



Morfología del pie de deportistas que practican descalzos versus deportistas que practican con calzado

Foot morphology on barefoot practicing athletes versus athletes who practice with footwear



CHILE

Sánchez, Celso

Laboratorio de Ciencias de la Actividad Física, Universidad de Santiago de Chile (USACH)
Santiago de Chile - Chile

E-mail de autor: Celso Sánchez celso.sanchez@usach.cl

Resumen

La morfología del pie se adaptó a la marcha bípeda hace 4,4 millones de años y en ese proceso no tuvo participación el calzado. En base a este planteamiento, existen autores que defienden la práctica de actividad física descalza.

A la fecha, no se conocen los procesos de adaptación anatómica del pie que permiten a un sujeto que siempre ha usado calzado, llegar a practicar prescindiendo de ellos.

El objetivo de este estudio, fue comparar características morfológicas del pie de deportistas que practican descalzos con deportistas que practican con calzado.

Se evaluó longitud, ancho de antepié, ancho de retropié, altura navicular, fórmula digital y asimetría de pie en una muestra de deportistas universitarios que practicaban descalzos ($n=16$) y con calzado ($n=29$). También se evaluó la huella plantar empleando Arch Index.

No hubo diferencias significativas en la comparación de variables antropométricas, sin embargo, los sujetos que practicaban descalzos presentaron retropié más ancho ($p=0,51$) y antepié más angosto ($p=0,42$) que los sujetos que no practicaban descalzos. Asimismo, presentaron mayor incidencia de pies normales (56,25% versus 41,38% izquierdo y 50,00% versus 44,83% derecho) y menor incidencia de pies cavos (18,75% versus 37,93% izquierdo y 12,50% versus 27,59% derecho).

Además, el grupo descalzo demostró menor incidencia de pies asimétricos respecto a su arco plantar longitudinal medial (18,75% versus 24,14%). Ambos grupos presentan en su mayoría pies cuadrados (50,00% descalzos y 72,41% calzados).

A pesar que se obtiene como resultado que quienes practican descalzos tienen arcos plantares morfológicamente más normales y más saludables, no es posible concluir que existen diferencias significativas entre grupos en las variables estudiadas.

Por esto, se hace necesario seguir ahondando con sujetos que hagan de la práctica descalza un hábito diario, identificando con ello las variables morfológicas que más se relacionan con la práctica descalza.

Palabras Clave: pie, arco plantar, altura navicular, descalzo, antropometría

Abstract

The foot morphology evolved to bipedal gait 4.4 million years ago, a process in which footwear was not involved. Based on this approach, some authors defend the practice of physical activity in a barefoot condition.

Nowadays, foot anatomical adaptive processes which allows a subject who always worn footwear to get to practice without it, are unknown.

This study aimed to compare foot morphological characteristics of athletes who practices barefoot against those who practices using footwear.

Foot length, forefoot width, hindfoot width, navicular height, digital formula and foot asymmetry were measured for a college athletes sample who practiced barefoot ($n = 16$) and using footwear ($n = 29$). Footprint using Arch Index was also evaluated.

There were no significant differences among anthropometric variables, however, subjects who practiced barefoot showed a wider rearfoot ($p = 0.51$) and a narrower forefoot ($p = 0.42$) than those subjects who did not practice barefoot. Likewise they also showed a higher incidence of normal feet (56.25% versus 41.38% left, and 50.00% versus 44.83% right) and a lower incidence of cavus feet (18.75% versus 37.93% left, and 12.50% versus 27.59% right). In addition, barefoot group showed a lower incidence of asymmetric feet regarding their longitudinal medial plantar arch (18.75% versus 24.14%).

Both groups have mostly squared shape feet (50.00% barefoot and 72.41% footwear).

Despite the results obtained showed that barefoot practitioners have morphologically normal and healthier plantar arches as compared to those who wear footwear, it is not possible to conclude that there are significant differences between groups relative to the studied variables.

Therefore, further studies are necessary on daily habit barefoot practitioners, identifying which morphological variables are more related to barefoot practice.

Keywords: foot, plantar arch, navicular height, barefoot, anthropometry

Introducción

El pie humano evolucionó para adaptarse a la marcha bípeda hace ya unos 4,4 millones de años¹ adquiriendo una estructura que le permite desenvolverse como una barra rígida comunicadora de fuerzas por una parte, y por otra, como apoyo flexible para adaptarse a las irregularidades del terreno.²

El arco plantar longitudinal medial (APLM) es el principal componente, tanto en la estática como en la dinámica de la bóveda plantar, debido a que es el que posee mayor longitud y altura y porque es la estructura con mayor incidencia en la absorción, acumulación y devolución de fuerzas gravitacionales durante los apoyos.³

El APLM debe su morfología a la constitución anatómica de los huesos que lo componen. En su punto más alto y a modo de piedra angular, se ubica la cabeza del talo.³⁻⁴

Los huesos calcáneo, navicular, cuneiformes y tres primeros metatarsianos, en forma de cuñas, cumplen la función de dovela, completando así el arco en su longitud.⁵ Su mantención pasiva es asegurada además por la presencia de importantes ligamentos ubicados estratégicamente en la cara plantar, evitando la extensión excesiva de la estructura.⁶ Asimismo, la mantención activa está asegurada por músculos, destacándose en esta función los músculos tibial posterior, tibial anterior y fibular largo.⁷

El uso de calzado es una práctica relativamente reciente⁸ y si bien esta provee de protección, hay autores que coinciden que su uso puede provocar deficiencias en la funcionalidad del pie.⁹⁻¹⁰ Esta situación es más notoria en sujetos que practican deportes de manera regular, por cuanto las fuerzas que ejercen sobre el suelo para realizar los desplazamientos son mayores que las que se aplican en la marcha normal, por ejemplo.¹¹

Desde la masificación en el uso de calzado deportivo, se ha observado que la incidencia de lesiones deportivas de pie y tobillo no ha disminuido.¹² Es por esta razón, que varios autores se han abocado a investigar lo que sucede cuando deportistas comienzan a desplazarse de manera minimalista, es decir, usando calzado con muy baja amortiguación, o simplemente sin usar calzado.

A la fecha, se sabe que el correr descalzo promueve el apoyo del pie sobre los cojinetes adiposos bajo las cabezas metatarsianas, lo cual influye directamente en la disminución de fuerzas de reacción sobre las articulaciones de tobillo y rodilla, factor que a su vez influye en una disminución de la

incidencia de lesiones sobre estas articulaciones.⁹⁻¹³

A pesar de lo anterior, es de sentido común el percatarse que realizar una transición desde la práctica deportiva con calzado hacia la práctica minimalista, resentirá las estructuras anatómicas involucradas, provocando probablemente adaptaciones que influyen en la forma y dimensiones del pie.

En este ámbito, las variables más estudiadas en sujetos deportistas han sido longitud y ancho de antepié y retropié,¹⁴⁻¹⁵ reportándose que sujetos deportistas tienen pies de mayores dimensiones que sedentarios.¹⁶

Otro aspecto estudiado en estas poblaciones es APLM, la fórmula digital y la asimetría de pies.

A pesar que hay evidencia que indica que el desplazarse descalzo es un factor protector de lesiones, no se conocen los procesos de adaptación anatómica del pie que permiten a un sujeto que siempre ha usado calzado, llegar a correr de manera minimalista.

En Chile, hay muy pocos estudios descriptivos de las características morfológicas del pie y los que se han publicado son en población de escolares,¹⁷ no encontrándose ninguno en deportistas activos.

Por lo anterior, es necesario conocer las características morfológicas del pie de los sujetos que practican deporte descalzo y con calzado, permitiendo con ello aumentar el conocimiento de los procesos de adaptación relativos a la forma y dimensiones del pie de esta población.

El objetivo de este estudio entonces, es comparar características morfológicas del pie de deportistas que practican descalzos con deportistas que practican con calzado, comenzando con la hipótesis que existen diferencias en la morfología del pie de ambos grupos.

Materiales y método

La presente investigación es de tipo transversal, descriptiva y comparativa, y contó con la autorización del Comité de Ética Institucional de la Universidad de Santiago de Chile.

Se evaluó una muestra de 45 sujetos de sexo masculino, estudiantes universitarios, miembros activos de al menos una selección deportiva de la Universidad de Santiago de Chile. Para ser parte de este estudio, los sujetos debían entrenar al menos 6 horas a la semana y no sufrir lesión en etapa aguda de miembro inferior.

La muestra se dividió, empleando como variable de asociación entrenar descalzo o no durante la práctica de su deporte. De esta manera se formaron dos grupos, uno integrado por sujetos que practicaron descalzos al menos 30 minutos a la semana (n=16) y otro que practicaron siempre con calzado (n=29).

Las evaluaciones se efectuaron entre noviembre y diciembre del año 2015 en dependencias del laboratorio de Ciencias de la Actividad Física, siempre en un mismo día y horario de la semana.

Antes de iniciar las mediciones, los sujetos guardaron reposo por 30 minutos, con el objetivo de no alterar las dimensiones del pie.¹⁸

El peso corporal se obtuvo con los sujetos vestidos en ropa interior, en una balanza digital marca Tanita, Modelo HD 314. La estatura se registró a través de una cinta métrica adosada a la pared. Con estos valores se obtuvo el índice de masa corporal (IMC) (Peso Corporal / Estatura²).

Las evaluaciones antropométricas del pie se efectuaron con el sujeto en bipedestación sobre un podoscopio de metal con cristal sólido.

Los pies se mantuvieron separados 10 cm, distancia demarcada sobre el cristal del podoscopio y con el peso del cuerpo repartido de manera homogénea en ambos pies.

En esa posición, el evaluador realizó marcación de la cara inferior de la tuberosidad del hueso navicular.

Luego, se midió longitud, ancho de antepié, ancho de retropié y altura del navicular con un antropómetro. Se evaluaron ambos pies, pero para el análisis estadístico se empleó solamente el pie derecho.

Se determinó también la longitud del dedo más largo, obteniendo de esta manera la fórmula digital (griego, egipcio o cuadrado).⁴ Se definió que un dedo es más largo que otro cuando la diferencia entre ambos superó los 5 mm.

Basado en el protocolo de Ribeiro et al.¹⁹ se fotografió la huella plantar con una cámara digital marca Samsung modelo ST65 de 14,2 megapíxeles, sin zoom y a una distancia focal de 43 cm directamente sobre el vidrio.

El análisis de la fotografía de ambas impresiones plantares se efectuó empleando el software específico de cálculo de áreas plantares AreaCalc, desarrollado por Elvira et al.²⁰

La clasificación del APLM se realizó mediante el Arch Index (AI) (21), que emplea la siguiente fórmula. (Fig. 1):

$$AI=B/(A+B+C)$$

Donde A corresponde al área del retropié, B es el área del mediopié y C corresponde al área del antepié. Los valores usados para clasificar la altura del arco fueron los siguientes: Pie cavo $AI \leq 0,21$; Pie normal $0,21 < AI < 0,26$; y Pie plano $AI \geq 0,26$.

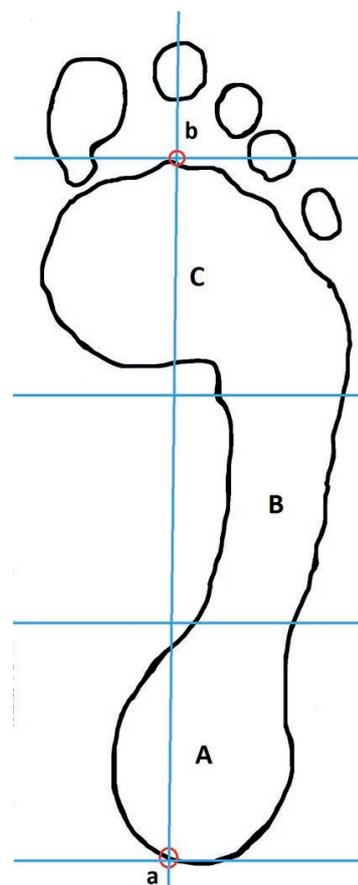


Fig. 1: Obtención del Arch Index

El análisis estadístico se efectuó con software GraphPad Prism, versión 6.

Se aplicó estadígrafos de tendencia central para las variables de peso, estatura, IMC, edad, longitud, ancho de antepié, ancho de retropié y altura navicular. Se efectuó análisis de normalidad de las variables usando la prueba estadística de Kolmogórov-Smirnov.

La comparación entre grupos se calculó mediante el uso de la prueba estadística t Student para muestras independientes. Se consideró $p < 0,05$ como valor de significancia estadística.

Resultados

Los datos referidos a masa corporal, estatura, IMC y edad se encuentran en **Tabla I**. Allí es posible de observar que ambos grupos son iguales en cuanto a la masa corporal, IMC y edad. Los sujetos que no practicaron deporte descalzo son significativamente más altos ($p < 0,05$). Se observa entonces que el grupo de sujetos estudiados es bastante homogéneo, siendo la variable uso de calzado la que hace la principal diferencia entre grupos.

Las mediciones antropométricas de largo, ancho de antepié, ancho del retropié y altura del arco, medidas de manera directa sobre los sujetos, se presentan en **Tabla II**. Allí, se aprecia que los sujetos que practicaban deporte descalzo tienen pies más cortos, más angostos y con arcos plantares más altos que los deportistas que no practicaban descalzos. No obstante, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

Con el objetivo de poder comparar las variables antropométricas entre grupos de sujetos, independiente de la estatura – que demostró ser mayor en los sujetos que solo utilizaban calzado – se procedió a normalizar las variables de largo, ancho de antepié, ancho de retropié y altura del navicular.²² Estos datos se presentan en **Tabla III**. Se observan valores iguales en las variables longitud y altura navicular normalizada. Los sujetos que practicaban descalzos presentaron retropié más ancho y antepié más angosto que los sujetos que no practicaban descalzos. La comparación de medias indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

En la **Tabla IV**, se aprecia la distribución en porcentaje del tipo de pie según la altura del arco en pies derechos e izquierdos, separados por grupo que practica o no descalzo.

A la izquierda, se presentan los resultados de quienes practican descalzos. Allí, cerca de la mitad de los sujetos presentaron pies normales derechos e izquierdos. Se observan diferencias notorias en la distribución de pies planos entre pies izquierdos y derechos, alcanzando estos últimos un 37,5%, mientras que los pies izquierdos alcanzan un 25%. Esta tendencia se revierte en los pies cavos, presentando mayores porcentajes de distribución los pies izquierdos con un 18,75%, en contra los 12,5% de pies derechos.

A la derecha de la **Tabla IV**, se presentan los resultados del grupo que siempre practicó con calzado, el cual presenta marcadas diferencias respecto al grupo que practicó descalzo. Allí es posible observar que la distribución de pies normales disminuye a valores que rondan el 40% en am-

bos pies. Asimismo, disminuye el porcentaje de pies planos, aunque se mantiene el patrón que indica mayor frecuencia en pies derechos que izquierdos. La mayor diferencia se observa en la distribución de pies cavos, cuyos valores superan el 25% en pies derechos y alcanzan un 37,93% en pies izquierdos.

En cuanto a la fórmula digital (**Tabla V**), es posible indicar que la mitad del grupo descalzo y el 72,41% del grupo calzado presentaron pie cuadrado. En el caso del grupo descalzo, las otras dos tipologías de pie se repartieron el 25% cada una. En contraste, el grupo calzado, presentó un 17,24% de pies griegos y 10,34% de pies egipcios, valores bastantes menores

	DESCALZOS		CALZADOS		p
	media	DS	media	DS	
Peso (kg)	73,91	18,86	75,18	12,5	0,7875
Estatura (m)	1,71	0,07	1,76	0,06	0,0174*
IMC	25,15	4,48	24,35	3,55	0,5126
Edad (años)	24,56	5,63	22,90	3,31	0,2114

Tabla I: Caracterización de la muestra según masa corporal, estatura, IMC y edad

	DESCALZOS		CALZADOS		p
	media	DS	media	DS	
Longitud (mm)	259,10	12,81	263,00	12,47	0,3166
Ancho Antepié (mm)	101,80	6,78	104,50	6,09	0,1732
Ancho Retropié (mm)	64,00	4,29	64,14	5,34	0,9298
Altura Navicular (mm)	39,38	8,59	38,55	9,3	0,7718

Tabla II: Resumen de variables antropométricas del pie derecho de la muestra

	DESCALZOS		CALZADOS		p
	media	DS	media	DS	
Longitud normalizada	0,15	0,00	0,15	0,00	0,2326
Ancho Antepié Normalizado	0,39	0,02	0,40	0,02	0,4184
Ancho Retropié Normalizado	0,25	0,00	0,24	0,02	0,5102
Altura navicular normalizada	0,15	0,03	0,15	0,04	0,6246

Tabla III: Resumen de variables antropométricas normalizadas del pie derecho de la muestra

	DESCALZOS		CALZADOS	
	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO
PLANO	25,00	37,50	20,69	27,59
NORMAL	56,25	50,00	41,38	44,83
CAVO	18,75	12,50	37,93	27,59

Tabla IV: Distribución en porcentaje del tipo de pie según altura del arco

	DESCALZOS	CALZADOS
GRIEGO	25,00	17,24
EGIPCIO	25,00	10,34
CUADRADO	50,00	72,41

Tabla V: Distribución en porcentaje del tipo de pie según fórmula digital

en comparación con lo obtenido por el grupo descalzo.

En la **Tabla VI** se aprecia la distribución de asimetrías de pies relativa a la altura del arco. En el caso del grupo descalzo, un 18,75% presentó diferencias de tipología entre

	DESCALZOS	CALZADOS
ASIMETRICO	18,75	24,14
SIMETRICO	81,25	75,86

Tabla V: Distribución en porcentaje del tipo de pie según fórmula digital

pies. Los sujetos del grupo calzado por su parte, presentaron mayor frecuencia de pies asimétricos con un 24,14%.

Discusión

En la actualidad, desde el punto de vista de la prevención de lesiones, la perspectiva antropológica presta atención al proceso evolutivo que el pie humano siguió hasta conseguir la forma actual, evolución que no incluyó el uso de calzado.

Por esto se discute si el hecho de practicar actividad física y deportes descalzos es mejor que hacerlo usando calzado deportivo convencional.

A pesar que existe evidencia que indica que ciertos factores contribuyen a la mejora, un sujeto que ha usado toda su vida calzado, no podrá iniciar la práctica descalzo sin antes pasar por un proceso de adaptación anatómica, ya que de lo contrario esta práctica podría ser incluso más lesiva.

Cabe destacar que esta línea ha sido poco estudiada. La búsqueda bibliográfica, arrojó sólo dos investigaciones que comparan variables puramente morfológicas entre sujetos que practican descalzos y calzados.²³⁻²⁴

En el primer estudio,²³ se compararon las características morfológicas entre una población de indios que caminaban y corrían normalmente descalzos con una población occidental que usaba calzado.

Se reporta, a diferencia de este estudio, que quienes se movían descalzos tenían pies más anchos y más largos. Además, repartían las presiones de manera uniforme por toda la planta del pie, a diferencia de quienes utilizaban calzado, quienes aplicaban mayor presión sobre el calcáneo, metatarsianos y hallux principalmente.

El segundo estudio²⁴ tiene un diseño similar a este. Compara morfología de sujetos deportistas que entrenaban con

y sin calzado. No especifica el tiempo o nivel de experiencia que los sujetos presentaban.

Se reportan diferencias significativas entre los pies de ambos grupos en el ancho de antepié de mujeres. Ambas investigaciones no normalizaron las dimensiones para poder hacer comparaciones.

Las dos investigaciones anteriores entregan datos contundentes que indican que existen diferencias significativas entre las dimensiones del pie de sujetos que practican con y sin calzado, sobre todo en las dimensiones de ancho de antepié.

Cabe hacer notar que luego de correr, el pie alcanza mayor volumen²⁵ y descalzo, al no tener soporte, podría sufrir mayores deformaciones, haciendo que la morfología del pie cambie de manera crónica.

El presente estudio no demostró diferencias significativas entre ambos grupos. Esto puede ser debido principalmente a que el grupo que practicó descalzo fue conformado por 7 sujetos que practicaban entre 30 minutos y 1 hora a la semana, lo cual supone que este tiempo de dedicación no es suficiente como para producir adaptaciones crónicas en la morfología del pie.

En uno de los estudios²⁴ además, se indica que existieron diferencias significativas en mujeres, no así en hombres, como los sujetos de este estudio.

Sin embargo, sí se observan diferencias en la distribución del tipo de pie según la altura del APLM, obteniendo como resultado que quienes practican descalzos presentan mayor distribución de pies normales y menor distribución de pies cavos que quienes practican con calzado, lo cual podría indicar que esta práctica puede contribuir a mejorar la salud del APLM.

En otro estudio²⁶ se encuentran resultados similares en niños de población rural que no usaban calzado.

Respecto a la salud del APLM, cabe destacar además que el grupo que practicó descalzo presentó menor porcentaje de sujetos con asimetría de pie.

Pese a los hallazgos reportados, se necesita ahondar en este contenido con investigaciones del tipo longitudinal y que incluyan un mayor número de sujetos.

Los pies de esta muestra resultaron ser en su mayoría del tipo cuadrado, donde la longitud de los dedos primero y segundo es igual. Esto contrasta con lo reportado por Kulthan-

an et al.²⁷ quien reporta en atletas mayor frecuencia de pies griegos.

Conclusiones

Este estudio es inédito, por cuanto en población chilena no se había hecho comparación entre características morfológicas del pie de sujetos que practican actividad física y deportes sin calzado versus sujetos calzados.

A pesar que se obtiene como resultado que quienes practican descalzos tienen pies con APLM más saludables, en esta muestra no se obtiene evidencia que indique que sí existen diferencias significativas en las variables estudiadas.

Por tanto, se hace necesario seguir ahondando en esta temática con sujetos que hagan de la práctica descalza un hábito diario, identificando con ello cuáles variables morfológicas le permiten llevar a cabo esta actividad.

Agradecimientos

Departamento de Gestión del Deporte y Cultura, Universidad de Santiago de Chile.

Valentina González, Cristian Barahona, José Chacón, Claudio Gálvez, Ignacio Hormazábal, estudiantes de la Escuela de Ciencias de la Actividad Física.

Referencias

1. Ward, C. *Interpreting the posture and locomotion of Australopithecus afarensis: where do we stand?* American journal of physical anthropology, 2002;35:185-215.
2. Kapandji, I.A. *La Bóveda Plantar, Fisiología Articular. Tomo 2.* 6ª ed., Panamericana, Madrid, 2010, pp. 244.
3. Snell, R. *La Extremidad Inferior, Anatomía clínica para estudiantes de medicina.* 6ª ed., Mc Graw-Hill/Interamericana, Ciudad de México, 2002, pp. 620-624.
4. Viladot, A. *Anatomía y Biomecánica, 15 lecciones sobre patología del pie.* Springer-Verlag Ibérica, Barcelona, 2000, pp. 5.
5. Romanes, G. J. *Articulaciones, Cunningham Tratado de Anatomía.* McGraw-Hill Interamericana Editores, 1987, pp: 433.

6. Amarilla, A.; Flores, C.; Storti N.; Talavera, B. *Estudio morfológico del ligamento plantar largo.* Int. J. Morphol., 2005;23(1).
7. González, J.; Fernández, M.; Javier, B.; La Falce, S.; Yovovich, J. *Aporte de los músculos tibial anterior y posterior en el desarrollo de un pie en crecimiento.* XLIV Congreso Argentino de Anatomía, Asociación Argentina de Anatomía, 2007.
8. Murphy, K.; Curry, E.; Matzkin, E. *Barefoot Running: Does It Prevent Injuries?* Sports Med., 2013;43:1131-1138.
9. Lieberman, D.; Venkadesan, M.; Werbel, W.; Daoud, A.; D'Andrea, S.; Davis, I.; Ojiambo, R.; Pitsiladis, Y. *Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners.* Nature, 2010;463(7280):531-535.
10. Franklin, S.; Grey, M.; Heneghan, N.; Bowen, L.; Li, F. *Barefoot vs common footwear: A systematic review of the kinematic, kinetic and muscle activity differences during walking.* Gait & Posture, 2015;42(3):230-239.
11. Abian, J.; Alegre, L.; Lara, A.; Jiménez, L.; Aguado, X. *Fuerzas de reacción del suelo en pies cavos y planos.* Archivos de Medicina del Deporte, 2005, 21(108):285-292.
12. Van Gent, R.; Siem, D.; Van Middelkoop, M.; Van Os, A.; Bierma-Zeinstra, S.; Koes, B. *Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review.* Br J Sports Med., 2007;41(8):469-80.
13. Latorre, P.; García, F.; Soto, V.; Muñoz, M. *Effects of 12 weeks of barefoot running on foot strike patterns, inversion-eversion and foot rotation in long-distance runners.* Journal of Sport and Health Science, 2016, In Press.
14. McPoil, T.; Vicenzino, B.; Cornwall, M.; Collins, N. *Can foot anthropometric measurements predict dynamic plantar surface contact area?* Journal of Foot and Ankle Research, 2009, 2:28.
15. Baxter, M.; Baxter, D. *Anthropometric Characteristics of Feet of Soldiers in the New Zealand Army.* Military Medicine, 2011, 176(4):438-445.
16. Chuckpaiwong, B.; Nunley, J.; Mall, N.; Queen, R. *The effect of foot type on in-shoe plantar pressure during walking and running.* Gait & Posture, 2008, 28:405-411.
17. Espinoza, O.; Olivares, M.; Palacios, P.; Robles, N. *Prevalencia de anomalías de pie en niños de enseñanza básica de entre 6 y 12 años, de colegios de la ciudad de Arica-Chile.* Int. J. Morphol., 2013,31(1):162-168.
18. Jiménez, E.; Aguado, X.; Delgado, L.; Mecerreyes, L.; Alegre, L. *Changes in footprint with resistance exercise.* Int. J. Sports. Med., 2011, 32:623-628.
19. Ribeiro, A.; Trombini, F.; Iunes, D.; Monte, V. *Confiabilidade inter e intra-examinador da fotopodometria e intra-examinador da fotodoscopia.* Rev. Bras. Fisioter., 2006, 10(4):435-439.
20. Elvira, J.; Vera, F.; Meana, M. *Subtalar joint kinematic correlations with footprint arch index in race walkers.* J Sports Med Phys Fitness, 2008, 48(2):225-234.
21. Cavanagh, P.; Rodgers, M. *The Arch Index: A useful measure from footprints.* J. Biomechanics, 1987, 20(5):547-551.
22. McCrory, J.; Young, M.; Boulton, A.; Cavanagh, P. *Arch index as a predictor of arch height.* The Foot, 1997, 7(2):79-81.
23. D'Août, K.; Pataky, T.; De Clercq, D.; Aerts, P. *The effects of habitual footwear use: foot shape and function in native barefoot walkers.* Footwear Science, 2009, 1(2):81-94.
24. Shu, Y.; Mei, Q.; Fernandez, J.; Li, Z.; Feng, N.; Gu, Y. *Foot morphological difference between habitually shod and unshod runners.* Plos One, 2009, 10(7).
25. Cloughley, W.; Mawdsley, R. *Effect of running on volume of the foot and ankle.* JOSPT, 1995, 22(4):151-154.
26. Abolarin, T.; Aiyegbusi, A.; Tella, A.; Akinbo, S. *Predictive factors for flatfoot: The role of age and footwear in children in urban and rural communities in South West Nigeria.* The Foot, 2011, 21: 188-192.
27. Kulthanan, T.; Techakampuch, S.; Donphongam, N. *A study of footprint in athletes and non-athletic people.* J. Med. Assoc. Thai., 2004, 87(7):788-793.