



Revista Internacional de Medicina y
Ciencias de la Actividad Física y del
Deporte / International Journal of
Medicine and Science of Physical Activity
and Sport

ISSN: 1577-0354

vicente.martinez@uam.es

Martínez-Amat, A.; Hita-Contreras, F.; Ruiz-Ariza, A.; Muñoz-Jiménez, M.; Cruz-Díaz, D.;
Martínez-López, E.J.

INFLUENCIA DE LA PRÁCTICA DEPORTIVA SOBRE LA HUELLA PLANTAR EN
ATLETAS ESPAÑOLES

Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte /
International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport, vol. 16, núm.

63, septiembre, 2016, pp. 423-438

Universidad Autónoma de Madrid

Madrid, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54247310002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Martínez-Amat, A.; Hita-Contreras, F.; Ruiz-Ariza, A.; Muñoz-Jiménez, M.; Cruz-Díaz, D. y Martínez-López, E.J. (2016). Influencia de la práctica deportiva sobre la huella plantar en atletas españoles / Influence of Sport Practice on the Footprint in Spanish Athletes. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 16 (62) pp.423-438
<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista63/artinfluencia732.htm>
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.63.002>

ORIGINAL

INFLUENCIA DE LA PRÁCTICA DEPORTIVA SOBRE LA HUELLA PLANTAR EN ATLETAS ESPAÑOLES

INFLUENCE OF SPORT PRACTICE ON THE FOOTPRINT IN SPANISH ATHLETES

Martínez-Amat, A.¹; Hita-Contreras, F.¹; Ruiz-Ariza, A.²; Muñoz-Jiménez, M.²; Cruz-Díaz, D.¹ y Martínez-López, E.J.³

¹ Profesor Contratado Doctor. Facultad Ciencias de la Salud de la Universidad de Jaén. España.
amamat@ujaen.es; fhita@ujaen.es; david.crudi@gmail.com

² Master en Investigación y Docencia en Ciencias de la Actividad Física y Salud. Universidad de Jaén. España. alberto_ruyz@hotmail.com; mmi00006@red.ujaen.es

³ Profesor Titular Universidad. Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación - Universidad de Jaén. España.
<http://www4.ujaen.es/~emilioml/>, emilioml@ujaen.es

Agradecimiento: Los autores desean mostrar su agradecimiento a todos los atletas que han participado en esta investigación. También a las autoridades de las instalaciones donde se han llevado a cabo las medidas: Centros Ángel Cortés, Las Fuentezuelas, y La Salobreja (Jaén), Carranque (Málaga), Facultad de Ciencias del Deporte de Granada, y Universidad de Murcia.

Código Unesco: 2406.04 Biomecánica / Biomechanics, 2410.02 Anatomía Humana / Human anatomy.

Clasificación del Consejo de Europa: 3. Biomecánica del Deporte / Biomechanics of sport.

Recibido 26 de septiembre de 2013 **Received** September 26, 2013

Aceptado 19 de enero de 2014 **Accepted** January 19, 2014

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue conocer la asociación entre el entrenamiento de atletas con las características de cada pie. Se midieron y compararon las huellas plantares de tres grupos de deportistas (28 velocistas, 29 fondistas, 47 nadadores) y de 67 sujetos no entrenados (GC). Para la captura de parámetros plantares se empleó una plataforma de escaneo podálico Podoscanalyzer®. El índice podálico, metatarsal, medio podálico, y calcáneo fue inferior en GC respecto a corredores de velocidad, fondo, y nadadores ($p < 0.001$). El riesgo relativo de tener un pie cavo o un tipo de pie específico por pertenecer

a una determinada modalidad atlética no resultó significativo (todos $p > 0.05$). Se concluye que los años de entrenamiento y la edad en atletas españoles no se asocian significativamente con la curvatura y tipología del pie ni sobre ningún índice plantar específico. Sin embargo, sexo e IMC se asocia significativamente con los índices plantares según la modalidad atlética.

PALABRAS CLAVE: Huella plantar, atletas, nadadores, tipo de pie, pie cavo.

ABSTRACT

The aim of the present study was to determine the association between athletic training and characteristics of each foot. Plantar foot print of three groups of athletes (28 sprinters, 29 distance runners, 47 swimmers) and 67 sedentary subjects (CG) were measured and compared. A scanning platform brench Podoscanalyzer was employed to obtain plantar pressure measurements. The brench, metatarsal, middle brench, and calcaneus index, were lower in CG compared to sprinters, long-distance runners, and swimmers ($p < 0.001$). The relative risk of having a cavus foot or any specific type of foot as a result of practicing a particular athletic discipline was not significant (all $p > 0.05$). We conclude that the years of training and the age are not significantly associated neither with the curvature and the type of the foot nor with any specific plantar arch index in Spanish athletes. Nevertheless, sex and BMI are significantly associated with the plantar arch indexes according to the athletic discipline.

KEY WORDS: Footprint, athletes, swimmers, foot type, cavus foot.

INTRODUCCION

El pie es la base donde se sustenta el cuerpo humano y el principal soporte para realizar los desplazamientos más habituales. Según Viladot (2000), el pie es una estructura tridimensional variable, base del servomecanismo antigravitatorio y constituye por tanto una pieza fundamental para adoptar la posición bipodal y la realización de la marcha humana. Además de la función estática y dinámica (Torrijos, Abián-Vicen, Abián y Abián, 2009), el pie presenta una estructura en forma cupular, que junto a sus puntos de apoyo en talón y metatarsianos, es capaz de soportar todo el peso del cuerpo (Hernández Corvo, 1989; Viladot, 2000). Las características morfológicas en el pie humano varían tanto con la edad como entre individuos (Scott, Menz y Newcombe, 2007, Mayorga-Vega, Brenes, Rodríguez y Merino, 2012), sin embargo, estas variaciones no son fácilmente observables por lo que el análisis de las características de los pies requiere de instrumentos adecuados. Una forma sencilla y válida de analizar la huella del pie es mediante la obtención de la huella plantar (Shiang, Lee, Lee y Chu, 1998). Esta técnica puede evaluar las variaciones estructurales propias del crecimiento, así como precisar otras variaciones en su estructura debido a factores como la edad a la que se empieza a practicar deporte con dedicación media o alta (Zahínos, González y Salinero, 2010), el sobrepeso (Sachithanandam y Joseph, 1995), la fatiga (Abián, Alegre,

Lara, Jiménez y Aguado, 2005), o la propia realización de una técnica específica deportiva.

Se ha comprobado que cada proceso de desplazamiento está afectado por un cúmulo de factores que pueden ser extrínsecos (terreno, calzado, calentamiento, técnica de desplazamiento, etc.), intrínsecos (condición física, tipo de pies, torque eversores/inversores, influencia de laxitud ligamentosa, etc.) o incluso patológicos (descompensaciones corporales, molestias físicas, lesiones previas, etc.) (Olivera, Holgado y Cabello, 2001). Estos factores, y los cambios que provocan en el patrón de la marcha, pueden ser transitorios o permanentes y su estudio ha permitido observar que los atletas son capaces de modificar y corregir defectos en la marcha, carrera o nado con el fin de mejorar el rendimiento, prevenir lesiones, o como método de recuperación de las mismas (Viel, 2002). Parece que según la modalidad deportiva el pie se iría adaptando hacia un trabajo más estresante (velocidad), con mayor fatiga (corredores de fondo), o mayor exigencia en cuanto a la flexibilidad de sus articulaciones (natación). Berdejo-del-Fresno, Lara, Martínez-López, Cachón, y Lara (2013), demostraron —según el método de Hernández Corvo (HC)— una tendencia a aplanarse las huellas de ambos pies en jugadoras de hockey, y modificaciones en el pie dominante en jugadoras de fútbol sala, por el contrario, las mujeres sedentarias no presentaron cambios de la huella plantar.

Además, numerosos estudios han abordado la asociación entre el tipo de actividad física y las diferentes lesiones más comunes dentro de cada modalidad deportiva especializada (Sánchez, 1993; Comín, Villarroya, Pérez García, Nerín, y Marco Sanz, 1999; Fourchet, Horobeanu, Loepelt, Taiar, y Millet, 2011; Nagel, Fernholz, Kibele, y Rosenbaum, 2008; Nigg, Nurse, y Stefanyshyn, 1993; Lee y Piazza, 2009). De entre estas posibles lesiones cobran cada vez más importancia las relacionadas con el tipo de apoyo plantar del deportista, la reducción del área de apoyo, la velocidad de cadencia, longitud, etc..., pudiendo provocar que el deportista adquiera un paso lesivo por sobrecarga en otras zonas del aparato locomotor o adopte posturas no saludables (Merriman y Tollafield, 1995).

Investigaciones recientes han puesto en relación el alto rendimiento deportivo con las lesiones más frecuentes. En los atletas velocistas son habituales las tendinopatías debido a las tremendas cargas de entrenamiento de fuerza aplicado a la velocidad de ejecución y a la carrera en sprint (Lee y Piazza, 2009). Por otra parte, las fracturas por estrés en la parte metatarsal del pie son muy frecuentes entre los atletas de fondo debido a la excesiva sobrecarga de entrenamientos constantes y extensos. En ambas modalidades atléticas, el número de apoyos de cada pie es considerablemente mucho mayor que el de cualquier otra modalidad deportiva (Lieberman, Venkadesan, Werbel, Daoud, D'Andrea, Davis, et al., 2010), además, esta sobrecarga del metatarso puede deberse tanto a la fatiga muscular y salud ósea del pie como al tipo de pie (Nagel et al., 2008). Zurita, Martínez y Zurita (2007) afirmaron que los sujetos con pie cavo son más propensos a lesionarse que los de pie plano. Se ha comprobado también que las fracturas por estrés en corredores con un arco plantar elevado tienen una incidencia del 40% (Korpelainen, Orava, Karpakka, Siira, y Hulkko, 2001), y más probabilidad por tanto de provocar lesiones comunes como fascitis

plantar, esguinces, tendinopatías, o inestabilidad lateral crónica de rodilla (Nigg et al., 1993).

Por otro lado, Hintermann y Nigg (1998), afirmaron que el aumento excesivo de la pronación del pie es potencialmente dañina en los atletas de carrera, ya que la eversión del pie que se produce por la pronación da lugar a una rotación tibial que resulta determinante en la sobrecarga por estrés de la rodilla, pudiendo provocar lesiones en esta y en los tobillos. Contrario a lo anterior, en un estudio reciente realizado en 927 corredores, se concluyó que el riesgo de lesiones es el mismo para todos los corredores después de los primeros 250 km, independientemente de su tipo de pronación. Además, muestra que el número de lesiones por cada 1.000 km de carrera es significativamente menor entre los corredores que presentaban algún grado de pronación que entre las personas con una pisada neutra (Oestergaard, Buist, Thorlund, Aagaard, Sørensen, Lind, et al., 2013).

Franco, Nathy, Valencia, y Vargas (2009) compararon las huellas plantares de los deportistas pertenecientes a varios deportes como la natación, halterofilia, atletismo y estudiantes sedentarios. Los resultados mostraron que tanto los deportistas como los sedentarios tienden a un tipo de pie normal-cavo con antepie egipcio, y que la práctica deportiva no es un factor influyente en las modificaciones relativas a simetrías o asimetría en la huella plantar de un individuo. Estudios previos ya habían evaluado el tipo de pie en la población de niños y niñas de 9 a 12 años, constatando una mayor prevalencia de pies normales y cavos ya desde la etapa infantil (Hernández Guerra, 2006), por tanto, el deporte podría no ser un factor tan influyente como se cree en las modificaciones morfológicas de la huella plantar. Lo anterior genera una controversia aún en debate que precisa de estudios precisos que ayuden al esclarecimiento de la real influencia de las modalidades atléticas sobre la morfología del pie.

En base a los argumentos precedentes, el objetivo de este estudio fue conocer la asociación de los años de entrenamiento con las medidas de índice plantar de velocistas, fondistas y nadadores españoles, así como la relación de cada modalidad deportiva respecto al tipo de pie. También se pretendió describir el tipo y características del pie en cada modalidad atlética.

MÉTODO

El presente estudio es de corte transversal comparativo entre grupos. La comparación de resultados se llevó a cabo entre grupos de deportistas de tres modalidades deportivas distintas y personas sedentarias.

Participantes

Participaron en el presente estudio 171 sujetos (96 hombres de 16 a 46 años, y 75 mujeres de 16 a 39 años) pertenecientes a las provincias de Jaén, Málaga, Granada, y Murcia. 29 atletas eran fondistas (edad = $30,1 \pm 11,7$ años, índice de masa corporal (IMC) = $21,25 \pm 2,65$ kg/m²), 28 atletas especialistas en

pruebas de velocidad (edad = 23,4 $\pm$ 8,4 años, IMC = 25,54 $\pm$ 2,55 kg/m²), y 47 nadadores (edad = 19,4 $\pm$ 5,5 años, IMC = 22,38 $\pm$ 2,43 kg/m²). Además se usó un Grupo control de 67 personas sedentarias (edad = 20,6 $\pm$ 3,1 años, IMC = 22,83 $\pm$ 3,38 kg/m²). Para el Grupo control, los datos se tomaron en alumnos de segundo y tercer curso del grado universitario de fisioterapia de la Universidad de Jaén (España) que declararon no formar parte de ningún grupo de entrenamiento deportivo de alto rendimiento. Como criterio de inclusión, los deportistas debían llevar más de dos temporadas en competición al menos en categoría regional-autonómica para asegurar el nivel suficiente de entrenamiento. Fueron descartados aquellos sujetos con lesiones o deformidades crónicas o temporales que pudieran influir en el resultado de las mediciones. Las características antropométricas y tiempo de entrenamiento se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Características antropométricas y tiempo de entrenamiento, Datos diferenciados por modalidad atlética (velocidad, fondo, y natación) y Grupo de control.

	Velocista (n = 28)	Fondista (n =29)	Nadador (n =47)	Grupo control (n =67)	P
Edad (años)	23,4 $\pm$ 8,4	30,1 $\pm$ 11,7	19,4 $\pm$ 5,5	20,6 $\pm$ 3,1	<0,001
Sexo (%)	Masculino (56,14)	22 (78,57)	27 (93,10)	30 (63,82)	<0,001
	Femenino (43,85)	6 (21,42)	2 (6,89)	17 (36,17)	
Peso (kg)	66,74 $\pm$ 12,68	65,65 $\pm$ 8,79	68,4 $\pm$ 11,11	62,41 $\pm$ 11,46	0,039
Talla (cm)	175,07 $\pm$ 8,37	175,68 $\pm$ 5,46	174,38 $\pm$ 8,10	165,16 $\pm$ 8,10	<0,001
IMC (kg/m ²)	25.54 $\pm$ 2.55	21.25 $\pm$ 2.65	22.38 $\pm$ 2.43	22.83 $\pm$ 3.38	NS
Años de entrenamiento	9,6 $\pm$ 5,70	8,2 $\pm$ 6,44	9,08 $\pm$ 4,95	0	<0,001
Días/sem entrenamiento	5,53 $\pm$ 0,74	5,62 $\pm$ 0,82	5,27 $\pm$ 0,97	0	<0,001
Min/día entrenamiento	113,21 $\pm$ 20,55	94,13 $\pm$ 31,45	96,27 $\pm$ 25,82	0	<0,001

Medidas expresadas en promedio $\pm$ SD y porcentajes.

Instrumentos

Para la medición del peso e IMC se utilizó una báscula digital de precisión KERN modelo MFB 150®, Kern & Sohn, (Alemania). La talla fue tomada con el tallímetro telescópico Holtex® (Francia). Para la captura de la huella plantar se utilizó una plataforma de escaneado podálico Podoscanalyzer®, y el software de reconocimiento y comparación baropodométrica Miletrix® (Italy), (Bellomo, Barassi, Lodice, Di Pancrazio, Megna, & Saggini, 2012).

Procedimiento

Las mediciones fueron tomadas en época tanto precompetitiva como competitiva en cada una de las categorías seleccionadas según la disponibilidad de los deportistas (atletismo de fondo, de velocidad y nadadores). Los participantes fueron informados anteriormente de todo el proceso que se iba a llevar a cabo. Todos los participantes dieron su consentimiento informado por

escrito, en el caso de los menores de edad la aprobación fue realizada por los tutores legales. En el diseño del estudio se han tenido en cuenta la normativa legal vigente española que regula la investigación clínica en humanos (Real Decreto 561/1993) así como la ley de protección de datos de carácter personal (Ley Orgánica 15/1999). También se cumplieron todas las normas éticas necesarias para la realización del estudio según la Declaración de Helsinki (revisión de 2008).

Las mediciones se realizaron en las propias instalaciones deportivas de las dos provincias donde los deportistas realizaban sus entrenamientos. La toma de datos se hizo inmediatamente después de la realización de las respectivas cargas de entrenamiento específico de cada uno de los grupos de deportistas. Se instó a cada grupo de deportistas a continuar sus entrenamientos con total normalidad y sin cambios a pesar de la presente investigación.

De forma previa a las mediciones, se completó un documento con los datos sociodemográficos de cada sujeto y posteriormente se realizó la medición de talla y peso. Por último, se tomó medida de la huella plantar subidos a la plataforma Podoscanalyzer®. El programa genera una imagen de huella plantar incluyendo dedos y discrimina la posición y distribución de los mismos. De ahí se obtuvieron los datos referentes a índice podálico, índice istmo, índice medio podálico, índice calcáneo e índice metatarsal, de los que obtuvimos las variables referentes a tipo de pie y tipo de huella mediante el cálculo del índice de HC (Hernández Corvo, 1989) (figura 1).

$\%X = \frac{X - Y}{X} \cdot 100$	0-34% Pie plano
	35-39% Pie plano-normal
	40-54% Pie normal
	55-59% Pie normal-cavo
	60-74% Pie cavo
	75-84% Pie cavo fuerte
	85-100% Pie cavo extremo

Figura 1. Fórmula para el cálculo del Índice Hernández Corvo (HC). X = ancho del metatarso, Y = arco externo —superficie de apoyo mediopie—.

Análisis Estadístico

La comparación por modalidad atlética y Grupo de control de las características antropométricas, tiempo de entrenamiento y huella plantar, así como los porcentajes de participantes según sexo y tipología de pies se llevaron a cabo mediante ANOVA de un factor y test Chi² respectivamente. La homocedasticidad y normalidad de las variables fueron testadas mediante las pruebas de Levene y Kolmogorov-Smirnov respectivamente. La asociación entre años de entrenamiento (variable predictora) respecto a las medidas de huella plantar [variable criterio = índice podálico, metatarsal, mediopodal, calcáneo, istmo, e índice H Corvo] se llevó a cabo mediante análisis de regresión lineal. Para establecer la asociación de sujetos entrenados (velocista, fondista, nadador) y Grupo de control respecto a la curvatura del pie: no cavo (referente) vs. pie cavo, y tipología de pie [pie no Egipcio (referente) vs. sí pie Egipcio, pie no cuadrado (referente) vs. sí pie Cuadrado, y pie no Griego (referente) vs. sí pie Griego] se empleó el análisis de regresión logística. Para llevar a cabo el análisis

anterior los datos fueron recodificados de la siguiente manera: Morfología del pie: (Pie no cavo = plano + plano-normal + normal + normal cavo; y Pie cavo = cavo + cavo fuerte + cavo extremo). Todos los análisis de regresión fueron ajustados por sexo (masculino = 0 y femenino = 1), edad, e IMC. El nivel de significación fue establecido en $p < 0.05$. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SPSS v.19 para WINDOWS, Chicago).

RESULTADOS

Los resultados promedios (SD) de medidas de huella plantar y porcentajes de tipología de pie (tipo 1 y 2) —diferenciados por modalidad atlética (velocidad, fondo, y natación) y Grupo de control— se presentan en la tabla 2 y 3 respectivamente. El análisis post hoc de las variables que presentaron diferencias significativas tras el ANOVA de un factor ($p < 0,05$) revelaron que los atletas fondistas eran significativamente mayores —edad— al resto de participantes en el estudio (fondistas vs. todos = $p < 0,003$). No se hallaron diferencias en los años y días/semana de entrenamiento entre la modalidades atléticas ($p > 0,05$), sin embargo los velocistas manifestaron entrenar un mayor número de minutos/día respecto a fondistas y nadadores ($p < 0,005$ en ambos). El índice podálico, metatarsal, modiopodálico y calcáneo fue inferior en el Grupo de control respecto a las modalidades deportivas (sedentarios vs. todos = $p < 0,001$), no hallándose diferencias significativas entre las diferentes modalidades atléticas ($p > 0,05$). El índice istmo y el H Corvo fue similar en todos los grupos medidos ($p > 0,05$). La prevalencia de pie tipo Egipcio fue significativamente superior al resto en todos los grupos ($p < 0,05$). También se puede apreciar como existe una tendencia hacia el tipo de pie cavo pero sin llegar a ser significativa (porcentaje promedio = 51,89).

Tabla 2. Medidas de huella plantar (índice podálico, índice metatarsal, índice mediopodal, índice calcáneo, índice istmo, e índice H Corvo). Datos diferenciados por modalidad atlética (velocidad, fondo, y natación) y Grupo de control.

	Velocista (n = 28)	Fondista (n = 29)	Nadador (n = 47)	Grupo control (n = 67)	P
Índice podálico (cm)	25,6 $\pm$ 1,38	25,72 $\pm$ 0,97	25,43 $\pm$ 1,41	23,95 $\pm$ 1,49	<0,001
Índice metatarsal (cm)	10,17 $\pm$ 0,59	10,2 $\pm$ 0,80	10,22 $\pm$ 0,55	9,54 $\pm$ 0,59	<0,001
Índice mediopodal (cm)	13,71 $\pm$ 0,73	13,77 $\pm$ 0,53	13,63 $\pm$ 0,75	12,9 $\pm$ 0,90	<0,001
Índice calcáneo (cm)	6,15 $\pm$ 0,38	6,35 $\pm$ 0,54	6,24 $\pm$ 0,36	5,85 $\pm$ 0,36	<0,001
Índice istmo (cm)	3,95 $\pm$ 1,04	4,04 $\pm$ 1,10	3,99 $\pm$ 1,24	4,09 $\pm$ 1,18	NS
H Corvo (%)	60,96 $\pm$ 10,68	60,01 $\pm$ 11,56	61,12 $\pm$ 11,24	57,14 $\pm$ 12,06	NS

Medidas expresadas en promedio $\pm$ SD.

Tabla 3. Tipología de pie 1 (plano, normal y cavo) y tipo 2 (Egipcio, Cuadrado y Griego). Datos diferenciados por modalidad atlética (velocidad, fondo, y natación) y Grupo de control.

		Velocista (n = 28)	Fondista (n =29)	Nadador (n =47)	Grupo control (n =67)	P
Tipo de pie 1 (%)	Plano	0	0	0	1 (1,49)	NS
	Plano normal	0	0	1 (2,12)	4 (5,97)	
	Normal	10 (35,71)	11 (37,93)	14 (29,78)	24 (35,82)	
	Normal-cavo	1 (3,57)	0	4 (8,51)	5 (7,46)	
	Cavo	15 (53,57)	16 (55,17)	24 (51,06)	32 (47,76)	
	Cavo fuerte	2 (7,14%)	2 (6,89%)	4 (8,51%)	1 (1,49%)	
	Cavo extremo	-	-	-	-	
Tipo de pie 2 (%)	Egipcio	16 (57,1%)	17 (58,6%)	36 (76,6%)	56 (83,6%)	0,013
	Cuadrado	6 (21,4%)	7 (24,1%)	4 (8,5%)	10 (14,9%)	
	Griego	6 (21,4%)	5 (17,2%)	7 (14,9%)	1 (1,5%)	

Medidas expresadas en porcentajes.

Análisis de regresión lineal

La asociación entre años de entrenamiento respecto a las medidas de índice plantar en cada modalidad deportiva (velocistas, fondistas, nadadores) y jóvenes pertenecientes al Grupo de control se presentan en la tabla 4. Todos los análisis fueron ajustados por sexo, edad e IMC. Los años de entrenamiento no se asoció significativamente a ningún índice plantar (todos, $p > 0,05$). Por otra parte, se observó que el sexo se asoció negativamente —es decir, las mujeres presentaban valores más pequeños— con el índice metatarsal en velocistas ($\beta = -0,664$; $p = 0,006$), fondistas ($\beta = -1,430$; $p = 0,015$) y Grupo de control ($\beta = -0,828$; $p < 0,001$). Las chicas no entrenadas también mostraron menores valores de índice podálico, medio podálico, e índice calcáneo $\beta = -2,080$, $\beta = -1,080$ y $\beta = -0,381$, respectivamente, (todos $p < 0,001$). También se comprobó que a un mayor IMC los velocistas presentaban significativamente mayores valores de índice podálico ($\beta = 0,302$; $p = 0,028$), sin embargo esta asociación fue negativa en los fondistas ($\beta = -0,260$; $p = 0,020$). El resto de asociaciones relativas al IMC fueron positivas: $\beta = 0,106$ ($p = 0,030$) y $\beta = 0,047$ ($p = 0,005$) respecto al índice metatarsal en velocistas y Grupo control respectivamente, $\beta = 0,057$ ($p = 0,024$) y $\beta = 0,158$ ($p = 0,031$) respecto al índice mediopodal en fondistas y velocistas respectivamente, $\beta = 0,086$ ($p = 0,017$) respecto al índice calcáneo en velocistas, y $\beta = 0,047$ ($p < 0,001$) en Grupo control. La edad no se asoció significativamente a ninguna medida de huella plantar (todos, $p > 0,05$). No se halló ninguna asociación significativa entre ninguna variable predictora y medidas de huella plantar en nadadores ($p > 0,05$).

Tabla 4. Análisis de regresión mostrando la asociación de años de entrenamiento con las medidas de huella plantar —índice podálico, índice metatarsal, índice mediopodal, índice calcáneo, índice itmo, e índice H Corvo—.

VD	VI	Velocistas	Fondistas	Nadadores	Grupo control
----	----	------------	-----------	-----------	---------------

		(n = 27)			(28)			(46)			(66)		
		β	EE	P	β	EE	P	β	EE	P	β	EE	P
Índice podálico	Años de entrenamiento	-,031	,059	0,610	,019	,032	0,550	,047	,042	,272	-	-	-
	Sexo	-,522	,608	0,399	,610	,692	0,387	,219	,482	,652	2,08	,323	<,001
	Edad	,028	,046	0,543	,031	,026	0,247	,058	,041	,164	,064	,047	,182
	IMC	,302	,129	0,028	-,260	,104	0,020	,143	,102	,170	,063	,042	,140
Índice metatarsal	Años de entrenamiento	-,010	,021	0,642	,046	,025	0,084	,020	,017	,178	-	-	-
	Sexo	-,664	,217	0,006	-1,43	,548	,015	,141	,197	,478	-,828	,122	<,001
	Edad	,007	,016	0,689	-,013	,021	,517	,027	,017	,112	,005	,018	,800
	IMC	,106	,046	0,030	-,024	,083	,771	,023	,042	,581	,047	,016	,005
Índice mediopod al	Años de entrenamiento	-,017	,032	0,591	,009	,017	,618	,024	,022	,298	-	-	-
	Sexo	-,295	,325	,373	,377	,378	,328	,153	,259	,557	1,08	,216	<,001
	Edad	,016	,024	,523	,017	,014	,251	,032	,022	,149	,048	,031	,136
	IMC	,158	,069	,031	-,138	,057	,024	,078	,055	,160	,024	,028	,407
Índice calcáneo	Años de entrenamiento	-,004	,015	,802	-,003	,022	,878	,013	,011	,248	-	-	-
	Sexo	-,242	,156	,135	,004	,467	,993	,059	,127	,641	-,381	,079	<,001
	Edad	,005	,012	,686	,006	,017	,726	,012	,011	,291	,005	,012	,690
	IMC	,086	,033	,017	-,038	,070	,591	,033	,027	,230	,047	,010	<,001
Índice istmo	Años de entrenamiento	,082	,059	,175	,028	,041	,505	,011	,040	,795	-	-	-
	Sexo	,178	,605	,771	,955	,896	,297	,145	,465	,756	-,159	,331	,633
	Edad	-,056	,045	,227	-,028	,034	,409	,049	,040	,223	,006	,048	,909
	IMC	-,023	,128	,857	,010	,135	,942	-,001	,099	,988	,081	,043	,067
Índice H Corvo	Años de entrenamiento	-,840	,576	,158	-,097	,418	,819	-,02	,368	,954	-	-	-
	Sexo	4,47	5,932	,458	-16,5	9,033	,079	-,75	4,232	,860	2,18	3,41	,526
	Edad	,592	,446	,197	,211	,338	,539	-,37	,360	,303	-,080	,50	,863
	IMC	,587	1,258	,645	-,15	1,360	,913	,112	,897	,902	-,64	,44	,155

Datos mostrados en cada modalidad deportiva (velocistas, fondistas, nadadores) y del Grupo control. Valor de la beta no estandarizada y error estándar (EE). Los análisis fueron ajustados por sexo, edad, e IMC.

Análisis de regresión logística binaria

El análisis de regresión logística que empleó como variable dependiente la curvatura del pie (no cavo (referente) vs. pie cavo) y como variables independientes el tipo de modalidad deportiva (entrenados) y sedentarios (Grupo control) mostró que ninguno de ellos tenía riesgo relativo (odds ratio —OR—) de tener un pie cavo (todos $p > 0.05$) (Tabla 5). El mismo análisis pero empleando como variable dependiente el tipo de pie mostró que ni la pertenencia a un grupo específico de atletas (velocistas, fondistas, nadadores) ni el Grupo control presentaron un riesgo superior respecto a tener una morfología específica de pie del tipo Egipcio, Cuadrado o Griego (todos $p > 0.05$) (Tabla 6).

Tabla 5. Riesgo relativo (OR) de tener un pie cavo por pertenecer a una determinada modalidad atlética (velocista, fondista, y nadador).

	Velocista				Fondista			
	N	p	OR	95%CI	N	p	OR	95%CI
	No	Si			No	Si		
Pie cavo	75		1	Referente	75		1	Referente
	96	0,688	0,831	0,338-2,047	96	0,937	0,960	0,346-0,661
	Nadador				Grupo control			
	No	Si			No	Si		
	75		1	Referente	75		1	Referente
	96	0,907	1,051	0,454-2,432	96	0,981	1,1013	0,366-2,804

CI = Intervalo de confianza. ORs fueron ajustados por sexo, edad, e IMC.

Tabla 6. Riesgo relativo (OR) de tener pie Egipcio, pie Cuadrado, o pie Griego por pertenecer a una determinada modalidad atlética (velocista, fondista, y nadador).

Velocista					Fondista			
	N	p	OR	95% CI	N	p	OR	95% CI
Egipcio	NO	47	1	Referente	47		1	Referente
	SI	124	,172	,531	0,214-1,318	124	<0,999	1,000
Cuadrado	NO	144	1	Referente	144		1	Referente
	SI	27	0,285	1,839	0,602-5,621	27	0,511	0,642
Griego	NO	152	1	Referente	152		1	Referente
	SI	19	0,279	1,867	0,603-5,781	19	0,293	2,229
Nadador					Grupo control			
	N	p	OR	95% CI	N	p	OR	95% CI
Egipcio	NO	47	1	Referente	47		1	Referente
	SI	124	,214	1,842	0,703-4,829	124	0,850	1,110
Cuadrado	NO	144	1	Referente	144		1	Referente
	SI	27	0,394	0,578	0,164-2,040	27	0,461	1,649
Griego	NO	152	1	Referente	152		1	Referente
	SI	19	0,388	0,545	0,137-2,163	19	0,204	0,208

CI = Intervalo de confianza. ORs fueron ajustados por sexo, edad, e IMC.

DISCUSION

El presente estudio ha pretendido analizar la influencia del entrenamiento en la formación del tipo de pie en deportistas especializados en carrera de velocidad, fondo, y natación, así como determinar patrones semejantes entre cada grupo. Los resultados han revelado que los años de entrenamiento de los atletas y la edad no se asocian significativamente a ningún índice plantar

específico. Las mujeres velocistas, fondistas y no entrenadas presentan valores más pequeños de índice metatarsal, y solo las no entrenadas se relacionan con menores valores de índice podálico, medio podálico, e índice calcáneo que los varones. Se ha comprobado también que el IMC se asocia positivamente con el índice podálico, metatarsal, mediopodal, y calcáneo en velocistas. Sin embargo, en fondistas el IMC se asocia de forma positiva con el índice mediopodal pero de forma negativa con el índice podálico. Los resultados de este estudio han mostrado también que el entrenamiento regular en carreras de velocidad y fondo, así como en natación, no ejerce una influencia significativa en la curvatura del pie ni modifica su tipología. Aunque no de forma significativa, el tipo de pie predominante según la distribución de los dedos es el Egipcio y según la curvatura prevalece el cavo.

En la presente investigación, los años de entrenamiento en atletas de velocidad, fondo, y natación no han ocasionado modificaciones en la curvatura del pie ni en su tipología. Estos resultados difieren de los hallados por Sirgo, Méndez, Egocheaga, Maestro y Del Valle (1997) que encontraron diferencias en la huella y en el apoyo entre deportistas de distintas disciplinas (futbolistas y nadadores). Sin embargo, dentro del mismo deporte, López, Alburquerque, Santos, Sánchez y Domínguez (2005) concluyeron que no había diferencias en el tipo de pie en futbolistas de distintas categorías.

Nosotros encontramos que los deportistas de las diferentes modalidades tenían valores superiores en la mayoría de los índices plantares que los del Grupo de control. Estos resultados están en consonancia con los de Kulthanan, Techakampuch y Donphongam (2004), Elvira, Riera, García, y Roca (2006), y Franco et al. (2009), los cuales analizaron la huella plantar de individuos sedentarios frente a deportistas. Franco et al. (2009) achacaron estas diferencias —entre deportistas y no entrenados— a variables ambientales, genéticas, o incluso al uso continuado del calzado deportivo durante el entrenamiento. Por el contrario, otros estudios no consideran que el uso de calzado sea motivo de modificaciones podales, y concluyeron que el tipo de pie no afecta al rendimiento y tampoco tiene por qué influir en la aparición de lesiones (Oestergaard et al., 2013). Berdejo-del-Fresno et al. (2013), también demostraron adaptaciones en las huellas de ambos pies en deportistas de élite femeninas de hockey y fútbol sala. Se comprobó que en hockey ambos pies tenían tendencia a aplanarse y solo el pie dominante en fútbol sala, sin embargo, las mujeres sedentarias no presentaron modificación de la huella plantar.

Teniendo en cuenta el conjunto de los índices medidos, el grupo de deportistas tendrían el pie más ancho y largo que el grupo control, y podría deberse a la necesidad de estabilidad y reparto de cargas plantares durante la actividad física. La aplicación de estrés a los conjuntos óseos, musculares y tendinosos provoca una reacción de sobreprotección y adaptación del sistema locomotor. Encontramos en el deporte la continua aportación de estrés o un efecto de la exigencia deportiva sobre la arquitectura podal si se tiene en cuenta que estudios realizados por otros autores manifiestan la distinción significativa del pie y su huella plantar entre poblaciones deportistas y no deportistas (Jones y Hunt, 1985). Según Sirgo et al (1997), se podrían producir adaptaciones crónicas a partir de otras adaptaciones temporales ante el esfuerzo deportivo,

así como cambios y adaptaciones en la marcha como método preventivo de futuras lesiones causadas por el impacto en el apoyo. Esto podría ser aplicado también en actividades mucho más exigentes como las deportivas de rendimiento.

Las chicas no entrenadas de este estudio mostraron menores valores de índice podálico, medio podálico, e índice calcáneo que los varones. Según Gómez, Franco, Nathy, Valencia, Vargas y Jiménez (2009), las mujeres deportistas tienen un pie más largo y ancho que las sedentarias, independientemente de la estatura. De una forma más concreta, McWhorter, Landers, Wallmann, Altenburger, Berry, Tompkins. (2006), analizaron el efecto de andar y correr sobre el pie y observaron que hombres y mujeres respondían de forma diferente ya que en los hombres no existían diferencias tras andar 12 minutos, y en las mujeres sí. Esta controversia parece indicar que las dimensiones de los pies de hombres y mujeres responden de forma distinta al ejercicio.

Aunque hay investigadores que han detectado una mayor presencia de sujetos con un tipo de pie normal (Zurita et al., 2007), en el presente estudio el tipo de pie cavo fue el más común en todos los grupos, aunque no de forma significativa, resultados que están en consonancia con los obtenidos por Franco et al. (2009) y Gómez et al. (2009). Por su parte, Elvira et al. (2006), también encuentran la prevalencia del tipo de pie cavo, y concluyen que las actividades desarrolladas en el medio terrestre tienen un plus de carga de trabajo y estrés para el pie, y son necesarias ciertas adaptaciones músculo-esqueléticas en el pie del deportista que tiende a moldearlo creando un arco plantar más elevado que las personas sedentarias. Además si el ejercicio físico es repetitivo y se mantiene durante largos periodos de tiempo tiende a moldear un pie más cavo (Wegener, Burns y Penkala, 2008). Sin embargo, en el presente estudio no se aprecian diferencias entre deportistas y el Grupo de control. Además, nuestros resultados muestran que los años que lleven los atletas entrenando y su edad no influyen en tener ningún índice plantar específico. Consideramos que la práctica deportiva concreta no es un factor tan influyente en las modificaciones morfológicas de la huella plantar, ya que no queda claro que un tipo determinado de pie corresponda sólo a los deportistas o sea consecuencia de realizar actividad física.

Por último, en esta investigación el tipo de pie que predomina en función de la distribución de los dedos es el de tipo Egipcio. Esta tipología es según Franco et al., (2009) la más normal en humanos. Además, la mayor parte de nuestros participantes entrenados y no entrenados tienen el pie cavo. Este aspecto es controvertido y se ha de tomar con cautela, especialmente debido a que existe una gran variabilidad entre los métodos para evaluar la huella plantar. Por ejemplo el empleo del índice HC puede considerar que un pie es cavo mientras que la evaluación empleando el índice de arco se podría obtener una valoración de pie normal (Berdejo-del-Fresno et al., 2013). Diferenciar lo anterior es especialmente importante ya que cuanto más cavo es un pie más propenso es a las lesiones (Sánchez, 1993; Comín, 1999; Zurita et al., 2007), especialmente debido a una predisposición supinadora que incrementa el riesgo de lesiones en los miembros (Olivera et al., 2001). Sin embargo, no sólo la

supinación puede ser lesiva. Una pronación excesiva también puede llevar a lesiones ya que la eversión del pie que se produce por la pronación da lugar a una rotación tibial que es trascendental en la sobrecarga por estrés de la rodilla, pudiendo provocar lesiones en esta y en los tobillos (Hintermann & Nigg, 1998).

Se ha comprobado que los atletas tienen un pobre conocimiento acerca de su tipo de pie (Hohmann, Reaburn, y Imhoff, 2012). La importancia del pie en el desplazamiento del cuerpo humano y su función tanto estática como dinámica hacen que sea crucial conocer su morfología y estructura con el objetivo de prever los riesgos a los que se exponen los deportistas durante sus entrenamientos. Conocer por ejemplo si un deportista tiene necesidad de órtesis plantares, por posibles modificaciones en la huella plantar puede contribuir a prevenir lesiones y contribuir al aumento del rendimiento deportivo (Ozer y Barut, 2012; Wong, Chamari, Wisløff, y Hong, 2007). En las poblaciones que nos competen, respecto a los corredores hay que evitar sobrecargas y malas posturas en las extremidades inferiores, que es donde se producen más del 90% de las lesiones (Fourchet et al., 2011; Nagel et al., 2008). En los atletas velocistas hay que controlar muy bien las cargas de entrenamiento de fuerza que pueden llevar a tendinopatías (Lee y piazza, 2009). Además, las fracturas por estrés en corredores con un arco plantar elevado tienen una incidencia del 40% (Korpelainen et al., 2001), por lo que es de gran importancia conocer el “mapa plantar” y la tipología del pie del deportista, con el objetivo de prevenir y recuperar estas lesiones.

CONCLUSIONES

Se concluye que los años de entrenamiento y la edad de los nadadores y atletas de carreras de velocidad y fondo españoles no se asocian con ningún índice plantar específico —índice podálico, índice metatarsal, índice mediopodal, índice calcáneo, índice ítsmo, e índice H Corvo— ni tipología del pie —Egipcio, Cuadrado, o Griego—. Son mayores las diferencias de morfología de pie entre atletas y jóvenes sedentarios que dentro de las diferentes modalidades atléticas. El entrenamiento regular en carreras de velocidad, fondo, y natación no ejerce una influencia significativa en la curvatura del pie ni modifica su tipología. Aunque no de forma significativa, el tipo de pie predominante en estos atletas según la distribución de los dedos es el Egipcio y según la curvatura prevalece el cavo. El sexo y el IMC son variables a tener en cuenta en los futuros análisis biomecánicos de la morfología del pie en atletas ya que se asocian a diferentes índices plantares según la modalidad deportiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abián Vicén, J., Alegre Durán, L., Lara Sánchez, A., Jiménez Linares, L., y Aguado Jódar, X. (2005). Fuerzas de reacción del suelo en pies cavos y planos. Archivos de medicina del deporte, 108, 285.

- Bellomo R.G., Barassi G., Lodice P., Di Pancrazio L., Megna M., Saggini R. (2012). Visual sensory disability: rehabilitative treatment in an aquatic environment. *Int J Immunopathol Pharmacol*, 25(1 Suppl),17S-21S. PMID:22652157
- Berdejo-del-Fresno, D., Lara Sánchez, A. J., Martínez-López, E. J., Cachón Zagalaz, J. y Lara Diéguez, S. (2013). Alteraciones de la huella plantar en función de la actividad física realizada. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 13 (49), 19-39.
- Comín Comín, M., Villarroya Aparicio, A., Pérez García, J. M., Nerín Ballabriga, S., Marco Sanz, M. C. (1999). Análisis de las presiones plantares. técnicas y aplicaciones. *Medicina de Rehabilitación*,13 (3), 22-30.
- Elvira, J., Riera, M., García, F., y Roca, J. (2006). Respuestas, adaptaciones y simetría de la huella plantar producidas por la práctica de la marcha atlética. *Revista de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 2 (4), 21-26.
- Fourchet, F., Horobeanu, C., Loepelt, H., Taiar, R., y Millet, G. P. (2011). Foot/ankle injuries and maturation in young Track and Field athletes. *International Journal of Athletic Therapy & Training*, 16,19-23. <http://dx.doi.org/10.1123/ijatt.16.3.19>
- Franco, J. M., Nathy, J. J., Valencia, E. A., y Vargas D. V. (2009). Análisis descriptivo de las características de la huella plantar de los deportistas de natación, halterofilia, atletismo y estudiantes sedentarios. *Efisioterapia*. Recuperado el 20 de Mayo 2012 http://www.efisioterapia.net/articulos/leer.php?id_texto=504
- Gómez, L., Franco, J. M., Nathy, J. J., Valencia, E., Vargas, D., y Jiménez, L. (2009). Influencia del deporte en las características antropométricas de la huella plantar femenina. *Revista Educación Física y Deporte*, 28 (2), 25-23.
- Hernández Corvo, R. (1989). *Morfología funcional deportiva*. México D.F. Editorial Paidotribo.
- Hernández Guerra, R. H. (2006). Prevalencia del pie plano en ni-os y ni-as de 9 a 12 a-os de 4º, 5º y 6º de una escuela primaria. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 6 (23), 168 – 172.
- Hintermann, B., y Nigg, B. M. (1998). Pronation in runners: Implications for injuries. *Sports Medicine*, 26 (3), 169-176. <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-199826030-00003>
- Hohmann, E., Reaburn, P., y Imhoff, A. (2012). Runner's knowledge of their foot type: Do they really know? *Foot*, 22 (3), 205-210. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foot.2012.04.008>. PMID:22608204
- Jones S. R. y Hunt A. (1985). The diagnosis of flat foot in the child. *The journal of bone and join surgery*, 67(1), 71-78.
- Korpelainen, R., Orava, S., Karpakka, J., Siira, P., y Hulkko, A. (2001). Risk factors for recurrent stress fractures in athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 29 (3), 304-10. PMID:11394600
- Kulthanan, T., Techakampuch, S., y Donphongam, N. (2004). A Study of Footprints in Athletes and Non-Athletic People. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 87 (7), 788-93. PMID:15521234

- Laguna Nieto, M., Alegre, L., Aznar Laín, S., Abián Vicén, J., Martín Casado, L., y Aguado Jódar, X. (2010). ¿Afecta el sobrepeso a la huella plantar y al equilibrio de ni-os en edad escolar?, *Apunts*, 45 (165), 9-16.
- Lee, S. S. M., y Piazza, S. J. (2009) Built for speed: musculoskeletal structure and sprinting ability. *Journal of Experimental Biology*, 212, 3700-3707. <http://dx.doi.org/10.1242/jeb.031096>. PMID:19880732
- Lieberman, D. E., Venkadesan, M., Werbel, W. A., Daoud, Al., D'Andrea, S., Davis, I. S., Mang'Eni, R. O., y Pitsiladis, Y. (2010). Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*, 463:531-535. <http://dx.doi.org/10.1038/nature08723>. PMID:20111000
- Löfvenberg, R., y Karrholm, J. (1993). The influence of an ankle orthosis on the talar and calcaneal motions in chronic lateral instability of the ankle A stereophotogrammetric analysis. *American Journal Sports Medicine*, 21 (2), 224-230. <http://dx.doi.org/10.1177/036354659302100211>
- López, N., Alburquerque, F., Santos, M., Sánchez, M. y Domínguez, R. (2005). Evaluation and analysis of the footprint of young individuals. A comparative study between football players and non-players. *European Journal of Anatomy*, 9 (3), 135-142.
- Mayorga-Vega, D., Brenes Podadera, A., Rodríguez Teero, M., y Merino Marban, R. (2012). Asociaton of BMI and physical level among elementary school students. *Journal of Sport and Health Research*, 4 (3), 299-310.
- McWhorter, J. W., Landers. M. R., Wallmann, H. W., Altenburger, P., Berry, K., Tompkins, D., et al. (2006). Theeffects of loaded, unloaded, dynamic and staticactivities on foot volumetrics. *Phys Ther Sport*, 7, 81-86. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2006.01.001>
- Merriman, L. M., & Tollafield, D. R. (1995). *Assessment of the Lower Limb*. Churchill Livingston.
- Nagel, A., Fernholz, F., Kibele, C., y Rosenbaum. D. (2008). Long distance running increases plantar pressures beneath the metatarsal heads: a barefoot walking investigation of 200 marathon runners. *Gait Posture*, 27, 152-155. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.12.012>. PMID:17276688
- Nigg, B. M., Nurse, M. A., y Stefanyshyn, D. J. (1993). Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31 (7), 421-8.
- Oestergaard, R., Buist, I., Thorlund E., Aagaard E., Sørensen, H., Lind, M., y Rasmussen, S. (2013). Foot pronation is not associated with increased injury risk in novice runners wearing a neutral shoe: a 1-year prospective cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, 47 (9), 550-559.
- Olivera, G., Holgado, M. S., y Cabello, J. (2001). Lesiones deportivas frecuentes en atención primaria. *Formación médica continuada en atención primaria*, 8 (5), 307-320. [http://dx.doi.org/10.1016/S1134-2072\(01\)75412-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1134-2072(01)75412-6)
- Ozer, C., y Barut, C. (2012). Evaluation of the sole morphology of professional football players. *International Sport Med Journal*, 13 (1), 8-17.
- Sachithanandam, V., & Joseph, B. (1995). The influence of footwear on the prevalence of flat foot: a survey of 1846 skeletally mature persons. *Journal of Bone Joint Surgery*, 77-B, 254-257.
- Sánchez A. J. L., Durán L. M., Jódar X. A., Linares L. J., y Vicén J. A. (2005). Fuerzas de reacción del suelo en pies cavos y planos. *Archivos de medicina del deporte*, 108, 285-292.

- Sánchez Lacuesta, J. (1993). Biomecánica de la marcha humana normal y patológica. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia. PMID:8445890
- Scott, G., Menz, H. B. y Newcombe, L. (2007). Age-related differences in foot structure and function. *Gait & Posture*, 26, 68-75. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.07.009>. PMID:16945538
- Shiang, T. Y., Lee, S. H., Lee, S. J., y Chu, W. C. (1998). Evaluating different footprint parameters as a predictor of arch height. *Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 17(6), 62-66. <http://dx.doi.org/10.1109/51.731323>. PMID:9824764
- Sirgo, G. Méndez, B., Egocheaga, J., Maestro, A. y Del Valle, M. (1997). Problemática en la clínica diaria en relación a varios métodos de análisis de la huella plantar. *Archivos de medicina del Deporte*, 14 (61), 381-387.
- Torrijos, A., Abián-Vicen, J., Abián, P., y Abián, M. (2009). Plantar fascitis treatment. *Journal of Sport and Health Research*, 1(2),123-131.
- Viel, E. (2002). La marcha humana, la carrera y el salto. Biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones. Barcelona: Masson.
- Viladot, A. (2000). Quince lecciones sobre patología del pie. (2ª Edición). Barcelona: Springer.
- Wegener, C., Burns, J., y Penkala, S. (2008). Effect of Neutral-Cushioned Running Shoes on Plantar Pressure Loading and Comfort in Athletes With Cavus Feet. *American Journal of Sports Medicine*, 36(11), 2139. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546508318191>. PMID:18577583
- Wong, P., Chamari, K., De, W. M., Wisløff, U., y Hong, Y. (2007). Higher plantar pressure on the medial side in four soccer-related movements. *British Journal of Sports Medicine*, 41 (2), 93-100. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2006.030668>. PMID:17178776 PMCID:PMC2658934
- Zahínos, J. I., González, C. y Salinero, J. (2010). Epidemiological study of the injuries, the processes of readaptation and prevention of the injury of anterior cruciate ligament in the professional football. *Journal of Sport and Health Research*, 2 (2),139-150.
- Zurita Ortega, F., Martínez Martínez, A., y Zurita Ortega, A. (2007). Influencia de la tipología del pie en la actividad físico deportiva. *Fisioterapia*, 29 (2), 74-79. [http://dx.doi.org/10.1016/S0211-5638\(07\)74417-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0211-5638(07)74417-6)

Referencias totales / Total references: 41 (95,1%)

Referencias propias de la revista / Journal's own references: 2 (4,9%)