

Artículo en versión PREPRINT, manuscrito original antes de la revisión por pares.

El artículo publicado se puede encontrar en la revista de Fisioterapia.

<https://doi.org/10.1016/j.ft.2019.08.002>

ÍNDICE DE PIE PLANO Y ZONAS DE MAYOR PREVALENCIA DE ALTERACIONES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS EN JÓVENES DEPORTISTAS

FLATFOOT INDEX AND AREAS WITH THE HIGHEST PREVALENCIA OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS IN YOUNG ATHLETES

Miguel-Andrés Israel^{a*}, Rivera-Cisneros Antonio Eugenio^b, Mayagoitia-Vázquez José de Jesús^a, Orozco-Villaseñor Sergio Luis^a y Rosas-Flores Alejandro^c

^a Biomecánica, Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas CIATEC, A.C., León, Guanajuato, México.

^b Comisión Municipal de Cultura Física y Deporte COMUDE, León, Guanajuato, México.

^c Programa de Posgrado Interinstitucional en Ciencia y Tecnología PICYT-CONACYT, León Guanajuato, México.

*** Autor de correspondencia:**

Dr. Israel Miguel Andrés

Laboratorio de Biomecánica del CIATEC, A.C.

Omega 201, Colonia Industrial Delta

C.P.37545.

Guanajuato, México

Tel. 01477 7100011 Ext. 13021

Email: imiguel@ciatec.mx

ÍNDICE DE PIE PLANO Y ZONAS DE MAYOR PREVALENCIA DE ALTERACIONES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS EN JÓVENES DEPORTISTAS

Resumen

Introducción y objetivos: El pie plano y pie cavo pueden afectar el rendimiento físico de los deportistas e incrementar la aparición de trastornos músculo-esqueléticos. El objetivo del presente trabajo fue determinar el grado de pie plano y pie cavo en jóvenes deportistas de entre 9 y 20 años de edad participantes en los programas nacionales de la Comisión Municipal de Cultura Física y Deporte. Además, se realizó una valoración clínica para determinar las zonas del cuerpo mayormente afectadas por alguna alteración músculo-esquelética.

Metodología: Ciento noventa y un jóvenes deportistas participaron en el estudio (58.6% mujeres y 41.4% hombre), con una masa promedio de 57.99 ± 12.86 kg y una altura promedio de 1.61 ± 0.11 m. Los deportes considerados en la investigación fueron: basquetbol, béisbol, fútbol, halterofilia, balón-mano, karate, natación, remo y voleibol. Se digitalizaron las plantas de los pies con un PodoScan y se obtuvo el índice de Chippaux-Smirak. A continuación, se realizó una serie de preguntas a cada participante para analizar las alteraciones músculo-esqueléticas sufridas durante la práctica del deporte y se registraron las zonas o regiones del cuerpo de mayor prevalencia.

Resultados: Se encontró un alto porcentaje de pie cavo en los jóvenes deportistas, principalmente las mujeres. El 30.2% de las mujeres presenta pie cavo normal en el pie derecho mientras que los hombres presentan el 19.2%. La rodilla fue la parte del cuerpo mayormente afectada con un 31.4% de prevalencia seguida por el tobillo con un 17.8%.

Conclusión: El presente trabajo señala que las mujeres son las que presentan un mayor porcentaje de prevalencia de lesiones y existen partes del cuerpo predispuestas a sufrir una alteración músculo-esquelética en relación al deporte practicado.

Palabras clave: Índice de arco; Pie plano; Pie cavo; Índice Chippaux-Smirak; Deporte;

FLATFOOT INDEX AND AREAS WITH THE HIGHEST PREVALENCE OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS IN YOUNG ATHLETES

Abstract

Introduction and objective: The flatfoot and *cavus* foot can affect the physical performance of athletes and increase the appearance of musculoskeletal disorders. The objective of this work was to determine the degree of flatfoot and *cavus* foot in young athletes between 9 and 20 years of age participating in the national programs of the Municipal Commission of Physical Culture and Sport. Moreover, a clinical assessment was carried out to determine the areas of the body most affected by some musculoskeletal disorder.

Methods: One hundred and ninety-one young athletes participated in the study (58.6% women and 41.4% men), with an average mass of 57.99 ± 12.86 kg and an average height of 1.61 ± 0.11 m. The sports considered in the research were: basketball, baseball, soccer, weightlifting, handball, karate, swimming, rowing and volleyball. The soles of the feet were digitized with a PodoScan and the Chippaux-Smirak index was obtained. Next, a series of questions was asked to each participant to analyze the musculoskeletal alterations suffered during the practice of sports and the areas or regions of the body with the highest prevalence were recorded.

Results: A highly percentage of *cavus* foot was found in young athletes, mainly women. Women presented 30.2% of normal *cavus* foot in the right foot while men presented 19.2%. The knee was the part of the body most affected with a 31.4% prevalence followed by the ankle with 17.8%.

Conclusion: The present work found that women have the highest percentage of prevalence of injuries and there are parts of the body predisposed to suffer a musculoskeletal disorder in relation to the sport practiced.

Keywords: Flatfoot index; Flatfoot; *Cavus* Foot; Chippaux-Smirak Index; Sport;

Introducción

El presente trabajo de investigación considera dos puntos importantes que pueden afectar el rendimiento físico de los deportistas e incrementar la aparición de trastornos músculo-esqueléticos. El primero es la morfología de la huella plantar como un claro indicador de pie plano o pie cavo y el segundo son las zonas del cuerpo vulnerables a sufrir una lesión. El pie plano es una condición médica donde la longitud del arco medial del pie colapsa o no se define de manera adecuada cuando la persona apoya todo el peso corporal sobre sus pies¹⁻⁵. Todos los niños nacen con pie plano, la formación de la bóveda plantar se da de manera natural y generalmente es hasta los 5 o 6 años de edad cuando el arco medial se define de manera adecuada^{5,6}. Empero, en algunos casos (4%) la formación de la bóveda plantar puede concretarse hasta los 10 años de edad. La mayoría de los niños menores de 2 años presentan un tejido adiposo en la parte media del pie que da la apariencia del pie plano⁷. El origen o las causas específicas que producen el pie plano no están bien definidas, siendo todavía un tema de debate en la actualidad^{1,6}.

El pie plano también puede ser adquirido durante el crecimiento. Este padecimiento puede ser producido por varios factores tales como, obesidad, genética, uso de zapatos, problemas neuronales o músculo-esqueléticos y ruptura parcial de ligamentos o tendones³. El sobrepeso y la obesidad son un factor adicional que puede generar la aparición de trastornos músculo-esqueléticos, como consecuencia de una elevada carga en las articulaciones o plantas de los pies. La caída de la bóveda plantar es una patología habitualmente relacionada con el sobrepeso y la obesidad. Pourghasem et al., realizaron un estudio para analizar la relación entre el pie plano y la obesidad. Se descubrió que existe una relación directa de prevaencia de pie plano y el incremento de masa corporal (IMC) en infantes. Además, se encontró que hay una mayor prevalencia de pie plano infantil en niños que niñas^{3,8-10}.

Si bien el ejercicio se recomienda como una de las estrategias para abatir estas patologías, se hace sin considerar la estructura corporal y los potenciales defectos en la marcha, así como las posturas corporales, que pueden agravarse por una práctica inadecuada de actividad física y/o deportiva. Por ejemplo, se ha encontrado que la caída del arco medial

del pie influye en el aumento del consumo de oxígeno impactando directamente el consumo de energía durante la marcha ¹¹.

La práctica de actividad física y deporte es ampliamente recomendada para gozar de un adecuado estado de salud física y mental. A pesar de su importancia, se reconoce desde 1923 la necesidad de verificar los elementos de tipo, frecuencia, carga, intensidad, duración y volumen de los participantes en programas de ejercicio físico ^{12,13}. Además, se sabe que las personas que desempeñan actividades físicas como correr, tienen beneficios en la salud como bajar de peso, dejar de fumar, reducir los problemas cardiovasculares y disminuyen la probabilidad de padecer un infarto. Sin embargo, se ha determinado que la práctica de actividades físicas, aumenta la probabilidad de sufrir una lesión músculo-esquelética ¹⁴⁻¹⁸. También, los deportistas profesionales son constantemente presionados a ejercitarse cerca del límite de su capacidad física para lograr beneficios en el desarrollo muscular. No obstante, cuando un atleta es presionado demasiado, se puede presentar el fenómeno de sobre-entrenamiento (overtraining syndrome), un fenómeno que puede terminar la carrera del deportista. El síndrome de sobre-entrenamiento se produce cuando se rebasa la capacidad física de los atletas produciendo lesiones en el sistema músculo-esquelético del individuo. Este tipo de problemas se presentan debido a que los entrenadores desconocen los límites de los atletas y no estructuran protocolos de entrenamiento acorde a las capacidades físicas de cada individuo ^{15,19}.

En un estudio desarrollado por Razo y colaboradores en jóvenes de primer semestre de preparatoria con edad promedio de 15.5 años, se encontró que el 70% de los participantes poseía por lo menos una alteración en su estructura corporal ²⁰. Dentro de las anomalías más representativas del estudio se encuentran, la escoliosis (36.4%), el pie plano (19.8%) y el genu valgo (15.6%). El estudio desarrollado establece la importancia en la detección de anomalías que pudieran afectar el desempeño físico de los adolescentes o generar lesiones a futuro. En otro estudio desarrollado por Moreno y colaboradores, se asienta que es muy difícil establecer medidas para prevenir la aparición de lesiones debido a una falta de indicadores de prevalencia en las alteraciones músculo-esqueléticas ²¹.

En un estudio desarrollado por Mendiola et al., en 74 corredores de medio y gran fondo, se encontró que la región corporal más afectada fue la rodilla, con 32 casos, seguida del pie

con 17; pierna y tobillo con 7 casos cada uno y otros lugares del cuerpo en 11 casos. Las lesiones más frecuentes fueron la condromalacia patelar y la fascitis plantar, con 20.3% cada una, el síndrome de fricción de la banda iliotibial (SFBIT) con 16.2% y las tendinitis con 14.9% ²². Los datos encontrados pudieran ser explicados por defectos no detectados oportunamente en la evaluación médica inicial.

El objetivo del presente proyecto de investigación fue determinar el grado de pie plano y pie cavo en jóvenes deportistas de entre 9 y 20 años de edad participantes en los programas nacionales de la Comisión Municipal de Cultura Física y Deporte (COMUDE León Guanajuato). Además, se realizó una valoración clínica para determinar las zonas del cuerpo que mayormente son afectadas por alguna alteración músculo-esquelética, esto con la intención poder realizar un mejor análisis de las zonas críticas y vulnerables en los deportistas.

Metodología

Ciento noventa y un jóvenes deportistas participaron en el estudio (58.6% mujeres y 41.4% hombre), con una masa promedio de 57.99 ± 12.86 kg y una altura promedio de 1.61 ± 0.11 m. Los deportes considerados en la investigación fueron: basquetbol, béisbol, fútbol, halterofilia, balón-mano, karate, natación, remo y voleibol. Como criterio de inclusión se revisó que todos los participantes ejecutaran sus actividades deportivas correspondientes de manera natural y se excluyó aquellos que presentaron problemas de motricidad, amputaciones o problemas neuronales. Los procedimientos, riesgos y beneficios fueron explicados a sus padres o tutores a fin de obtener su consentimiento de participación voluntaria y por escrito, de acuerdo a la Ley General de Salud de México, y cuidando los principios del Código de Helsinki.

Procedimiento

A todos los participantes se les explicó el protocolo experimental y el tiempo de duración de las pruebas. Primero se registraron los datos personales de los participantes seguidos de sus datos antropométricos como edad, peso y altura. Cada participante fue registrado con un código alfanumérico para su identificación y análisis. Posteriormente, cada deportista se colocó descalzo y sin calcetines sobre la plataforma del PodoScan 2D (Sensormedica,

Guidonia Montecelio, Roma, Italia) para la digitalización de las plantas de los pies. A continuación, se realizó una serie de preguntas a cada participante para analizar las alteraciones músculo-esqueléticas sufridas durante la práctica del deporte y se registraron las zonas o regiones del cuerpo de mayor prevalencia. Finalmente, una fotografía de los dos pies fue tomada para determinar el tipo de pie de cada uno de los participantes (pie romano, egipcio o griego).

Procesamiento de datos

Las imágenes digitalizadas de las plantas de los pies fueron analizadas en MATLAB R2015a versión 8.5.0.197613. Se utilizaron herramientas (*ginput*, *GUI*, *imread*) propias de Matlab para la localización de los puntos coordenados en el plano de la imagen. El grado de pie plano fue calculado de acuerdo al índice de Chippaux-Smirak (CSI), donde el ancho del antepié (A) y mediopié (B) fueron medidos como se muestra en la Figura 1. La relación de B/A o índice de Chippaux-Smirak nos proporcionó una clara evidencia del grado de pie plano o pie cavo que presentan los jóvenes deportistas. Se realizó una clasificación del índice CSI, donde se incluyeron las siguientes categorías: pie cavo extremo, pie cavo normal, pie normal, pie plano grado 1, pie plano grado 2 y pie plano grado 3. Para el pie cavo extremo se consideró un valor de $CSI = 0$, para el pie cavo normal el valor fue $0 < CSI < 0.25$, para el pie normal fue $0.25 \leq CSI < 0.45$, para el pie plano grado uno $0.45 \leq CSI < 0.5$, para el pie plano grado dos $0.5 \leq CSI \leq 0.6$ y para el pie plano grado tres $CSI > 0.6$ ²³⁻²⁵.

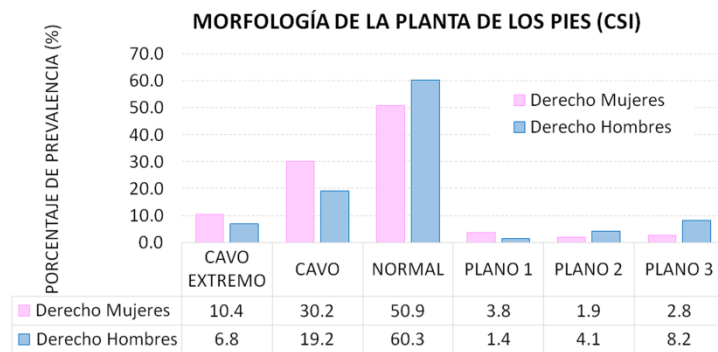
Los resultados obtenidos sobre el número de alteraciones músculo-esqueléticas por participante y las zonas del cuerpo de mayor afectación fueron registrados en una base de datos de Excel (Microsoft Office Professional Plus 2016). Posteriormente, se realizó un análisis de la información a través de estadística descriptiva para determinar el nivel de prevalencia en base al género, edad y deporte practicado.



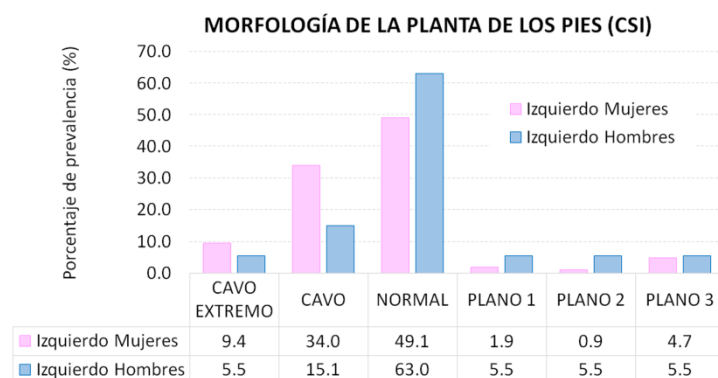
Figura 1 Cálculo del índice de pie plano CSI en Matlab

Resultados

En relación a la categorización de la morfología de la huella plantar, se encontró un alto porcentaje de pie cavo en los jóvenes deportistas, principalmente las mujeres, Figura 2. El 30.2% de las mujeres presenta pie cavo normal en el pie derecho mientras que los hombres presentan el 19.2%. Las mujeres presentaron una mayor prevalencia de pie cavo extremo en relación con cualquiera de los diferentes grados de pie plano, Figura 2a. El porcentaje de prevalencia de pie plano grado uno fue de 3.8% en las mujeres y 1.4% en hombres, para el pie plano grado dos fue de 1.9% en las mujeres y 4.1% en los hombres, y para el pie plano grado tres fue de 2.8% en las mujeres y 8.2% en los hombres. Los hombres presentaron un mayor porcentaje de pie normal que las mujeres, 60.3% y 50.9% respectivamente Figura 2a. La morfología de la huella plantar del pie izquierdo siguió una tendencia similar a la del pie derecho, excepto en el pie plano grado uno, donde el porcentaje de prevalencia fue de 1.9% para mujeres y 5.5% para hombres. De igual manera que en el pie derecho, los hombres presentaron un mayor porcentaje de pie normal que las mujeres, 63% y 49.1% respectivamente, Figura 2b.



a) Pie Derecho

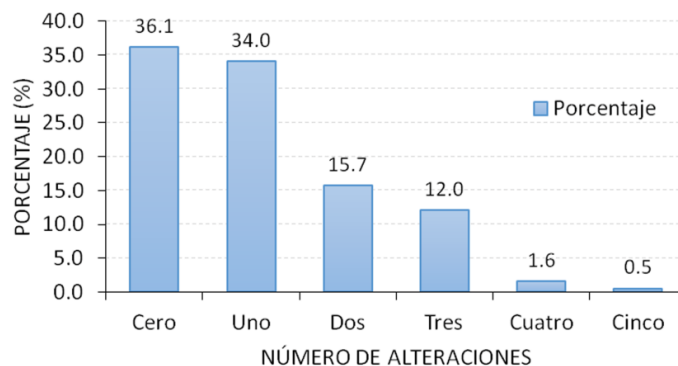


b) Pie Izquierdo

Figura 2 Prevalencia de pie plano y pie cavo en jóvenes deportistas: a) pie derecho y b) pie izquierdo.

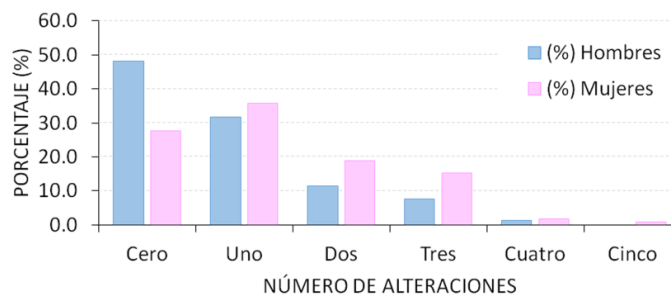
La Figura 3a muestra la cantidad de alteraciones ocurridas en los jóvenes deportistas. Se encontró que el 34% de la población estudiada ha sufrido una lesión durante el tiempo dedicado a la actividad física, el 15.7% reportó haber sufrido dos, el 12% tres, el 1.6% cuatro y el 0.5% cinco. Es evidente notar que cuatro y cinco lesiones en un deportista no son muy habituales por lo que los porcentajes de prevalencia son muy bajos. La Figura 3b evidencia que las mujeres son las que presentan un mayor número alteraciones músculo-esqueléticas durante la práctica de actividad física. En el caso de una lesión, las mujeres tienen un porcentaje más elevado que los hombres, 35.7% y 31.6% respectivamente. De igual forma para dos alteraciones, las mujeres presentan el 18.8% y los hombres el 11.4%. Siguiendo la misma tendencia para el caso de tres lesiones, las mujeres presentan el 15.2% y los hombres el 7.6%.

ALTERACIONES EN LA ESTRUCTURA CORPORAL



a) Alteraciones

ALTERACIONES EN LA ESTRUCTURA CORPORAL



b) Alteraciones por genero

Figura 3 Cantidad de alteraciones presentadas en los jóvenes deportistas: a) alteraciones de forma global y b) alteraciones por género.

La Figura 4 muestra las partes de la estructura corporal con mayor porcentaje de prevalencia de alteraciones en los jóvenes deportistas de entre 9 y 20 años de edad. La rodilla fue la parte del cuerpo mayormente afectada, presentando un 31.4% de prevalencia de la muestra estudiada. El tobillo fue la segunda región más afectada luego de que el 17.8% de la población reportara haber sufrido una lesión en esta parte del cuerpo. En la posición número tres se encuentra la espalda baja (zona lumbar) con un 15.7% de prevalencia, en la posición número cuatro se encuentra el hombro con un 13.6%, en la posición número cinco esta la muñeca con un 9.4%, en la posición número seis se encuentra la planta del pie con un 8.9% y en la séptima posición esta la pierna con un 5.2%. Los dedos de las manos, el

codo, talón y el brazo fueron las partes del cuerpo con menor porcentaje de prevalencia, Figura 4.

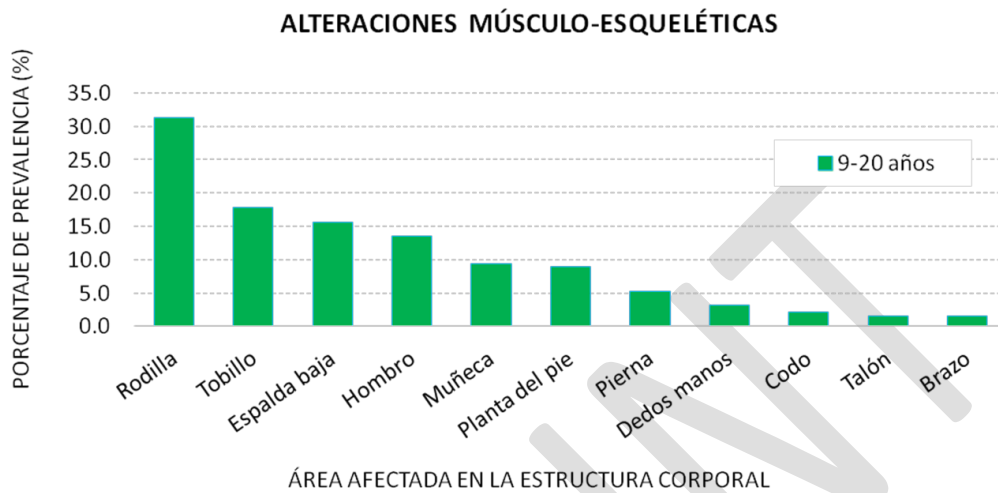


Figura 4 Regiones de la estructura corporal mayormente afectadas por alguna lesión.

Se realizó una estratificación por edades para determinar si las alteraciones músculo-esqueléticas tienen una relación directa con la edad de los participantes. Se crearon tres grupos de edades, el primero de 9-12 años, el segundo de 13-16 años y el tercero de 17-20 años. La Figura 5 evidencia que la zona de la rodilla, espalda baja, hombro y muñeca presentan el porcentaje de prevalencia con una tendencia creciente en relación a los tres grupos de las diferentes edades. Donde el grupo más joven es el grupo menos afectado seguido por el grupo de edad media y finalizando con el grupo de edad mayor. Es claro observar en la mayoría de los casos que el grupo número tres fue el grupo con mayor porcentaje de prevalencia de alteraciones, excepto para la zona del tobillo, pierna, dedos manos y codo.

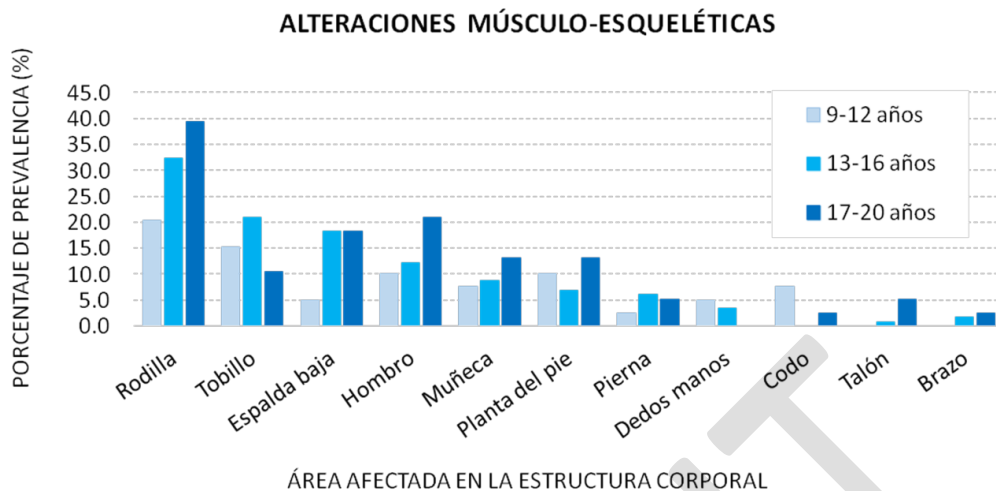
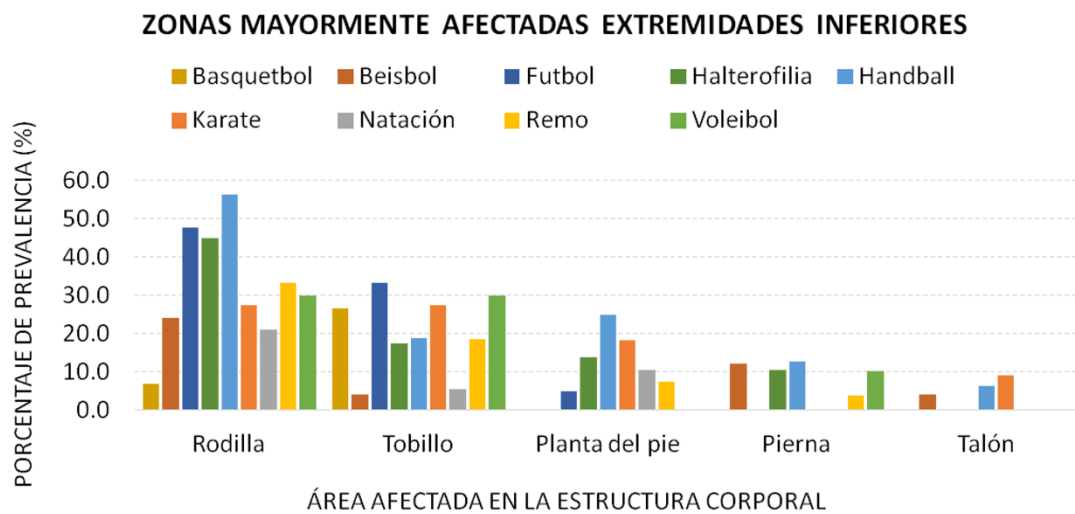


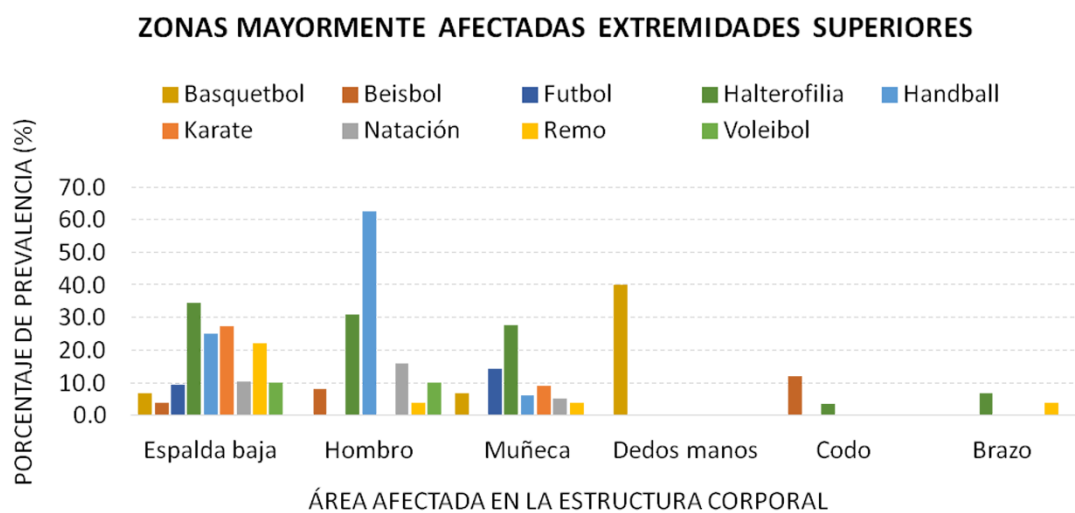
Figura 5 Regiones del cuerpo mayormente afectadas clasificadas por edades

La Figura 6a muestra las regiones mayormente afectadas por alguna alteración y fueron categorizadas en base al deporte practicado. La grafica muestra las regiones inferiores de la estructura corporal. Los deportistas de basquetbol presentaron un porcentaje bajo (6.7%) de lesiones en la parte de la rodilla y un porcentaje alto (26.7%) de lesiones en el tobillo. El deporte de balón-mano presentó el mayor porcentaje de lesiones en la rodilla y la planta del pie con 56.3% y 25% respectivamente. El deporte mayormente afectado en la región del tobillo fue el futbol con 33.3% de prevalencia. Los deportes de béisbol, balón-mano y karate presentaron bajos porcentajes de lesiones en el talón, 4%, 6.3% y 9.1% respectivamente.

La Figura 6b presenta las áreas de la parte superior del cuerpo que mayormente son afectadas por alguna lesión. El balón-mano es el deporte que presenta el mayor número de lesiones en la parte de los hombros con un 62.5% de prevalencia. Los practicantes de halterofilia presentaron altos porcentajes de prevalencia en las zonas de la espalda baja (34.5%), hombros (31%) y tobillo (27.6%). Es importante resaltar que las lesiones en los dedos de las manos son un problema que se presentan con mayor frecuencia en los jugadores de basquetbol. Las regiones menos afectadas en la estructura corporal fueron el codo y el brazo.



a) Zonas afectadas, extremidades inferiores



b) Zonas afectadas, extremidades superiores

Figura 6 Zonas de la estructura corporal mayormente afectadas por alguna lesión y clasificadas por deporte: a) Miembros inferiores y b) Miembros superiores

El análisis de la morfología de la parte anterior del pie demostró que el 69.1% de la población de jóvenes deportistas presenta la forma de pie egipcio, el 19.4% pie griego y el 11.5% pie romano o cuadrado.

Discusiones

Los resultados muestran claramente que el pie plano en adolescentes y adultos jóvenes es una alteración con un bajo nivel de prevalencia^{3,26}. Para el miembro pélvico derecho, el pie plano en las mujeres oscila entre 1.9% y 3.8% y para los hombres varía de 1.4% hasta 8.2%. Para el miembro pélvico izquierdo, el pie plano en las mujeres oscila entre 0.9% hasta 4.7% y para los hombres está alrededor de 5.5%. Estos resultados muestran que la prevalencia de pie plano es mayor en hombres que mujeres como lo han indicado otros autores^{3,10,27}. Uno de los resultados más sobresalientes encontrados en el estudio es el alto índice de pie cavo en los deportistas, donde las mujeres son las más afectadas por esta alteración. Este hallazgo coincide con otros estudios que han encontrado una tendencia de pie cavo en los deportistas y que podría tener un efecto sobre la estructura del pie. Un alto índice de prevalencia de pie cavo pudiera estar relacionado con las exigencias mecánicas del pie hacia el movimiento de flexión plantar^{10,28}. Además, es probable que el exceso pronunciado del arco plantar no permita la transferencia de cargas del suelo a la estructura corporal de manera adecuada ocasionando un incremento de alteraciones.

Aunque ya se han realizado estudios sobre las alteraciones músculo-esqueléticas en adolescentes, no existen datos concluyentes que establezcan la frecuencia de alteraciones en participantes en actividad física y deporte, particularmente en adolescentes y adultos de entre 9 y 20 años quienes, en etapa de crecimiento y desarrollo, al tener defectos en la postura y marcha pueden presentar daños irreversibles a largo plazo. El presente trabajo muestra que el 34% de los participantes han presentado una lesión, el 15.7% dos y el 12% tres, donde las mujeres tienen un porcentaje de prevalencia mayor al de los hombres. Los resultados evidencian un alto índice de lesiones en el género femenino por lo que se debe incrementar las atenciones a los protocolos de entrenamiento, calzado, indumentaria, fisiología del cuerpo humano y capacidades físicas en estos atletas.²⁹

El aumento de la cantidad de personas que practican deporte ha incrementado el número de lesiones o traumatismos. Es importante conocer las lesiones específicas de cada práctica que en su mayoría se deben a sobrecarga física¹⁸. El presente trabajo ha encontrado que la rodilla es la parte del cuerpo con un mayor porcentaje de prevalencia de lesiones en casi todos los deportes analizados. En segundo lugar, se encuentra el tobillo, en tercero la

espalda baja y en cuarto lugar el hombro. De las lesiones reportadas por los deportistas encontramos, el esguince de tobillo, desgarres musculares, lumbalgia, inflamaciones, tendinitis, dolor articular, contracturas, etc.

Otro hallazgo importante en el presente trabajo es el incremento de lesiones en relación a la edad de los deportistas. Es decir, el grupo de mayor edad presentó un porcentaje de lesiones más elevado. Sin embargo, esta tendencia no se repitió en todas las regiones de la estructura corporal.

La región del cuerpo que presentó un mayor porcentaje de lesiones fueron las extremidades inferiores. Además, se encontró que existen zonas del cuerpo mayormente predisuestas a sufrir una lesión en relación al deporte practicado. Por ejemplo, los jugadores de balónmano tienen una tendencia a lesionarse los hombros debido al gran esfuerzo que realizan durante el lanzamiento del balón. Asimismo, los practicantes de halterofilia tienen un alto porcentaje de prevalencia de lesiones en la zona lumbar, quizá ocasionado por una mala técnica del levantamiento de pesas.

En conclusión, el presente trabajo de investigación señala que existe un elevado porcentaje de pie cavo que debe ser atendido de manera inmediata para reducir las probabilidades de sufrir una lesión. Adicionalmente, las mujeres son las que presentan un mayor porcentaje de prevalencia de lesiones. Existen partes del cuerpo predisuestas a sufrir una alteración músculo-esquelética en relación al deporte practicado.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Agradecemos al Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas CIATEC, A.C., a la Comisión Municipal de Cultura Física y Deporte COMUDE León y a la Secretaría de Innovación, Ciencia y Educación Superior SICES por el apoyo proporcionado para el desarrollo de este trabajo de investigación (0FJ061801-SICES/CONV/061/2018).

Referencias

1. Atik A, Ozyurek S. Flexible flatfoot. *North Clin Istanbul*. 2014;1(1):57-64. doi:10.14744/nci.2014.29292
2. Kim M-K, Lee Y-S. Kinematic analysis of the lower extremities of subjects with flat feet at different gait speeds. *J Phys Ther Sci*. 2013;25(5):531-533. doi:10.1589/jpts.25.531
3. Pourghasem M, Kamali N, Farsi M, Soltanpour N. Prevalence of flatfoot among school students and its relationship with BMI. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2016;50(5):554-557. doi:10.1016/j.aott.2016.03.002
4. Aenumulapalli A, Kulkarni MM, Gandotra AR. Prevalence of Flexible Flat Foot in Adults: A Cross-sectional Study. *J Clin diagnostic Res*. 2017;11(6):AC17-AC20. doi:10.7860/JCDR/2017/26566.10059
5. Mortazavi J, Espandar R, Baghdadi T. Flatfoot in children: How to approach? *Iran J Pediatr*. 2007;17(2):163-170. http://www.academia.edu/28235002/Flatfoot_in_children_How_to_approach.
6. Bouchard M, Mosca VS. Flatfoot Deformity in Children and Adolescents. *J Am Acad Orthop Surg*. 2014;22(10):623-632. doi:10.5435/JAAOS-22-10-623
7. Camarena CÁ, Villegas WP. Desarrollo y biomecánica del arco plantar. *Ortho-tips*. 2010;6(4):215-222. <http://www.medigraphic.com/orthotips>.
8. Evans AM, Rome K. A review of the evidence for non-surgical interventions for flexible pediatric flat feet. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2011;47(1):1-21. doi:10.1002/14651858
9. Saldívar-Cerón HI, Garmendia Ramírez A, Rocha Acevedo MA, Pérez-Rodríguez P. Obesidad infantil: factor de riesgo para desarrollar pie plano. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2015;72(1):55-60. doi:10.1016/j.bmhmx.2015.02.003
10. Troiano G, Nante N, Citarelli GL. Pes planus and pes cavus in Southern Italy: A 5 years study. *Ann Ist Super Sanita*. 2017;53(2):142-145. doi:10.4415/ANN_17_02_10
11. Otman S, Basgöze O, Gökce-Kutsal Y. Energy cost of walking with flat feet. *Prosthet Orthot Int*. 1988;12(2):73-76. doi:10.3109/03093648809078203
12. Parmenter DC. Some medical aspects of the training of college athletes. *Bost Med Surg*. 1923;189:45-50.
13. Brunet-Guedj E. Enfermedades del aparato locomotor en el niño deportista. *EMC - Tratado Med*. 2013;17(2):1-8. doi:10.1016/S1636-5410(13)64535-3
14. Koplan JP, Powell KE, Sikes RK, Shirley RW, Campbell CC. An Epidemiologic Study of the Benefits and Risks of Running. *JAMA J Am Med Assoc*. 1982;248(23):3118-3121. doi:10.1001/jama.1982.03330230030026

15. Carfagno DG, Hendrix JC. Overtraining syndrome in the athlete: Current clinical practice. *Curr Sports Med Rep.* 2014;13(1):45-51. doi:10.1249/JSR.0000000000000027
16. Soligard T, Schweltnus M, Alonso JM, et al. How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *Br J Sports Med.* 2016;50(17):1030-1041. doi:10.1136/bjsports-2016-096581
17. Meeusen R, Duclos M, Foster C, et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the european college of sport science and the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(1):186-205. doi:10.1249/MSS.0b013e318279a10a
18. Rochongar P. Lesiones crónicas del aparato locomotor en el deportista. *EMC - Apar Locomot.* 2014;47(2):1-10. doi:10.1016/S1286-935X(14)67557-2
19. Kreher JB, Schwartz JB. Overtraining Syndrome: A Practical Guide. *Sports Health.* 2012;4(2):128-138. doi:10.1177/19417381111434406
20. Razo J, Díaz F, Barroso F, Moreno MT. Prevalencia de alteraciones músculo-esqueléticas en jóvenes preparatorianos. *Acta Ortopédica Mex.* 2003;17(2):68-73. <http://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2003/or032c.pdf>.
21. Moreno Pascual C, Rodríguez Pérez V, Seco Calvo J. Epidemiología de las lesiones deportivas. *Fisioterapia.* 2008;30(1):40-48. doi:10.1016/S0211-5638(08)72954-7
22. Mendiola C, Díaz FJ, Rivera AE. Reporte de lesiones encontradas en corredores de medio y gran fondo. *Salud Publica Mex.* 1986;28(4):387-392. doi:10.1590/S0036-36341999000100009
23. Chang CH, Chen YC, Yang WT, et al. Flatfoot diagnosis by a unique bimodal distribution of footprint index in children. *PLoS One.* 2014;9(12). doi:10.1371/journal.pone.0115808
24. Babu KY, Ganesh K. Assessment of Plantar Arch Index and Prevalence of Flat Feet among South Indian Adolescent. *J Pharm Sci Res.* 2017;9(4):490-492. <https://www.jpsr.pharmainfo.in/Documents/Volumes/vol9Issue04/jpsr09041731.pdf>
25. Pita-Fernández S, González-Martín C, Seoane-Pillado T, López-Calviño B, Pértega-Díaz S, Gil-Guillén V. Validity of footprint analysis to determine flatfoot using clinical diagnosis as the gold standard in a random sample aged 40 years and older. *J Epidemiol.* 2015;25(2):148-154. doi:10.2188/jea.JE20140082
26. Tejashree Bhoir; Deepak B. Anap; Abhijit Diwate. Prevalence of flat foot among 18 -25 years old physiotherapy students: cross sectional study. *Indian J Basic Appl Med Res.* 2014;3(4):272-278.
27. Askary R, Aliabadi F, Ghorbani M. Prevalence of Flat Foot: Comparison between Male

- and Female Primary School Students. *Iran Rehabil J.* 2013;11(18):22-24.
<http://irj.uswr.ac.ir/article-1-300-en.pdf>.
28. Gómez Salazar L, Franco Alvarez JM, Nathy Portilla JJ, Valencia Esguerra EA, Vargas Bonilla DV, Jiménez Hernández L. Características de la huella plantar en deportistas colombianos. *Entramado.* 2010;6(2):158-167.
http://www.unilibrecali.edu.co/images2/revista-entramado/pdf/pdf_articulos/volumen6/volumen6_2/caracteristicas_huella_plantar_deportistas_colombianos.pdf.
29. Benguerbi E, Isidro S, Campillo M, et al. El pie en el deporte. *EMC - Podol.* 2012;14(4):1-20. doi:10.1016/S1762-827X(12)63396-3