

Características Morfofuncionales del Pie de Deportistas Universitarios Chilenos en Diez Disciplinas Deportivas

Morphofunctional Foot Characteristics of Chilean University Athletes in Ten Sports Disciplines

Sánchez, Celso¹; Alarcón, Eduardo^{2,3} & Morales, Hugo²

SÁNCHEZ, C.; ALARCÓN, E. & MORALES, H. Características morfofuncionales del pie de deportistas universitarios chilenos en diez disciplinas deportivas. *Int. J. Morphol.*, 35(4):1403-1408, 2017.

RESUMEN: Se sabe que hay gran variabilidad en la morfología de las zonas del pie entre sujetos. Esto es más evidente en deportistas, ya que la práctica de deportes somete a los pies a presiones y deformaciones anatómicas mayores que las que se ejercen en actividades de la vida diaria. Por lo anterior, se desprende que el conocimiento de la morfología del pie de la población objetivo es de alto interés para la confección de calzado apropiado a su forma y dimensiones. El objetivo de esta investigación es caracterizar variables morfológicas referidas a las dimensiones del pie de deportistas seleccionados universitarios chilenos. La muestra se conformó de 169 sujetos de ambos sexos de una población de deportistas universitarios de 23,27 años, 71 kilogramos, 1,71 metros de estatura e índice de masa corporal de 24,29. En las mediciones se utilizó un antropómetro y la clasificación del Arco Plantar Longitudinal Medial (APLM) se realizó mediante el Arch Index. Se demostró que la longitud del pie en hombres y mujeres se corresponde con el 15 % de la estatura del sujeto. La variable Ancho Antepie Normalizado (AAN) equivale al 39 % de la Longitud del Pie (LP), no registrándose diferencias entre sexos. El Ancho del Retropié por su parte, fue correspondiente con el 25 % de LP. El Ancho de Retropie (AR) equivale al 63 % del Ancho Antepie (AA). En cuanto al APLM, las mujeres presentan valores de normalidad ubicados entre 0,13 y 0,24 para pie izquierdo y 0,17 y 0,24 para pie derecho. Se aprecia que la prevalencia de pies planos fue mayor en hombres (25 % a 28 %) que en mujeres (4 % a 6 %) y la prevalencia de pies cavos fue mayor en mujeres (47 % a 53 %) respecto a hombres (27 % a 31 %).

PALABRAS CLAVE: Pie; Arco plantar; Pie cavo; Pie plano; Antropometría; Deporte.

INTRODUCCIÓN

El pie es interesante de estudiar debido a que es el punto de contacto que el cuerpo tiene con el suelo, convirtiéndolo en un transmisor de fuerzas desde y hacia la superficie durante las acciones de locomoción, balance y mantención de la postura bípeda (Snell, 2002). Para cumplir estas funciones, el pie se comporta por igual con rigidez y flexibilidad, gracias a sus 26 huesos y 33 articulaciones que entregan movilidad en todos los planos del espacio (Miralles & Miralles, 2005). Sin embargo, no se puede explicar su funcionalidad sin tener en consideración su morfología, aspectos que se encuentran íntimamente relacionados (Mootanah *et al.*, 2013). Respecto a este punto, McPoil *et al.* (2009) demostró que la morfología del pie puede explicar hasta el 75 % de la funcionalidad de este.

Desde el punto de vista de la anatomía topográfica, es posible de identificar en el pie tres zonas. El antepié, correspondiente a las falanges y metatarsianos de los cinco dedos;

el mediopié, conformado por los tres huesos cuneiformes, el navicular y cuboides; y el retropié, compuesto por los huesos talo y calcáneo (Viladot, 2000).

Se sabe que hay gran variabilidad en la morfología de estas zonas del pie entre sujetos. No obstante, se han encontrado patrones comunes según la etnia (Hawes *et al.*, 1994; Choi *et al.*, 2015), el sexo (Krauss *et al.*, 2008; Ahmed, 2009), la edad (Tomassoni *et al.*, 2014), la composición corporal (Espinoza-Navarro *et al.*, 2013), actividades de la vida diaria (Baxter & Baxter, 2011), uso de calzado (D'Aout *et al.*, 2014), estado de gestación (Gijon-Nogueron *et al.*, 2013) y práctica deportiva de los sujetos estudiados (Özdinc *et al.*, 2016), (Kulthanan *et al.*, 2004).

Este último punto, es posible de explicar debido a que la práctica de deportes somete los pies de los sujetos a presio-

¹Laboratorio de Ciencias de la Actividad Física - Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile.

²Unidad de Anatomía Normal - Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile.

³Departamento de Ciencias Químicas y Biológicas - Universidad Bernardo O'Higgins, Santiago, Chile.

Estudio financiado por la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica (Dicyt) de la Universidad de Santiago de Chile, código 021687SR_OP

nes y deformaciones mayores que las que se ejercen en actividades de la vida diaria, modificándose de manera aguda y crónica variables morfológicas. Así, Jimenez-Ormeño *et al.* (2011) reporta variaciones en el ancho del antepié y el área de apoyo plantar del mediopié inmediatamente después de una sesión de entrenamiento con sobrecargas. Kulthanan *et al.* por su parte, encuentra que atletas presentan mayor longitud en el segundo dedo y antepiés más anchos que sujetos no atletas.

El calzado es una prenda que entrega confort y protección. En el caso de deportistas, puede incluso contribuir a mejorar el rendimiento deportivo, pero para que esta condición se produzca, entre otras características, el calzado debe tener un ajuste apropiado (Sterzing *et al.* 2012). Por lo anterior, se desprende que el conocimiento de la morfología del pie de la población objetivo es de alto interés para la confección de calzado apropiado a su forma y dimensiones.

El problema que motiva esta investigación es que no se han efectuado estudios que permitan definir un patrón morfológico común de sujetos chilenos que practican deporte de manera cotidiana. Este vacío de conocimiento debiera ser cubierto a fin de establecer pautas que orienten el diseño de calzado apropiado a este tipo de población.

Así el objetivo de esta investigación fue caracterizar variables morfológicas referidas a las dimensiones del pie de sujetos deportistas seleccionados universitarios chilenos.

MATERIAL Y MÉTODO

Sujetos. La investigación es del tipo descriptivo exploratorio de diseño transversal analítico. El universo se conformó por los practicantes chilenos de nivel competitivo de diez disciplinas deportivas. La muestra estaba compuesta por 169 sujetos de ambos sexos, escogidos por conveniencia de una población de deportistas universitarios. La muestra se caracterizó por presentar 23,27 ($\pm 4,03$) años, 71,01 ($\pm 13,00$) kg, 1,71 ($\pm 0,09$) metros de estatura e índice de masa corporal (IMC) de 24,29 ($\pm 3,24$). Conformada por 125 hombres y 52 mujeres, quienes accedieron de forma voluntaria a participar del estudio, acreditando esto por medio de la firma del consentimiento informado redactado según las directrices del Comité de Ética de la Universidad de Santiago de Chile. Junto con la firma del consentimiento, los sujetos llenaron un cuestionario en donde se consultó por sus hábitos de práctica deportiva y a la existencia de lesiones en tobillo y/o pie.

Se incluyó a los sujetos que llevaban a lo menos 6 meses de antigüedad en condición de seleccionados de su disciplina deportiva y que entrenaban a lo menos 6 horas sema-

nales. Se excluyó a todos los sujetos que presentaban lesión en etapa aguda de tobillo y/o pie.

Mediciones. Las evaluaciones se efectuaron por un período de 4 meses, en un mismo horario. La obtención del peso corporal se efectuó con los sujetos vestidos en ropa interior, en una balanza digital marca Tanita, Modelo HD 314. La estatura se registró con una cinta métrica adosada a la pared. Con estos valores se obtuvo el IMC (Peso Corporal / Estatura²)

Los sujetos fueron ubicados sobre una mesa nivelada, en bipedestación erguida y relajada. La separación de los pies fue de 10 cm. Se controló la ubicación de los pies por medio de líneas dibujadas sobre la mesa de evaluación. En esa posición, el evaluador procedió a realizar las mediciones empleando un antropómetro con precisión de 0,1 mm.

La longitud del pie (LP), se midió entre el punto más posterior del talón y el punto más anterior del dedo más largo que pudo ser el primer o segundo dedo. El ancho del antepié (AA) fue tomado como la distancia entre el punto más medial de la cabeza del primer hueso metatarsiano y el punto más lateral de la cabeza del quinto hueso metatarsiano. El ancho del retropié (AR) se obtuvo midiendo el ancho máximo del hueso calcáneo ubicando el antropómetro de forma paralela al plano horizontal. La altura navicular (AN) se obtuvo primero realizando una marca con lápiz sobre la piel en el punto más inferior del tubérculo del hueso navicular. Posterior a este paso, se midió con la regla del antropómetro en posición perpendicular al suelo, la distancia entre la marca realizada y el suelo.

Con el objetivo de poder comparar las dimensiones entre sujetos de distinta estatura, se procedió a normalizar las variables. La longitud del pie normalizada (LPN) se obtuvo dividiendo LP por la estatura del sujeto. El ancho de antepié normalizado (AAN), ancho del retropié normalizado (ARN) y altura navicular normalizada (ANN) fueron calculadas dividiendo su valor por LP. Se calculó además la relación existente entre AA y AR, dividiendo AR/AA, a fin de establecer asociaciones de ancho máximo y mínimo.

La fórmula digital, descrita por Viladot (griego, egipcio o cuadrado), se determinó midiendo la longitud del dedo más largo. Se definió que un dedo es más largo que otro cuando la diferencia entre ambos superó los 5 mm.

El arco plantar longitudinal medial (APLM) se midió a través de la impresión plantar, obtenida a través de fotopodoscopía. Los sujetos se subieron a un podoscopio de metal con cristal sólido y basado en el protocolo de Ribeiro *et al.* (2006) 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 fotopodoscopia se efectuó empleando el software específico de cálculo de áreas plantares AreaCalc, desarrollado por Elvira *et al.* (2008). La clasificación del APLM se realizó mediante el Arch Index (AI) (Cavanagh & Rodgers, 1987).

Los valores usados para clasificar la altura del arco fueron los recomendados por el creador del método: Pie cavo $AI \leq 0,21$; Pie normal $0,21 < AI < 0,26$ y Pie plano $AI \geq 0,26$.

Análisis estadístico. El análisis de datos se realizó empleando el software GraphPad Prism, versión 6. Se aplicó test Kolmogórov-Smirnov para determinar si existe normalidad en la distribución de los datos.

La comparación entre pies derechos e izquierdos permitió establecer asimetría de pies, calculada mediante el uso de la prueba estadística Wilcoxon en el caso de no existir normalidad, y prueba t en caso contrario. La comparación entre sexos se realizó empleando la prueba estadística t o Mann-Whitney dependiendo de la distribución de los datos. Se consideró $p < 0,05$ como valor de significancia estadística.

RESULTADOS

La asimetrías de pie se muestra en la Tabla I. A pesar que se observan valores similares, las pruebas estadísticas arrojaron diferencias significativas en AR, AN, ARN, ANN, AR/AA y AI. Los pies izquierdos resultaron tener huesos naviculares más bajos y retropié más ancho, configurando así un pie más rectangular. No se observaron asimetrías en la longitud del pie y ancho del antepié, siendo estas las va-

riables más similares entre sí. El análisis de frecuencia de AI para las categorías de pie plano, normal y cavo, arrojó asimetrías en 46 casos, lo que representa el 27,21 % de la muestra.

La Tabla I permite caracterizar valores normales de distribución entre sujetos que practican deporte a nivel competitivo. Se observa que la longitud del pie equivale al 15 % de la estatura de los sujetos, que el ancho del antepié, el ancho del retropié y la altura navicular equivalen al 39 %, 25 % y el 14 % o 15 % de la longitud del pie, respectivamente. Asimismo, se puede apreciar que el AR equivale al 63 % del AA y que cuando se calcula el AI, los valores de normalidad para esta muestra oscilan entre 0,19 y 0,25.

Las variables nominales de fórmula digital y APLM, divididas por sexo son expuestas en la Tabla II. En la muestra no se observó asimetría de pie respecto a la fórmula digital. El análisis de frecuencias arroja que en hombres y mujeres la fórmula digital más presente en la muestra estudiada es del tipo cuadrado, caracterizada porque la longitud de los dedos primero y segundo es la misma, dando como consecuencia un pie despuntado en su extremo anterior. La segunda frecuencia varía entre sexos, siendo para los hombres del tipo griego, y en mujeres del tipo egipcio.

Respecto a la distribución del tipo de pie según APLM, se observa que existe diferencias entre sexos (Tabla II). Las mujeres muestran mayores frecuencias de pie cavo y normal que los hombres. Se observó menor porcentaje de pies planos en las mujeres. Los pies derechos de ambos sexos poseen mayor distribución de pies normales. Los pies izquierdos de mujeres invierten el orden de distribución de frecuencias, siendo el pie cavo la condición que más se repitió.

Tabla I. Comparación entre pies derecho e izquierdo de 169 sujetos de ambos sexos, escogidos por conveniencia de una población de deportistas universitarios.

	PIE IZQUIERDO n = 169	PIE DERECHO n = 169	p
VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS			
Longitud (mm)	256,000 (242,000 - 267,500)	254,700 ($\pm 16,140$)	0,9795
Ancho Antepié (mm)	101,000 (96,000 - 106,000)	101,000 (96,000 - 105,000)	0,4271
Ancho Retropié (mm)	62,770 ($\pm 6,911$)	62,760 ($\pm 5,408$)	0,0352*
Altura Navicular (mm)	37,000 (32,000 - 41,000)	37,890 ($\pm 7,061$)	<0,0001*
VARIABLES NORMALIZADAS			
Longitud (LP/Estatura)	0,149 ($\pm 0,006$)	0,149 ($\pm 0,005$)	0,5313
Ancho Antepié (AA/LP)	0,393 (0,383 - 0,407)	0,395 ($\pm 0,019$)	0,5759
Ancho Retropié (AR/LP)	0,249 (0,236 - 0,259)	0,246 ($\pm 0,015$)	0,0183*
Altura Navicular (AN/LP)	0,143 ($\pm 0,028$)	0,149 ($\pm 0,027$)	<0,0001*
Relación AR/AA	0,627 ($\pm 0,058$)	0,625 ($\pm 0,041$)	0,0439*
AI	0,232 (0,191 - 0,252)	0,233 (0,192 - 0,254)	0,0474*

Cuando la variable presentó distribución paramétrica, los valores se expresan en media y desviación estándar entre paréntesis (\pm). Cuando la variable no presentó distribución paramétrica, los valores se expresan en mediana y entre paréntesis los percentiles 25 y 75 (P25 % - P75 %). Los resultados significativos de p se resaltan con*.

La Tabla III resume la morfología de los pies derecho e izquierdo de la muestra agrupada en hombres y mujeres. Se apreció que las mujeres presentaban pies más pequeños que los hombres, según LP, AA, AR y AN, situación que es enten-

Tabla II. Distribución de la fórmula digital y morfología del arco plantar longitudinal medial (APLM) en la muestra dividida en hombres y mujeres.

	HOMBRES		MUJERES	
	n	%	n	%
FÓRMULA DIGITAL				
Griego	23	19,49	3	5,88
Egipcio	19	16,10	15	29,41
Cuadrado	76	64,41	33	64,71
APLM IZQUIERDO				
Plano	33	27,97	3	5,88
Nomal	48	40,68	21	41,18
Cavo	37	31,36	27	52,94
APLM DERECHO				
Plano	29	24,58	2	3,92
Nomal	57	48,31	25	49,02
Cavo	32	27,12	24	47,06

Tabla III. Morfología del pie derecho e izquierdo de la muestra agrupada en hombres y mujeres.

	HOMBRES n = 118	MUJERES n = 51	p
Edad (años)	23,000 (20,000 - 25,000)	22,000 (21,000 - 25,250)	0,969
Estatura (m)	1,739 (±0,068)	1,627 (±0,078)	<0,0001*
Peso (Kg)	74,000 (67,050 - 79,850)	61,940 (±7,750)	<0,0001*
IMC	24,100 (22,650 - 26,150)	22,850 (21,330 - 25,300)	0,0133*
PIE IZQUIERDO			
Variables antropométricas			
Longitud (mm)	252,500 (207,000 - 264,000)	236,900 (±11,180)	<0,0001*
Ancho Antepié (mm)	104,000 (100,000 - 107,000)	93,000 (88,250 - 98,000)	<0,0001*
Ancho Retropié (mm)	65,000 (62,000 - 67,500)	58,710 (±3,811)	<0,0001*
Altura Navicular (mm)	37,340 (±7,159)	33,440 (±6,329)	0,0008*
Variables normalizadas			
Longitud (LP/Estatura)	0,151 (0,148 - 0,154)	0,146 (±0,005)	<0,0001*
Ancho Antepié (AA/LP)	0,394 (0,384 - 0,407)	0,393 (±0,019)	0,4149
Ancho Retropié (AR/LP)	0,249 (0,236 - 0,259)	0,248 (±0,015)	0,9853
Altura Navicular (AN/LP)	0,143 (±0,027)	0,142 (±0,028)	0,8077
Relación AR/AA	0,630 (0,605 - 0,655)	0,633 (±0,036)	0,5063
AI	0,240 (0,202 - 0,261)	0,208 (0,131 - 0,236)	0,0141*
PIE DERECHO			
Variables antropométricas			
Longitud (mm)	261,900 (±12,070)	237,600 (±10,910)	<0,0001*
Ancho Antepié (mm)	104,000 (100,000 - 106,250)	93,080 (±5,756)	<0,0001*
Ancho Retropié (mm)	64,660 (±4,695)	58,190 (±4,145)	<0,0001*
Altura Navicular (mm)	39,010 (±7,206)	35,190 (±5,941)	0,0009*
Variables normalizadas			
Longitud (LP/Estatura)	0,151 (±0,005)	0,146 (±0,004)	<0,0001*
Ancho Antepié (AA/LP)	0,396 (±0,019)	0,392 (0,377 - 0,403)	0,1886
Ancho Retropié (AR/LP)	0,247 (±0,015)	0,245 (±0,015)	0,4377
Altura Navicular (AN/LP)	0,149 (±0,028)	0,149 (±0,027)	0,9116
Relación AR/AA	0,630 (0,600 - 0,650)	0,626 (±0,036)	0,9007
AI	0,240 (0,205 - 0,259)	0,214 (0,166 - 0,243)	0,0093*

Cuando la variable presentó distribución paramétrica, los valores se expresan en media y desviación estándar entre paréntesis (±). Cuando la variable no presentó distribución paramétrica, los valores se expresan en mediana y entre paréntesis los percentiles 25 y 75 (P25% - P75%). Los resultados significativos de p se resaltan con *. AR, Ancho de retropié. AA, Ancho de antepié. AI, Arch Index

dida por las características de estatura de ambos grupos. Las variables normalizadas indicaron diferencias significativas en longitud y AI de ambos pies, las que se traducen en que los hombres tienen pies más largos y APLM más tendientes hacia el pie plano que mujeres. No hay diferencias en el ancho del antepié, ancho de retropié y la proporción entre AR/AA.

DISCUSIÓN

La muestra de los 169 sujetos presentó mayores diferencias en las variables normalizadas relacionadas a la altura del APLM. Así, los pies izquierdos mostraron APLM más bajos, lo cual podría deberse al patrón de apoyo unipodal que se ejecuta durante la práctica de deporte. Asimetrías entre los pies de un mismo sujeto se detectó en el 27,21 % de la muestra, valor similar al 22 % reportado por Ridola *et al.* (2001). Este valor es importante tener en consideración por cuanto nos indica que cerca de un cuarto de los sujetos que practican deportes, tienen configuración asimétrica de sus APLM.

Debido a lo anterior, es cuestionable la pertinencia del calzado deportivo que se ofrece en el mercado. Así, por ejemplo, varias marcas entregan para un mismo modelo de zapatillas, variaciones en el realce del retropié, lo cual configura zapatillas para pisada neutra, pronada o supinada. El problema detectado aquí es que en estos modelos, ambas zapatillas del mismo par vienen con la misma configuración. Los resultados del estudio indican que hay un segmento de la población que necesita zapatillas asimétricas.

Se encontraron además diferencias bilaterales significativas en las variables relacionadas al ancho de talón, a pesar que los valores medios arrojaron valores similares. Se recomienda considerar estas diferencias ya que en términos prácticos una diferencia de 0,25 a 0,24 equivale a 2,56 mm en un pie de 256 mm de longitud, valor que puede influir en la sensación de confort que un calzado puede entregar.

Respecto a la fórmula digital, la muestra presentó una amplia mayoría del pie cuadrado, resultado que contrasta con todas las investigaciones del tipo efectuadas en otras poblaciones, tales como lo informado por Kulthanan *et al.* en indios (78 % de pies egipcios), Cabello Manrique & Gijón Noguero (2001) en jugadores de bádmiton (52 % pies griegos), y Hawes *et al.* que señaló 76,09 % de pies egipcios en población norteamericana, y 50 % de pies egipcios en población asiática de Japón y Corea. Es llamativo que las mujeres presenten más frecuencias de pies egipcios que los hombres y que estos por su parte tengan mayor frecuencia de pies griegos. Es posible que este rasgo morfológico del pie sea un aspecto distintivo de esta población.

Se demostró que la longitud del pie en ambos sexos corresponde aproximadamente el 15 % de la estatura de su estatura, valor que coincide con lo reportado por Kulthanan *et al.* (14 %), Choi *et al.* (15 %), Hemy *et al.* (2013) (15%) y Ahmed (2013) (15%), convirtiéndose este parámetro en una constante, sin diferencia entre grupos étnicos.

La variable AAN (39 % de LP), tampoco registró diferencias entre sexos, al igual que en otros estudios. Sin embargo, se apreciaron ligeras diferencias con Kulthanan *et al.*, Choi *et al.*, Hemy *et al.* y Ahmed, quienes registran valores de 40 %, 41 %, 38 % y 37 %, respectivamente.

Se encontraron los mismos valores que Hemy *et al.* en la variable ARN, siendo el ancho del retropié correspondiente con el 25 % de longitud del pie, en hombres y mujeres.

Respecto a las variables AN y ANN no fue posible contrastar resultados, debido que se han utilizado distintos métodos para su obtención, diferenciados principalmente, en lo referido al porcentaje de peso corporal empleado. Así por ejemplo, Choi *et al.*, emplea el 75 % del peso corporal por pie. En este estudio en cambio, se utilizó el 50 %.

Al igual que en este estudio, Hemy *et al.* evaluaron la relación entre AR y AA, no reportando diferencias significativas entre sexos. Sin embargo, hubo diferencias entre los resultados, ya que para estos autores AR se corresponde con el 65 % del AA, contrastado con el 63 % de nuestro estudio.

Los valores de AI demostraron marcadas diferencias entre ambos sexos. Así por ejemplo, al considerar los cuartiles 1 y 4 -tal como lo realizaron los creadores del método- los valores hallados en hombres coinciden perfectamente con lo definido por Cavanagh & Rodgers. Las mujeres en tanto, difieren, con valores de normalidad ubicados entre 0,13 y 0,24 para pie izquierdo y 0,17 y 0,24 para pie derecho. Se pone en duda entonces que haya que emplear los valores originales de los autores (0,21 - 0,26) en una población de mujeres deportistas, proponiendo el uso de estos valores en futuras investigaciones. Lo anterior sustentado por nuestros resultados que arrojan que los porcentajes de distribución según tipo de pie, se determinó que la prevalencia de pies planos fue mayor en hombres y la prevalencia de pies cavos fue mayor en mujeres.

Los resultados expuestos en la presente investigación son útiles para caracterizar las dimensiones antropométricas del pie de sujetos deportistas, dato útil para la elaboración de un perfil morfológico común a esta población, permitiendo de esta manera, la elaboración de diseños de calzado deportivo ergonómico.

SÁNCHEZ, C.; ALARCÓN, E. & MORALES, H. Morphofunctional foot characteristics of Chilean university athletes in ten sports disciplines. *Int. J. Morphol.*, 35(4):1403-1408, 2017.

SUMMARY: It is known that there is great variability in the morphology of feet areas among different subjects. This is more evident in athletes, since the practice of sports subjects their feet to greater pressures and anatomical deformations, other than those exerted during daily life activities. It is clear therefore, that knowledge of the target population foot morphology is of high interest for the production of appropriate footwear to its shapes and dimensions. The objective of this research is to characterize morphological variables related to the feet of selected Chilean university athletes. The sample consisted of 169 subjects of both sexes of university population athletes of an average age of 23.27 years, 71 kilograms, 1.71 meters height and body mass index of 24.29. An anthropometer was used for measurements and the classification of the Medial Longitudinal Plantar Arch (MLPA) was performed by the Arch Index. It was shown that foot length corresponds to 15 % of the subject's height. The Normal Forefoot Width (NFW) variable is equal to 39% of Foot Length (FL), with no differences between sexes. Posterior foot width corresponded to 25 % of LP; posterior foot Width is 63 % of the Forefoot Width (AA). Regarding the APLM, women presented values of normality located between 0.13 and 0.24 for left foot and 0.17 and 0.24 for right foot. The prevalence of flat foot was higher in men (25 % to 28%) than in women (4 % to 6 %) and the prevalence of cavus foot was higher in women (47 % to 53 %) than in men (27 % to 31 %).

KEY WORDS: Foot; Plantar arch; Cavus foot; Anthropometry; Sport.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, A. A. Estimation of sex from the lower limb measurements of Sudanese adults. *Biol. Psychiatry*, 229(1-3):169.e1-169.e7, 2009.
- Ahmed, A. A. Estimation of stature using lower limb measurements in Sudanese Arabs. *J. Forensic Leg. Med.*, 20(5):483-8, 2013.
- Baxter, M. L. & Baxter, D. G. Anthropometric characteristics of feet of soldiers in the New Zealand Army. *Mil. Med.*, 176(4):438-45, 2011.
- Cabello Manrique, D. & Gijón Noguero, G. Estudio del pie del jugador de bádminton. *Apunts Med. Esport*, 36(136):23-8, 2001.
- Cavanagh, P. R. & Rodgers, M. M. The arch index: a useful measure from footprints. *J. Biomech.*, 20(5):547-51, 1987.
- Choi, J. Y.; Woo, S. H.; Oh, S. H. & Suh, J. S. A comparative study of the feet of middle-aged women in Korea and the Maasai tribe. *J. Foot Ankle Res.*, 8:68, 2015.
- D'Aout, K.; Pataky, T. C.; De Clercq, D. & Aerts, P. The effects of habitual footwear use: foot shape and function in native barefoot walkers. *Footwear Sci.*, 1(2):81-94, 2014.
- Elvira, J. L.; Vera-García, F. J. & Meana, M. Subtalar joint kinematic correlations with footprint arch index in race walkers. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 48(2):225-34, 2008.
- Espinoza-Navarro, O.; Olivares, U. M.; Palacios, N. P & Robles, F. N. Prevalence of foot anomalies in schoolchildren between 6 and 12 years old of elementary education from Arica-Chile. *Int. J. Morphol.*, 31(1):162-8, 2013.
- Gijón-Noguero, G. A.; Gavilán-Díaz, M.; Valle-Funes, V.; Jiménez-Cebrian, A. M.; Cervera-Marin, J. A. & Morales-Asencio, J. M. Anthropometric

- foot changes during pregnancy: a pilot study. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.*, 103(4):314-21, 2013.
- Hawes, M. R.; Sovak, D.; Miyashita, M.; Kang, S. J.; Yoshihuku, Y. & Tanaka, S. Ethnic differences in forefoot shape and the determination of shoe comfort. *Ergonomics*, 37(1):187-96, 1994.
- Hemy, N.; Flavel, A.; Ishak, N. I. & Franklin, D. Sex estimation using anthropometry of feet and footprints in a Western Australian population. *Forensic Sci. Int.*, 231(1-3):402.e1-6, 2013.
- Jimenez-Ormeño, E.; Aguado, X.; Delgado-Abellan, L.; Mecerreyes, L. & Alegre, L. M. Changes in footprint with resistance exercise. *Int. J. Sports Med.*, 32(8):623-8, 2011.
- Krauss, I.; Grau, S.; Mauch, M.; Maiwald, C. & Horstmann, T. Sex-related differences in foot shape. *Ergonomics*, 51(11):1693-709, 2008.
- Kulthanan, T.; Techakampuch, S. & Bed, N. D. A study of footprints in athletes and non-athletic people. *J. Med. Assoc. Thai.*, 87(7):788-93, 2004.
- McPoil, T. G.; Vicenzino, B.; Cornwall, M. W. & Collins, N. Can foot anthropometric measurements predict dynamic plantar surface contact area? *J. Foot Ankle Res.*, 2:28, 2009.
- Miralles, R. & Miralles, I. *Biomecánica Clínica de los Tejidos y las Articulaciones del Aparato Locomotor*. Barcelona, Masson, 2005.
- Mootanah, R.; Song, J.; Lenhoff, M. W.; Hafer, J. F.; Backus, S. I.; Gagnon, D.; Deland, J. T. 3rd. & Hillstrom, H. J. Foot Type Biomechanics Part 2: are structure and anthropometrics related to function? *Gait Posture*, 37(3):452-6, 2013.
- Özdinc, S. A. & Turan, F. N. Effects of ballet training of children in Turkey on foot anthropometric measurements and medial longitudinal arc development. *J. Pak. Med. Assoc.*, 66(7):869-74, 2016.
- Ribeiro, A. P.; Trombini-Souza, F.; Iunes, D. H. & Monte-Raso, V. V. Confiabilidade inter e intra-examinador da fotopodometria e intra-examinador da fotopodoscopia. *Rev. Bras. Fisioter.*, 10(4):435-9, 2006.
- Ridola, C.; Palma, A.; Cappello, F.; Gravante, G.; Russo, G.; Truglio, G.; Pomara, F. & Amato, G. Symmetry of healthy adult feet: role of orthostatic footprint at computerized baropodometry and of digital formula. *Ital. J. Anat. Embryol.*, 106(2):99-112, 2001.
- Snell, R. *Anatomía Clínica para Estudiantes De Medicina*. 6ª ed. Ciudad de México, McGraw-Hill/Interamericana, 2002.
- Tomassoni, D.; Traini, E. & Amenta, F. Gender and age related differences in foot morphology. *Maturitas*, 79(4):421-7, 2014.
- Viladot, A. *Quince Lecciones sobre Patología del Pie*. Barcelona, Springer-Verlag, 2000.

Dirección para correspondencia:

Celso A. Sánchez Ramírez
Facultad de Ciencias Médicas
Universidad de Santiago de Chile – USACH
Santiago
CHILE

E-mail: celso.sanchez@usach.cl

Recibido : 04-05-2017

Aceptado: 05-07-2017