

Influencia del deporte en las características antropométricas de la huella plantar femenina

Influence of sport in the anthropometric characteristics of the female plant footprint

Lessby Gómez*, Juan Manuel Franco**, John Jairo Nathy***, Edwin Valencia****, Diana Vargas*****, Liliana Jiménez*****

Recibido: 30 / 10 / 2009 aprobado 10 / 10 / 2009

Resumen

Influencia del deporte en las características antropométricas de la huella plantar femenina

El presente trabajo se orientó a determinar la influencia del deporte en las características antropométricas de la huella plantar femenina, a partir de la comparación de la huella plantar entre mujeres deportistas participantes en los XVIII Juegos Deportivos Nacionales y mujeres sedentarias de la ciudad de Cali, Colombia. A cada mujer se le realizó un fotopodograma para determinar el tipo de pie, tomándose también medidas antropométricas.

Los resultados obtenidos referentes al tipo de pie evidenciaron diferencias estadísticamente significantes entre las dos poblaciones, aunque en ambas se presentó una mayor prevalencia de pies cavos, siendo evidente un bajo número de sujetos con huellas plantares en el rango de normalidad. Otros hallazgos mostraron diferencias entre el tipo de pie derecho y el izquierdo, siendo

el porcentaje de individuos con pies asimétricos cercano al 40%. El largo y ancho de la huella presentaron diferencias significantes entre las deportistas y las sedentarias, pero no con relación al deporte practicado o entre el pie derecho y el pie izquierdo de un mismo sujeto.

Palabras clave: deporte, huella plantar, biomecánica

Abstract

Influence of sport in the anthropometric characteristics of the female plant footprint

The present work was aimed at determining the influence of sport in the anthropometric characteristics of the female plant footprint, from the comparison of the footprint of women athletes participating in the XVIII National Sports Games and sedentary women in the city of Cali, Colombia. Each woman was made a fotopodograma to determine the type of foot, also taking anthropometric measurements.

* PHD Ciencias Biomédicas . lessbyg@yahoo.com

** Estudiante Fisioterapia. mudo2184@hotmail.com

*** Estudiante Fisioterapia. jhonjaironathy@hotmail.com

**** Estudiante Fisioterapia. marti771984@hotmail.com

***** Estudiante Fisioterapia. diana_vanesita13@hotmail.com

*****Aspirante Magister en Epidemiología. liliana.j.h.@hotmail.com

The results obtained concerning the type of foot showed statistically significant differences between the two populations, although in both there was a higher prevalence of cavus foot . it was evident a low number of subjects with footprints in range of normality. Other findings show differences between foot type on the right side and left side. The percentage of individuals with asymmetric feet in the two populations was close to 40%. Comparing the length and wide of the footprint, significant differences was found between athletes and sedentary but not related with the kind of sport practice neither between the right foot and left foot.

Keywords: sport, plant footprint

Abordaje del problema

Las características antropométricas del pie en una población determinada, es un tema de investigación de interés para el deporte, por las implicaciones clínicas y ergonómicas que estas variables conllevan. Se considera que un pie sin alteraciones morfológicas dentro de los rangos considerados de normalidad, es más “seguro” para la práctica deportiva, debido a que biomecánicamente presenta un mejor diseño que le permite absorber impactos, evitando así la aparición de lesiones, no sólo en el pie mismo, sino también en las otras articulaciones del miembro inferior y columna vertebral. Contrario a ello, los pies planos o pies cavos favorecen la concentración de esfuerzos en ciertas zonas del pie, elevando el riesgo de lesión, especialmente en actividades que demandan una alta exigencia biomecánica (Queen, Mall, Nunley & B. Chuc-kpaiwong, 2009).

Visto desde otra perspectiva, se considera que la práctica deportiva puede desarrollar a su vez alteraciones en la mecánica y antropometría podal, debido a que las exigencias técnicas especialmente asociadas al alto rendimiento, son cargas para las cuales el pie no se encuentra preparado, obligando al cuerpo a realizar ajustes que pueden evidenciarse en alteraciones en la huella plantar. Al respecto, una investigación previa hecha a deportistas colombianos por el laboratorio de biomecánica de la Escuela Nacional del Deporte, ha determinado que existe

una tendencia al pie cavo en todos los sujetos, independiente del deporte practicado, originada tal vez por el esfuerzo requerido en la práctica deportiva (Gómez, 2009). Sin embargo dicha suposición requería, para ser confirmada, la comparación con un grupo control de individuos no expuestos al factor de riesgo, que permitieran corroborar si dicha alteración en la huella plantar está directamente relacionada con la práctica deportiva o si por el contrario es la tendencia de la población colombiana, hecho que también se desconoce.

Si se tiene en cuenta que la proporción de mujeres con lesiones deportivas ha aumentado durante las últimas décadas, desde un 14% hasta un 30% como resultado del incremento de la participación femenina en deportes y actividad física en general (Paavola, Kannus & Järvinen, 2005) y que de todos los individuos que reportan dolor de pie o lesiones incapacitantes de pie, la mayoría fueron mujeres (“Pain in the Foot,” 2007), se evidencia la necesidad de profundizar en el conocimiento de las características antropométricas del pie de nuestras deportistas, con el propósito de tener un punto de partida que a futuro permita el seguimiento y control a factores de riesgo detectados. Se espera además que esta investigación aporte a la industria del calzado para que, a partir de un conocimiento más claro sobre el pie de las mujeres colombianas, puedan ofrecer un zapato más confortable, que a su vez es factor clave para la prevención de lesiones.

De este panorama, se derivaron como preguntas de investigación: ¿cuáles son las características de la huella plantar en mujeres deportistas colombianas?, ¿cuáles son las diferencias con la población sedentaria?, ¿cómo se manifiesta la influencia del deporte en la huella plantar?

Objetivo general

Determinar la influencia del deporte en las características antropométricas de la huella plantar femenina.

Objetivos específicos

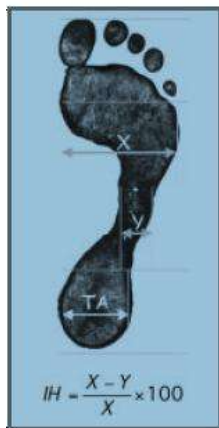
- Establecer las características antropométricas de la huella plantar de mujeres practi-

- cantes de levantamiento de pesas, natación y atletismo.
- Determinar las características de la huella plantar de mujeres sedentarias.
- Realizar el análisis comparativo entre las dos poblaciones.

Metodología

Tipo de estudio: descriptivo con muestreo no aleatorio por conveniencia.

El estudio se aplicó a 106 mujeres deportistas, practicantes de los deportes de levantamiento de pesas, natación carreras y atletismo, participantes de los XVIII Juegos deportivos Nacionales celebrados en Cali, Colombia y 77 mujeres sedentarias, estudiantes de la Escuela Nacional del Deporte en la misma ciudad. El grupo de las deportistas fue conformado por 13 levantadoras de pesas, 42 nadadoras y 51 atletas. La diferencia en el tamaño de la muestra por deporte se debió a que el criterio para la selección de la muestra fue la participación voluntaria en el estudio, excluyéndose aquellos sujetos que manifestaron haber sufrido alguna lesión traumática o enfermedad que alterara las características morfológicas del pie.



X= ancho del antepie
Y= ancho del medio pie
IH= índice de Hernández Corvo

ware FotoAnalisi se tomaron las medidas de longitud y ancho del pie. Una escala de medición se incluyó en cada toma fotográfica para servir de sistema de referencia al software. Posteriormente se imprimieron las fotografías de las huellas y de modo manual, aplicando el método de Hernández Corvo, se procedió a determinar el tipo de pie, utilizando la fórmula propuesta por el autor (Moreno de la Fuente, 2003):

El dato obtenido, permite determinar el tipo de pie, acorde a esta escala cualitativa:

- 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

Los resultados fueron sistematizados y analizados estadísticamente mediante la utilización del software SPSS 11.5 para Windows.

Manejo ético: el presente estudio a la luz de la resolución 8430 de 1993 es considerado de riesgo mínimo para la población, dado que implica procedimientos comunes de diagnóstico. A pesar de ello, fueron tenidos en cuenta y controlados, los posibles riesgos a los que los sujetos se expusieron. La participación fue voluntaria, expresada mediante consentimiento informado.

Resultados

La población analizada, presenta un promedio de edad de 20,05 para las deportistas y 20,92 para las sedentarias, siendo esta diferencia no estadísticamente significativa ($F= 1,988$ sig= 0,160). En el peso no se presentaron diferencias significativas entre las dos poblaciones ($F= 0,847$ sig= 0,359), pero sí en relación a la estatura ($F= 4,323$ sig= 0,039), siendo ligeramente más altas las deportistas que las sedentarias.

ACTIVIDAD	VARIABLE	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
DEPORTISTAS	EDAD	106	13	38	20,05	5,02
	AÑOS PRÁCTICA		2	21	8,46	4,17
	PESO		43	90	57,85	8,49
	TALLA		135	185	164,75	7,5
SEDENTARIAS	EDAD	77	17	30	20,92	2,46
	AÑOS PRÁCTICA	0				
	PESO	77	43	85	56,68	8,56
	TALLA	77	143	177	162,53	6,59

Tabla 1. Características generales de la población

Como antecedente de la población se indagó sobre la presencia de lesión osteomuscular en miembro inferior. Los resultados mostraron que la prevalencia de lesión fue mayor en deportistas que en sedentarias (56,6% y 31,2% respectivamente).

El tipo de pie determinado a partir del método de Hernández Corvo, mostró diferencias entre el

lado derecho y el lado izquierdo de un mismo individuo, es por ello que se incluyó una variable denominada simetría, que determina si los dos pies presentaron el mismo tipo de huella plantar o no. Los resultados de esta variable evidenciaron una mayoría de individuos con simetría, con una distribución bastante similar para la población de deportistas y de sedentarias ($\chi^2=0,048$ p 0,827).

ACTIVIDAD	SIMETRÍA	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
DEPORTISTAS	SI	63,00	59,43	59,43
	NO	43,00	40,57	100,00
	Total	106,00	100,00	
SEDENTARIAS	SI	47,00	61,04	61,04
	NO	30,00	38,96	100,00
	Total	77,00	100,00	

Tabla 2. Simetría en el tipo de pie (extremidad derecha e izquierda)

Las diferencias en el tipo de pie en cada extremidad se presentan en las tablas 3 y 4. En ellas se observa una mayor frecuencia de individuos con pies cavos, tanto en mujeres sedentarias como en mujeres deportistas, encontrándose diferencias estadísticamente significantes entre las dos poblaciones (pie derecho Pearson $\chi^2=$

6,7277 p= 0,242, pie izquierdo Pearson $\chi^2=$ 17,1070 p= 0,009). Al hacer el análisis comparativo sólo entre los diferentes tipos de deportes, no se encontraron diferencias significativas en el tipo de pie (pie derecho Pearson $\chi^2=$ 8,8881 p= 0,543, pie izquierdo Pearson $\chi^2=$ 13,5283 p= 0,169).

ACTIVIDAD	TIPO DE PIE	FRECUENCIA	DEPORTE	TIPO DE PIE	Frecuencia	Porcentaje ACUMULADO
DEPORTISTAS	PLANO	1	Lev de pesas	NORMAL	3	23,08
				NORMAL CAVO	4	30,77
				CAVO	6	46,15
				Total	13	100,00
	NORMAL	12	Natación	NORMAL	3	7,14
				NORMAL CAVO	8	19,05
	CAVO	65	Natación	CAVO	28	66,67
				CAVO FUERTE	3	7,14
				Total	42	100,00
	CAVO FUERTE	7	Atletismo	PLANO	1	1,96
	CAVO EXTREMO	2		NORMAL	6	11,76
				NORMAL CAVO	7	13,73
	TOTAL	106		CAVO	31	60,78
				CAVO FUERTE	4	7,84
CAVO EXTREMO				2	3,92	
Total				51	100,00	
SEDENTARIOS	TOTAL	77	PLANO	1	1,30	
			NORMAL	10	12,99	
			NORMAL CAVO	8	10,39	
			CAVO	45	58,44	
			CAVO FUERTE	6	7,79	
			CAVO EXTREMO	7	9,09	
			Total	77	100,00	

Tabla 3. Tipo de pie (pie derecho) en mujeres deportistas y sedentarias

El ancho y largo del pie también mostraron diferencias entre el lado derecho y el lado izquierdo, sin embargo estas diferencias, que en promedio no superaron el centímetro, no presentaron significancia estadística (deportistas: $U= 5249,5$ $p= 0,476$; sedentarias: $U= 2770$ $p= 0,479$) (Tabla 5). Estadísticamente se hallaron diferencias

significativas en el largo y el ancho del pie entre mujeres deportistas y sedentarias, encontrándose menores valores en las sedentarias ($l_{pie}der: U= 2838,5$, $p= 0,00$; $l_{pie}izq: U= 2646,5$, $p= 0,00$; $ap_{ie}der : U= 1714$; $p= 0,00$; $ap_{ie}izq: U= 1633$, $p= 0,00$).

ACTIVIDAD	TIPO PIE	FRECUENCIA	DEPORTE	TIPO PIE	Frecuencia	Porcentaje acumulado
DEPORTISTAS	PLANO	1	Lev. de pesas	NORMAL	4,00	30,77
				NORMAL CAVO	4,00	61,54
	CAVO	5,00		100,00		
	Total	13,00				
	NORMAL CAVO	27	Natación	NORMAL	7,00	16,67
				NORMAL CAVO	16,00	54,76
	CAVO	18,00		97,62		
	CAVO FUERTE	1,00		100,00		
	Total	42,00				
	CAVO FUERTE	5		Atletismo	PLANO	1,00
	CAVO EX-TREMO	1	NORMAL		7,00	15,69
			NORMAL CAVO		7,00	29,41
	TOTAL	106	CAVO		31,00	90,20
			CAVO FUERTE		4,00	98,04
CAVO EXTREMO			1,00		100,00	
Total			51,00			
SEDENTARIOS	TOTAL	77	NORMAL PLANO	1,00	1,30	
			NORMAL	5,00	7,79	
			NORMAL CAVO	13,00	24,68	
			CAVO	43,00	80,52	
			CAVO FUERTE	7,00	89,61	
			CAVO EXTREMO	8,00	100,00	
			Total	77,00		

Tabla 4. Tipo de pie (pie izquierdo) en mujeres deportistas y sedentarias

ACTIVIDAD	DEPORTE		Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
DEPORTISTAS	Lev. de pesas	LPIEDER	221	250,00	238,23	8,62
		LPIEIZQ	223	272,00	240,38	12,37
		APIEDER	70	89,00	81,92	5,79
		APIEIZQ	70	89,00	82,08	6,10
	Natación	LPIEDER	200	300,00	231,02	21,50
		LPIEIZQ	200	296,00	233,21	21,19
		APIEDER	67	97,00	78,12	7,23
		APIEIZQ	67	100,00	78,71	7,63
	Atletismo	LPIEDER	203	294,00	236,57	15,24
		LPIEIZQ	213	297,00	238,78	15,00
		APIEDER	65	98,00	78,94	6,39
		APIEIZQ	67	100,00	78,94	6,30
SEDENTARIOS		LPIEDER	200	267,00	226,60	12,91
		LPIEIZQ	200	267,00	227,35	12,78
		APIEDER	58	86,00	72,14	5,24
		APIEIZQ	61	86,00	72,61	5,06

Tabla 5. Variación del Largo y ancho del pie en mujeres deportistas y sedentarias

LPIEDER: longitud pie derecho, LPIEIZQ: longitud pie izquierdo, APIEDER: ancho del pie derecho, APIEIZQ: ancho del pie izquierdo

Discusión de resultados

De acuerdo a algunos autores, el pie presenta diferencias determinadas por el género, la edad y la región de procedencia (Olivato, Morricone, Fubini & Re, 2007). Para la presente investigación la población estuvo estandarizada en género y edad, pero al no indagarse sobre la región de procedencia, pudiera esto considerarse una limitante del estudio. Con referencia al peso, entre la población de mujeres deportistas y sedentarias no se presentaron diferencias significativas, evitando sesgos en los resultados asociados a esta variable, dada la relación planteada por algunos investigadores entre el sobrepeso y el aplanamiento de arco medial de la bóveda plantar (Mauch, Grau, Krauss, Maiwald & Horstmann, 2008).

Uno de los resultados interesantes de la investigación fue el alto porcentaje de individuos, cercano al 40%, con diferencias en el tipo de huella plantar entre el pie derecho y el pie izquierdo (asimetría), que obliga a la revisión de criterios ergonómicos como aquellos relacionados con el diseño de calzado, que asumen para toda la población la igualdad entre un pie y otro. Adicionalmente fue posible determinar que dicha diferencia no está relacionada con la práctica deportiva, dado que un número similar de mujeres deportistas y sedentarias presentaron la misma alteración. Es importante mencionar que los deportes elegidos para el estudio, tienen exigencias similares para las dos extremidades, por lo que vale la pena investigar si al practicar un deporte asimétrico se mantiene o aumenta la asimetría podal.

Referente al tipo de pie, la población reveló diferencias entre las mujeres deportistas y mujeres sedentarias, sin embargo es notorio, que en las dos poblaciones el pie cavo fue el que

presentó la mayor frecuencia y que el rango de normalidad fue bastante bajo. Dado que según investigaciones realizadas en otros países, el comportamiento en el tipo de pie es diferente al encontrado en el presente estudio (Razo, Cisneros, Barroso & Moreno, 2003), estos resultados sugieren una posible tendencia de la población colombiana a un tipo de pie cavo, hecho que debe ser demostrado con un estudio poblacional que utilice una muestra mayor.

En la comparación del tipo de pie por deporte practicado, no se encontraron diferencias significativas, evidenciándose en todos ellos una tendencia al pie cavo. Este resultado corrobora diversos estudios hechos en varios deportes, en los que se ha reportado la misma tendencia. Sin embargo, dado que en estos estudios generalmente no se hace comparación entre sedentarios y deportistas, la mayoría de autores sugiere que el cavo es consecuencia de la exigencia biomecánica, afirmación que es cuestionada por esta investigación (Elvira, Riera, García & Roca, 2006).

Existe discrepancia en la literatura sobre la influencia del tipo de pie en el riesgo de lesión. Para algunos autores la estructura estática del pie no tiene necesariamente una relación con el comportamiento dinámico o una biomecánica anormal (Nakhaee, Rahimi, Abaee, Rezasoltani & Kalantari, 2008; Razeghi & Batt, 2002), sin embargo otros estudios biomecánicos han demostrado que tanto la presencia de pie plano, como la de pie cavo, se relacionan con inadecuada absorción de los impactos (Abian, Duran, Lara, Jimenez & Aguado, 2000; Abián Vicén, Alegre Durán, Lara Sánchez, Jiménez Linares & Aguado Jódar, 2005; con permiso de la Asociación & de Ortopedistas, 2003), que conlleva a una mayor presencia de lesiones como fracturas por estrés o tendinitis aquilianas. Por su parte Queen y col. (R. Queen, N. Mall, J. Nunley & B. Chuckpaiwong, 2009), demostraron que el pie plano, presenta un incremento en el área de contacto medial, llevando consigo, un aumento de las fuerzas y presiones sobre el área, lo que hace sensiblemente mayor el riesgo de lesión en estos individuos que en los sujetos con pie normal. Simkin y col., determinaron que los sujetos

con un arco plantar alto, aumentaron el riesgo de fracturas tibiales y femorales por estrés, mientras que los individuos con pie plano, incrementaban el riesgo a fracturas metatarsianas (Simkin, Leichter, Giladi, Stein & Milgrom, 1989).

Con base en lo anterior y dada la alta prevalencia de alteraciones posturales del pie, especialmente pies cavos tanto en deportistas como en sedentarias, sería importante hacer un seguimiento epidemiológico que permita corroborar la correlación positiva o negativa entre las lesiones y el tipo de pie, de manera específica para cada población, dado que entre las dos poblaciones se presentó una prevalencia de lesión diferente y que es lógica desde la exigencia deportiva.

Diferencias significativas se encontraron en el largo y ancho del pie de deportistas y sedentarias, lo que puede ser atribuido a las diferentes exigencias mecánicas que pueden afectar su morfometría, como por ejemplo cargas más altas, impactos mayores, fuerza muscular diferente, entre otras. Otro elemento a considerar es la estatura, dado que para algunos autores existe una correlación positiva entre la altura de un individuo y el tamaño del pie (Sanli, et al., 2005). Sin embargo para la presente investigación no se encontró correlación entre la altura y las longitudes y el ancho de la huella plantar, contradiciendo el anterior supuesto.

Como sugerencia se plantea, que a pesar de que el método de Hernández Corvo es ampliamente utilizado a nivel internacional (Elvira, et al., 2006; Moreno de la Fuente, 2003; Torres, Villarraga, Polanía & Egel, 2006), existen otros métodos de valoración de la huella plantar como el desarrollado por Chipaux o el de Stahelli que utilizan rangos de valoración diferente, por lo que sería importante realizar una investigación a fin de unificar criterios y hacer comparables todos los estudios a nivel mundial.

Conclusiones

La influencia del deporte se evidenció en el hallazgo de un pie más largo y más ancho en mujeres deportistas que en las sedentarias, la cual fue independiente de la estatura.

Con respecto al tipo de pie en ambas poblaciones, el tipo de pie con mayor prevalencia fue el pie cavo y no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los deportes. Este hallazgo pone en discusión la influencia del deporte sobre la huella plantar y deja planteado un interrogante sobre si el pie cavo es una característica de la población femenina colombiana,

lo que debe ser corroborado en estudios poblacionales posteriores.

Aproximadamente en el 40% de las mujeres deportistas y sedentarias, se encontró un tipo de pie diferente en cada extremidad (derecha e izquierda), proporción que en las deportistas fue estadísticamente independiente del deporte practicado.

Referencias

- Abian, J., Durán, L., Lara, A., Jiménez, L. & Aguado, X. (Producer). (2000). Fuerzas de reacción del suelo en pies planos y cavos. Podcast retrieved from www.uclm.edu/organos/Vic_Investigacion/gruposweb/BiomecanicaHumanaDeportiva/Curriculum.
- Abián, J., Alegre, L., Lara, A., Jiménez, L. y Aguado, X. (2005). Fuerzas de reacción del suelo en pies cavos y planos. *Archivos de medicina del deporte*, (108), 285-292.
- Con permiso de la Asociación, R. & de Ortopedistas, E. (2003). Lesiones deportivas frecuentes. *Acta pediátr. costarric*, 17(2).
- 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*, 21.
- Gómez, L. F., Juan, Nathy, J. J., Valencia, E. y Jiménez, L. (2009). Características de la huella plantar en deportistas colombianos y su relación con la prevalencia de lesión en miembro inferior. *En prensa*.
- Mauch, M., Grau, S., Krauss, I., Maiwald, C. & Horstmann, T. (2008). Foot morphology of normal, underweight and overweight children. *International Journal of Obesity*, 32(7), 1068-1075.
- Moreno de la Fuente, J. L. (2003). *Podología General y biomecánica*. Barcelona, España: Masson.
- Nakhaee, Z., Rahimi, A., Abaee, M., Rezasoltani, A. & Kalantari, K. (2008). The relationship between the height of the medial longitudinal arch (MLA) and the ankle and knee injuries in professional runners. *The Foot*.
- Olivato, P., Morricone, M., Fubini, E. & Re, A. (2007). Foot Digitalization for Last Design and Individual Awareness of Personal Foot Characteristics. *Digital Human Modeling*, pp. 949-958.
- Paavola, M., Kannus, P. & Järvinen, M. (2005). Epidemiology of Tendon Problems in Sport. *Tendon Injuries*, pp. 32-39.
- Pain in the Foot. (2007). *Headache and Chronic Pain Syndromes*, pp. 131-149.
- Queen, R. M., Mall, N. A., Nunley, J. A., & Chuc-kpaiwong, B. (2009). Differences in plantar loading between flat and normal feet during different athletic tasks. [Article]. *Gait & Posture*, 29(4), 582-586.
- Razeghi, M. & Batt, M. (2002). Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait & Posture*, 15(3), 282-291.
- Razo, J., Cisneros, F., Barroso, F. & Moreno, M. (2003). Prevalencia de alteraciones músculo-esqueléticas en jóvenes preparatorianos. *Acta Ortopédica Mexicana*, 17(2), 68-73.
- Sanli, S., Kizilkanat, E., Boyan, N., Ozsahin, E., Bozkir, M., Soames, R., et al. (2005). Stature estimation based on hand length and foot length. *Clinical Anatomy*, 18(8).
- Simkin, A., Leichter, I., Giladi, M., Stein, M. & Milgrom, C. (1989). Combined effect of foot arch structure and an orthotic device on stress fractures. *Foot & ankle*, 10(1), 25.
- Torres, J., Villarraga, C., Polanía, R. & Egel, A. (2006). *Implementación de un sistema de telemetría de bajo costo para medición de presiones plantares*.