1):6.
- Lee JS, Kim KB, Jeong JO, Kwon NY, Jeong SM. Correlation of foot posture index with plantar pressure and radiographic measurements in pediatric flatfoot. *Ann Rehabil Med*. 2015;39(1):10–7.
- Morrison SC, Ferrari J. Inter-rater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) in the assessment of the paediatric foot. *J Foot Ankle Res*. 2009;2:26.

23. García-Rodríguez A, Martín-Jiménez F, Carnero-Varo M, Gómez-Gracia E, Gómez-Aracena J, Fernández-Crehuet J. Flexible flat feet in children: a real problem? *Pediatrics*. 1999;103(6):e84.
24. 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(11):1050–3.
25. Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M. Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics*. 2005;118(2):634–9.
26. Evans AM, Rome K, Peet L. The foot posture index, ankle lunge test, Beighton scale and the lower limb assessment score in healthy children: a reliability study. *J Foot Ankle Res*. 2012;5(1):1.
27. Barton CJ, Bonanno D, Levinger P, Menz HB. Foot and ankle characteristics in patellofemoral pain syndrome: a case control and reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(5):286–96.
28. Redmond AC. The Foot Posture Index. User guide and manual [Manual available online]. Leeds: University of Leeds; 2005.
29. Evans AM. The paediatric flat foot and general anthropometry in 140 Australian school children aged 7–10 years. *J Foot Ankle Res*. 2011;4(1):12.
30. Gould N, Moreland M, Alvarez R, Trevino S, Fenwick J. Development of the child's arch. *Foot Ankle*. 1989;9(5):241–5.
31. Kennedy J, Noel J, O'Meara A, Kelly P. Foot and ankle abnormalities in the Hurler syndrome: additions to the phenotype. *J Pediatr Orthop*. 2013;33(5):558–62.
32. James AM, Williams CM, Luscombe M, Hunter R, Haines TP. Factors associated with pain severity in children with calcaneal apophysitis (Sever Disease). *J Pediatr*. 2015;167(2):455–9.
33. Williams C, Tinley PD, Curtin M, Nielsen S. Foot and ankle characteristics of children with an idiopathic toe-walking gait. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2013;103(5):374–9.
34. Tucker J, Moore M, Rooy J, Wright A, Rothschild C, Werk LN. Reliability of common lower extremity biomechanical measures of children with and without obesity. *Pediatr Phys Ther*. 2015;27(3):250–6. doi:10.1097/PEP.000000000000152.

Submit your next manuscript to BioMed Central
and we will help you at every step:

- We accept pre-submission inquiries
- Our selector tool helps you to find the most relevant journal
- We provide round the clock customer support
- Convenient online submission
- Thorough peer review
- Inclusion in PubMed and all major indexing services
- Maximum visibility for your research

Submit your manuscript at
www.biomedcentral.com/submit



IV.2 PUBLICACIÓN Nº2

IV.2.1 Presentación de la publicación

Título: “Overweight, obesity and foot posture in children: A cross-sectional study”

Autores: Gijón-Nogueron G, Montes-Alguacil, Martínez-Nova A, Alfageme-García P, Cervera-Marín Jose A, Morales-Asensio Jose M.

Revista: Journal of Paediatrics and child Health

Volumen: Vol 53 Pages 33-37

Doi:10.1111/jpc.13314

Año: 2017

IV.2.2 Informe

El trabajo titulado “Overweight, obesity and foot posture in children: A cross-sectional study” se publicó en la Revista Journal Foot and Ankle Research, Actualmente dicha publicación se encuentra indexada en numerosas bases de datos de referencia de entre las que destacamos:

- EMBASE (Elsevier).
- Journal Citation Reports / Science Edition.
- MEDLINE (NLM).
- Pubmed (NLM).
- Scopus (Elsevier).
- Web of science.

Respecto de Journal Citation Reports los últimos datos publicados indican que la revista ocupa la posición 77/124 revistas en el área de Ciencias de la Salud (Pediatria) equivalente a un cuartil (Q3). El índice de impacto de la revista en el área es de 1,449. Los últimos 5 años la revista ha mantenido

una posición Q3 dentro del área. El índice de impacto a 5 años de la revista es de 1,649.

Contribución del Doctorando:

El doctorando ha participado activamente en el diseño del estudio, la adquisición y procesamiento de los datos y en el análisis de los mismos.

Todos los co-autores han leído y colaborado activamente en el manuscrito y aprobaron la versión final del mismo.

Fdo. El director de la Tesis

Alfonso Martínez Nova

IV.2.3 Resumen en castellano

La obesidad se considera un problema entre la población infantil, de ahí que nuestro estudio tenga como objetivo el examinar la relación entre la obesidad y la postura del pie medida mediante el FPI.

Método: Es un estudio transversal con una muestra de 1798 alumnos (873 niños y 925 niñas) con edades entre los 6 y los 12 años. Fueron medidos la altura y el peso al igual que calculamos el BMI. Para la postura del pie utilizamos el FPI y utilizamos el Howel Test.

Los resultados muestran que el FPI en niños de 6 años el pie derecho estaba en una posición más pronada que en las niñas mientras que en los niños de 7 años esto se daba en el pie izquierdo. Para otras edades no encontramos diferencias significativas del FPI en los diferentes sexos. Tampoco existían diferencias entre el IMC / FPI en las distintas edades.

Concluimos que en niños de entre 6 y 12 años el IMC no presenta una importante relación con el FPI además de que el sexo y la edad no son relevantes en la postura del pie en esas edades.

IV.2.4 Copia de la publicación



ORIGINAL ARTICLE

Overweight, obesity and foot posture in children: A cross-sectional study

Gabriel Gijon-Noguero,¹ Jesus Montes-Alguacil,¹ Alfonso Martinez-Nova,² Pilar Alfageme-Garcia,² Jose A Cervera-Marin¹ and Jose M Morales-Asencio¹

¹Department of Nursing and Podiatry, University of Malaga, Malaga and ²Department of Nursing, University of Extremadura, Badajoz, Spain

Aim: The aim of this study is to examine the relationship between obesity and foot posture in children.

Methods: This cross-sectional study is based on a sample population of 1798 schoolchildren (873 boys and 925 girls) aged between 6 and 12 years. The height and weight of each subject was measured and the body mass index (BMI) was calculated. Foot posture was described by means of the foot posture index (FPI). The differences among various foot postures in relation to BMI, for the total sample, were tested using the Games-Howell test. In addition, cross tabulation for different gender groups and BMI categories was applied and tested using χ^2 .

Results: The mean BMI was 18.94 (standard deviation (SD) 3.65 kg/m²) in the boys and 18.90 (SD 3.64 kg/m²) in the girls, and the FPI was 3.97 (SD 2.98) in the boys and 3.68 (SD 2.86) in the girls. The FPI results show that among the boys aged 6 years, the right foot was more pronated than among the girls (FPI 4.8–4.1, $P = 0.034$), while among the boys aged 7 years, this was true for the left foot (4.4–3.7, $P = 0.049$). For the other ages, there were no significant differences in the FPI between the sexes. There were no significant differences between the value, or categories, of BMI and the FPI in the different age groups.

Conclusion: In children aged between 6 and 12 years, body mass does not appear to have an important bearing on static foot posture. Furthermore, the variables gender and age are of scant importance in determining foot posture in children.

Key words: children; cross-sectional study; foot posture; obesity; overweight.

What is already known on this topic

- 1 Obesity is a pandemic and growing public health concern, and has been also found to be linked with different musculoskeletal disorders, as biomechanical overload disorders of the lower limb.
- 2 However, the real impact of overweight and obesity on foot posture in children remains unclear.
- 3 Several studies have suggested that appropriate tools are needed to ensure validity and reliability in the diagnosis of flexible flatfoot in children.

What this paper adds

- 1 Obesity does not have any influence on foot posture in children so more research is needed in this direction.
- 2 This finding is in contrast with other studies that have observed an association between BMI and foot measurements.
- 3 Using FPI avoids possible influence of the volume of fat in the sole of the foot on the interpretation of the footprints.

In 2013, 42 million children under 5 years old had obesity or overweight,¹ which is one of the most serious healthcare problems of the twenty-first century.^{2–4} Obesity and overweight are often related to musculoskeletal disorders, particularly of the lower limbs and feet.^{5,6} In the UK, pain in the low back is the most prevalent in all age groups, whereas in children, the most common area of pain is the foot.⁷

The foot is a functional unit of the human body that plays a key role in balance^{8,9} and movement.^{9,10} The morphological and

functional development of children's feet can be influenced by internal factors (sex, age and genetics) and by external ones (shoes, body weight and physical activity). The fact that obese children have a strong tendency to suffer flat feet is both predictable and well documented.^{11–15}

It is a normal evolutionary process that children have flat feet when they start walking, as intrinsic ligamentous laxity and the lack of neuromuscular control result in a flattening of the foot under load.¹⁶ In children aged between 1 and 5 years, there is an increased thickness of fat under the medial longitudinal plantar arch, which disappears from the age of about 5 years, when the foot structure approaches its mature form.¹¹ From 6 years of age, children develop an internal longitudinal arch that is very similar to the adult form.¹⁷ However, it should be noted that the value of the 50th percentile for FPI increase in the children aged 12 years,

Correspondence: Dr Gabriel Gijon-Noguero, Faculty of Health Sciences, Arquitecto Francisco Penaloza 3, Ampliacion de Campus de Teatinos, Malaga 29071 Spain. Fax: +34 9 5195 2819; email: gagijon@uma.es

Conflict of interest: None declared.

Accepted for publication 8 May 2016.

in both genders, a circumstance that might indicate a point of transition from childhood to adolescence.^{18,19}

However, many of the studies that have investigated the correlation between weight and foot posture in children have used the footprint as an objective assessment, parameters such as Clarke's angle (1933),²⁰ the Chippaux index (1947)²¹ and the Arch index (Staheli, 1987)¹⁸ have been used to study foot posture for over 25 years.^{12,22} However, the footprint is only the contact area between the sole of the foot and the ground; it provides no information about bone structure.²³ In consequence, these measurements might confound excess plantar fat with a real decrease in the medial longitudinal arch.²⁴

By contrast, the foot posture index (FPI) is a clinical assessment instrument consisting of six items used to assess the position of the foot in the three spatial planes, in order to measure the three functional units, namely the hindfoot, midfoot and forefoot, requiring no additional measuring instrument. It has acceptable validity²⁵ and has demonstrated good reliability both in adults²⁶ and in children.²⁷

The aim of this study was to determine the relationship between the value of the body mass index (BMI) and its different categories and static foot posture in children aged between 6 and 12 years.

Methods

Participants

In this cross-sectional study, we examined and analysed school-children aged between 6 and 12 years. The measurements were taken during 2013 and 2014. The examinations took place at eight schools randomly selected from 25 centres in the Spanish provinces of Malaga, Granada and Plasencia. The average age of the sample population was 8.29 ± 1.72 years, the average weight was 33.05 ± 9.35 kg, the average height was 1.31 ± 0.12 m and the average BMI was 18.90 ± 3.64 kg/m². A total of 93% of children were right-footed.

The following inclusion criteria were applied: age between 6 and 12 years, no pain in the foot at the time of examination, informed consent of parent/guardian. The parents were previously informed about the study, completed a questionnaire and signed the consent form to confirm the participation of their children. Participants with any of the following conditions were excluded from the study: recent injury to the leg, alterations in the foot bones, congenital structural changes that affected distal zones to the ankle joint, and flatfoot caused by cerebral palsy, surgical treatment in the foot or lower leg, or damage of a genetic, neurologic or muscular nature. The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and was approved by the Ethics Committees of the Universities of Extremadura and Malaga (Spain).

Weight classification

Body mass index

The height of each subject was measured to the nearest millimetre using a calibrated portable SECO 7710 with a spirit level attached to the arm for greater accuracy. Body mass was measured to the nearest 0.05 kg using calibrated Digital Pegasus Scales

Table 1 Characteristics of the sample in each body mass index (BMI) group by age and gender

Age (years)	BMI group														
	Total				Male				Female						
	Underweight (P<3.0) n (%)	Normal (P3-00) n (%)	Overweight (P90-97) n (%)	Obesity (P>97) n (%)	Total	Underweight (P<3.0) n (%)	Normal (P3-00) n (%)	Overweight (P90-97) n (%)	Obesity (P>97) n (%)	Total	Underweight (P<3.0) n (%)	Normal (P3-00) n (%)	Overweight (P90-97) n (%)	Obesity (P>97) n (%)	Total
6	7 (2.8)	222 (87.4)	18 (7.1)	7 (2.8)	254	3 (2.30)	110 (85.90)	12 (9.4)	3 (2.3)	128	4 (3.2)	112 (88.9)	6 (4.8)	4 (3.2)	126
7	10 (2.8)	312 (87.4)	25 (7)	10 (2.8)	357	3 (1.80)	148 (87.60)	12 (7.1)	6 (3.6)	169	7 (3.7)	164 (87.2)	13 (6.9)	4 (2.1)	188
8	10 (2.8)	316 (87.3)	26 (7.2)	10 (2.8)	362	5 (2.60)	170 (86.70)	16 (8.2)	5 (2.6)	196	5 (3)	146 (88)	10 (6)	5 (3)	166
9	7 (2.7)	230 (87.5)	19 (7.2)	7 (2.7)	263	4 (3.10)	110 (85.90)	9 (7)	5 (3.9)	128	3 (2.2)	120 (88.9)	10 (7.4)	2 (1.5)	135
10	7 (2.7)	222 (86.7)	20 (7.8)	7 (2.7)	256	4 (3.50)	99 (87.60)	8 (7.1)	2 (1.8)	113	3 (2.1)	123 (86)	12 (8.4)	5 (3.5)	143
11	7 (2.6)	233 (87.6)	18 (6.8)	8 (3)	266	6 (4.8)	109 (86.5)	6 (4.8)	5 (4)	126	1 (0.7)	124 (88.6)	12 (8.6)	3 (2.1)	140
12	1 (2.5)	35 (87.5)	3 (7.5)	1 (2.5)	40	1 (7.7)	11 (84.6)	0 (0)	1 (7.7)	13	0 (0)	24 (88.9)	3 (11.1)	0 (0)	27
49		1570	129	50	1798	26	757	63	27	873	23	813	66	23	925

with subjects wearing minimal clothing (a T-shirt and shorts or skirt). The BMI was calculated from the subjects' height and weight ($BMI = \text{weight}/\text{height}^2$). Since the subjects were all from Spain where the Orbegozo classification is widely used, the subjects were then classified by their BMI score, using the classification system proposed by Orbegozo²⁸ divided into four categories as follows, underweight: percentile less than 3 ($P_{<3}$), normal weight: percentile between 3 and 90 (P_{3-90}), overweight: percentile between 90 and 97 (P_{90-97}) and obesity: percentile greater than 97 ($P_{>97}$), based on BMI according to age. Table 1 shows the number of children classified in each BMI group, by age.

Foot posture index

The FPI values were measured double-blind, by two podiatrists (JMA and PAG), both experienced in the use of this instrument, with good inter-rater reliability (0.852–0.895). Both podiatrists were blinded to the intentions of the study and to the identity of the participants. The same protocol as in other studies²⁹ was used. The subjects were evaluated in a relaxed standing position, on a bench at a height of 50 cm, to facilitate visual and manual inspection.

Statistical analysis

The sample size was estimated assuming a prevalence of children of 6–12 years of age 10%,²² with an accuracy of 1.5%, and an alpha value of 0.05. For a total population of 200 922 children in the three provinces, a sample of 1525 children was necessary. This size was overestimated up to a 15% to cover potential drop-outs.

The SPSS 22.0 program (IBM Corp., Armonk, New York, USA) was used for the statistical analyses. After checking the normality (Kolmogorov–Smirnov) and homoscedasticity (Levene) of the data, a descriptive analysis of the variables was carried out. Bivariate analysis was performed using the Student *t* and the χ^2 tests for normally distributed data. Otherwise, the Mann–Whitney *U* and Kruskal–Wallis non-parametric tests were used. Analysis of variance was conducted to determine the association between the different BMI groups (underweight, normal, overweight and obesity) and the FPI values for both feet, applying the Games–Howell post hoc correction to identify significant differences. The significance level was set at $P < 0.05$ and all the analyses and tests were two-sided.

Results

The sample was integrated by 1798 schoolchildren (873 boys and 925 girls) aged between 6 and 12 years. The mean BMI was $18.94 \pm 3.65 \text{ kg/m}^2$ in the boys and $18.90 \pm 3.64 \text{ kg/m}^2$ in the girls, with no statistically significant difference by gender ($P = 0.834$) and age ($P = 0.785$).

Globally, FPI values in the right foot were slightly higher in boys compared with girls: 3.94 (standard deviation (SD) 2.99) versus 3.61 (SD 2.86) ($P = 0.026$). For FPI in the left foot, this difference remained, although it was not statistically significant: 4.01 (SD 2.97) versus 3.74 (SD 2.87) ($P = 0.072$).

Among the boys aged 6 years, the right foot was more pronated than was the case among the girls (4.8 ± 2.9 ; 4.1 ± 2.8 , $P = 0.034$). Similarly, among the boys aged 7 years, the right foot

Table 2 Characteristics of the sample by age, foot posture index (FPI) score and gender

Age	FPI total score	n		Mean (SD)		P-value
		Male	Female	Male	Female	
6	Right	128	126	4.8 (2.9)	4.1 (2.8)	<0.05
	Left	128	126	5 (2.9)	4.2 (2.7)	0.068
7	Right	169	188	4.3 (2.9)	3.7 (3)	0.086
	Left	169	188	4.4 (2.8)	3.7 (3.1)	<0.05
8	Right	196	166	4.1 (3.1)	3.8 (2.7)	0.383
	Left	196	166	4.0 (3)	3.9 (2.8)	0.523
9	Right	128	135	3.3 (2.9)	3.2 (2.8)	0.792
	Left	128	135	3.3 (2.8)	3.4 (2.8)	0.728
10	Right	113	143	3.2 (2.8)	3.4 (2.8)	0.515
	Left	113	143	3.3 (2.8)	3.6 (2.9)	0.301
11	Right	126	140	3.5 (3.1)	3.1 (2.8)	0.214
	Left	126	140	3.7 (3.2)	3.2 (2.7)	0.214
12	Right	13	27	3.6 (2.2)	4.7 (2.5)	0.156
	Left	13	27	3.9 (1.8)	5.1 (2.1)	<0.05

SD, standard deviation.

was more pronated than among the girls (4.4 ± 2.8 ; 3.7 ± 3.1 , $P = 0.049$). Only in the group aged 12 years did the girls have a more pronated foot than the boys (5.1 ± 2.1 ; 3.9 ± 1.8 , $P = 0.037$). For the other ages, there were no significant differences in the FPI between boys and girls ($P > 0.05$, Table 2).

The comparative analysis of the FPI, for the different categories of BMI, revealed no significant differences in the foot posture of the children (Table S1, Supporting Information). Among the subjects with underweight, the mean FPI was slightly higher than among the other groups, with 4.4 (SD 2.9) and 4.1 ± 2.9 for the left and the right foot, respectively, while among the other groups, this value decreased toward normal levels; thus, in subjects with normal weight the FPI was 3.8 ± 2.9 for the right foot and 3.9 ± 2.9 for the left foot; among those with overweight, the FPI was 3.5 ± 3 for the right foot and 3.7 ± 3 for the left foot; finally, among those with obesity, it was 3.2 ± 2.9 for the right foot and 3.1 ± 2.9 for the left foot. Thus, the latter BMI category presented the lowest degree of pronation.

Figure 1 shows the pattern of FPI for the different groups, according to their BMI.

Discussion

This paper addresses a reasonable, often-expressed doubt in the scientific literature, namely the existence or otherwise of a relationship between overweight/obesity and foot posture.

Our sample of 1798 children presented an average FPI of 3.8, which coincides with the findings of Redmond¹⁹ and Evans *et al.*³⁰, of 3.8 and 4, respectively, and which are within normal parameters. This foot posture is almost one point more pronated than in the adult population, for which the average FPI is 3 among the general Spanish population.³¹

Among the boys aged 6 or 7 years, the feet were more pronated than was the case among the girls of the same age. This is

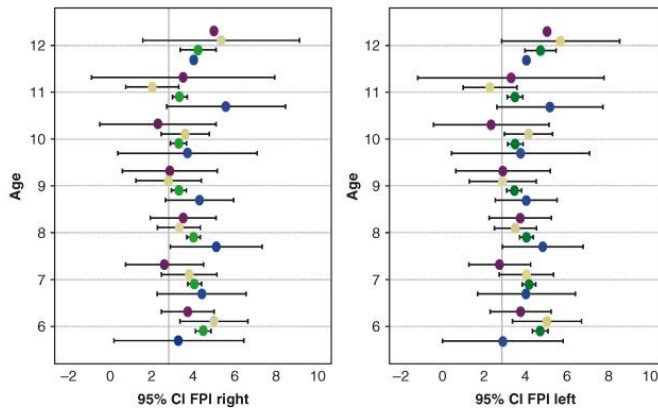


Fig. 1 Foot posture index (FPI) for the different groups according to body mass index. (●), Underweight; (●), normal; (●), overweight; (●), obesity. CI, confidence interval.

accounted for by the fact that at this age, the foot is still developing, and evolves naturally from a flattened (pronated) posture to a more neutral one.^{16,17} Since girls develop earlier than boys, they seem to have already completed this stage of development and thus present lower FPI scores than the boys. At ages 8, 9, 10 and 11 years, no significant differences in the static foot posture were observed between boys and girls. This situation changed again at the age of 12, when the trend was reversed, with the girls having more pronated feet than the boys, because of a greater degree of laxity in female feet.³²

The BMI results for our sample of schoolchildren are close to those obtained by Orbegozo in a similar sample,²⁸ in which around 10% of the population was overweight. However, the National Statistics Institute³³ recorded a higher percentage (15%) of obesity in Spanish children between 5 and 9 years. In the age range of 10–14 years, our sample contained 3% of subjects with obesity, which is in line with the values reported by the National Statistics Institute.³³

Contrary to expectations, our results reflect no relationship between BMI and FPI. Thus, the feet of subjects with a lower BMI present a greater degree of pronation, while the results for obese subjects are closer to the criteria of normality defined in the evaluation criteria for the FPI. Presumably, the use of the FPI could influence the results, as it includes measurements taken in the three spatial planes and considers the three functional units of the foot (hindfoot, midfoot and forefoot). This finding is in contrast to studies that have observed an association between BMI and foot measurements. In these previous studies, however, the analysis performed was based on a single plane and used a different measuring element, that of the footprint.^{12,13,22,34,35}

The FPI was used as a measurement instrument in order to obtain data enabling us to analyse the foot posture in all three spatial planes. Thus, we were able to quantify the overall position of the foot, while avoiding the possible influence of the volume of fat in the sole of the foot on the interpretation of the footprint.

In view of the results obtained, we suggest a more extensive, improved study should be performed, taking into account the family background, with data such as foot type, or pathological conditions such as joint hypermobility. We believe that some variables could be used in conjunction with BMI as a predictive

instrument for musculoskeletal disorders in schoolchildren with overweight or obesity. Nevertheless, these results should be taken with caution, and we stress their limited scope of use; although a large population sample was analysed, it still constitutes a small proportion of the population in a very specific location. One potential limitation of our study is that the differences race and areas of the rest of the countries is not represented in the sample, so the data do not represent the global of population. Moreover, a study should be performed of a sample of children without weight limitations, which would improve the results, making them more representative and enabling us to confirm whether overweight has a direct impact on foot posture. We can not conclude whether footwear could influence or not in our results, as well as genetic predisposition, hence, future investigations should be focused on determine the influence of both aspects. In addition, healthcare programmes should be instituted to analyse the impact of this type of problem in the child population in the medium and long term.

Conclusion

In a general population of children aged between 6 and 12 years, with an incidence of 10% overweight, foot posture, measured by the FPI, becomes less pronated with increasing BMI, although the relationship is not statistically significant. Neither age nor gender is significantly associated with BMI or foot posture.

References

- 1 World Health Organization. *Obesity and Overweight*. Geneva: World Health Organization. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> [accessed 11 Jan 2015].
- 2 Jebb SA, Lambert J. Overweight and obesity in European children and adolescents. *Eur. J. Pediatr.* 2000; **159** (Suppl. 1): S2–4.
- 3 Livingstone B. Epidemiology of childhood obesity in Europe. *Eur. J. Pediatr.* 2000; **159** (Suppl. 4): S14–34.
- 4 Zimmermann MB, Gübeli C, Püntener C, Molinari L. Overweight and obesity in 6–12 year old children in Switzerland. *Swiss Med. Wkly.* 2004; **134**: 523–8.
- 5 James WP. What are the health risks? The medical consequences of obesity and its health risks. *Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes Off. J. Ger. Soc. Endocrinol. Ger. Diabetes Assoc.* 1998; **106**: 1–6.

- 6 Messier SP, Gutekunst DJ, Davis C, DeVita P. Weight loss reduces knee-joint loads in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2005; **52**: 2026–32.
- 7 Jordan KP, Kadam UT, Hayward R, Porcheret M, Young C, Croft P. Annual consultation prevalence of regional musculoskeletal problems in primary care: An observational study. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2010; **11**: 144.
- 8 Humphrey LR, Hemami H. A computational human model for exploring the role of the feet in balance. *J. Biomech.* 2010; **43**: 3199–206.
- 9 Zhang S, Li L. The differential effects of foot sole sensory on plantar pressure distribution between balance and gait. *Gait Posture* 2013; **37**: 532–5.
- 10 Arnold JB, Mackintosh S, Jones S, Thewlis D. Differences in foot kinematics between young and older adults during walking. *Gait Posture* 2014; **39**: 689–94.
- 11 Mickle KJ, Steele JR, Munro BJ. The feet of overweight and obese young children: Are they flat or fat? *Obesity* 2006; **14**: 1949–53.
- 12 Chang J-H, Wang S-H, Kuo C-L, Shen HC, Hong Y-W, Lin L-C. Prevalence of flexible flatfoot in Taiwanese school-aged children in relation to obesity, gender, and age. *Eur. J. Pediatr.* 2010; **169**: 447–52.
- 13 Dowling AM, Steele JR, Baur LA. Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. J. Int. Assoc. Study Obes.* 2001; **25**: 845–52.
- 14 Garcia-Rodriguez A, Martin-Jiménez F, Carnero-Varo M, Gómez-Gracia E, Gómez-Aracena J, Fernández-Crehuet J. Flexible flat feet in children: A real problem? *Pediatrics* 1999; **103**: e84.
- 15 Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M. Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics* 2006; **118**: 634–9.
- 16 Nemeth B. The diagnosis and management of common childhood orthopedic disorders. *Curr. Probl. Pediatr. Adolesc. Health Care* 2011; **41**: 2–28.
- 17 Levangie PK, Norkin CC. *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis*, 2nd edn. Philadelphia, PA: Davis.
- 18 Staheli LT, Chew DE, Corbett M. The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1987; **69**: 426–8.
- 19 Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. *J. Foot Ankle Res.* 2008; **1**: 6.
- 20 Clarke HH. An objective method of measuring the height of the longitudinal arch in foot examinations. *Res. Q. Am. Phys. Educ. Assoc.* 1933; **4**: 99–107.
- 21 Chipaux C. [Elementos Dántropologie.] Marsella: Le Pharo, 1947 (in Spanish).
- 22 Chen J-P, Chung M-J, Wang M-J. Flatfoot prevalence and foot dimensions of 5- to 13-year-old children in Taiwan. *Foot Ankle Int.* 2009; **30**: 326–32.
- 23 Harris EJ. The natural history and pathophysiology of flexible flatfoot. *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2010; **27**: 1–23.
- 24 Echarri JJ, Forriol F. The development in footprint morphology in 1851 Congolese children from urban and rural areas, and the relationship between this and wearing shoes. *J. Pediatr. Orthop. B* 2003; **12**: 141–6.
- 25 Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: The Foot Posture Index. *Clin. Biomech.* 2006; **21**: 89–98.
- 26 Cornwall MW, McPoil TG, Lebec M, Vicenzino B, Wilson J. Reliability of the modified Foot Posture Index. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2008; **98**: 7–13.
- 27 Evans AM, Copper AW, Scharfbillig RW, Scutter SD, Williams MT. Reliability of the foot posture index and traditional measures of foot position. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2003; **93**: 203–13.
- 28 Sobradillo B, Aguirre A, Aresti U. [Curvas y tablas de crecimiento (estudios longitudinal y transversal).] Bilbao: Fundación Faustino Orbeagoa Elizaguirre, 2004 (in Spanish).
- 29 Luque-Suarez A, Gijon-Nogueron G, Baron-Lopez FJ, Labajos-Manzanares MT, Hush J, Hancock MJ. Effects of kinesiotaping on foot posture in participants with pronated foot: A quasi-randomised, double-blind study. *Physiotherapy* 2014; **100**: 36–40.
- 30 Evans AM, Rome K, Peet L. The foot posture index, ankle lunge test, Beighton scale and the lower limb assessment score in healthy children: A reliability study. *J. Foot Ankle Res.* 2012; **5**: 1.
- 31 Gijon-Nogueron G, Sanchez-Rodriguez R, Lopezosa-Reca E, Cervera-Marin JA, Martinez-Quintana R, Martinez-Nova A. Normal values of the Foot Posture Index in a young adult Spanish population: A cross-sectional study. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2015; **105**: 42–6.
- 32 Benhamú-Benhamú S, Domínguez-Maldonado G, García-De-La-Peña R, Jiménez-Cristino MD, Gijon-Nogueron G. Clinical signs in the foot that are predictors of ligamentous laxity in the adult population. *J. Tissue Viability* 2015; **24**: 153–64.
- 33 Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. *Portal Estadístico del SNS*. Available from: <http://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuesta2011.htm> [accessed 11 Jan 2015]
- 34 Villarroya MA, Esquivel JM, Tomás C, Moreno LA, Buenafé A, Bueno G. Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: Footprints and radiographic study. *Eur. J. Pediatr.* 2009; **168**: 559–67.
- 35 Woźniacka R, Bac A, Matusik S, Szczygiel E, Cizek E. Body weight and the medial longitudinal foot arch: High-arched foot, a hidden problem? *Eur. J. Pediatr.* 2013; **172**: 683–91.

Supporting Information

Additional Supporting Information may be found in the online version of this article at the publisher's web-site:

Table S1. Analysis of the FPI and the different categories of BMI.

IV.3. PUBLICACIÓN N°3

IV.3.1 Presentación:

TÍTULO: FOOT POSTURE DEVELOPMENT IN CHILDREN AGED 5 TO11 YEARS: A THREE-YEAR PROSPECTIVE STUDY

Autores: Martínez-Nova A, Gijón Noguerón G, **Alfageme García P**, Montes Alguacil J, Evans AM

Revista: Gait & Posture

Volumen: 26 Número: May; 62:280-284

Doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.03.032

Año: 2018

IV.3.2 Informe

El trabajo titulado “Establishing normative foot posture index values for the paediatric population: a cross-sectional study” se publicó en la Revista Journal Foot and Ankle Research, Actualmente dicha publicación se encuentra indexada en numerosas bases de datos de referencia de entre las que destacamos:

- EMBASE (Elsevier)
- Journal Citation Reports / Science Edition
- MEDLINE (NLM)
- Pubmed (NLM)
- Scopus (Elsevier)
- Web of science

Respecto de Journal Citation Reports los últimos datos publicados indican que la revista ocupa la posición 31/81 revistas en el área de Ciencias de la Salud equivalente a un cuartil (Q2). El índice de impacto de la revista en el área es de 2,273. Durante los últimos 5 años la revista ha mantenido una posición Q1/Q2 dentro del área. El índice de impacto a 5 años de la revista es de 2,971.

Contribución del Doctorando:

El doctorando ha participado activamente en el diseño del estudio, la adquisición y procesamiento de los datos y en el análisis de los mismos. Todos los co-autores han leído y colaborado activamente en el manuscrito y aprobaron la versión final del mismo.

Fdo. El director de la Tesis

Alfonso Martínez Nova

IV.3.3 Resumen en castellano

Según la bibliografía, hasta el momento existe una gran controversia en sobre el papel que juega el pie plano en la salud, y un desacuerdo respecto a la indicación de tratamientos

El objetivo del estudio fue evaluar la postura del pie y la antropometría en niños en dos momentos distintos de su vida con tres años de diferencia.

Nuestra muestra fue de 1032 niños sanos (505 niños, 527 niñas, de 5 a 11 años). La medición se repitió cuando los niños tenían entre 8 años y 14 años. Se realizaron pruebas *t de* pares. Anova, tablas de frecuencia y regresiones múltiples.

Los resultados que obtuvimos fueron: Inicialmente, el 70% tenía un rango de FPI neutro, 20% de pronación, 3% de alta pronación y 4% de supinación aproximadamente. El FPI medio inicial fue de 3.6 ± 2.8 , siendo mayor en los niños 3.7 ± 2.8 que en las niñas 3.4 ± 2.7 ($p = 0.034$). El FPI cambio con el tiempo. Con un FPI supinado y neutro incrementó en un 19.5% y 4.7% respectivamente. Por el contrario, el FPI pronado y altamente pronado se redujo en un 10,6% y 55,6%, respectivamente. La regresión mostró que solo el 1% del cambio de FPI se explicaba por el aumento de la altura. Las puntuaciones de FPI se redujeron significativamente después de tres años (de 3,57 a 3,33; $p < 0,001$).

Pudimos concluir que: La postura del pie de los niños cambia hacia neutra a medida que aumenta la edad y existe una relación mínima con el peso, la altura o el IMC. La apreciación de la postura del pie en desarrollo podría reducir el diagnóstico y el tratamiento innecesario de los pies planos pediátricos y tratar solo aquellos que son sintomáticos.

IV.3.4. Copia de la Publicación

Gait & Posture 62 (2018) 280–284



Contents lists available at ScienceDirect

Gait & Posture

journal homepage: www.elsevier.com/locate/gaitpost

Full length article

Foot posture development in children aged 5 to 11 years: A three-year prospective study

Alfonso Martínez-Nova^{a,1}, Gabriel Gijón-Noguerón^{b,1}, Pilar Alfageme-García^a, Jesús Montes-Alguacil^b, Angela Margaret Evans^{c,*}^a Nursing Department, Podiatry, University of Extremadura, Spain^b Podiatry Department, University of Málaga, Spain^c Discipline of Podiatry, College of Science, Health, and Engineering, La Trobe University, Australia

ARTICLE INFO

Keywords:

Foot
Posture
Flatfoot
Evolution
Children

ABSTRACT

Background: The paediatric flatfoot is a common presentation but it is unclear whether the condition will resolve on its own as the child gets older or whether treatment is required. Therefore, the study objective was to evaluate paediatric foot posture, and anthropometry, in children at two time points, three years apart.

Material and methods: A sample of 1032 healthy children (505 boys, 527 girls; aged 5–11 years) was recruited for foot posture index (FPI) and anthropometry assessment (weight, height and body mass index, BMI). Assessment was repeated when the children were aged 8 years to 14 years. Paired *t*-tests, Anova, frequency tables and a multiple regressions were conducted.

Results: Initially, approximately 70% had a neutral FPI range, 20% pronated, 3% highly pronated, and 4% supinated. Initial mean FPI was 3.6 ± 2.8 , being higher in boys 3.7 ± 2.8 than in girls 3.4 ± 2.7 ($p = 0.034$). All FPI categories changed over time, with supinated and neutral FPI increased by 19.5% and 4.7% respectively. In contrast, pronated and highly pronated FPI reduced by 10.6% and 55.6% respectively. Regression showed only 1% FPI change was explained by increased height. FPI scores were significantly reduced after three years (3.57 to 3.33; $p < 0.001$).

Conclusion: Children's foot posture shifts toward neutral as age increases. There is minimal relationship with weight, height or BMI. Appreciation of developing foot posture could reduce over diagnosis and unnecessary treatment of paediatric flatfeet.

1. Introduction

Flatfoot is a common presentation in children, and a frequent concern for parents [1]. Although most cases are physiologically normal and resolve with growth and development, without any treatment, discriminating feet that resolve from those that remain flat, is difficult. Changes in the anthropometric characteristics have been implicated as a predictor of this natural history, with research citing increased body mass as a risk factor to perpetuated flatfoot [2].

Clinicians often over-diagnose, and consequently over treat paediatric flatfoot. Whilst the intention may be prevention of future pain associated with flatfoot as a deformity, there is little evidence to support such a pre-emptive approach [3,4]. Some flatfeet can impact negatively on quality of life [5], and may be associated with foot problems including, hallux valgus[6–9] hammer toes [10,11], osteoarthritis [12],

and there has long been association between flatfeet as defining military recruits as 'unfit for active service' [13]. This last tenet has been grossly misinterpreted over many decades, since the original findings of Ilfeld [14], which identified that whilst some recruits with foot pain also had flatfeet, many more recruits had flatfeet and no foot pain [15].

The debate regarding treatment of the asymptomatic paediatric flatfoot was spurred by a review article [16], which also proposed an evidence-based approach, culminating in the development of the paediatric flatfoot proforma [17]. This pragmatic approach did not fill basic gaps in knowledge that maintain paediatric flatfoot as a common paediatric health concern. Until recently, there has been a lack of normal range reference data of foot posture versus age for clinicians to reference [18]. Further, there is still dissent regarding assessment methods, viz footprints versus foot posture and gait, the contribution of anthropometry which has been both supported and refuted [19,20],

* Corresponding author at: Podiatry, Nursing Department. University of Extremadura. Avda. Virgen del Puerto 2, 10600 Plasencia, Cáceres, Spain.

E-mail addresses: podoalf@unex.es (A. Martínez-Nova), gagijon@uma.es (G. Gijón-Noguerón), palfagemeg@unex.es (P. Alfageme-García), jesmonalg@uma.es (J. Montes-Alguacil), angela.evans@latrobe.edu.au (A.M. Evans).¹ These authors contributed equally in the study/paper.<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.03.032>Received 4 October 2017; Received in revised form 6 March 2018; Accepted 23 March 2018
0966-6362/ © 2018 Elsevier B.V. All rights reserved.

and the wider contributions which factors such as joint hypermobility, foot strength, and shoes may play. The absence of prospective data has long been observed [21].

The aim of this study was to assess foot posture prospectively in a large sample population (from two areas of Spain) of children aged between 5 years and 11 years at the beginning of the study, over a three-year period, noting any relationship with anthropometric factors (weight, height and BMI).

2. Material and methods

2.1. Participants

The sample consisted of 1032 participants, 505 boys (48.9%) and 527 girls (51.1%), with an age range between five and eleven years (mean age, 8.2 ± 1.5 years; boys 8.2 ± 1.5 , girls 8.3 ± 1.5). Anthropometry of the study sample: mean height 1.29 ± 0.29 m (range 0.85–1.60 m; boys 1.28 ± 0.11 , girls 1.28 ± 0.10), mean weight 30.5 ± 6.2 kg (range 16.7–61 kg; boys 30.5 ± 5.9 , girls 30.4 ± 6.5), mean BMI 18.6 ± 3.6 kg/m² (range 12.5–39.1 kg/m²; boys 18.7 ± 3.4 , girls 18.5 ± 3.7).

The criteria for inclusion were: (a) asymptomatic feet; (b) symmetrical feet, with no evident joint deformities; (c) aged five to 11 years. The exclusion criteria were: a) foot pain b) injury to the lower limbs during the previous 6 months, c) congenital abnormalities, d) cerebral palsy, d) motor dysfunction, e) prior foot surgery (g) the use of foot orthoses. 48 of the initial participants were lost to follow-up and subsequently excluded from the study (due to a lower-limb injury during the three years).

The parents were informed about the characteristics of the study, and asked to complete a questionnaire and to provide signed consent to confirm the participation of their children in the study. This study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and was approved by the Ethics Committees of the Universities of Extremadura (ID: 59/2012) and Malaga (CEUMA 26-2012H), Spain.

2.2. Anthropometric measurements

Height was measured using a calibrated altimeter [SECA 217 stadiometer, SECA, Hamburg Deutschland]. Weight was measured using calibrated digital scales [Pegasus, Salter Brecknell DCSB, Avery Weigh-Tronix, Fairmont, USA] with subjects wearing minimal clothing (t-shirt, shorts or skirt). The BMI was then calculated (weight kg/height m²).

2.3. FPI measurement

The FPI was assessed in relaxed stance using the standard method [22]. The six criteria of the FPI were evaluated – talar head palpation, supra and infra malleolar curvature, calcaneal frontal plane position, prominence in the region of the talonavicular joint, congruence of the medial longitudinal arch and abduction/adduction of the forefoot on the rearfoot. Scoring for each criterion was scaled: –2, –1, 0, +1 or +2. The FPI cut-of points, defining foot type category were used, viz. a) highly supinated –12 to –4, b) supinated –3 to 0, c) neutral 1 to 7, d) pronated 8 to 10 and e) highly pronated 11 and 12 (7).

The FPI has good intra-rater reliability and moderate inter-rater reliability [22]. Accordingly, the same examiners made all measurements (PAG, Plasencia; JMA, Malaga). To confirm intra and inter-rater reliability of the FPI measurement between both researchers, intra-class correlation coefficients (ICCs, two factors mixed effects) were calculated from three repeated trials of the first 30 children. A folding screen was placed between the subject and the assessor, revealing only the foot and 15 cm of the lower leg. Participants FPI was assessed in relaxed stance, on a 50 cm bench height for inspection. The intra-observer ICC was 0.92–0.94, and the inter-observer reliability was 0.86–0.89. The minimal detectable change (MDC) with 95% confidence bounds was

calculated. The MDC has been defined as the minimal amount of change that is required to distinguish a true performance change from a change due to variability in performance or measurement error. The MDC was found to be 0.13.

2.4. Prospective assessment

All anthropometric and foot posture assessments were performed at baseline and with prospective intent, repeated three years later, by the same investigators, repeating the initial protocol.

2.5. Statistical methods

To preserve independence of data [23], and given strong correlation between FPI scores on left and right feet in healthy individuals [24], although both were measured, for further statistical analysis only one foot (the right, chosen at random) was included in the statistical analyses.

The FPI was expressed as mean \pm standard deviation, and frequencies plots were conducted to explore groups. Differences in FPI scores and individual criteria were analysed using the Student *t*-test (independent groups, boys-girls; paired sample, initial and later repeated scores). ANOVA was used to compare the mean Δ FPI (reduction of FPI, Post-Pre) between three defined age groups (5–7, 7–9, 9–11). The age and anthropometric characteristics (height, weight and BMI) were input as the independent variables for multiples regressions analysis (at baseline and at final follow-up period) to predict dependent variable, the whole value of FPI (pre and post). The regressions were run following the backward stepwise elimination procedure, with significance level, $p < 0.05$. Statistical analysis was performed using SPSS software v21.0 (SPSS, Chicago, IL).

3. Results

The mean FPI at baseline was 3.6 ± 2.8 (range, from –4 to +12), while at final follow-up 3.3 ± 2.7 (range, from –3 to +12). The initial and final FPI assessments are summarised in Fig. 1 and frequency plots between whole FPI by gender at the two moments is presented in Fig. 2. A significant difference ($p = 0.034$) was found in the initial FPI between genders, being higher in boys (3.7 ± 2.8) than girls (3.4 ± 2.7). However, no difference was found at final follow up (boys 3.4 ± 2.6 vs girls 3.2 ± 2.7 , $p = 0.112$). Clinically, this difference would be indistinguishable, as FPI scores of 3 ± 3 . The FPI was significantly reduced after three years, from the initial mean FPI 3.57 to a mean FPI of 3.33 after three years ($p < 0.001$).

There were significant reductions in two (of six) FPI criteria: talar head palpation ($p < 0.001$); curves around lateral malleolus ($p = 0.038$) (Table 1). The reduction – Delta (Post-Pre) of the FPI total score was not significant between defined age groups ($p = 0.624$, Table 2).

The contingency table and chi-square test showed a statistical difference between the distributions in the FPI group, initial versus repeated (Table 3). It was found that, 82 of the pronated group were neutral after three years. Similarly, 29 of the highly pronated group at initial assessment reduced to pronated ($n = 26$) and neutral ($n = 3$), after three years. Conversely, the neutral group also shifted, with 21 supinated, 40 pronated, 2 highly pronated across the three years. The initially supinated group shift resulted in 13 moved to the normal foot posture category (Table 3).

Exploring percentage change by age groups (Table 4) revealed consistent trends in all foot posture categories at all ages over the three-year period. There was increase in both supinated and neutral foot posture categories with mean percentage change of +0.7% and +3.5% respectively. A similar but inverse trend was seen in both the pronated and highly pronated foot posture categories, which both reduced across the three-year period, by –2.2% and –2.0% respectively.

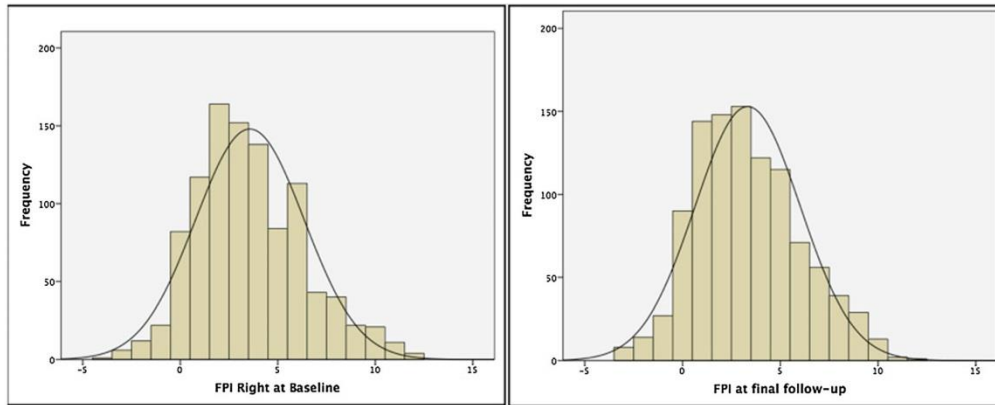


Fig. 1. Frequency plots of FPI values at initial and final follow-up assessments.

As depicted in Table 4, foot posture trended to be more neutral, as the percentage increased in all groups of age (range +3.0% to +4.3%; neutral category, n = 737 initially and n = 772 after three years). A reduced frequency of pronated feet was observed after three years, mainly in the 5 to 7 years (-2.3%) and 7 to 9 years (2.5%) age groups.

The percentage of highly pronated feet decreased after three years in all age group. However, the percentage of supinated feet was the most stable after three years (Tables 3 and 4).

The multiple regressions between FPI and age or anthropometric characteristics showed that at initial assessment only around 2%

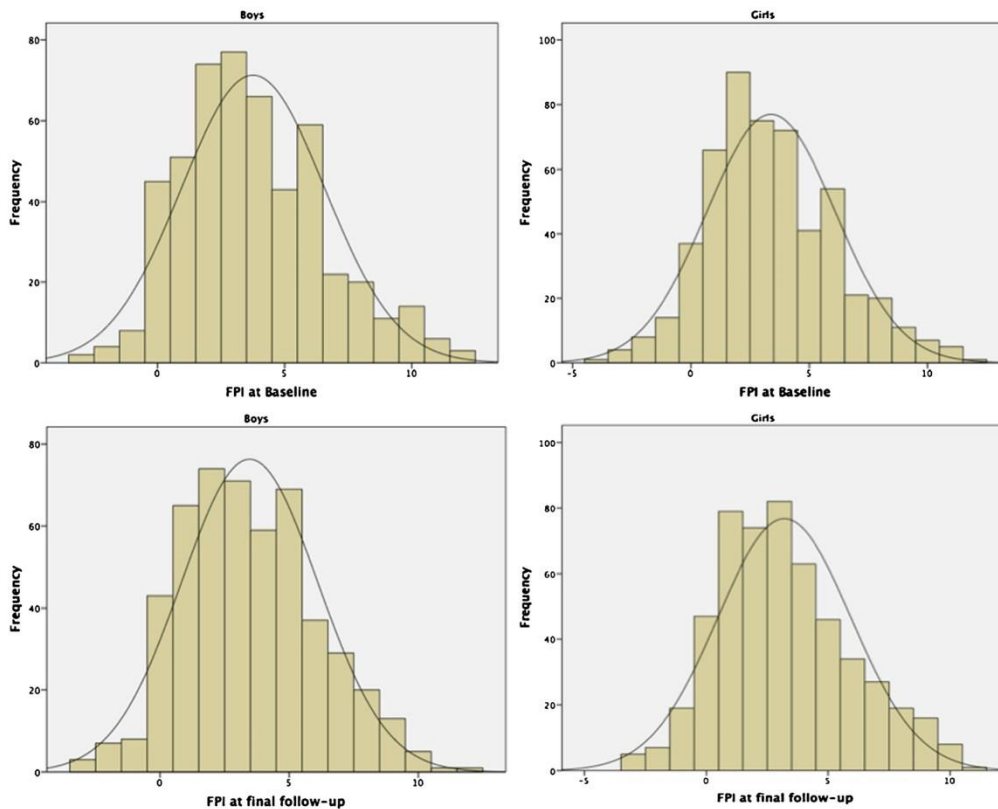


Fig. 2. Frequency plots of FPI values by gender at the two moments (baseline and after three years).

Table 1
Differences between whole FPI scores, for the six index criteria.

	Mean	SD	p
1 Talar head palpation – initial	0.85	0.594	< 0.001
Talar head palpation – repeat	0.75	0.611	
2 Curves at malleolus – initial	0.50	0.621	0.038 *
Curves at malleolus – repeat	0.46	0.598	
3 Inversion/Eversion calcaneus – initial	0.51	0.617	0.083
Inversion/Eversion calcaneus – repeat	0.47	0.618	
4 TNJ prominence – initial	0.54	0.679	0.841
TNJ prominence – repeat	0.53	0.640	
5 Congruence of medial arch – initial	0.53	0.633	0.120
Congruence of medial arch – repeat	0.50	0.602	
6 Ab/adduction forefoot-rearfoot – initial	0.64	0.704	0.213
Ab/adduction forefoot-rearfoot – repeat	0.62	0.656	

* p < 0.05.

Table 2
Differences in the Delta FPI by age group.

	Age (years)	n	Mean	SD	p
Delta (Δ)FPI	5–7	263	-0.17	1.5	0.624
	7–9	403	-0.22	1.8	
	9–11	366	-0.30	1.5	

ANOVA test.

($r^2 = 0.024$, $p = 0.001$) of the whole FPI value could be explained by weight ($b = 0.270$), height ($b = -17,267$) and BMI ($b = -0.441$). At final follow up, only BMI ($b = -0.033$) is able to explain the 0.5% of the post FPI value.

4. Discussion

This study is the first prospective investigation to assess the natural history of paediatric foot posture across a three-year period, in a large sample of healthy children with no influence of any orthotic or physical treatment, utilising a validated assessment tool.

The average foot posture of childhood, as found in this study was FPI 4 ± 3 . Clinically this implies that 68% of children’s foot posture could be expected to have a FPI score ranging between +1 and +7 (one standard deviation either side of the mean; FPI neutral category), and 95% could be expected to have a FPI score ranging between -2 and +10 (two standard deviations either side of the mean; FPI supinate – neutral – pronated categories). Hence the average FPI score reflecting foot posture across childhood is found to fall within a wide normal range. Our results closely acquiesce with a recent Brazilian study [25], which returned an average foot posture, FPI 4 ± 3 .

This study found statistically significant differences in the FPI between genders, and in the FPI of the whole study population across the three years. Clinically, these statistical differences translate to boys having an average FPI of +4 versus +3 in girls, and the average shift in FPI across children (ages five to 14 years) after three years, reducing

from +4 to +3. Overall, there was a significant change in FPI over time, but the amount of reduction (Δ) of FPI is constant between the different age subgroups. That means that foot posture changes in a similar way across ages, being more evident (although not significant) between ages nine to eleven years. The differences between boys and girls could not be explained by height, weight, BMI, or age, as shown by the multiple regressions.

Importantly for translation into the clinical setting, this study confirms the natural history of the paediatric flatfoot as a morphology that usually reduces with age. This is shown in sharp contrast to the supinated foot posture, which appears less likely to change with age. The clinical hallmark then, for the common concern about paediatric flatfoot, is that ‘flatness’ can be expected to: a) fall within a wide normal range, and b) on average reduces with age. The paediatric flatfoot that is becoming flatter as a child becomes older should alert clinicians, and direct differential diagnoses, for factors such as joint hypermobility, connective tissue disorders, altered neurological tone or muscular conditions, as outlined by the paediatric flatfoot proforma [17].

Many helpful insights can be extracted from this prospective investigation. A pronated FPI category, and even highly pronated, can be expected in children aged less than nine to 10 years, and expected to reduce in some but not all cases (Tables 3 and 4). Hence, in the first decade of life, the presentation of a child with pronated feet, which are painless, but worrying the parents, can usually be confirmed as normal for age. Astute clinicians need to utilise a new screening tool, which addresses this common clinical dilemma (3qq), and which encourages differential diagnoses [26].

This prospective evaluation of paediatric foot posture with age, highlights the overlooked supinated foot posture as one which remains fairly stable over time, in comparison to the increase in neutral foot posture, and the reduction in both pronated and highly pronated foot postures. The supinated foot posture is found to be relatively unusual, with only approximately 4% seen at initial assessment (Table 3). Notably, the highly supinated foot posture was not seen in this sample of 1032 Spanish children, and must be recognised as the unusual paediatric foot posture, presenting a clinical alert [18,26]. Thus, in the physical examination of foot posture, clinicians must more closely observe the supinated or highly supinated foot (as a clinical/neurological alert) than the asymptomatic pronated foot, which is most likely normal, and to ‘neutralise’ over time. The supinated foot can be considered less usual, and a potential problem because as it is related to foot injuries in children, (eg transient calcaneal apophysitis), which may require treatment [27].

In agreement with other recent research, this study found that anthropometry (weight, height, and hence BMI) does not appear to be an important determinant of paediatric foot posture [28]. Contrary to earlier studies [19,29], we conclude that children with higher BMI are not indicative of a pronated foot type [25].

Table 3
Contingency and chi-square test between groups, at initial assessment and after three years.

n = 1032		Repeated (after three years)				
		Supinated	Neutral	Pronated	Highly Pronated	Totals n
Initial assessment	Supinated (n = 41)	28	13	0	0	41
	Neutral (n = 737)	21	674	40	2	737
	Pronated (n = 218)	0	82	129	7	218
	Highly Pronated (n = 36)	0	3	26	7	36
Repeat assessment totals (n)		49	772	195	16	1032
Repeat – Initial (Δ n)		+8	+35	-23	-20	
Δ n/Initial (+/- category% shift)		8/41 (+19.5%)	35/737 (+4.7%)	23/218 (-10.6%)	20/36 (-55.6%)	

p (χ^2 test) < 0.001.

Table 4

Foot posture versus age groups, with percentage change in FPI for each age range, at initial assessment and after three years.

		Age groups, years (n = 1032)									All ages
		5–7 (n = 263)			7–9 (n = 403)			9–11 (n = 466)			
		Initial	Repeat	% change	Initial	Repeat	% change	Initial	Repeat	% change	Mean% change
FPI category	Supinated	6.2	6.5	+0.3	3.2	4.0	+0.8	3.3	4.3	+1.0	+0.7
	Neutral	72.6	76.8	+4.2	67.2	70.2	+3.0	75.1	78.5	+3.4	+3.5
	Pronated	17.8	15.5	–2.3	26.3	23.8	–2.5	17.8	16.1	–1.7	–2.2
	Highly Pronated	3.4	1.2	–2.2	3.3	2.0	–1.2	3.8	1.1	–2.7	–2.0

5. Limitations of the study

This study has limitations, reporting measures only at baseline and after three years. Probably, annual assessments may have increased insights and precision as to when paediatric foot posture changes developmentally.

6. Conclusions

This prospective study of children's foot posture, confirms a detectable change with increased age, towards a more neutral foot type. Simultaneously, reduction of both pronated and highly pronated foot types was also confirmed, and not related with modification of body mass index. The presentation of a supinated foot posture in children warrants greater clinical suspicion, than does the usually benign, paediatric flatfoot.

Funding source

No external funding was received.

Financial disclosure

The authors have no financial relationships relevant to this article.

Conflict of interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

References

- [1] A. Carli, N. Saran, J. Kruijt, N. Alam, R. Hamdy, Physiological referrals for paediatric musculoskeletal complaints: a costly problem that needs to be addressed, *Paediatr. Child Health* 17 (9) (2012) e93–7.
- [2] T.O. Abolarin, A.I. Aiyegbusi, B.A. Tella, S.R. Akinbo, Relationship between selected anthropometric variables and prevalence of flatfoot among urban and rural school children in south west Nigeria, *Nig. Q. J. Hosp. Med.* 21 (2) (2011) 135–140.
- [3] A.M. Evans, Screening for foot problems in children: is this practice justifiable? *J. Foot Ankle Res.* 5 (1) (2012) 18, <http://dx.doi.org/10.1186/1757-1146-5-18>.
- [4] K. Rome, R.L. Ashford, A. Evans, Non-surgical interventions for paediatric pes planus, *Cochrane Database Syst. Rev.* 7 (7) (2010) CD006311, <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD006311.pub2>.
- [5] A. Kothari, J. Stebbins, A.B. Zavatsky, T. Theologis, Health-related quality of life in children with flexible flatfoot: a cross-sectional study, *J. Child Orthop.* 8 (6) (2014) 489–496, <http://dx.doi.org/10.1007/s11832-014-0621-0>.
- [6] X. Crevoisier, M. Assal, K. Stanekova, Hallux valgus, ankle osteoarthritis and adult acquired flatfoot deformity: a review of three common foot and ankle pathologies and their treatments, *EFORT Open Rev.* 1 (3) (2016) 58–64, <http://dx.doi.org/10.1302/2058-5241.1.000015>.
- [7] A.M. Sheikh Taha, D.S. Feldman, Painful flexible flatfoot, *Foot Ankle Clin. N. Am.* 20 (4) (2015) 693–704, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcl.2015.07.011>.
- [8] T. Kilmartin, W. Wallace, The aetiology of hallux valgus: a critical review of the literature, *Foot* 3 (4) (1993) 157–167.
- [9] R. Espandar, S.M.-J. Mortazavi, T. Baghdadi, Angular deformities of the lower limb in children, *Asian J. Sports Med.* 1 (1) (2010) 46–53.
- [10] T.J. Hagedorn, A.B. Dufour, J.L. Riskowski, H.J. Hillstrom, H.B. Menz, V.A. Casey, M.T. Hannan, Foot disorders, foot posture, and foot function: the Framingham foot study, *PLoS One* 5 (8) (2013) e74364, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0074364>.
- [11] Y.M. Golightly, M.T. Hannan, A.B. Dufour, J.M. Jordan, Racial differences in foot disorders and foot type, *Arthritis Care Res. (Hoboken)* 64 (11) (2012) 1756–1759, <http://dx.doi.org/10.1002/acr.21752>.
- [12] H.B. Menz, S.E. Munteanu, G.V. Zammit, K.B. Landorf, Foot structure and function in older people with radiographic osteoarthritis of the medial midfoot, *Osteoarthr. Cartil.* 18 (3) (2010) 317–322, <http://dx.doi.org/10.1016/j.joca.2009.11.010>.
- [13] J.C. Levy, M.S. Mizel, L.S. Wilson, W. Fox, K. McHale, D.C. Taylor, H.T. Temple, Incidence of foot and ankle injuries in West Point cadets with pes planus compared to the general cadet population, *Foot Ankle Int.* 27 (12) (2006) 1060–1064, <http://dx.doi.org/10.1177/107110070602701211>.
- [14] F.W. Ilfeld, Pes planus: military significance and treatment with simple arch support, *JAMA* 124 (5) (1944) 281–283, <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1944.02850050013004>.
- [15] A.M. Evans, K. Rome, A Cochrane review of the evidence for non-surgical interventions for flexible pediatric flat feet, *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* 47 (1) (2011) 69–89.
- [16] A.M. Evans, The flat-footed child – to treat or not to treat: what is the clinician to do? *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 98 (5) (2008) 386–393.
- [17] A.M. Evans, H. Nicholson, N. Zakarias, The paediatric flat foot proforma (p-FPP): improved and abridged following a reproducibility study, *J. Foot Ankle Res.* 2 (2009) 25, <http://dx.doi.org/10.1186/1757-1146-2-25>.
- [18] G. Gijon-Nogueron, J. Montes-Alguacil, P. Alfageme-García, J.A. Cervera-Marin, J.M. Morales-Asencio, A. Martínez-Nova, Establishing normative foot posture index values for the paediatric population: a cross-sectional study, *J. Foot Ankle Res.* 9 (2016) 24, <http://dx.doi.org/10.1186/s13047-016-0156-3>.
- [19] K.J. Mickle, J.R. Steele, B.J. Munro, The feet of overweight and obese young children: are they flat or fat? *Obesity* 14 (11) (2006) 1949–1953, <http://dx.doi.org/10.1038/oby.2006.227>.
- [20] A.M. Evans, The paediatric flat foot and general anthropometry in 140 Australian school children aged 7–10 years, *J. Foot Ankle Res.* 4 (1) (2011) 12, <http://dx.doi.org/10.1186/1757-1146-4-12>.
- [21] D.R. Wenger, D. Mauldin, G. Speck, D. Morgan, R.L. Lieber, Corrective shoes and inserts as treatment for flexible flatfoot in infants and children, *J. Bone Joint Surg. Am.* 71 (6) (1989) 800–810.
- [22] A.C. Redmond, J. Crosbie, R.A. Ouvrier, Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index, *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)* 21 (1) (2006) 89–98, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.08.002>.
- [23] H.B. Menz, Analysis of paired data in physical therapy research: time to stop double-dipping? *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 35 (8) (2005) 477–478, <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2005.0108>.
- [24] A.C. Redmond, Y.Z. Crane, H.B. Menz, Normative values for the foot posture index, *J. Foot Ankle Res.* 1 (1) (2008) 6, <http://dx.doi.org/10.1186/1757-1146-1-6>.
- [25] B.K.G. Carvalho de, P.J. Penha, N.L.J. Penha, R.M. Andrade, A.P. Ribeiro, S.M.A. João, The influence of gender and body mass index on the FPI-6 evaluated foot posture of 10- to 14-year-old school children in São Paulo, Brazil: a cross-sectional study, *J. Foot Ankle Res.* 10 (2017) 1, <http://dx.doi.org/10.1186/s13047-016-0183-0>.
- [26] A. Evans, Mitigating clinician and community concerns about children's flatfoot, intoeing gait, knock knees or bow legs, *J. Paediatr. Child Health* 53 (11) (2017) 1050–1053, <http://dx.doi.org/10.1111/jpc.13761>.
- [27] G. Gijon-Nogueron, E. Cortes-Jeronimo, J.A. Cervera-Marin, R. García-de-la-Peña, S. Benhamu-Benhamu, A. Luque-Suarez, Foot orthoses custom-made by vacuum forming on the non-load-bearing foot: preliminary results in male children with calcaneal apophysitis (Sever's disease), *Prosthet. Orthot. Int.* 37 (6) (2013) 495–498, <http://dx.doi.org/10.1177/0309364613482844>.
- [28] G. Gijon-Nogueron, J. Montes-Alguacil, A. Martínez-Nova, P. Alfageme-García, J.A. Cervera-Marin, J.M. Morales-Asencio, Overweight, obesity and foot posture in children: a cross-sectional study, *J. Paediatr. Child Health* 53 (1) (2017) 33–37, <http://dx.doi.org/10.1111/jpc.13314>.
- [29] S. Stolzman, M.B. Irby, A.B. Callahan, J.A. Skelton, Pes planus and paediatric obesity: a systematic review of the literature, *Clin. Obes.* 5 (2) (2015) 52–59, <http://dx.doi.org/10.1111/cob.12091>.

IV.4 OTRAS CONTRIBUCIONES DERIVADAS DEL TRABAJO DE TESIS DOCTORAL

IV.4.1 Artículo: “Postura del pie según el IMC y la actividad física. Estudio de Investigación en 835 niñosde 6 a 12 años”

Autor: Alfageme García P.

Título: Postura del pie según el IMC y la actividad física. Estudio de Investigación en 835 niñosde 6 a 12 años.

Revista donde fue publicado: Rev. Podoscopio. N^o 63 (1324-1330)
4^o Trimestre 2014.

Año: 2014

COPIA DE LA PUBLICACIÓN



Revista Podoscopio



3^a ÉPOCA VOL. 1_ N^o 63
4^o Trimestre de 2014

Director

Manuel Meneses Garde

Coordinador de Redacción

Juan Miguel Serrano San José

Edita

Junta de Gobierno del Colegio de Podólogos
de la Comunidad de Madrid
San Bernardo, 74 bajo izqda.
28015-Madrid
Telf.: 91 532 60 06
Fax: 91 522 87 63
Correo electrónico:
copoma@copoma.es
Web: www.copoma.es

Junta de Gobierno

Decano

Manuel Meneses Garde

Vicedecano

Antonio Cros Palencia

Secretaria

Esther Patricia Hernández Aroca

Tesorero

Patrocinio Olmo Serna

Vocales

Juan Miguel Serrano San José

Miguel Cánovas Vázquez

Raquel Rodríguez Donado

Mario Suárez Ortiz

Soledad Boyero Duque

Comisión de Recursos

Presidente

Francisco Matías Martín

Vicepresidente

Félix Romeral Bravo

Secretario

Gregorio Díaz Tadeo

Depósito Legal: M-42451-1983

ISSN: 0212-7393

Imprime: Copysell, S. L.

Esta publicación está considerada como soporte
válido para información de especialidades
farmacéuticas, a tenor de lo dispuesto en el
Capítulo VII del Real Decreto 3451/77, del 1
de diciembre.

Referencia SVR, n^o 383.

La dirección se reserva la libertad de aceptar
o no los trabajos enviados, y no asume la
responsabilidad de los artículos firmados.

Sumario

- 1310_ Editorial
- 1311_ Anestésicos locales y su uso práctico:
conocimientos fundamentales
para un buen ejercicio profesional del podólogo
> D. PEDRO F BEJARANO RAMÍREZ
- 1321_ Bases Premio Podoscopio 2014
- 1324_ Postura del pie según el IMC y la actividad física
> D^a. M^a DEL PILAR ALFAGEME GARCÍA
- 1331_ Síndrome de atrapamiento del túnel tarsiano,
resolución por cirugía MIS
> D. MARIO SUÁREZ ORTIZ
> D. FRANCISCO MUÑOZ PIQUERAS
> D^a. ANA MONSALVE LAGUNA
> D. RAÚL RAMOS BLANCO
- 1339_ Convocatoria de la I edición del Premio
"MEJOR TRABAJO FIN DE GRADO EN PODOLOGÍA"
- 1340_ Avance programación DÍA DEL PODOLOGO 2015
- 1342_ Normas de publicación
- 1344_ Premio Enrique González

Revista del Colegio de Podólogos de la Comunidad de Madrid

Postura del pie según el IMC y la actividad física. Estudio de investigación en 835 niños de entre 6 y 12 años

> D.P. D^a. M^a DEL PILAR ALFAGEME GARCÍA
Podóloga.

[Correspondencia]

Dirección electrónica:
palfageme@gmail.com

[Resumen]

El FPI cuantifica la postura del pie de manera numérica y objetiva, aunque exista una limitada evidencia científica sobre su relación con el IMC y la actividad física que realizan los sujetos. Por ello el objetivo del presente estudio de investigación. Método: Sobre una muestra de 835 niños (434 niñas y 401 niños) se evaluaron distintas variables antropométricas y clínicas incluyendo la valoración del FPI que se llevo a cabo con el paciente en estática y en posición relajada.

- Resultados: Hemos podido obtener distintos resultados, entre ellos que no existe relación entre el FPI y el IMC, y que si existe relación entre el FPI y la actividad física en niños entre 6 y 12 años.
- Conclusión: La principal conclusión es: "El deporte favorece la postura del pie."

> Palabras clave

Postura del pie, actividad física, deporte.

[Abstract]

The Foot Posture Index (FPI) quantifies numerically and objectively the foot posture, but limited evidence exists on his relation with the IMC and the physical activity that the subjects realize. So the aim of the present study.

Method: On a sample de 835 children (434 girls and 401 boys) were evaluated anthropometric measurements and clinical paraments of the foot, including the valuation of the FPI, realized with the patien in static biped station and in relaxed position.

Results: we have obtained different results, between them :not relation between FPI and IMC and if relation exists between FPI and Sport in children of between 6 to 12 years.

Conclusion: the principal one is The sport favors the position of the foot.

> Key Words

Foot posture, physical activity, sport.

[Introducción]

La Podología necesita sustentar sus conocimientos de forma coherente en el método científico.

Esta investigación surge de la necesidad de conocer más sobre la Posible relación entre el FPI (índice de la postura del pie) con el IMC (Índice de masa corporal) y la actividad física que desarrollan los niños.

Esta investigación se realiza en la Universidad de Extremadura en los años 2012/2014.

Existen escasos estudios Españoles frente a los publicados en otros países por eso también cobra especial interés la investigación en este campo.

Las dimensiones del Cuerpo humano varían según el sexo, talla, raza, el nivel socio económico... Estas dimensiones pueden ser funcionales o estructurales. Las variables antropométricas son medidas lineales.

El pie se presenta como un conjunto donde se coordinan huesos, ligamentos y músculos. Cada una de estas partes de manera individual tiene un funcionamiento propio.

Según comenta "Ropa Moreno, 2003": *El podólogo deberá apoyarse con frecuencia en la ciencia antropométrica para relacionar los pies objeto de estudio con las medidas estadísticas de la normalidad. Además gracias a los estudios antropométricos el podólogo puede calcular con exactitud el lugar donde se ubica cada una de las estructuras del pie humano.*

Los conceptos actuales sobre los mecanismos biomecánicos que rigen la marcha normal y patológica, han sido estudiados mediante dos métodos de investigación:

- Cinemática: Describe los movimientos del cuerpo en su conjunto y los movimientos relativos de las partes del cuerpo durante las diferentes fases de la marcha.

- Cinética: Se refiere a las fuerzas que producen el movimiento interna o externamente.

Talla, Peso y longitud del pie

Birtane y tuna(2004) mostraron que en estática existe una importante relación entre el peso corporal y las variables de presión. Demostrando que el aumento del IMC supone un aumento en los valores de presión, fuerza total y área de contacto en el antepié con un incremento en la zona lateral del antepié.

La correlación entre el peso y las presiones en la zona lateral del pie es evidente. Un estudio de Martínez Nova et al. (2008) mostró que el peso condicionó la presión media en el primer metatarsiano.

Lapunzina (2002) en el manual de Antropometría, habla de la existencia de una correlación entre la longitud del pie y la talla en los adultos (Dahlberg, 1948; Helmuth, 1974) así como también entre la longitud del pie neonatal y la longitud (Talla) del recién nacido con su edad gestacional (Pospisilova, 1962; Markowski 1977; James 1979).

Evans (2011) afirma la existencia de estudios que han encontrado relación entre el aumento de peso y el pie plano.

Edad

Los niños tienen unas presiones plantares menores que el adulto hasta los 6 años edad en la cual la bóveda plantar está ya configurada (Stebbins et al. 2005).

Índice de postura del pie

O Foot posture index es una herramienta clínica diagnóstica que permite valorar de manera fiable la postura del pie en carga (Redmon et al. 2006; Teyhen et al 2009 ; Nielsen et al. 2010 Cornwall y Mcpoil, 2011) Los autores lo desarrollan incitados por la necesidad de encontrar

un método que fuera aceptado ampliamente para valorar la postura del pie en estática y cuantificar sus variaciones.

Los criterios que componen el FPI son los siguientes:

- Palpación de la cabeza del astrágalo.
- Curvatura supra e infra-maleolar lateral.
- Posición del calcáneo en plano frontal.
- Prominencia de la región talo-navicular.
- Congruencia del arco longitudinal interno.
- Abducción/ aducción del antepié respecto al retropié.

La puntuación oscila entre -12 y 12

Se considerará neutro aquel pie cuya puntuación oscile entre 0 y 5, pronado entre 6 y 9, altamente pronado cuando sea igual o superior a 10, supinazo cuando oscile entre -1 y -4, y altamente supinazo cuando sea igual o superior a -5.

El FPI introduce en la práctica clínica una manera tridimensional de valorar la postura del pie, ya que emplea los tres planos corporales y tiene en cuenta varios segmentos anatómicos: retropié, mediopié y antepié (Redmond et al.2006). además de ser un método sencillo y económico sin riesgos para los pacientes.

En relación a la evolución de los arcos plantares,, el pie de un recién nacido presenta arco longitudinal interno, sin embargo al comenzar la deambulación dejan de apreciarse arcos ya que apoyan toda la superficie.

El pie infantil entre 1 año y 5 crece 0,9 cm por año. A los 6 años el pie ha doblado su longitud (Viladot 1969).

Entre los 5 y los 10 años el pie alcanza el 63 % del crecimiento total y sobre los 10 años tiene el 81% de la longitud final, esa longitud se alcanza a los 14 años en niñas y a los 15 en niños.

Aunque hay varios estudios que incluyen medidas de los pies en niños (Gould, 1989; Wenger, 1983) hay escasez de información en las relaciones matemáticas.

[Material y método]

Se trata de un estudio experimental, controlado, descriptivo, observacional y correlacional.

Todos los niños que participaron en la investigación entregaron el consentimiento de sus padres o tutores firmado y recibieron previamente información explicando en que consistía el estudio.

Se respetaron las normas dictadas en la Declaración de Helsinki de 1964.

Los investigadores y profesionales sanitarios que realizamos el estudio se comprometieron a garantizar la confidencialidad de los datos y velar por el cumplimiento de las recomendaciones de la Ley Orgánica15/1999 de 13 de Diciembre por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la LOPD.

La información es recogida en papel y empleada para la investigación.



[Características de la muestra]

Se compone de 835 niños:

401 niños y 434 niñas que cumplían los requisitos.

Las variables a estudio son cuantitativas excepto el sexo y la actividad física que son cualitativas nominales.

El sexo se mide en hombre /mujer y la actividad física: 1: sedentarismo, 2: actividades extraescolares y 3: deporte.

Las variables cuantitativas son Edad. (Meses), Peso. (Kg) y la altura en (cm).

La edad de la muestra va desde los 6 años a los 12 años. La edad media es de 100 meses no habiendo diferencia por sexos.

La altura media es en niños de 128,8 cm y en niñas de 129,2cm

El peso medio es de 31 kg

El IMC de media es: en niños: 19,01 y en niñas: 18,67

Los participantes del estudio fueron niños de entre 6 y 12 años de Colegios de Plasencia (Cáceres) y Cabeza del Buey (Badajoz).

El análisis de la muestra se realizó desde noviembre del 2012 a febrero del 2014.

[Criterios de inclusión y exclusión]

Los requisitos para formar parte de la investigación fueron:

- Tener entre 6 y 10 años.
- Asistir ese día al colegio donde se realiza el estudio.
- Tener firmado el Consentimiento por uno de los padres o tutores.

Los motivos de exclusión:

- Tener alguna enfermedad osteo-articular estructurada.

[Recogida de datos]

Se diseñó una hoja de recogida de datos donde se anotaban:

Centro al que pertenecen (Colegio)

Datos personales.

Sexo

Edad (meses)

Altura (cm)

Peso (kg)

Actividad física

FPI (dcho e izdo)

Equipamiento:

Báscula.

Colchonetas de Eva.

Cinta métrica.

Hojas de papel

Bolígrafos.

[Preparación del sujeto]

Las exploraciones a los escolares se realizan en los centros seleccionados, adecuando el protocolo previsto a los espacios disponibles.

Al sujeto se le pesaba y se le medía.

Después debía permanecer de pie en una plataforma de EVA en apoyo bipodal y relajado en ángulo y base de sustentación normal, con los pies descalzos. Los brazos relajados a lo largo del cuerpo y mirar al frente sin moverse durante aproximadamente 2 minutos.

Todas las mediciones las llevo a cabo el mismo investigador.

[Resultados]

Se lleva a cabo un análisis descriptivo en forma de media, desviación típica y mediana. Para determinar la relación del FPI con la Actividad física que realizan los niños y su IMC,

se realizaron tablas de contingencia y la prueba de la Chi cuadrado para hallar relación entre variables cualitativas.

Tabla 1

Sexo		Desviación		
		Media	típ.	p
Edad	Niño (n=401)	100,1	18,9	0.703
	Niña (n=434)	100,6	19,6	
Peso	Niño	31,1	5,4	0.703
	Niña	31,1	6,1	
Altura	Niño	128,8	11,7	0.589
	Niña	129,2	11,4	

> TABLA 1

En esta tabla obtenemos la media de la edad, peso y altura de los niños a estudio además de obtener la media y la desviación típica. Vemos que las diferencias por sexo no son significativas.

Para ver la relación del FPI con el IMC se hacen Correlaciones : (tabla 2)

Tabla 2

	fpiDchopre	fpiIzqpre
Peso Correlación de Pearson	,042	,064
Sig. (bilateral)	,223	,165
N	834	834

	fpiDchopre	fpiIzqpre
Altura Correlación de Pearson	,003	,015
Sig. (bilateral)	,923	,660
N	833	832

Cuando estudiamos la Actividad Física (tabla 3) que realizan los escolares encontramos que un 24,2 % de los niños no realizan ninguna actividad extraescolar ni deportiva, que el máximo porcentaje lo reflejan los niños que acuden a alguna actividad extraescolar con un 58,6 % y los que realizan un deporte con

una disciplina y constancia solo son el 17,2 % de los escolares.

Una cifra preocupantemente baja frente al 24,2 que son sedentarios.

Tabla 3

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Sedentario	202	24,2	24,2	24,2
Actividades Extraescolares	489	58,6	58,6	82,8
Deporte	144	17,2	17,2	100,0
Total	835	100,0	100,0	

Por sexos:

No hay diferencias significativas entre los niños y las niñas.

Tabla 4

	Sexo		Total
	Niño	Niña	
Sedentario	87	115	202
Actividades Extraescolares	238	251	489
Deporte	76	68	144
Total	401	434	835

Cuando estudiamos las relaciones entre el Foot Posture Index (tabla 5) encontramos:

- Según el Test de correlación de Pearson la relación entre el FPI y el IMC: No hay correlación entre el IMC y el valor numérico del FPI.

Tabla 5

	fpiDchopre	fpiIzqpre
IMC Correlación de Pearson	,042	,064
Sig. (bilateral)	,223	,165
N	834	834

• Y cuando analizamos la relación entre el **FPI y la actividad física:**

Que el FPI en sedentarios es mayor que en la actividad física y la realización de actividades extraescolares.

Entre actividad física y deportes no encontramos diferencias.

Lo que quiere decir que el realizar una actividad física ayuda a mantener una posición del pie menos pronada. Por lo tanto podemos crear menos patología en el pie infantil.

Consideramos que los escolares a estudio son una muestra representativa de la población escolar Extremeña.

El análisis estadístico se realizó con el Programa de Estadística SPSS.

[Discusión]

Este estudio de investigación se ha realizado sobre todos los alumnos de edades comprendidas entre los 6 y los 12 años matriculados en los centros docentes y que dieron su consentimiento para el estudio.

Consideramos que la investigación se justifica plenamente, ya que los gastos son escasos, no existen riesgos de producir complicaciones ni daños a los participantes que pudieran producir algún tipo de restricciones de carácter ético y sin embargo los beneficios son altos.

Existen estudios sobre algunas de las variables que hemos utilizado pero no con la misma metodología ni con el mismo número de muestra y no en España, tampoco existen reseñas bibliográficas actualizadas en nuestra área.

Dentro de la bibliografía consultada encontramos autores que relacionan variables antropométricas como peso, altura y longitud del pie. Otro compara los índices calculados a partir de la huella de tinta y las huellas electrónicas. No he encontrado estudios que

hablen de la relación de la postura del pie con el IMC y la actividad física.

Según Chacón F. en un estudio comparó el IMC con el tipo de huella no resultando significativas.

No encontrando por tanto reseñas bibliográficas en nuestra zona y comparando nuestro estudio con distintos autores vemos que los resultados obtenidos en nuestra investigación son relevantes a la hora de prevenir lesiones en el pie infantil y garantizar una mejor Postura del pie en la edad adulta.

Señala que tanto el hallazgo de la diferencia significativa como la no significación tienen importancia ya que es una muestra de niños muy numerosa.

Sería muy interesante continuar esta línea de investigación para poder prevenir y corregir determinadas patologías en niños.

[Conclusiones]

En función de los resultados obtenidos y en relación a los objetivos marcados en este estudio detallamos las conclusiones alcanzadas:

- **No Existe** relación entre el FPI / IMC

- **Existe** relación entre el FPI / actividad física

- La actividad física ayuda a la hora de mantener la postura del pie, y a que el pie del niño esté menos pronado.

Referencias bibliográficas

- > 1. TESIS DOCTORAL: *Parámetros antropométricos del pie del escolar*. Fernando Chacón. 2012
- > 2. ANTÓN LM Y ANGULO S. *El pie plano infantil en la consulta diaria*. Acta Ped Esp. 1992.
- > 3. BENHAMÚ S, FERNÁNDEZ L, GUERRERO A, MARTÍNEZ L, GORDILLO LM Y GARCÍA R. *Influencia de la laxitud articular en la biomecánica del pie*. Rev Esp Podol. 2004;15(6):290-298
- > 4. GENTIL I Y BECERRO DE BENGOA R. *Podología preventiva en el niño de edad preescolar y escolar*. El Peu. 2001;21(3):129-137
- > 5. GOLDCHER A. Podología. Paris: Masson; 1992
- > 6. MARTÍNEZ A, SANCHEZ R Y CUEVAS JC. *Patrón de presiones plantares en el pie normal: Análisis mediante sistema Biofoot de plantillas instrumentadas*. El Peu. 2006; 26(4): 190-194
- > 7. ROOT ML, ORIEN WP, LEED JH Y HUGES RJ. *Exploración biomecánica del pie*. Madrid; Ortocon 1991
- > 8. RUEDA M. *Podología*. Los desequilibrios del pie. Barcelona; Paidotribo; 2004.
- > 9. VILADOT R Y ROCHERA A. *Pie plano laxo infantil*. Rev Ortop Traumato. 1996; 40(supl):49-57
- > 10. LEVY BENASULY AE (2003) *Criterios de normalidad y patología podológica*. Ortopodología y aparato locomotor. Barcelona: Masson.
- > 11. MARTÍNEZ-NOVA A, CUEVAS. GARCÍA JC, SANCHEZ-RODRIGUEZ R, PASCUAL- HUERTA J, SANCHEZ – BARRADO E (2007) *Biofoot in shoe system: normal values and assesment of the reliability and repeatability* Fot. 17(4):190-196
- > 12. PASCUAL R, GARCÍA J, LOPEZ P(2008). *Índice de Postura del pie*. Manual y guía de Usuario. Universidad Miguel Hernández.
- > 13. SANCHEZ RODRÍGUEZ R, MARTÍNEZ NOVA A, ESCAMILLA M, MARTÍNEZ E, GOMEZ MARTÍN (2010). *Patrones de presión plantar según el índice de postura del pie*. El Peu 30(4). 184-192.

IV.4. 2. Artículo: Revisión bibliográfica sobre el tratamiento conservador del pie plano flexible.

Autores: Lopez Fresno R, Gil Ibañez E, Marcos Tejedor F., **Alfageme García P.** **Título:** Revisión bibliográfica sobre el tratamiento conservador del pie plano flexible.

Revista: Rev. Española de Podología. (90-92) 4^a Ep.Vol. XXVI nº3 Jul-sep 2015.

Año: 2015

COPIA DE LA PUBLICACIÓN



publicación trimestral

4^ª EPOCA. VOL. XXVI. N^º 3 JULIO - SEPTIEMBRE 2015

Revista Española de PODOLOGIA

Original

- Las caídas en geriatría.
Sergi Sánchez Hernández, Antonia González Cortés.

Revisión de Conjunto

- Revisión bibliográfica sobre el tratamiento conservador del pie plano flexible.
Raquel López Fresno, Eduardo Gil Ibáñez, Félix Marcos Tejedor, María del Pilar Alfageme García.

Formación Continuada

- Anatomía quirúrgica ungueal (segunda parte).
Francisco Javier García Carmona, Javier Pascual Huerta, Diana Fernández Morato, Lucía Trincado Villa, Carlos Arcas Lorente.

Caso Clínico

- Colgajo bilobulado de Bouche para lesión plantar: Caso clínico.
Javier Pascual Huerta, Carlos Arcas Lorente, Francisco Javier García Carmona, Diana Fernández Morato, Lucía Trincado Villa.
- Técnica Syme bilateral en el quinto dedo: A propósito de un caso.
Rafael Rayo Rosado, Antonio Jurado Polvillo.

Editada por el Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos



REVISTA ESPAÑOLA DE PODOLOGÍA

Consejo General
de Colegios Oficiales de Podólogos

Director:
José García Mostazo

Subdirector:
Francisco Javier Serrano Martínez

Redactor Jefe:
Elvira Bonilla Toyos

Tesorero:
Jesús Marcos Villares Tobajas

Secretario:
Rafael Navarro Félez

Vocales:
José Manuel Ogalla Rodríguez
Manuel Meneses Garde

Comisión Científica:
José Ramos Galván
Sonia Hidalgo Ruiz
Julia Janeiro Arocas
Ricardo Becerro de Bengoa
Carolina Padrós Sánchez
Manuel Meneses Garde

Redacción:
San Bernardo, 74
28015 Madrid
Télf: 91 531 50 44
Fax: 91 523 31 49
E-mail: cogecop@telefonica.net

Diseño, maquetación e impresión:
Arte&Color

Depósito legal:
CA 331-2011
ISSN - 0210-1238
Nº de SVR-215

Indexada en:
IME (Índice Médico Español)
IBECs (Índice Bibliográfico
en Ciencias de la Salud)
LATINDEX

La redacción no se hace responsable del contenido de los artículos publicados en la Revista Española de Podología, de los cuales se responsabilizan directamente los autores que los firman. La redacción se reserva el derecho de reimprimir los originales ya publicados, bien en la propia R.E.P. o en otras publicaciones de su incumbencia. Queda prohibido la reproducción total o parcial de los trabajos publicados, aún citando su procedencia, sin expresa autorización de los autores y la Redacción.

Editorial. 85

- Original -

Las caídas en geriatría. 86

Sergi Sánchez Hernández, Antonia González Cortés.

- Revisión de Conjunto -

Revisión bibliográfica sobre el tratamiento
conservador del pie plano flexible. 90

Raquel López Fresno, Eduardo Gil Ibáñez, Félix Marcos Tejedor, María del Pilar Alfageme García.

- Formación Continuada -

Anatomía quirúrgica ungueal (segunda parte). 96

Francisco Javier García Carmona, Javier Pascual Huerta, Diana Fernández Morato, Lucía Trincado Villa, Carlos Arcas Lorente.



- Caso Clínico -

Colgajo bilobulado de Bouche para lesión
plantar: Caso clínico. 106

Javier Pascual Huerta, Carlos Arcas Lorente, Francisco Javier García Carmona, Diana Fernández Morato, Lucía Trincado Villa.



Técnica Syme bilateral en el quinto dedo:
A propósito de un caso. 112

Rafael Rayo Rosado, Antonio Jurado Polvillo.



Normas de publicación. 117

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE EL TRATAMIENTO CONSERVADOR DEL PIE PLANO FLEXIBLE

Raquel López Fresno¹, Eduardo Gil Ibáñez², Félix Marcos Tejedor³, María del Pilar Alfageme García⁴.

1. DP. Doctorando por la Universidad Europea de Madrid. Práctica privada. Podocentro. Gijón.
2. DP. Práctica privada. Podocentro. Gijón.
3. Graduado en Podología.
4. DP. Profesor asociado UEX.

CORRESPONDENCIA

Raquel López Fresno
Podocentro. Gijón
Telf. 665 459 943
E-mail: podocentro@gmail.com

RESUMEN

El pie plano flexible es una de las patologías más prevalentes en los niños. Existe una gran controversia sobre la eficacia del tratamiento conservador en dicha patología. Realizamos esta búsqueda bibliográfica con el objeto de compartir, debatir y cuestionar conocimientos y poder servir de ayuda a futuras publicaciones e investigaciones.

Los autores presentamos en este artículo distintos estudios hasta la fecha relacionados con el tratamiento conservador del pie plano flexible infantil, llegando a la conclusión de que faltan ensayos clínicos con grupos control para demostrar la efectividad de las ortesis plantares.

PALABRAS CLAVE

Pie plano flexibe, pie plano infantil, ortesis plantares.

ABSTRACT

Flexible flatfoot is one of the most prevalent diseases in children. There is considerable controversy about the effectiveness of conservative treatment in this disease.

We do this review of the scientific literature in order to share, discuss and question knowledge and to assist with future publications and research.

The authors present in this article various studies to date related to the conservative treatment of pediatric flexible flatfoot, concluding that lack of controlled clinical trials groups to demonstrate the effectiveness of plantar orthoses.

KEY WORDS

Flexible flatfoot, flatfoot children, foot orthoses.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los niños que acuden a una consulta podológica lo hacen por presentar pies planos. La deformidad de pie plano flexible ha sido reconocida como una entidad clínica desde hace más de dos siglos¹. La evolución y el tratamiento conservador del pie plano flexible en pacientes pediátricos, ha sido un área de continuo debate en la comunidad médica. Hay, y habrá en el futuro, multitud de opiniones sobre si la deformidad de pie plano en un niño debe ser simplemente observada, tratada con métodos conservativos con ortesis o tratamiento quirúrgico². Las ortesis plantares han sido usadas como tratamiento

mecánico de las patologías del pie, extremidades inferiores y problemas en la parte baja de la espalda por más de un siglo en todo el mundo^{3,5}. Pero muchas veces los podólogos nos preguntamos si nuestras ortesis plantares son capaces de corregir dicha patología. La respuesta es difícil, existe una gran controversia, ya que no se ha demostrado claramente en ningún estudio que puedan "corregir" el pie plano flexible⁶⁻¹⁰. Algunos autores piensan que incluso es mejor no realizar ningún tratamiento ya que con el crecimiento se corregirá y si se mantiene en el adulto rara vez influirá en su calidad de vida¹¹⁻¹⁶. Aunque si se ha demostrado que las ortesis plantares proporcionan efectos beneficiosos a través del control de la inversión/eversión^{9,10,17}. En muchos estudios se demuestra que las

ortesis plantares pueden alterar momentos cinéticos y cinemáticos del pie y de las extremidades inferiores, alterar la actividad electromiográfica de los músculos de las extremidades inferiores y reducir fuerzas y presiones plantares durante la marcha^{3, 4}. Las investigaciones demuestran que existe evidencia de que las ortesis son terapéuticamente eficaces en el tratamiento de multitud de lesiones⁵.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dado que no existe un consenso en la comunidad científica sobre el tratamiento conservador en el pie plano infantil, se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica a través de las bases de datos biomédicas: Pubmed, Medline Plus y Biblioteca Cochrane Plus, con el objetivo de conocer las líneas de tratamiento y su eficacia según la literatura científica. Como términos libres y vocabulario controlado se utilizaron las siguientes palabras claves: "pediatric flatfoot", "flexible flatfoot", "orthosis plantares", "treatment flatfoot".

RESULTADOS

Evans y Rome realizaron una revisión bibliográfica en el año 2011, en la base de datos Cochrane, basada en 15 estudios, encontraron que todos tenían unas limitaciones comunes: el tamaño de la muestra no era representativo de la población, los participantes no estaban cegados a la intervención, fallos al usar válidas y fidedignas medidas en los resultados; y falta de intervenciones aleatorias para los sujetos y el personal investigador. Como método de diagnóstico la observación clínica del arco plantar la más frecuente. Todos los estudios incluían ortesis plantares (variadas) y calzado (con o sin modificación) como intervención.

La evaluación crítica del estudio es que no consiguieron conclusiones definitivas. Existe mucha heterogeneidad y debilidad en los estudios. No hay evidencia que indique que el calzado ortopédico o las ortesis plantares inmediatamente mejoren los parámetros radiológicos en niños con pies planos flexibles. Todos los estudios que investigaron el efecto inmediato del calzado y las ortesis, encontraron una mejoría en la postura del pie. Los estudios que evaluaron el efecto de las intervenciones en parámetros radiológicos a través del tiempo no encontraron diferencias significativas entre los grupos. Y los estudios que encontraron una mejoría en la postura del pie, en parámetros radiológicos, no incluían una comparación con un grupo control. Además, muchos estudios no contaban con el desarrollo normal del arco plantar⁶.

En un ensayo prospectivo aleatorio Wenger et al., (1989) investigaron si los zapatos ortopédicos o las ortesis plantares afectaban el transcurso del pie plano flexible en niños. El tamaño de la muestra estaba formado por 98 niños de entre 1 y 6 años. Utilizaron

medidas radiológicas (pre y post-tratamiento) para valorar la eficacia de los tratamientos. Describen en sus resultados que no obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos¹⁰.

Mosca²⁰, comenta en su artículo que no existen estudios prospectivos controlados que documenten que el tratamiento conservador del pie plano flexible, evita la aparición de dolor o disfunción a lo largo del tiempo. A pesar de la ausencia de evidencia científica de los beneficios, el tratamiento del pie plano flexible asintomático ha sido defendido durante años.

Soo-Kyung et al.²¹, quisieron evaluar el efecto de las ortesis plantares rígidas, con inversión de Blake, en niños con pies planos flexibles. Su muestra estaba compuesta por 39 niños. Les midieron la PRCC y les realizaron radiografías anteroposterior y lateral. En las radiografías midieron los siguientes parámetros: el ángulo astrágalo-calcáneo en proyección anteroposterior y lateral, al ángulo astrágalo-metatarsal en proyección lateral y el ángulo de inclinación del calcáneo en proyección lateral. Cada niño fue tratado con soportes plantares con inversión de Blake. Hicieron tres revisiones: pretratamiento, a los 12-18 meses del uso de los SP y a los 24 meses de uso de los SP. Los resultados del estudio fueron que el efecto de las OP produce un cambio en la posición del astrágalo y del calcáneo, que permite el desarrollo del ALI en el pie plano flexible. Los hallazgos radiológicos mejoraron significativamente después del uso durante 24 meses de las OP. Concluyen que las OP invertidas pueden ser efectivas en el tratamiento del pie plano flexible en niños.

Muchos estudios sin grupo control, han concluido que el aumento en la altura del ALI se puede lograr tanto clínicamente como radiológicamente con el uso de calzado correctivo, soportes plantares y cuñas supinadoras en retropié^{22, 23}. Sin embargo, el efecto de cualquier intervención no puede ser determinada sin la comparación de un grupo control sin tratamiento^{24, 25, 26}.

CONCLUSIONES

Tras este trabajo de búsqueda bibliográfica sobre el tratamiento conservador del pie plano flexible infantil, llegamos a la conclusión de que existe una gran controversia en los resultados de los estudios existentes hasta la fecha. Observando la falta de grupos de control en los estudios científicos realizados.

La evidencia sobre tratamientos de pie plano flexible, en ensayos controlados aleatorios es actualmente muy limitada para extraer conclusiones definitivas sobre las intervenciones que deben realizarse.

Recomendamos a futuras investigaciones incluir el uso de métodos válidos y fidedignos para clasificar el pie plano y obtener medidas que evalúen apropiadamente los beneficios de los tratamientos que están siendo estudiados.

Para concluir, creemos que son necesarias más investigaciones con grupos de control y comparación entre el grupo de control y el de tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kirby, K. Biomechanics and treatment of the flexible flatfoot deformity in children. *The Journal of the Podiatric Biomechanics*. 1999; 10-15.
2. Kirby, K.; Green DR. Evaluation and nonoperative management of pes valgus. *Foot and Ankle Disorders in Children* (ed. Stevens De Valentia), Churchill Livingstone, New York, 1992, pp: 295-327.
3. Pascual, J.; Ropa, I.; Kirby, K. Static response of maximally pronated and nonmaximally pronated feet to frontal plane wedging of foot orthoses. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2009. Vol 99. (1).
4. Kirby, K. Foot Orthoses: therapeutic efficacy, theory and research evidence for their biomechanical effect. *Foot and Ankle Quarterly*. 2006, Vol 18, N^o2.
5. Kirby, K. The medial heel slope technique. Improving pronation control in foot orthoses. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 1992. Vol 02, N^o4.
6. Evans, A. The flat-footed child. To treat or not to treat: what is the clinician to do?. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2008; Vol. 98 (5): 386-393.
7. Winford, D.; Esterman, A. A randomized controlled trial of two types of in-shoe orthoses in children with flexible excess pronation of the feet. 2007; Vol. 28 (6): 715-723.
8. Genere, R.; Pronation. The orthotist's view. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*. 2000; Vol. 17 (3): 481-503.
9. Ball, K.; Alheidt M. Evolution of foot orthotics part 2: research reshapes long-standing theory. *Journal of Manipulative Physiological Therapeutics*. 2002; 25 (2): 125-134.
10. Nigg, B.; The role of impact forces and foot pronation: a new paradigm. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2001; 11 (1): 2-9.
11. Walkosz, M.; Napieratek, M. Flexible flatfoot in children a controversial subject. *Chir Narzadow Ruchu Orthop*. 2003; 68 (4): 261-7
12. Jant, L. Pediatric flatfoot. *Orthopade*. 1986; 15 (3): 199-204.
13. Heftt, F.; Bruner, R. Flatfoot. *Orthopade*. 1999; 28(2): 159-72.
14. Sullivan, J.; Pediatric flatfoot: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg*. 1999; 7 (1): 44-53.
15. Bohler, A.; Insole management of pediatric flatfoot. *Orthopade*. 1986; 15 (3): 205-11
16. Pamela, S.; Ghinwa Hassan. Lower extremity abnormalities in children. *American Family Physician*. 2003. Vol 68 N^o3.
17. Bresnahan, P. Flatfoot deformity pathogenesis. A trilogy. *Clin Podiat Med Surg*. 2000; 17 (3): 505-12.
18. Evans, A.; Rome, K. A Cochrane review of the evidence for non-surgical interventions for flexible pediatric flatfoot. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2011; 47: 69-89.
19. Wenger, D.; Mauldin, D.; Speck, G.; Morgan, D.; Lieber, R. Corrective shoes and inserts as treatment for flexible flatfoot in infants and children. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1989; 71: 800-810.
20. Mosca, V.; Flexible flatfoot in children and adolescents. *J Child Orthop*. 2010, (4): 107-121.
21. Seo-Kyung, B.; Bong-Ok, K.; Jun-Ho, L.; So-Young, A. Effects of custom-made rigid foot orthoses on pes planus in children over 6 years old. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2014; 38 (3): 369-375.
22. Black, E.; Berzins, U. Conservative management of pes valgus with plantar flexed talus, flexible. *Chn Orthop Relat Res*. 1977; 122: 85-94.
23. Borden, R. Correction of hypermobile flatfoot in children by molded insert. *Foot Ankle*. 1980; 1: 143-150.
24. Morley, A. Knock-knee in children. *Br Med*. 1957; 2: 976-979.
25. Blount, W. Fractures in children. Krieger, Huntington, NY, p. 185.
26. Gould, N.; Morelan, M.; Alvarez, R.; Trevino, S.; Fenwick, J. Development of the child's arch. *Foot Ankle*. 1989; 9: 241-245.

IV. 4. 3: Comunicación Oral 1: Relación entre el FPI e IMC en niños entre 6 y 10 años.

- **Titulo:** Relación entre el FPI e IMC en niños entre 6 y 10 años.
- **Autor:** Alfageme García P.
- **Jornadas:** I Jornada internacional de transmisión y Conocimiento en investigación Podológica. DEDAP. Plasencia, noviembre 2014.

COPIA DEL CERTIFICADO DE PRESENTACIÓN



Grupo de Investigación DEDAP

Dña. M^a DEL PILAR ALFAGEME GARCÍA

Ha presentado una Comunicación Oral en la I Jornada Internacional de Transmisión y Conocimiento en Investigación Podológica, Organizada por el Grupo de Investigación DEDAP, en colaboración con la Universidad de Extremadura y la Clínica Podológica Universitaria. Celebrada en el Centro Universitario de Plasencia el 28 de Noviembre de 2014, presentando la ponencia con título

“RELACIÓN ENTRE EL FPI Y IMC EN NIÑOS ENTRE 6-10 AÑOS”

Y para que conste y surta los efectos oportunos, se expide la presente certificación, en PLASENCIA a 28 de Noviembre de 2014.

Fdo. Dr. D. Alfonso Martínez Nova.
Vicedecano Grado de Podología
de la Universidad de Extremadura

Fdo. Dra. Dña. Raquel Mayordomo
Profesora Titular de Universidad y Coordinadora del
Grupo de investigación DEDAP de la UEx.



GOBIERNO DE EXTREMADURA
Consejería de Empleo, Empresa e Innovación



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Una manera de hacer Europa



V.4.4: Comunicación Oral 2. Foot Posture Index. Revisión bibliográfica.

- Título: Foot Posture Index. Revisión bibliográfica.
- Autor: Alfageme García P
- Jornadas: XVI Seminario de Investigación y Comunicación en Podología. Sevilla, 16 y 17 Sep 2015.
- Año: 2015

COPIA DEL CERTIFICADO DE PRESENTACIÓN



Departamento de Podología

DOCTOR JOSÉ MANUEL CASTILLO LÓPEZ, PROFESOR CONTRATADO DOCTOR Y SECRETARIO DEL DEPARTAMENTO DE PODOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA,

CERTIFICA:

Que Don/Dña. **Pilar Alfageme García** ha sido autor/a de la comunicación oral "*Foot Posture Index en niños. Revisión Bibliográfica*" presentada en el XVI Seminario de Investigación y Comunicación en Podología, celebrado durante los días 16 y 17 de septiembre de 2015.

Y para que así conste y surta los efectos oportunos donde convenga al interesado, se extiende la presente certificación en Sevilla, a 18 de septiembre de dos mil quince.

V^oB^o
EL DIRECTOR,

Fdo.Dr. Pedro V. Munuera Martínez.



EL SECRETARIO,

Fdo.Dr. José M. Castillo López.

IV.4. 5 Poster Publicado: Estudio sobre tipo de calzado en población infantil

- Título: “Estudio sobre tipo de calzado en población infantil”.
- Autor: Alfageme García MP.
- Congreso: 44 Congreso Nacional de Podología en octubre del 2013.
- Año:2013.

COPIA DEL CERTIFICADO DE PUBLICACIÓN

44 CONGRESO NACIONAL DE PODOLOGÍA

Logroño, *Robotium*
4, 5 y 6 | octubre | 2013

Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos

MARÍA DEL PILAR ALFAGEME GARCÍA
D./DÑA.

Ha presentado como autor el póster con título
ESTUDIO SOBRE TIPO DE CALZADO EN POBLACIÓN INFANTIL

en el **44 Congreso Nacional de Podología** celebrado en Logroño, los días 4, 5 y 6 de octubre de 2013.
Y para que así conste se expide el siguiente certificado en Logroño a 5 de octubre de 2013.


D. José García Mostazo
Presidente Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos


Dña. Cristina Ochoa de Diego
Secretaría General del Congreso y Presidenta del Colegio Oficial de Podólogos de La Rioja

CAPITULO V

DISCUSIÓN INTEGRADORA

DISCUSIÓN INTEGRADORA

En la literatura se han usado muestras similares a la utilizada por nosotros para establecer valores de normalidad de FPI en la población adulta. Nuestros estudios se basan en una muestra de población infantil de 1798 participantes, 873 niños y 925 niñas. Otros aspectos a estudio, debido a su relevancia han sido la obesidad o el sobrepeso guarda relación con la postura del pie.

El valor medio de FPI (3,82 puntos) ha sido igualmente coherente con el grupo de niños (3,72 puntos), en el que cabe destacar que los valores de FPI para adultos jóvenes y mayores fueron de 2,4 y 2,9 puntos respectivamente, lo cual evidenció una diferencia significativa de la postura del pie entre niños y adultos ($F=51,07$, $p<0,001$).

Por género, los valores medios de FPI de cada grupo han sido 3,96 y 3,67 puntos en niños y niñas respectivamente, encontrándose dentro de los márgenes considerados como posición fisiológica del pie, tomando como rango de normalidad de de 0 a +5 (Morrison & Ferrari, 2009; Scott, Menz, & Newcombe, 2007; Taylor et al., 2006), y coincidiendo con resultados de FPI obtenidos en niños en publicaciones anteriores (Menz, Morris, & Lord, 2006; Tong & Kong, 2013; C. Williams et al., 2013). Por otro lado, el percentil 75 ha presentado un valor medio de FPI aproximado de 6 puntos para ambos géneros. Considerando que la pronación patológica se mueve entre valores FPI de 6 a 9 puntos para la pronación moderada, y de 9 a 12 puntos para la pronación severa (Kennedy, Noel, O'Meara, & Kelly, 2013; Morrison & Ferrari, 2009), el percentil 75 se puede definir como línea divisoria. Respecto al crecimiento, los valores medios de FPI del total de la muestra han mostrado una disminución tangible y uniforme en relación al aumento de la edad, y por tanto un cambio en la postura del pie asociado al desarrollo coincidiendo con publicaciones anteriores que han descrito una reducción de la prevalencia de pie plano flexible infantil con la edad, a pesar de utilizar otras técnicas de medida como estudio de la huella plantar, medición de ángulos en radiografías o técnicas observacionales.

Hemos evaluado la postura del pie en un periodo de tres años, mediante un estudio prospectivo en una muestra de población de 1798 escolares. El valor

de la postura del pie fue de media $4+ - 3$. Clínicamente esto implicaría que el 68% de los niños presentarían valores de FPI entre $+1$ y $+7$ y podríamos esperar que el 95% tuvieran unos valores de FPI entre -2 y $+10$.

Nuestros resultados están de acuerdo a un reciente estudio de Carvalho que determinó valores de FPI en el pie del niño de $4+-3$. Este estudio encontró diferencias significativas por sexos en el FPI en tres años. (H.K.G. Carvalho de et al, 2017). La postura del pie cambia de manera similar a medida que vamos creciendo siendo más evidente aunque no significativo entre los 9 y 11 años de edad. Este estudio confirma que el pie plano pediátrico tiende a cambiar su morfología con la edad, haciéndose más neutro. En contraposición el pie supinado en este estudio parece menos probable que cambie con la edad. La postura del pie altamente supinado no se observó en nuestra muestra y debe ser considerado patológico. Lo que viene a concluir que en las revisiones pediátricas es más importante mostrar interés en pies supinados y altamente supinados que en los pies pronados. (Angela M Evans, 2011; Angela Margaret Evans & Scutter, 2007; Gijon-Nogueron et al., 2016)

En la primera década de vida, se puede considerar normal, un pie plano siempre que no manifieste dolor. En clínica serán necesarias herramientas que nos ayuden a establecer diagnósticos diferenciales para identificar pies planos patológicos.

En el artículo derivado de nuestro estudio prospectivo destaca como la postura del pie pronado evoluciona a neutro con el paso de los años y se reducen los casos de pies pronados y altamente pronados. Pero no sucede lo mismo con los pies supinados que se mantienen en el tiempo.

De acuerdo con otros autores nuestro estudio concluyó que la postura del pie medida por el FPI no guarda relación con la antropometría como sexo, edad e IMC. (H.K.G. Carvalho de et al, 2017, Mickle, Steele, & Munro, 2006).

Morrison S. y Ferrari Jill (Morrison & Ferrari, 2009) publicaron en 2009 un trabajo sobre la fiabilidad inter e intraobservador en la valoración del pie pediátrico en una muestra de 30 niños con edades comprendidas entre los 5 y los 7 años. Hasta entonces, la mayoría de los estudios realizados sobre la validez y fiabilidad del FPI se habían hecho en adultos (Redmond et al., 2006;

Saltzman et al., 1997; Van Gheluwe, Kirby, Roosen, & Phillips, 2002) pero se ha prestado poca atención a la utilidad que podría aportar este tipo de estudios para la valoración del pie pediátrico.

En un amplio estudio realizado por Evans AM et al. en 2003 (Angela M Evans et al., 2003), se investigó sobre la fiabilidad del FPI en niños (4-6 años), en adolescentes (8-15) y en adultos (20-50 años), y los resultados mostraron que la fiabilidad de las puntuaciones en los niños era menor que en los adultos. En 2011 (Angela M Evans, 2011), publicó un trabajo en el que relacionaba el pie plano infantil con medidas antropométricas generales, entre las que incluyó el FPI. La muestra contaba con 140 niños de entre 7 y 10 años. Dentro de sus resultados cabe destacar que las puntuaciones del FPI-6 mostraron un amplio rango de tipologías de pie, desde supinados hasta pronados. También mostró que la media de los valores de FPI-6 resultó ligeramente en pronación, coincidiendo con los valores de normalidad publicados por Redmond AC.

En 2012, Evans et al. (Angela M Evans et al., 2012) publicaron un nuevo estudio sobre la fiabilidad de cuatro medidas, incluido el FPI-6, pero en este caso se realizó en la población infantil. Participaron en el estudio 30 niños de edades comprendidas entre 7 y 15 años. Cada sujeto fue valorado 2 veces por cada examinador de modo independientemente. Los resultados mostraron buena fiabilidad intraobservador (ICC=0,930,94). Concluyeron que, por primera vez, el FPI-6 demostraba una fiabilidad intraobservador e interobservador adecuada en una muestra pediátrica.

Kennedy J. et al. (Kennedy et al., 2013), publicaron en 2013 un estudio sobre las afecciones en el pie y tobillo de la Mucopolisacaroidosis tipo 1 (MPS-1), enfermedad sistémica conocida como Síndrome de Hurler, caracterizado por el depósito desordenado de lisosomas a nivel celular, que provoca un amplio desorden y disfunción a nivel de tejidos y órganos desde edades tempranas. También ha sido utilizado el FPI-6 para estudiar las características del pie y tobillo en niños con marcha de puntillas idiopática.

Williams C. et al. (C. Williams et al., 2013) publicaron en 2013 un estudio en el que se valoró el FPI-6 y el Test del Lunge en sus dos versiones (rodilla extendida y flexionada) en niños con marcha de puntillas idiopática y un grupo

control para comparar. La muestra contó con 60 niños de edades comprendidas entre 4 y 8 años. De esta muestra, 30 niños tenían diagnosticada marcha en puntillas idiopática, los otros 30 eran niños sanos, que formaron el grupo control. Concluyeron que el FPI-6 no mostraba diferencias significativas entre ambos grupos de estudio. Pero también que la interacción del Test de Lunge con la pierna extendida en ITW afecta a la puntuación del FPI-6 ($p=0,01$).

En 2015, Jung Su Lee et al. (Lee et al., 2015) en un estudio investigaron las relaciones existentes entre el FPI, las presiones plantares y los hallazgos radiológicos. Participaron 19 niños con pies planos, con una media de edad de $9,32 \pm 2,67$ años, Los datos obtenidos se correlacionaron mediante la matriz de correlación de Spearman. Aunque no encontraron relación entre las presiones plantares y los valores medidos en las radiografías.

En el estudio que llevaron a cabo James AM et al. (James, Williams, Luscombe, Hunter, & Haines, 2015) midieron la postura del pie mediante el FPI-6 y otras variables antropométricas en pies patológicos. Resultando que los niños que presentaban apofisitis calcánea eran antropométricamente diferentes de otros niños que no lo presentaban y habían experimentado un largo período de dolor. Tenían un índice de masa corporal medio más alto ($p < 0,001$), un peso aumentado ($p < 0,001$) y eran más altos ($p < 0,001$) en comparación con los valores normativos. Por lo tanto, el manejo temprano centrado en las diferencias antropométricas puede minimizar la intensidad y la duración del dolor experimentado.

(Tong & Kong, 2013), publicaron en 2013 una revisión sistemática con meta-análisis con el objeto de investigar la relación entre la postura del pie y las lesiones de la extremidad inferior. Determinaron una relación entre los tipos de pie pronado o supinado y las lesiones de las extremidades inferiores.

La obesidad es la enfermedad nutricional más frecuente en los niños y adolescentes de los países industrializados. Se define como un incremento del peso corporal, a expensas preferentemente del aumento del tejido adiposo. Su valoración en el niño y adolescente es más difícil que en el adulto, debido a los cambios continuos que se producen en la composición corporal durante el crecimiento (Angel Aragonés; LB González et

al)(Aragonés et al., 2007) El estudio PAIDOS de 1984, reflejó una prevalencia de obesidad en España del 4,9% para niños de ambos sexos entre 6 y 12 años de edad. Un estudio más reciente en la población pediátrica ALADINO del 2015 señala que el porcentaje de sobrepeso infantil en España es entorno al 23 % y el de obesidad infantil se encuentra en torno al 18%.

En 2011, Evans AM, estudió varias medidas antropométricas en 140 niños de entre 7 y 10 años de edad. De ellos 31 sujetos tenía el pie plano según el FPI-6. El perímetro de cintura, el peso o el IMC fue comparado entre los sujetos con y sin pie plano. Los resultados fueron significativos pero débiles e inversos entre la postura del pie y el peso.

En 2015, Tucker et al. publicaron un estudio sobre la fiabilidad intra e interobservador de las medidas más comunes en miembro inferior, entre ellas el FPI-6. Participaron 3 observadores que repitieron 3 veces cada una de las medidas. El resultado medio de la fiabilidad intraobservador para el FPI-6 fue excelente con un ICC=0,983 en niños con normopeso y un ICC=0,982 en niños con obesidad, con un IC=95%. Los resultados interobservador fueron de moderados a buenos con un ICC=0,788 en el grupo de normopeso y un ICC=0,834 en el grupo de obesidad, con un IC=95%. En este estudio los valores medios de FPI-6 para el grupo de normopeso fue de FPI-6=5,15(SD 2,68) y 4,96(SD 2,50) para los pies derecho e izquierdo respectivamente. En el caso de los niños obesos los resultados fueron FPI-6=4,71(SD 2,11) y 4,48(SD 2,04) para los pies derecho e izquierdo respectivamente. En consecuencia, los valores de FPI-6, y por tanto la postura del pie, no estaría influenciada por la obesidad en niños.

Existen pocos estudios sobre el desarrollo natural del pie plano flexible tanto si es tratado como si no es tratado.(Garcia-Rodriguez et al., 1999; Edwin J Harris et al., 2004). La literatura disponible tiene un mérito cuestionable a la luz de la actual insistencia en la medicina basada en la evidencia, los niveles de evidencia clínica. No existen datos concluyentes que prueben que el pie plano flexible pediátrico lleve a largo plazo, a unas condiciones patológicas en el adulto. La falta de acuerdo respecto a la necesidad de tratamiento del pie plano flexible ha llevado al desarrollo de dos filosofías opuestas respecto al tratamiento. Hoy en día, los clínicos se ven forzados a tomar decisiones basadas en su propia experiencia personal y conclusiones formadas a partir

de la literatura (Angela Margaret Evans, 2008; Gervis, 1970; Jani, 1986; Tax, 1989; Viladot, 1992).

Gould et al. (Gould et al., 1989) estudiaron 225 niños desde que comenzaron a caminar y les hicieron un seguimiento durante 4 años. Todos los niños aparentemente normales tenían pies planos determinados por parámetros radiológicos y fotográficos. Los arcos se desarrollaron independientemente del calzado. Los niños que llevaron soportes plantares desarrollaron el arco más rápido. La hiperpronación fue evidente en el 77,9% y presentaban genu valgum el 92,3% de los niños a los 5 años de edad.

García-Rodríguez et al. estudiaron la prevalencia del pie plano flexible en una población de entre 4 y 13 años de edad en Málaga. Clasificaron según la gravedad a una muestra de 1.181 niños de un total de 198.858 niños de primaria (García-Rodríguez et al., 1999).

Pfeiffer et al (Pfeiffer, Kotz, Ledl, Hauser, & Sluga, 2006) estudiaron 835 niños con edades comprendidas entre los 3 y 6 años, apoyando su diagnóstico en una posición en valgo del retropié y una formación pobre del arco longitudinal interno, concluyeron que más del 90% de los tratamientos indicados para sus pacientes eran innecesarios.

Otros investigadores han estudiado grupos de población específicos para determinar la relevancia del pie plano en el adulto y contrastarla en la población infantil (Gervis, 1970; Hogan & Staheli, 2002; Lowy, 1998; Pehlivan, Cilli, Mahirogullari, Karabudak, & Koksall, 2009; Zollinger & Exner, 1995; Zollinger & Fellmann, 1994).

Harris y Beath concluyeron que, el desarrollo natural del pie plano hipermóvil asociado a tendón de Aquiles acortado, se vuelve más severo e incapacitante con la edad. La incapacidad puede ser leve o no presentarse hasta la adolescencia, puede empeorar en adultos jóvenes y haber alcanzado estadios severos en adultos de mediana edad.

Evans estudió la relación entre los llamados dolores del crecimiento y la postura del pie en niños, investigando las quejas de los dolores en piernas y su relación con la pronación de la postura del pie, usando 8 diseños experimentales de tipo single-case. Parece ser que la postura del pie puede

provocar dolores en miembros inferiores y estos casos pueden ser tratados con frecuencia con soportes plantares. Concluyeron que no había soporte para mantener la teoría anatómica de los dolores del crecimiento y no encontraron una relación significativa entre la postura del pie o las medidas de salud funcional y el dolor de piernas en jóvenes.

Por tanto, en la actualidad, se sigue asociando el aumento del IMC con el aumento de la incidencia de pie plano en la infancia, y se sigue utilizando la huella plantar como método de diagnóstico, a pesar de la disparidad de resultados de los diferentes estudios y de la falta de consenso manifiesta desde hace varias décadas. Sin embargo, en los últimos 15 años, también se han publicado paralelamente, estudios sobre la postura del pie y su asociación con el exceso de peso, en los que se ha utilizado el FPI como método de diagnóstico del pie plano (Coll Bosch, Viladot Perice, & Suso Vergara, 1999; Dr. Aurelio Gerardo Martínez Lozano, 2009; Edwin J Harris et al., 2004; Stavlas, Grivas, Michas, Vasiliadis, & Polyzois, 2005; Wearing et al., 2006a).

Se necesitan estudios válidos bien diseñados sobre la evolución natural del pie plano flexible, así como de los posibles efectos de su modificación.

La limitación más importante que hemos encontrado para la realización de este estudio ha sido la toma de datos de un tamaño de muestra tan grande. Además, aunque la muestra de este estudio se mueve en una franja de edad crítica para el desarrollo infantil (de 6 a 12 años), el grupo de edad de 12 años ha mostrado un aumento del valor percentil 50, rompiendo la tendencia decreciente, lo que podría indicar el inicio de una nueva etapa de desarrollo hacia la edad adulta. Por tanto, se habría considerado ideal que la muestra incluyera a sujetos con edades hasta los 18 años.

Futuros estudios similares a éste, con tamaños muestrales grandes y con mayor rango de edad, y en diferentes etnias y regiones geográficas, podrían alcanzar mayor precisión respecto los valores de referencia de la postura del pie en la infancia y adolescencia. Por otro lado, la realización de estudios cohorte de la postura del pie mediante FPI en la infancia, ayudaría a comprender mejor el desarrollo del pie durante el crecimiento, y de esta

manera, mejorar el diagnóstico, pronóstico y tratamiento del pie plano infantil flexible, que tantos años viene siendo motivo de controversia.

Se ha realizado el estudio con una muestra de niños sin limitaciones de peso, por lo que se debería ampliar la muestra exclusivamente de sujetos con sobrepeso y obesidad, lo que mejoraría los resultados dándole mayor importancia a los mismos y podría confirmar si el sobrepeso tiene repercusión directa en la posición de los pies. (Freedman, Mei, Srinivasan, Berenson, & Dietz, 2007; Halfon, Larson, & Slusser, 2013; Sarrafian, 1993). Además, se podrían crear programas de salud que analicen la repercusión de este tipo de problemas en la población infantil a medio y largo plazo.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

Las conclusiones de nuestro trabajo son las que se detallan a continuación:

1. Como límites de valores de FPI normales, recomendamos el percentil 85 para la pronación y el percentil 4 para la supinación. El percentil 50 corresponde a valores de FPI de 4 puntos para los niños (tanto hombres como mujeres) de 6 años de edad. Este valor disminuye progresivamente con la edad hasta los 3 puntos para los niños de 11 años.
2. En los niños de entre 6 y 12 años estudiados, la masa corporal no parece tener influencia sobre la postura de los pies. Así mismo las variables edad y sexo tampoco mostraron relación con la postura del pie medida con FPI.
3. Durante 3 años de seguimiento, a medida que aumentó la edad la postura de los pies de los niños estudiados cambió hacia una postura más neutra. El peso, la altura y el IMC se relacionó mínimamente con los cambios producidos en la postura del pie.

ANEXOS

ANEXO I: PERMISO DE LA COMISIÓN DE BIOÉTICA



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,
TRANSFERENCIA E INNOVACIÓN**

Campus Universitario
59/2015

Avda de Elvas s/nº

06071 BADAJOZ

Tel.: 924 28 93 05

Fax: 924 27 29 83

NºRegistro:

Dª Mª ANGELES TORMO GARCIA, SECRETARIA DE LA COMISION DE BIOÉTICA Y BIOSEGURIDAD DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA.

INFORMA: Que una vez analizada, por esta Comisión la solicitud de PROYECTO DE TESIS DOCTORAL titulado “Evolución de la postura del pie en niños de entre 6 y 12 años” cuyo Investigador Principal es es D/Dª Mª Del Pilar Alfageme García ha decidido por unanimidad valorar positivamente el precitado proyecto por considerar que se ajusta a las normas éticas esenciales cumpliendo con la normativa vigente al efecto.

Y para que conste y surta los efectos oportunos firmo el presente informe en Badajoz a 26 de Mayo de 2015.

VºBº

Fdo.: Fernando Henao Dávila
Presidente por Delegación de Comisión
de Bioética y Bioseguridad

ANEXO II: HOJA EXPLICATIVA DEL ESTUDIO

ANEXO II. Hoja Explicativa del Estudio

Es importante que lea esta información de forma cuidadosa y completa. Por favor, firme en cada página, indicando así que la ha leído y comprende su información.

Es importante que hayan sido respondidas todas sus preguntas antes de que firme el consentimiento de la última página del documento, que expresa su decisión libre y voluntaria de participación en esta investigación.

OBJETIVOS DE ESTA INVESTIGACION

El principal objetivo de este estudio consiste en; a) valorar las diferencias que aparecen en el pie de niño mediante el índice de postura pie (FPI) en su crecimiento y b) prevalencia de deformidades digitales en población infantil extremeña.

METODOLOGIA

Se tomarán datos personales (sexo, edad) y antropométricos (peso, altura y número de pie). Se le realizará una exploración manual del pie donde valoraremos algunas características de su pie (fórmula metatarsal, fórmula digital, índice de postura-pie y valoración de deformidad digital).

Se llevarán a cabo dos mediciones una el año escolar en curso y otra el siguiente.

CUALES SON LOS BENEFICIOS Y RIESGOS DEL ESTUDIO:

Los beneficios del estudio serán múltiples y sus repercusiones comprenderán diversas

áreas, tanto en el ámbito asistencial como docente e investigador. Por una parte, contribuirá a mejorar el conocimiento de la función estática y dinámica del pie infantil y

pondrá de manifiesto la importancia de las deformidades digitales en este sector de la población. Puesto que conoceremos los valores de normalidad, en exploraciones y estudios posteriores, todos aquellos valores por encima o por debajo podrán considerarse patológicos.

Los riesgos del estudio son inexistentes, ya que se realizan pruebas inocuas, la exploración visual y manual del pie.

Firma del participante o Tutor legal :

ANEXO III: CONSENTIMIENTO INFORMADO

- 1.- He leído, comprendido y firmado las paginas anteriores de información sobre el estudio **“Evolución de la postura del pie en niños de entre 6 y 12 años y Prevalencia de deformidades digitales en población infantil Extremeña”** .
- 2.- Doy fe de no haber omitido o alterado datos al informar sobre mi historial y antecedentes clínico-quirúrgicos, especialmente los referidos a enfermedades personales.
3. Doy el consentimiento para el tratamiento informatizado de la información que de mí se obtenga con fines médicos, científicos o educativos, conforme a las normas legales. De acuerdo con la Ley 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal, los datos personales que se me requieren (sexo, edad, profesión, etc.) son los necesarios para realizar el estudio correctamente. No se revelará mi identidad bajo ningún concepto, así como tampoco mis datos personales. Ninguno de estos datos serán revelados a personas externas a la investigación. La participación es anónima, sin embargo, mis datos estarán registrados en una lista de control que será guardada por el investigador principal y sólo recurrirá a ella en los momentos imprescindibles.
4. Me ha sido explicado de forma comprensible:
 - El procedimiento a realizar.
 - Los beneficios y riesgos del estudio propuesto.
5. He podido hacer preguntas sobre el estudio y han sido contestadas de forma clara y precisa.
6. He hablado con: **Mª del Pilar Alfageme García DNI: 52356514g**
(Nombre del investigador o persona autorizada y DNI)
7. Comprendo que mi participación es voluntaria.
8. Comprendo que puedo retirarme de la prueba cuando quiera y sin tener que dar explicaciones.

D. (nombre del participante)

ACEPTO libremente la participación en el estudio.

Lugar _____ a _____ de _____ de 200__.

Firma del participante y DNI Firma del investigador y DNI.

Firma del testigo cuando el consentimiento informado sea dado oralmente y DNI.

D. (nombre del participante)

NO ACEPTO libremente la participación en el estudio.

Lugar _____ a _____ de _____ de 200__.

ANEXO IV: HOJA DE RECOGIDA DE DATOS.

Evolución de la postura del pie en niños de entre 6-12 años y prevalencia de deformidades digitales en la población infantil en Extremadura, variables antropométricas.

ANEXO IV. Hoja de recogida de datos

NUMERO EXCEL: DATOS PERSONALES

Nombre y apellidos: Abrev:

Edad (meses):

Sexo: H (1) / M (2)

DATOS ANTROPOMETRICOS:

Peso:

Altura:

Numero de pie:

Formula metatarsal

Index plus 1 Index plus-minus 2 Index minus 3

Formula digital

Pie Egipcio 1 Pie Cuadrado 2 Pie Griego 3

Tipo de calzado:

Deportiva

Mocasín

Bota

Manoletinas

Colegial

Actividad física:

Sedentarismo

realiza alguna actividad extraescolar

deporte

Deformidad digital:

1º dedo ro /2º dedo garra /2º rot. / 3º dedo garra /4º dedo rot. /5º dedo rot./5º dedo infraduc.

Otras deformidades digitales:

Tipo de transporte de libros:

Mochila trolley

Mochila espalda

Bandolera

INDICE DE POSTURA DEL PIE

	CRITERIOS	PLANO	PUNTUACION 1		PUNTUACIÓN 2		PUNTUACIÓN 3	
			Fecha Comentario		Fecha Comentario		Fecha Comentario	
			Izquierdo -2 a +2	Derecho -2 a +2	Izquierdo -2 a +2	Derecho -2 a +2	Izquierdo -2 a +2	Derecho -2 a +2
Retropié	Palpación cabeza del astrágalo	Transverso						
	Curvatura supra e inframaleolar lateral	Frontal / Transverso						
	Calcáneo plano frontal	Frontal						
Antepié	Prominencia región talonavicular	Transverso						
	Congruencia arco longitudinal interno	Sagital						
	Abd / ad antepié respecto retropié	Transverso						
	TOTAL							

Tipo de Pie

1= Altamente Supinado

2= Supinado

3 = Neutro

4= Pronado

5= Altamente Pronado

Foot Posture Index Datasheet

<i>Patient name</i>	<i>ID number</i>
---------------------	------------------

	FACTOR	PLANE	SCORE 1		SCORE 2		SCORE 3	
			Date _____		Date _____		Date _____	
			Comment _____		Comment _____		Comment _____	
			Left -2 to +2	Right -2 to +2	Left -2 to +2	Right -2 to +2	Left -2 to +2	Right -2 to +2
Rearfoot	Talar head palpation	<i>Transverse</i>						
	Curves above and below the lateral malleolus	<i>Frontal/ transverse</i>						
	Inversion/eversion of the calcaneus	<i>Frontal</i>						
Forefoot	Prominence in the region of the TTJ	<i>Transverse</i>						
	Congruence of the medial longitudinal arch	<i>Sagittal</i>						
	Abd/adduction forefoot on rearfoot	<i>Transverse</i>						
	TOTAL							

Reference values
 Normal = 0 to +5
 Pronated = +6 to +9, Highly pronated 10+
 Supinated = -1 to -4, Highly supinated -5 to -12

©Anthony Redmond 1998
 (May be copied for clinical use and adapted
 with the permission of the copyright holder)
 www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FPI

Foot Posture Index Datasheet

<i>Patient name</i>	<i>ID number</i>
---------------------	------------------

	FACTOR	PLANE	SCORE 1		SCORE 2		SCORE 3	
			Date _____		Date _____		Date _____	
			Comment _____		Comment _____		Comment _____	
			Left -2 to +2	Right -2 to +2	Left -2 to +2	Right -2 to +2	Left -2 to +2	Right -2 to +2
Rearfoot	Talar head palpation	<i>Transverse</i>						
	Curves above and below the lateral malleolus	<i>Frontal/ transverse</i>						
	Inversion/eversion of the calcaneus	<i>Frontal</i>						
Forefoot	Prominence in the region of the TTJ	<i>Transverse</i>						
	Congruence of the medial longitudinal arch	<i>Sagittal</i>						
	Abd/adduction forefoot on rearfoot	<i>Transverse</i>						
	TOTAL							

Reference values
 Normal = 0 to +5
 Pronated = +6 to +9, Highly pronated 10+
 Supinated = -1 to -4, Highly supinated -5 to -12

©Anthony Redmond 1998
 (May be copied for clinical use and adapted
 with the permission of the copyright holder)
 www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FPI

ANEXO V: PERMISO DE LA REVISTA “JOURNAL OF PAEDIATRICS AND CHILD HEALTH”.

4/10/2018

RightsLink Printable License

JOHN WILEY AND SONS LICENSE TERMS AND CONDITIONS

Oct 04, 2018

This Agreement between Mrs. Pilar Alfageme ("You") and John Wiley and Sons ("John Wiley and Sons") consists of your license details and the terms and conditions provided by John Wiley and Sons and Copyright Clearance Center.

License Number	4441830011671
License date	Oct 04, 2018
Licensed Content Publisher	John Wiley and Sons
Licensed Content Publication	Journal of Paediatrics and Child Health
Licensed Content Title	Overweight, obesity and foot posture in children: A cross-sectional study
Licensed Content Author	Gabriel Gijon-Nogueron, Jesus Montes-Alguacil, Alfonso Martinez-Nova, et al
Licensed Content Date	Sep 22, 2016
Licensed Content Volume	53
Licensed Content Issue	1
Licensed Content Pages	5
Type of use	Dissertation/Thesis
Requestor type	Author of this Wiley article
Format	Print and electronic
Portion	Full article
Will you be translating?	No
Title of your thesis / dissertation	Evolución de la postura del pie a lo largo de tres cursos en niños de 6 a 12 años
Expected completion date	Nov 2018
Expected size (number of pages)	165
Requestor Location	Mrs. Pilar Alfageme Avd/ Portugal 1 P4 3 ^o A Plasencia, Cáceres 10600 Spain Attn: Mrs. Pilar Alfageme
Publisher Tax ID	EU826007151
Total	0.00 EUR
Terms and Conditions	

TERMS AND CONDITIONS

This copyrighted material is owned by or exclusively licensed to John Wiley & Sons, Inc. or one of its group companies (each a "Wiley Company") or handled on behalf of a society with which a Wiley Company has exclusive publishing rights in relation to a particular work (collectively "WILEY"). By clicking "accept" in connection with completing this licensing transaction, you agree that the following terms and conditions apply to this transaction (along with the billing and payment terms and conditions established by the Copyright Clearance Center Inc., ("CCC's Billing and Payment terms and conditions"), at the time that you opened your RightsLink account (these are available at any time at <http://myaccount.copyright.com>).

<https://s100.copyright.com/AppDispatchServlet>

1/4

Terms and Conditions

- The materials you have requested permission to reproduce or reuse (the "Wiley Materials") are protected by copyright.
- You are hereby granted a personal, non-exclusive, non-sub licensable (on a stand-alone basis), non-transferable, worldwide, limited license to reproduce the Wiley Materials for the purpose specified in the licensing process. This license, **and any CONTENT (PDF or image file) purchased as part of your order**, is for a one-time use only and limited to any maximum distribution number specified in the license. The first instance of republication or reuse granted by this license must be completed within two years of the date of the grant of this license (although copies prepared before the end date may be distributed thereafter). The Wiley Materials shall not be used in any other manner or for any other purpose, beyond what is granted in the license. Permission is granted subject to an appropriate acknowledgement given to the author, title of the material/book/journal and the publisher. You shall also duplicate the copyright notice that appears in the Wiley publication in your use of the Wiley Material. Permission is also granted on the understanding that nowhere in the text is a previously published source acknowledged for all or part of this Wiley Material. Any third party content is expressly excluded from this permission.
- With respect to the Wiley Materials, all rights are reserved. Except as expressly granted by the terms of the license, no part of the Wiley Materials may be copied, modified, adapted (except for minor reformatting required by the new Publication), translated, reproduced, transferred or distributed, in any form or by any means, and no derivative works may be made based on the Wiley Materials without the prior permission of the respective copyright owner. **For STM Signatory Publishers clearing permission under the terms of the [STM Permissions Guidelines](#) only, the terms of the license are extended to include subsequent editions and for editions in other languages, provided such editions are for the work as a whole in situ and does not involve the separate exploitation of the permitted figures or extracts**, You may not alter, remove or suppress in any manner any copyright, trademark or other notices displayed by the Wiley Materials. You may not license, rent, sell, loan, lease, pledge, offer as security, transfer or assign the Wiley Materials on a stand-alone basis, or any of the rights granted to you hereunder to any other person.
- The Wiley Materials and all of the intellectual property rights therein shall at all times remain the exclusive property of John Wiley & Sons Inc, the Wiley Companies, or their respective licensors, and your interest therein is only that of having possession of and the right to reproduce the Wiley Materials pursuant to Section 2 herein during the continuance of this Agreement. You agree that you own no right, title or interest in or to the Wiley Materials or any of the intellectual property rights therein. You shall have no rights hereunder other than the license as provided for above in Section 2. No right, license or interest to any trademark, trade name, service mark or other branding ("Marks") of WILEY or its licensors is granted hereunder, and you agree that you shall not assert any such right, license or interest with respect thereto
- **NEITHER WILEY NOR ITS LICENSORS MAKES ANY WARRANTY OR REPRESENTATION OF ANY KIND TO YOU OR ANY THIRD PARTY, EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, WITH RESPECT TO THE MATERIALS OR THE ACCURACY OF ANY INFORMATION CONTAINED IN THE MATERIALS, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, ANY IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY, ACCURACY, SATISFACTORY QUALITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, USABILITY, INTEGRATION OR NON-INFRINGEMENT AND ALL SUCH WARRANTIES ARE HEREBY EXCLUDED BY WILEY AND ITS LICENSORS AND WAIVED**

4/10/2018

RightsLink Printable License

BY YOU.

- WILEY shall have the right to terminate this Agreement immediately upon breach of this Agreement by you.
- You shall indemnify, defend and hold harmless WILEY, its Licensors and their respective directors, officers, agents and employees, from and against any actual or threatened claims, demands, causes of action or proceedings arising from any breach of this Agreement by you.
- IN NO EVENT SHALL WILEY OR ITS LICENSORS BE LIABLE TO YOU OR ANY OTHER PARTY OR ANY OTHER PERSON OR ENTITY FOR ANY SPECIAL, CONSEQUENTIAL, INCIDENTAL, INDIRECT, EXEMPLARY OR PUNITIVE DAMAGES, HOWEVER CAUSED, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE DOWNLOADING, PROVISIONING, VIEWING OR USE OF THE MATERIALS REGARDLESS OF THE FORM OF ACTION, WHETHER FOR BREACH OF CONTRACT, BREACH OF WARRANTY, TORT, NEGLIGENCE, INFRINGEMENT OR OTHERWISE (INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, DAMAGES BASED ON LOSS OF PROFITS, DATA, FILES, USE, BUSINESS OPPORTUNITY OR CLAIMS OF THIRD PARTIES), AND WHETHER OR NOT THE PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. THIS LIMITATION SHALL APPLY NOTWITHSTANDING ANY FAILURE OF ESSENTIAL PURPOSE OF ANY LIMITED REMEDY PROVIDED HEREIN.
- Should any provision of this Agreement be held by a court of competent jurisdiction to be illegal, invalid, or unenforceable, that provision shall be deemed amended to achieve as nearly as possible the same economic effect as the original provision, and the legality, validity and enforceability of the remaining provisions of this Agreement shall not be affected or impaired thereby.
- The failure of either party to enforce any term or condition of this Agreement shall not constitute a waiver of either party's right to enforce each and every term and condition of this Agreement. No breach under this agreement shall be deemed waived or excused by either party unless such waiver or consent is in writing signed by the party granting such waiver or consent. The waiver by or consent of a party to a breach of any provision of this Agreement shall not operate or be construed as a waiver of or consent to any other or subsequent breach by such other party.
- This Agreement may not be assigned (including by operation of law or otherwise) by you without WILEY's prior written consent.
- Any fee required for this permission shall be non-refundable after thirty (30) days from receipt by the CCC.
- These terms and conditions together with CCC's Billing and Payment terms and conditions (which are incorporated herein) form the entire agreement between you and WILEY concerning this licensing transaction and (in the absence of fraud) supersedes all prior agreements and representations of the parties, oral or written. This Agreement may not be amended except in writing signed by both parties. This Agreement shall be binding upon and inure to the benefit of the parties' successors, legal representatives, and authorized assigns.
- In the event of any conflict between your obligations established by these terms and conditions and those established by CCC's Billing and Payment terms and conditions, these terms and conditions shall prevail.

- WILEY expressly reserves all rights not specifically granted in the combination of (i) the license details provided by you and accepted in the course of this licensing transaction, (ii) these terms and conditions and (iii) CCC's Billing and Payment terms and conditions.
- This Agreement will be void if the Type of Use, Format, Circulation, or Requestor Type was misrepresented during the licensing process.
- This Agreement shall be governed by and construed in accordance with the laws of the State of New York, USA, without regards to such state's conflict of law rules. Any legal action, suit or proceeding arising out of or relating to these Terms and Conditions or the breach thereof shall be instituted in a court of competent jurisdiction in New York County in the State of New York in the United States of America and each party hereby consents and submits to the personal jurisdiction of such court, waives any objection to venue in such court and consents to service of process by registered or certified mail, return receipt requested, at the last known address of such party.

WILEY OPEN ACCESS TERMS AND CONDITIONS

Wiley Publishes Open Access Articles in fully Open Access Journals and in Subscription journals offering Online Open. Although most of the fully Open Access journals publish open access articles under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY) License only, the subscription journals and a few of the Open Access Journals offer a choice of Creative Commons Licenses. The license type is clearly identified on the article.

The Creative Commons Attribution License

The [Creative Commons Attribution License \(CC-BY\)](#) allows users to copy, distribute and transmit an article, adapt the article and make commercial use of the article. The CC-BY license permits commercial and non-

Creative Commons Attribution Non-Commercial License

The [Creative Commons Attribution Non-Commercial \(CC-BY-NC\) License](#) permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.(see below)

Creative Commons Attribution-Non-Commercial-NoDerivs License

The [Creative Commons Attribution Non-Commercial-NoDerivs License \(CC-BY-NC-ND\)](#) permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited, is not used for commercial purposes and no modifications or adaptations are made. (see below)

Use by commercial "for-profit" organizations

Use of Wiley Open Access articles for commercial, promotional, or marketing purposes requires further explicit permission from Wiley and will be subject to a fee.

Further details can be found on Wiley Online Library

<http://olabout.wiley.com/WileyCDA/Section/id-410895.html>

Other Terms and Conditions:

v1.10 Last updated September 2015

Questions? customercare@copyright.com or +1-855-239-3415 (toll free in the US) or +1-978-646-2777.

ANEXO VI: PERMISO DE LA EDITORIAL ELSEVIER PARA PUBLICAR.

movistar 15:25 s100.copyright.com

Copyright Clearance Center RightsLink[®] Home Create Account Help

Title: Foot posture development in children aged 5 to 11 years: A three-year prospective study

Author: Alfonso Martínez-Nova, Gabriel Gijón-Noguerón, Pilar Alfageme-García, Jesús Montes-Alguacil, Angela Margaret Evans

Publication: Gait & Posture

Publisher: Elsevier

Date: May 2018

© 2018 Elsevier B.V. All rights reserved.

LOGIN

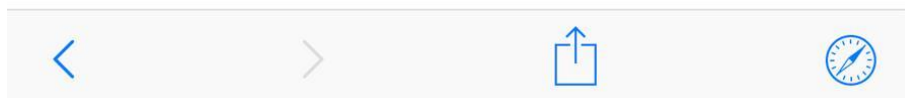
If you're a [copyright.com](https://www.copyright.com) user, you can login to RightsLink using your [copyright.com](https://www.copyright.com) credentials. Already a [RightsLink](https://www.rightslink.com) user or want to [learn more?](#)

Please note that, as the author of this Elsevier article, you retain the right to include it in a thesis or dissertation, provided it is not published commercially. Permission is not required, but please ensure that you reference the journal as the original source. For more information on this and on your other retained rights, please visit: <https://www.elsevier.com/about/our-business/policies/copyright#Author-rights>

BACK

CLOSE WINDOW

Copyright © 2018 [Copyright Clearance Center, Inc.](https://www.copyright.com) All Rights Reserved. [Privacy statement.](#) [Terms and Conditions.](#) Comments? We would like to hear from you. E-mail us at customercare@copyright.com



ANEXO VII: CESIÓN DE DERECHOS PARA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULO DE COPOMA.



CESIÓN DE DERECHOS

D. Pedro Villalta García, con DNI 00809349W, Decano del Colegio Profesional de Podólogos de la Comunidad de Madrid, con NIF G82003187 y con sede en la Calle San Bernardo, 74, bajo izquierda, 28015-MADRID.

EXPONE:

1. Que la Revista Podoscopio es propiedad del Colegio Profesional de Podólogos de la Comunidad de Madrid (en adelante COPOMA).
2. Que el COPOMA cede los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública o privada del artículo "POSTURA DEL PIE SEGÚN EL IMC Y LA ACTIVIDAD FÍSICA" a Doña María del Pilar Alfageme García.
3. Que el artículo fue publicado en la Revista Podoscopio: 1ª Época, Vol. 1, Nº 63 4º Trimestre 2014. La autoría del citado artículo corresponde a María del Pilar Alfageme García.
4. Los derechos cedidos son únicamente de reproducción y comunicación pública o privada, sin explotación económica, distribución ni transformación de la obra y que incluye su utilización y reproducción en medios académicos e institucionales como su inclusión en tesis doctorales.

Y para que conste a los efectos oportunos, se firma la presente declaración



Madrid, a 3 de octubre de 2018

Firmado digitalmente por
VILLALTA GARCIA PEDRO -
00809349W
Fecha: 2018.10.03 11:35:46
+02'00'

Dr. Pedro Villalta García
-Decano-

ANEXO VIII: CESIÓN DE DERECHOS PARA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULO DEL CONSEJO GENERAL DE COLEGIOS OFICIALES DE PODÓLOGOS.



Consejo General
de Colegios
Oficiales
de Podólogos
de España

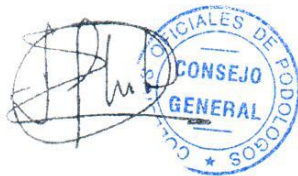
CESIÓN DE DERECHOS

D. José García Mostazo, con DNI 07009909S, Presidente del Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos, con CIF V82645052 y con sede en la Calle San Bernardo, 74 bajo derecha, 28015 (Madrid) EXPONE:

1. Que la Revista Española de Podología es propiedad del Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos (en adelante "Consejo").
2. Que el Consejo cede los derechos reproducción, distribución y comunicación pública o privada del artículo "Revisión bibliográfica sobre el tratamiento conservador del pie plano flexible" a Doña Maria del Pilar Alfageme García.
3. Que el artículo fue publicado en la Revista Española de Podología: 4^a época, vol. XXVI, número 3 Julio - Septiembre de 2015. la autoría del citado artículo corresponde a: *Raquel López Fresno, Eduardo Gil Ibáñez, Félix Marcos Tejedor, María del Pilar Alfageme García.*
4. Los derechos cedidos son únicamente de reproducción y comunicación pública o privada, sin explotación económica, distribución ni transformación de la obra, y que incluye su utilización y reproducción en medios académicos e institucionales como su inclusión en tesis doctorales.

Y para que conste a los efectos oportunos, se firma la presente declaración.

Madrid, a 24 de septiembre de 2018



José García Mostazo
Presidente
Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro E, Bejarano I, Dipiem J, Quispe Y, Cabrera G. Percentiles de peso, talla e índice de masa corporal de escolares jujeños calculados por el método LMS. *Arch Argent Pediatr*; 2004; 102(6): 431-9.
- Aragonés, Á., González, L. B., & Cabrinety, N. (2007). Obesidad. *Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica*.
- Bahler, A. (1986). [Insole management of pediatric flatfoot]. *Der Orthopade*, 15(3), 205–211.
- Ball, K. A., & Afheldt, M. J. (2002). Evolution of foot orthotics--part 2: research reshapes long-standing theory. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 25(2), 125–134.
- Bareither, D. (1995). Prenatal development of the foot and ankle. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 85(12), 753–764. <https://doi.org/10.7547/87507315-85-12-753>
- Bowman, K. F., Fox, J., & Sekiya, J. K. (2010). A clinically relevant review of hip biomechanics. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2010.01.027>
- Burns, J., Keenan, A.-M., & Redmond, A. (2005). Foot type and overuse injury in triathletes. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 95(3), 235–241. <https://doi.org/10.7547/0950235>
- Busseuil, C., Freychat, P., Guedj, E. B., & Lacour, J. R. (1998). Rearfoot-forefoot orientation and traumatic risk for runners. *Foot & Ankle International*, 19(1), 32–37. <https://doi.org/10.1177/107110079801900106>
- Cain, L. E., Nicholson, L. L., Adams, R. D., & Burns, J. (2007). Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(5), 311–319. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.07.012>
- Cappello, T., & Song, K. M. (1998). Determining treatment of flatfeet in children. *Current Opinion in Pediatrics*, 10(1), 77–81.
- Carranza-Bencano, A., Zamora-Navas, P., & Fernandez-Velazquez, J. R. (1997). Viladot's operation in the treatment of the child's flatfoot. *Foot & Ankle International*, 18(9), 544–549. <https://doi.org/10.1177/107110079701800903>
- Carrascosa, A., Fernandez, J. M., Fernandez, C., Ferrandez, A., Lopez-Siguero, J. P., Sanchez, E., ... Yeste, D. (2008). Spanish growth studies 2008. New anthropometric standards. *Endocrinología y Nutrición: Organo de La Sociedad Espanola de Endocrinología y Nutrición*, 55(10), 484–506. [https://doi.org/10.1016/S1575-0922\(08\)75845-5](https://doi.org/10.1016/S1575-0922(08)75845-5)
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., & Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 320(7244), 1240–1243.

- Coll Bosch, M. D., Viladot Perice, A., & Suso Vergara, A. (1999). Estudio evolutivo del pie plano infantil. *Revista de Ortopedia y Traumatologia*.
- Correll, J., & Berger, N. (2005). [Diagnosis and treatment of disorders of the foot in children]. *Der Orthopade*, 34(10), 1061–1064.
- Donatelli, R. a. (1985). Normal biomechanics of the foot and ankle. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. <https://doi.org/10.2519/jospt.1985.7.3.91>
- Dowling, A. M., Steele, J. R., & Baur, L. A. (2001). Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 25(6), 845–852. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801598>
- Dr. Aurelio Gerardo Martínez Lozano. (2009). Pie plano en la infancia y adolescencia. Conceptos actuales. *Revista Mexicana de ORTOPEDIA PEDIÁTRICA*.
- Epeldegui, T., & Delgado, E. (1995). Acetabulum pedis. Part II: Talocalcaneonavicular joint socket in clubfoot. *Journal of Pediatric Orthopedics. Part B*, 4(1), 11–16.
- Evans, A. (2010). *Pocket Podiatry: Paediatrics. The Pocket Podiatry Guide: Paediatrics*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-3031-4.00017-1>
- Evans, A. M. (2008). The flat-footed child -- to treat or not to treat: what is the clinician to do? *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 98(5), 386–393.
- Evans, A. M. (2011). The paediatric flat foot and general anthropometry in 140 Australian school children aged 7 - 10 years. *Journal of Foot and Ankle Research*, 4(1), 12. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-4-12>
- Evans, A. M., Copper, A. W., Scharfbillig, R. W., Scutter, S. D., & Williams, M. T. (2003). Reliability of the foot posture index and traditional measures of foot position. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 93(3), 203–213.
- Evans, A. M., Rome, K., & Peet, L. (2012). The foot posture index, ankle lunge test, Beighton scale and the lower limb assessment score in healthy children: a reliability study. *Journal of Foot and Ankle Research*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-5-1>
- Evans, A. M., & Scutter, S. D. (2007). Are foot posture and functional health different in children with growing pains? *Pediatrics International: Official Journal of the Japan Pediatric Society*, 49(6), 991–996. <https://doi.org/10.1111/j.1442-200X.2007.02493.x>
- Fabry, G., Cheng, L. X., & Molenaers, G. (1994). Normal and abnormal torsional development in children. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (302), 22–26.

- Fenton, T. R., & Kim, J. H. (2013). A systematic review and meta-analysis to revise the Fenton growth chart for preterm infants. *BMC Pediatrics*, *13*, 59. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-13-59>
- Forriol, F., & Pascual, J. (1990). Footprint analysis between three and seventeen years of age. *Foot & Ankle*, *11*(2), 101–104.
- Freedman, D. S., Mei, Z., Srinivasan, S. R., Berenson, G. S., & Dietz, W. H. (2007). Cardiovascular risk factors and excess adiposity among overweight children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *The Journal of Pediatrics*, *150*(1), 12–17.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2006.08.042>
- Fritsch, H., Schmitt, O., & Eggers, R. (1996). The ossification centre of the talus. *Annals of Anatomy = Anatomischer Anzeiger: Official Organ of the Anatomische Gesellschaft*, *178*(5), 455–459. [https://doi.org/10.1016/S0940-9602\(96\)80140-3](https://doi.org/10.1016/S0940-9602(96)80140-3)
- Furdon, S. A., & Donlon, C. R. (2002). Examination of the newborn foot: positional and structural abnormalities. *Advances in Neonatal Care: Official Journal of the National Association of Neonatal Nurses*, *2*(5), 248–258.
- Garcia-Rodriguez, A., Martin-Jimenez, F., Carnero-Varo, M., Gomez-Gracia, E., Gomez-Aracena, J., & Fernandez-Crehuet, J. (1999). Flexible flat feet in children: a real problem? *Pediatrics*, *103*(6), e84.
- Gervis, W. H. (1970). Flat foot. *British Medical Journal*, *1*(5694), 479–481.
- Gettys, F. K., Jackson, J. B., & Frick, S. L. (2011). Obesity in pediatric orthopaedics. *The Orthopedic Clinics of North America*, *42*(1), 95–105, vii. <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2010.08.005>
- Gijon-Nogueron, G., Montes-Alguacil, J., Alfageme-Garcia, P., Cervera-Marin, J. A., Morales-Asencio, J. M., & Martinez-Nova, A. (2016). Establishing normative foot posture index values for the paediatric population: a cross-sectional study. *Journal of Foot and Ankle Research*, *9*, 24. <https://doi.org/10.1186/s13047-016-0156-3>
- Golano, P., Farinas, O., & Saenz, I. (2004). The anatomy of the navicular and periarticular structures. *Foot and Ankle Clinics*, *9*(1), 1–23. [https://doi.org/10.1016/S1083-7515\(03\)00155-4](https://doi.org/10.1016/S1083-7515(03)00155-4)
- Gore, A. I., & Spencer, J. P. (2004). The newborn foot. *American Family Physician*, *69*(4), 865–872.
- Gould, N., Moreland, M., Alvarez, R., Trevino, S., & Fenwick, J. (1989). Development of the child's arch. *Foot & Ankle*, *9*(5), 241–245.
- Greiner, T. M. (2007). The jargon of pedal movements. *Foot & Ankle International*, *28*(1), 109–125. <https://doi.org/10.3113/FAI.2007.0020>
- Halfon, N., Larson, K., & Slusser, W. (2013). Associations between obesity and comorbid mental health, developmental, and physical health conditions in a nationally representative sample of US children aged 10 to 17. *Academic Pediatrics*, *13*(1), 6–13. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2012.10.007>
- Harris, E. J. (1976). The relationship of the ossification centers of the talus and calcaneus to the developing bone. *Journal of the American Podiatry Association*, *66*(2), 76–81. <https://doi.org/10.7547/87507315-66-2-76>

- Harris, E. J. (2001). *Introduction to Podopediatrics. Introduction to Podopediatrics*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-06208-7.50012-9>
- Harris, E. J. (2010). The natural history and pathophysiology of flexible flatfoot. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 27(1), 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2009.09.002>
- Harris, E. J., Vanore, J. V., Thomas, J. L., Kravitz, S. R., Mendelson, S. A., Mendicino, R. W., ... Gassen, S. C. (2004). Diagnosis and treatment of pediatric flatfoot. *The Journal of Foot and Ankle Surgery: Official Publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons*, 43(6), 341–373. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2004.09.013>
- Hogan, M. T., & Staheli, L. T. (2002). Arch height and lower limb pain: an adult civilian study. *Foot & Ankle International*, 23(1), 43–47. <https://doi.org/10.1177/107110070202300108>
- Howard, C. B., & Benson, M. K. (1992). The ossific nuclei and the cartilage anlage of the talus and calcaneum. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 74(4), 620–623.
- Hughes, J., Kriss, S., & Klenerman, L. (1987). A clinician's view of foot pressure: a comparison of three different methods of measurement. *Foot & Ankle*, 7(5), 277–284.
- Huson, A. (1987). Joints and movements of the foot: terminology and concepts. *Acta Morphologica Neerlandico-Scandinavica*, 25(3), 117–130.
- James, A. M., Williams, C. M., Luscombe, M., Hunter, R., & Haines, T. P. (2015). Factors Associated with Pain Severity in Children with Calcaneal Apophysitis (Sever Disease). *The Journal of Pediatrics*, 167(2), 455–459. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.04.053>
- Jani, L. (1986). [Pediatric flatfoot]. *Der Orthopade*, 15(3), 199–204.
- Kanatli, U., Yetkin, H., & Cila, E. (2001). Footprint and radiographic analysis of the feet. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 21(2), 225–228.
- Kaufman, K. R., Brodine, S. K., Shaffer, R. A., Johnson, C. W., & Cullison, T. R. (1999). The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 27(5), 585–593. <https://doi.org/10.1177/03635465990270050701>
- Keenan, A.-M., Redmond, A. C., Horton, M., Conaghan, P. G., & Tennant, A. (2007). The Foot Posture Index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(1), 88–93. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.10.005>
- Kennedy, J., Noel, J., O'Meara, A., & Kelly, P. (2013). Foot and ankle abnormalities in the Hurler syndrome: additions to the phenotype. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 33(5), 558–562. <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e318280a124>

- Kirby, K. (2000). Biomechanics of the normal and abnormal foot. *Journal of the American Podiatric Medical Association*.
<https://doi.org/10.7547/87507315-90-1-30>
- Kirby, K. A. (1987). Methods for determination of positional variations in the subtalar joint axis. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 77(5), 228–234. <https://doi.org/10.7547/87507315-77-5-228>
- Kirby, K. A. (2000). Biomechanics of the normal and abnormal foot. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 90(1), 30–34. <https://doi.org/10.7547/87507315-90-1-30>
- Kirby, K. A. (2001). Subtalar joint axis location and rotational equilibrium theory of foot function. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 91(9), 465–487.
- Kuhn, D. R., Shibley, N. J., Austin, W. M., & Yochum, T. R. (1999). Radiographic evaluation of weight-bearing orthotics and their effect on flexible pes planus. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 22(4), 221–226.
- Labovitz, J. M. (2006). The algorithmic approach to pediatric flexible pes planovalgus. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 23(1), 57–76, viii.
- Lee, J. S., Kim, K. B., Jeong, J. O., Kwon, N. Y., & Jeong, S. M. (2015). Correlation of foot posture index with plantar pressure and radiographic measurements in pediatric flatfoot. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 39(1), 10–17. <https://doi.org/10.5535/arm.2015.39.1.10>
- Lin, C. J., Lai, K. A., Kuan, T. S., & Chou, Y. L. (2001). Correlating factors and clinical significance of flexible flatfoot in preschool children. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 21(3), 378–382.
- Lowy, L. J. (1998). Pediatric peroneal spastic flatfoot in the absence of coalition. A suggested protocol. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 88(4), 181–191. <https://doi.org/10.7547/87507315-88-4-181>
- Luque-Suarez, A., Gijon-Nogueron, G., Baron-Lopez, F. J., Labajos-Manzanares, M. T., Hush, J., & Hancock, M. J. (2014). Effects of kinesiotope on foot posture in participants with pronated foot: a quasi-randomised, double-blind study. *Physiotherapy*, 100(1), 36–40. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2013.04.005>
- Mac-Thiong, J.-M., Berthonnaud, E., Dimar, J. R. 2nd, Betz, R. R., & Labelle, H. (2004). Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine*, 29(15), 1642–1647.
- Martinez-Nova, A., Gijon-Nogueron, G., Alfageme-Garcia, P., Montes-Alguacil, J., & Evans, A. M. (2018). Foot posture development in children aged 5 to 11 years: A three-year prospective study. *Gait & Posture*, 62, 280–284. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.03.032>
- McCarthy, D. J. (1989). The developmental anatomy of pes valgo planus. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 6(3), 491–509.

- Menz, H. B., Dufour, A. B., Riskowski, J. L., Hillstrom, H. J., & Hannan, M. T. (2013). Foot posture, foot function and low back pain: The Framingham Foot Study. *Rheumatology (United Kingdom)*. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/ket298>
- Menz, H. B., Morris, M. E., & Lord, S. R. (2006). Foot and ankle risk factors for falls in older people: a prospective study. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(8), 866–870.
- Mickle, K. J., Steele, J. R., & Munro, B. J. (2006). The feet of overweight and obese young children: are they flat or fat? *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 14(11), 1949–1953. <https://doi.org/10.1038/oby.2006.227>
- Morcuende, J. A., Dolan, L. A., Dietz, F. R., & Ponseti, I. V. (2004). Radical reduction in the rate of extensive corrective surgery for clubfoot using the Ponseti method. *Pediatrics*, 113(2), 376–380.
- Morrison, S. C., & Ferrari, J. (2009). Inter-rater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) in the assessment of the paediatric foot. *Journal of Foot and Ankle Research*, 2, 26. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-2-26>
- Neef, M., Weise, S., Adler, M., Sergejev, E., Dittrich, K., Korner, A., & Kiess, W. (2013). Health impact in children and adolescents. *Best Practice & Research. Clinical Endocrinology & Metabolism*, 27(2), 229–238. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2013.02.007>
- Niklasson, A., & Albertsson-Wikland, K. (2008). Continuous growth reference from 24th week of gestation to 24 months by gender. *BMC Pediatrics*, 8, 8. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-8-8>
- Nube, V. L., Molyneaux, L., & Yue, D. K. (2006). Biomechanical risk factors associated with neuropathic ulceration of the hallux in people with diabetes mellitus. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 96(3), 189–197.
- O’Rahilly, R., & Muller, F. (2010). Developmental stages in human embryos: revised and new measurements. *Cells, Tissues, Organs*, 192(2), 73–84. <https://doi.org/10.1159/000289817>
- Paton, R. W., & Choudry, Q. (2009). Neonatal foot deformities and their relationship to developmental dysplasia of the hip: an 11-year prospective, longitudinal observational study. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 91(5), 655–658. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.91B5.22117>
- Payne, V. G., & Isaacs, L. D. (2008). *Human motor development: a lifespan approach. Physical Therapy*. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2011.12.004>
- Pehlivan, O., Cilli, F., Mahirogullari, M., Karabudak, O., & Koksall, O. (2009). Radiographic correlation of symptomatic and asymptomatic flexible flatfoot in young male adults. *International Orthopaedics*, 33(2), 447–450. <https://doi.org/10.1007/s00264-007-0508-5>
- Pfeiffer, M., Kotz, R., Ledl, T., Hauser, G., & Sluga, M. (2006). Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics*, 118(2), 634–639. <https://doi.org/10.1542/peds.2005-2126>

- Picciano, A. M., Rowlands, M. S., & Worrell, T. (1993). Reliability of open and closed kinetic chain subtalar joint neutral positions and navicular drop test. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 18(4), 553–558. <https://doi.org/10.2519/jospt.1993.18.4.553>
- Ponseti, I. V., Zhivkov, M., Davis, N., Sinclair, M., Dobbs, M. B., & Morcuende, J. A. (2006). Treatment of the complex idiopathic clubfoot. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 451, 171–176. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000224062.39990.48>
- Prost, W. J. (1979). Biomechanics of the Foot. *Canadian Family Physician*. [https://doi.org/nicht verfügbar?](https://doi.org/nicht%20verfuegbar?)
- Redmond, A. C., Crane, Y. Z., & Menz, H. B. (2008). Normative values for the Foot Posture Index. *Journal of Foot and Ankle Research*, 1(1), 6. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-1-6>
- Redmond, A. C., Crosbie, J., & Ouvrier, R. A. (2006). Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 21(1), 89–98. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.08.002>
- Rome, K., & Brown, C. L. (2004). Randomized clinical trial into the impact of rigid foot orthoses on balance parameters in excessively pronated feet. *Clinical Rehabilitation*, 18(6), 624–630. <https://doi.org/10.1191/0269215504cr767oa>
- Root, M. L., Orien, W. P., & Weed, J. H. (1977). *Normal and abnormal function of the foot. Clinical biomechanics ; v. 2*. <https://doi.org/71-185067>
- Saltzman, C. L., Domsic, R. T., Baumhauer, J. F., Deland, J. T., Gill, L. H., Hurwitz, S. R., ... Porter, D. (1997). Foot and ankle research priority: report from the Research Council of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society. *Foot & Ankle International*, 18(7), 447–448. <https://doi.org/10.1177/107110079701800714>
- Sanchez-Cruz, J.-J., Jimenez-Moleon, J. J., Fernandez-Quesada, F., & Sanchez, M. J. (2013). Prevalence of child and youth obesity in Spain in 2012. *Revista Espanola de Cardiologia (English Ed.)*, 66(5), 371–376. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2012.10.012>
- Sarrafian, S. K. (1993). Biomechanics of the subtalar joint complex. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (290), 17–26.
- Scharfbillig, R., Evans, A. M., Copper, A. W., Williams, M., Scutter, S., Iasiello, H., & Redmond, A. (2004). Criterion validation of four criteria of the foot posture index. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 94(1), 31–38.
- Scott, G., Menz, H. B., & Newcombe, L. (2007). Age-related differences in foot structure and function. *Gait & Posture*, 26(1), 68–75. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.07.009>
- Sobradillo, B., Aguirre, A., Aresti, U., Bilbao, A., Fernández-Ramos, C., Lizárraga, A., ... Hernández, M. (2011). Curvas y tablas de crecimiento. *Fundación Faustino Obergozo Eizaguirre*.

- Staheli, L. T. (1987). Evaluation of planovalgus foot deformities with special reference to the natural history. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 77(1), 2–6. <https://doi.org/10.7547/87507315-77-1-2>
- Staheli, L. T. (1999). Planovalgus foot deformity. Current status. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 89(2), 94–99. <https://doi.org/10.7547/87507315-89-2-94>
- Stavlas, P., Grivas, T. B., Michas, C., Vasiliadis, E., & Polyzois, V. (2005). The evolution of foot morphology in children between 6 and 17 years of age: a cross-sectional study based on footprints in a Mediterranean population. *The Journal of Foot and Ankle Surgery: Official Publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons*, 44(6), 424–428. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2005.07.023>
- Stevens, P. M., MacWilliams, B., & Mohr, R. A. (2004). Gait analysis of stapling for genu valgum. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 24(1), 70–74.
- Sullivan, J. A. (1999). Pediatric flatfoot: evaluation and management. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 7(1), 44–53.
- Talamillo, A., Bastida, M. F., Fernandez-Teran, M., & Ros, M. A. (2005). The developing limb and the control of the number of digits. *Clinical Genetics*, 67(2), 143–153. <https://doi.org/10.1111/j.1399-0004.2005.00404.x>
- Tax, H. R. (1989). Conservative treatment of flatfoot in the newborn. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 6(3), 521–536.
- Taylor, E. D., Theim, K. R., Mirch, M. C., Ghorbani, S., Tanofsky-Kraff, M., Adler-Wailes, D. C., ... Yanovski, J. A. (2006). Orthopedic complications of overweight in children and adolescents. *Pediatrics*, 117(6), 2167–2174. <https://doi.org/10.1542/peds.2005-1832>
- Tong, J. W. K., & Kong, P. W. (2013). Association between foot type and lower extremity injuries: systematic literature review with meta-analysis. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 43(10), 700–714. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4225>
- Van Gheluwe, B., Kirby, K. A., Roosen, P., & Phillips, R. D. (2002). Reliability and accuracy of biomechanical measurements of the lower extremities. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 92(6), 317–326.
- Vanderwilde, R., Staheli, L. T., Chew, D. E., & Malagon, V. (1988). Measurements on radiographs of the foot in normal infants and children. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 70(3), 407–415.
- Viladot, A. (1992). Surgical treatment of the child's flatfoot. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (283), 34–38.
- Villarroya, M. A., Esquivel, J. M., Tomas, C., Moreno, L. A., Buenafe, A., & Bueno, G. (2009). Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: footprints and radiographic study. *European Journal of Pediatrics*, 168(5), 559–567. <https://doi.org/10.1007/s00431-008-0789-8>

- Vinicombe, A., Raspovic, A., & Menz, H. B. (2001). Reliability of navicular displacement measurement as a clinical indicator of foot posture. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 91(5), 262–268.
- Wearing, S. C., Hennig, E. M., Byrne, N. M., Steele, J. R., & Hills, A. P. (2006a). The biomechanics of restricted movement in adult obesity. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 7(1), 13–24. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2006.00215.x>
- Wearing, S. C., Hennig, E. M., Byrne, N. M., Steele, J. R., & Hills, A. P. (2006b). The impact of childhood obesity on musculoskeletal form. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 7(2), 209–218. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2006.00216.x>
- Weiss, E., Desilva, J., & Zipfel, B. (2012). Brief communication: radiographic study of metatarsal one basal epiphyseal fusion: a note of caution on age determination. *American Journal of Physical Anthropology*, 147(3), 489–492. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22022>
- Williams, C., Tinley, P. D., Curtin, M., & Nielsen, S. (2013). Foot and ankle characteristics of children with an idiopathic toe-walking gait. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 103(5), 374–379.
- Williams, D. S. 3rd, McClay, I. S., & Hamill, J. (2001). Arch structure and injury patterns in runners. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 16(4), 341–347.
- Zollinger, H., & Exner, G. U. (1995). [The lax juvenile flexible flatfoot--disease or normal variant?]. *Therapeutische Umschau. Revue therapeutique*, 52(7), 449–453.
- Zollinger, H., & Fellmann, J. (1994). [Natural course of juvenile foot deformities]. *Der Orthopade*, 23(3), 206–210.
- Zurita F; Diferencias motoras del tren inferior en función de distintos tipos de pie en una población escolar de 7 a 9 años [Tesis Doctoral] Granada: Universidad de Granada, 2000.

