



Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud

ISSN: 0121-0807

ISSN: 2145-8464

Universidad Industrial de Santander

Campo-Ramírez, Miguel Ángel; Hernández-Oñate, Gabriel Enrique; López-Salamanca, David Eliecer; Hincapié-Gallón, Olga Lucía; Mosquera, Wladimir; Paz Sánchez, Gina Marcela
Caracterización del equilibrio dinámico y la tipología de pie en futbolistas juveniles
Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud, vol. 54, e325, 2022, Enero-Diciembre
Universidad Industrial de Santander

DOI: <https://doi.org/10.18273/saluduis.54.e:22030>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=343873097018>

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







UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc


Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Caracterización del equilibrio dinámico y la tipología de pie en futbolistas juveniles

Characterization of dynamic balance and standing typology in youth soccer players

Miguel Ángel Campo-Ramírez¹ ; Gabriel Enrique Hernández-Oñate¹ ; David Eliecer López-Salamanca² ; Olga Lucía Hincapié-Gallón¹ ; Wladimir Mosquera³ ; Gina Marcela Paz Sánchez³ 

*miguel.campo@endeporte.edu.co

Forma de citar: Campo Ramírez MA, Hernández Oñate GE, López Salamanca DE, Hincapié Gallón OL, Mosquera W, Paz Sánchez GM. Caracterización del equilibrio dinámico y la tipología de pie en futbolistas juveniles. Salud UIS. 2022; 54: e22030. doi: <https://doi.org/10.18273/saluduis.54.e:22030> 

Resumen

Introducción: el equilibrio dinámico (ED) es la base para todas las actividades motoras deportivas. Algunas variables como el tipo de pie y el mecanismo de Windlass (MW) están asociadas a dicho equilibrio y al riesgo de lesión en la extremidad inferior. Se hace necesario el reconocimiento de estos elementos en la población con el fin de identificar potenciales factores de riesgo y promover las respectivas medidas preventivas. **Objetivo:** Caracterizar el equilibrio dinámico, algunas variables sociodemográficas, antropométricas y anatómico-funcionales del pie en jóvenes futbolistas del Club Deportivo Cañasgordas Latinos. **Materiales y métodos:** estudio cuantitativo, observacional y de corte transversal. Se incluyeron 10 futbolistas. Se evaluó ED por medio del Y-Balance Test. Se evaluó el MW por medio del Test de Jack. Para determinar la tipología del pie se utilizó el método HERZCO. **Resultados:** se identificaron aspectos susceptibles en el equipo y posibles factores de riesgo de lesión como la prevalencia de pies cavos y la inactivación del mecanismo de Windlass en el 70% de la muestra. Ningún deportista presentó riesgo de lesión asociado a asimetrías en el equilibrio dinámico. **Conclusiones:** Se sugiere complementar la evaluación del ED con factores anatómico-funcionales en futuros estudios para determinar el riesgo de lesión.

Palabras clave: Fútbol; Pie; Rehabilitación; Windlass

¹Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. Cali, Colombia.

²Universidad del Valle. Cali, Colombia.

³Fundación Universitaria Maria Cano, Popayán, Colombia.

Abstract

Introduction: Dynamic balance (ED) is at the base of all sports motor activity. Some variables such as the type of foot and the Windlass Mechanism (WM) are associated with this balance and the risk of injury on the lower limb. The recognition of these elements in the population is necessary to identify potential risk factors and promote the respective preventive measures. **Objective:** To characterize the dynamic balance sociodemographic, anthropometric and some anatomical-functional variables of the foot in young soccer players from the Cañasgordas Latinos club. **Materials and methods:** Quantitative, observational, and cross-sectional study. A total of 10 soccer players were included. The ED was evaluated using the Y-Balance Test. MW was evaluated through the Jack's Test. The HERZCO method was used to determine the type of the foot. **Results:** Susceptible aspects of the equipment and possible risk factors for injury, such as the prevalence of pes cavus and the inactivation of the Windlass Mechanism in 70% of the sample were identified. Any athlete presented an injury risk associated with asymmetries in dynamic balance. **Conclusions:** It is suggested to complement the evaluation of ED with anatomical-functional factors in athletes to determine the risk of injury.

Keywords: Soccer; Foot; Rehabilitation; Windlass

Introducción

En el ámbito de la actividad física y del deporte el equilibrio es: “la capacidad del hombre de mantener su propio cuerpo en una posición controlada y estable por medio de movimientos compensatorios”, distinguiéndose el equilibrio estático y dinámico¹. Este último es el estado en el que una persona se mueve y durante este movimiento, modifica y desplaza constantemente su centro de gravedad y base de sustentación. Se basa en la percepción de la aceleración, y adquiere importancia en acciones en las que el deportista debe realizar cambios posicionales veloces, como ocurre en diferentes gestos del fútbol².

El equilibrio dinámico requiere información vestibular, propioceptiva y visual para proporcionar ajustes neuromusculares y mantener el centro de masa dentro de la base de soporte. Sin embargo, este estado de equilibrio no solo está influenciado por la información aferente recibida y las respuestas neuromusculares ejecutadas, sino también por otras variables como las características antropométricas, la prescripción del ejercicio, los trastornos musculoesqueléticos, el rango de movimiento, la fuerza, el género y la condición física³.

Estudios recientes han documentado que la mayoría de lesiones en el fútbol afectan los miembros inferiores, en un 80% el tobillo⁴. Según un estudio de reporte de lesiones realizado por la UEFA (Unión de Asociaciones Europeas de Fútbol) en 2018-2019, se halló que el 70% de las lesiones en la temporada se producían por el mecanismo del no contacto⁵, donde los automatismos y mecanismos reflejos del equilibrio dinámico juegan un papel importante.

Por otra parte, algunos estudios reportan que la tipología del pie afecta el equilibrio dinámico⁶⁻⁸, debido que esta estructura es el medio de interacción del cuerpo con el ambiente externo en posición bípeda y, por lo tanto, requiere una distribución de peso adecuada durante muchos movimientos corporales estáticos y dinámicos, para ello cuenta con estructuras que absorben los impactos, como lo son los arcos transversales, longitudinales mediales y laterales⁹.

Además, hay algunas características del pie que podrían influir en el equilibrio dinámico, por ejemplo, el mecanismo de windlass, el cual consiste en una elevación del arco longitudinal medial (ALM) al realizar una extensión pasiva del hallux, si este mecanismo no se activa en actividades dinámicas se aumenta el riesgo de sufrir lesiones en el pie, principalmente en deportistas de alto rendimiento¹⁰. La causa de estas lesiones deportivas podría originarse en el desequilibrio dinámico.

Así mismo, la ausencia del mecanismo de windlass está asociada a la caída del ALM lo cual genera pie plano, esto ocasiona una tendencia hacia la pronación y eversión del talón y causa una mayor descarga de peso en el compartimiento medial del pie. Esta deformación estructural limita la capacidad de absorber los impactos, disminuye la sensación de equilibrio y la estabilidad dinámica al caminar o correr¹¹.

Al respecto, Hyong *et al.* en 2016 reportaron que el pie plano puede causar disfunciones en la vaina del tendón del tibial posterior, evidenciadas mediante desequilibrio dinámico, dolor, compromiso articular e incluso fracturas por estrés⁹. A su vez, el pie cavo se ha relacionado con patologías como fascitis plantar y las tendinitis rotuliana en deportistas¹².

De esta forma, las deficiencias en la función del mecanismo de windlass y variables como la tipología de pie, podrían ser determinantes en la población deportista debido a las exigencias funcionales del gesto¹⁰. Por ello se hace necesario la medición y control de variables relacionadas con el riesgo de lesión, dentro de los factores intrínsecos, con el fin de proponer medidas preventivas que puedan disminuir la incidencia de lesiones en deportes como el fútbol.

Lo anterior justifica la realización de este estudio cuyo propósito fue caracterizar el equilibrio dinámico, algunas variables sociodemográficas, antropométricas y anatómico-funcionales del pie en jóvenes futbolistas del Club Cañasgordas Latinos.

Metodología

Estudio descriptivo de tipo observacional y corte transversal. La población objeto de estudio estuvo compuesta por jugadores de fútbol Sub-20 pertenecientes al Club Cañasgordas Latinos de la ciudad de Popayán, Colombia. Se incluyeron en el estudio los jugadores activos mayores de 18 años que consintieran voluntariamente la participación y se excluyeron los jugadores que presentaban alguna patología al momento de la valoración, una alteración postural considerable o que habían presentado alguna lesión en miembro inferior en un periodo igual o inferior a 3 meses; inicialmente se tuvo una población de 25 futbolistas, sin embargo, luego de aplicar los criterios se contó con la participación final de 10 futbolistas de la plantilla (Figura 1).

Con el propósito de evitar sesgos, para la recolección de datos se entrenó a los evaluadores en las técnicas y métricas a utilizar en los distintos test. Este proceso fue certificado por la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte.

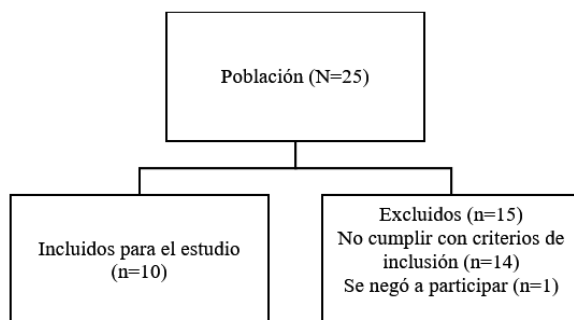


Figura 1. Flujograma de selección de la población.
Fuente: Elaboración propia.

En las mediciones se destinaron tres fases: la primera inició con el registro de los datos sociodemográficos, antropométricos y deportivos a través de entrevista, en la cual se obtuvieron variables como edad, estrato socioeconómico, peso, estatura, índice de masa corporal (IMC) y dominancia de miembro inferior. La clasificación de estrato sociodemográfico se definió de la siguiente forma: estratos bajos (1 y 2), medios (3 y 4), altos (5 y 6). Para la caracterización demográfica se utilizaron preguntas retomadas de las encuestas nacionales de hogares y de demografía utilizadas en Colombia; por su parte, los datos antropométricos fueron tomados mediante la modalidad de autorreporte. Se evaluó el MW por medio del test de Jack o Hubscher a través un protocolo utilizado por Lucas *et al.*¹³, que consta de tres intentos, en el cual se realiza extensión pasiva del hallux en bipedestación y se observa si se produce o no aumento del arco longitudinal medial del pie. El resultado final es la valoración que se presente dos veces. Se clasifica como negativo si se presenta un aumento del arco longitudinal medial, o positivo si no se presenta esta condición. El Test de Jack o Hubscher tiene confiabilidad y reproducibilidad diagnóstica adecuada para determinar la presencia o ausencia del MW^{14,15}.

Para la segunda fase se tomó la impresión de la huella plantar a través de papel térmico y alcohol, se dejaron bien definidos los detalles y la silueta de la huella, mediante la cual se determinó la tipología del pie por medio del método HERZCO¹⁶. Se clasificó de acuerdo a criterios de perpendicularidad en las siguientes categorías: pie plano, plano normal, normal, normal cavo, cavo y cavo fuerte. A través de este método, se puede establecer la tipología del pie de forma sencilla y confiable¹⁷; cabe resaltar que las mediciones fueron realizadas por el mismo profesional, el cual es ajeno a los intereses del estudio, con el fin de evitar subjetividades y variabilidad en el proceso.

En la última fase se realizó la valoración del equilibrio dinámico por medio de la aplicación del Y-Balance Test (YBT), el cual presenta un buen nivel de confiabilidad entre evaluador e inter evaluador¹⁸. Se utilizó el protocolo descrito por Fratti *et al.*¹⁸, en el que se dibujó la Y con cinta métrica en el suelo según las medidas indicadas. Luego, a cada participante se le explicó la forma correcta de desarrollar el movimiento, se le permitió realizar tres intentos de prueba por cada dirección, a continuación, se destinaron tres minutos de descanso antes de iniciar el test. Posteriormente, se realizaron tres alcances correctos por cada dirección, posterolateral (PL), posteromedial (PM), y anterior (A). Fueron repetidos los alcances donde el evaluado: no pudo mantener el equilibrio, no

tocó la línea con el pie de alcance, levantó el talón o descargó peso en la extremidad de alcance. Cada intento estuvo separado por 15 segundos de recuperación.

Para garantizar que las medidas no se vean influenciadas por la altura de los participantes, las distancias de alcance del YBT fueron normalizadas con la longitud real de miembro inferior de acuerdo al protocolo utilizado por Plisky *et al.* a través de la siguiente fórmula: Distancia de Alcance Normalizada Compuesta (DANC) % = (distancia anterior + distancia posteromedial + distancia posterolateral) / (3 x medida real de miembro inferior) * 100¹⁹; esta se calculó para cada extremidad. Al existir una DANC% menor al 94% se relaciona con déficit en el control neuromuscular y una mayor probabilidad de lesiones en dicha extremidad.

En relación con el procesamiento y análisis de la información, los datos fueron registrados en el software Microsoft Excel®, posteriormente se transfirieron y procesaron en el Stata 16®. Las variables categóricas fueron presentadas a partir de frecuencias absolutas y relativas, mientras que las variables numéricas se presentaron con medias y desviaciones estándar.

Resultados

Ingresaron al estudio 10 futbolistas de género masculino, la edad media fue de 19±0,81 años. El 60%

de los participantes eran de estrato 5 o 6, seguido de los participantes de estratos 3 y 4 (40%). Frente a la dominancia el 60% de los participantes eran diestros, 40% de zurdos y solo el 10% eran ambidiestros.

Para el caso de variables numéricas como el peso y la talla se obtuvieron medias de 61,7± 2,4 Kg y 1,65 ± 0,03 metros respectivamente. En la variable IMC se obtuvo una media de 22,5 ± 0,63, lo que indicó que el 100% de los participantes estaban en normopeso según la Organización Mundial de la Salud (OMS). En relación con la posición de juego, se tuvieron 6 defensas, 2 volantes, 1 arquero y 1 delantero. Los datos se resumen en la (Tabla 1).

En el test de Jack para el miembro derecho el 70% de los participantes tenían el mecanismo de windlass ausente (test positivo) y el 30% el mecanismo presente (test negativo). Estos mismos porcentajes se reflejaron en el miembro inferior izquierdo. Frente a la tipología del pie derecho el 70% tenía pie cavo y un 30% pie normal. Para el pie izquierdo el 80% ellos tenían pie cavo, seguido por un 20% normal.

No hubo deportistas con riesgo de lesión asociado al equilibrio dinámico según la Distancia de Alcance Normalizada Compuesta % (96,4 ± 0,9% pie derecho y 97,1 ± 1,1% pie izquierdo). Los datos se resumen en la (Tabla 2).

Tabla 1. Características sociodemográficas, antropométricas y deportivas en un grupo de futbolistas

Variable	n	%
Estrato socioeconómico		
Medios [3 y 4]	4	40
Altos [5 y 6]	6	60
Edad (años)*	19 ± 0,8	
Peso (kg)*	61,7 ± 2,4	
Talla (cm)*	165 ± 0,03	
IMC (Kg/ m²)*	22,5 ± 0,6	
Dominancia		
Derecho	5	50
Izquierdo	5	50
Posición de juego		
Arquero	1	10
Defensa	6	60
Volante	2	20
Delantero	1	1

*Variable expresada con media ± desviación estándar; MMII=miembro inferior, Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Características del pie y el equilibrio dinámico de los miembros inferiores en un grupo de futbolistas

Variable	MMII Derecho		MMII Izquierdo	
	n	%	n	%
Mecanismo Windlass				
Positivo	7	70	7	70
Negativo	3	30	3	30
Tipología de pie				
Plano	0	0	0	0
Normal	3	30	2	20
Cavo	7	70	8	80
Y-Balance Test				
Dirección anterior (Cm)*	72,3 ± 3,9		75,3 ± 5,2	
Dirección posteromedial (Cm)*	77 ± 13		75,8 ± 14,4	
Dirección posterolateral (Cm)*	74,8 ± 12,3		74,8 ± 12,6	
Distancia de Alcance Normalizada Compuesta DANC (%) *	96,4 ± 0,9		97,1 ± 1,1	

*Variable expresada con media ± desviación estándar, MMII=miembro inferior

Discusión

El principal hallazgo de la investigación fue que se encontraron posibles factores de riesgo de lesión, entre los cuales se destaca el elevado número de pies cavos en ambos miembros inferiores (75%) y la ausencia del mecanismo de windlass en ambos miembros en el 70% de los participantes. Sin embargo, no se encontró alto riesgo de lesión en la población posiblemente debido que este se encuentra determinado únicamente por el equilibrio dinámico en función de las asimetrías entre miembros inferiores, y no contempla otras variables potencialmente influyentes como la edad, el tipo de pie, el tipo de deporte, la exposición a la carga, la realización cualitativa del alcance, entre otros.

Al respecto Tong y Kong en una revisión sistemática establecieron que tanto el pie plano como el pie cavo están significativamente asociados con el riesgo de lesión²⁰. Kosashvili *et al.* relacionaron el pie plano con aparición de dolor en rodilla y lumbalgia²¹; otros estudios han asociado el pie plano con daño del cartílago femorotibial a largo plazo en deportistas²².

Así mismo, Kirby *et al.* en 2017 reportaron que el pie cavo se reconoce como uno de los factores biomecánicos que influye en la aparición de fracturas por estrés, debido a que en este tipo de pie se altera la relación de flexibilidad en superficies irregulares y de rigidez en la propulsión eficaz durante la marcha y la carrera²³.

Los resultados frente a la lateralidad de los participantes en la presente investigación concuerdan con el estudio realizado por Ponce *et al.* en Chile, donde el 90% de

los futbolistas evaluados presentaron dominancia de la pierna derecha²⁴. Al igual que el estudio de Quintero *et al.* de 2020 en Colombia, donde el 74,2% de los futbolistas participantes de categorías Sub-16 y Sub-17 eran predominantemente derechos²⁵. Respecto a las variables antropométricas, los resultados coinciden con los de Guerrero *et al.* en Boyacá, Colombia, donde se evaluó una población de futbolistas categoría Sub-20 y encontraron un IMC de $22,13 \pm 0,170$, el cual está dentro de los valores normales, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Así mismo la estatura promedio en este estudio fue de $178,5 \pm 8,7$ cm²⁶.

Frente a las características del pie y el equilibrio dinámico de la población, en los resultados del test de Jack se obtienen valores que difieren a lo encontrado en Ecuador por Gómez *et al.* en 2020, con una muestra de 100 futbolistas, el 79% de la población presentó test de Jack negativo, es decir, presencia del mecanismo de windlass²⁷. En este estudio tan solo el 30% tuvo presente activación del mecanismo de windlass, lo cual está asociado a mayor riesgo de lesión.

Autores como, Lucas *et al.* reportan que la ausencia del mecanismo de windlass genera caída del ALM y, por ende, una menor capacidad del pie para absorber impactos, así como una disminución en la fuerza propulsiva de la zancada, asociada a imbalances y desequilibrios musculares¹³.

Respecto al tipo de pie, los resultados de la presente investigación difieren a los encontrados en España por González *et al.* en 2017, donde en una muestra de 1002

participantes el 68,2% tenía pie normal y el 19% pie plano²⁸; esto debido a que en nuestra muestra no hubo casos de pie plano, probablemente por el tamaño de esta.

En el equilibrio dinámico los resultados de la presente investigación concuerdan con los de Pérez *et al.* en 2018, los cuales reportaron no existir riesgo de lesión según la Distancia del Alcance Normalizada Compuesta (DANC%) del YBT en un grupo de futbolistas²⁹. Lo anterior se asoció a un bajo riesgo de lesión en la extremidad inferior; sin embargo, cabe resaltar la importancia de indagar sobre otros factores influyentes en el pie que pueden comportarse como factores de riesgo de lesión.

Dentro de las limitaciones del estudio se reconoce el bajo tamaño de la muestra, lo cual limita la posibilidad de relacionar variables entre sí.

Conclusiones

Con base en el análisis de los datos recopilados se puede concluir que los deportistas presentaron tendencia hacia el bajo riesgo de lesión asociado al equilibrio dinámico según la DANC%; sin embargo, se identifican otras variables que podrían influir en el equilibrio dinámico y están potencialmente relacionadas con el riesgo de padecer lesiones en la extremidad inferior, por ejemplo, el tipo de pie cavo (presente en el 75% de la muestra) y la prevalencia de la inactivación del mecanismo de windlass en ambos pies (70%). Posiblemente estas deficiencias no se evidenciaron en el riesgo de lesión descrito, debido a que este encuentra determinado únicamente por el equilibrio dinámico en función de las asimetrías entre miembros inferiores, y no contempla otras variables potencialmente influyentes como la tipología de pie, el tipo de deporte, la exposición a la carga, la realización cualitativa del alcance, entre otros. Por lo tanto, se sugiere que las asimetrías en los miembros inferiores no son el único factor que se debe tener en cuenta al analizar el equilibrio dinámico en población deportista; sin embargo, se requieren otros estudios para confirmar dicha hipótesis. Finalmente identificaron facilitadores en el equipo, por ejemplo, la normalidad de los datos en el IMC y el peso.

Agradecimientos

Al Club deportivo Cañasgordas en Popayán, Colombia, por permitir el desarrollo del estudio, así como a los deportistas participantes.

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de una Institución Universitaria con código 4,1.01.03.06

Conflicto de intereses

Los investigadores declaran no tener conflicto de intereses de ningún tipo

Referencias

1. Fusco A, Giacotti GF, Fuchs PX, Wagner H, da Silva RA, Cortis C. Y balance test: Are we doing it right? *J Sci Med Sport* 2020; 23(2): 194–199. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.09.016>
2. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009; 17(7): 705–729. doi: <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0813-1>
3. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *J Athl Train.* 2012; 47(3): 339–357. doi: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.08>
4. Andersen TE, Floerens TW, Arnason A, Bahr R. Video analysis of the mechanisms for ankle injuries in football. *Am J Sports Med.* 2004; 32(1 Suppl): 69–79. doi: <https://doi.org/10.1177/0363546503262023>
5. Ekstrand J. UEFA Elite Club Injury Study: 2018/19 season report. Linköping (Suecia): UEFA Medical Committee
6. Karthikeyan G, Jadav Jayraj S, Narayanan V. Effect of forefoot type on postural stability - a cross sectional comparative study. *Int J Sports Phys Ther.* 2015; 10(2): 213–224.
7. Arango JCA, Nieto DC, Rengifo GMR. Análisis de huella plantar bajo el método HERZCO. *Lect educ fis deportes.* 2019; 24(251): 107–123.
8. Denyer JR, Hewitt NLA, Mitchell ACS. Foot structure and muscle reaction time to a simulated ankle sprain. *J Athl Train.* 2013; 48(3): 326–330. doi: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.2.15>
9. Hyong IH, Kang JH. Comparison of dynamic balance ability in healthy university students according to foot shape. *J Phys Ther Sci.* 2016; 28(2): 661–664. doi: <https://doi.org/10.1589/jpts.28.661>

10. Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athl Train.* 2005; 40(1): 41–46.
11. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? *Clin Rehabil.* 2000; 14(4): 402–406. doi: <https://doi.org/10.1191/0269215500cr342oa>
12. Mera TA, Andrade MC, Cabrera LJ, Bocca PG, Ortega RM. Evaluación de la base de sustentación como factor determinante de lesiones de rodilla en las jugadoras de básquetbol de la Federación del Guayas. *Rev Mex Med Fis Rehab.* 2019; 31(3-4): 35–39.
13. Lucas R, Cornwall M. Influence of foot posture on the functioning of the windlass mechanism. *Foot.* 2017; 30: 38–42. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foot.2017.01.005>
14. Di Stasio G, Montanelli M. A narrative review on the tests used in biomechanical functional assessment of the foot and leg: Diagnostic Tests of deformities and compensations. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2020; 110(6). doi: <https://doi.org/10.7547/19-040>
15. Jack EA. Naviculo-cuneiform fusion in the treatment of flat foot. *J Bone Joint Surg Br.* 1953; 35-B(1): 75–82. doi: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.35B1.75>
16. Arango JCA, Nieto DC, Rengifo GMR. Análisis de huella plantar bajo el método HERZCO. *Lect educ fis deportes.* 2019; 24(251): 107–123.
17. Zapata REL, Ramon YB, Ramon YB. Tipología de la región plantar, influyente en la actividad física, de los deportistas en formación del Club Norte Patín en Línea de la ciudad de Cúcuta. *Act Física Des Hum.* 2012; 4(1).
18. Neves LF, Souza CQD, Stoffel M, Picasso CLM. The Y balance test – how and why to do it? *Int Phys Med Rehab J.* 2017; 2(4): 99-100. doi: <https://doi.org/10.15406/ipmrj.2017.02.00058>
19. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006; 36(12): 911–919. doi: <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2244>
20. Tong JWK, Kong PW. Association between foot type and lower extremity injuries: systematic literature review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013; 43(10): 700–714. doi: <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4225>
21. Kosashvili Y, Fridman T, Backstein D, Safir O, Ziv YB. The correlation between pes planus and anterior knee or intermittent low back pain. *Foot Ankle Int.* 2008; 29(9): 910–913. doi: <https://doi.org/10.3113/FAI.2008.0910>
22. Gross KD, Felson DT, Niu J, Hunter DJ, Guermazi A, Roemer FW, et al. Association of flat feet with knee pain and cartilage damage in older adults. *Arthritis Care Res.* 2011; 63(7): 937–944. doi: <https://doi.org/10.1002/acr.20431>
23. Kirby KA. Sistema de reparto de cargas del arco longitudinal del pie. *Rev Esp Podol.* 2017; 28(1): 37–45. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.repod.2017.03.002>
24. Álvarez-Ponce D, Guzmán-Muñoz E. Efectos de un programa de ejercicios excéntricos sobre la musculatura isquiotibial en futbolistas jóvenes. *Arch Med Deporte.* 2019; 36(1):19-24.
25. Quintero-Palma LA, Agredo Rodríguez W, Quiceno Henao J, Quiñones A, Tovar JF. Efectos de fatiga en variables cinemáticas y cinéticas de miembros inferiores en jugadores de fútbol. *Rev EIA Esc Ing Antioq.* 2020; 17(33): 207-219. doi: <https://doi.org/10.24050/reia.v17i33.1360>
26. Guerrero Sánchez AL, Acosta Tova PJ. Relación entre potencia y resistencia en jugadores sub-20 de fútbol. *Rev Digit Act Fis Deport.* 2019; 5(2): 69–78. doi: <https://doi.org/10.31910/rdafd.v5.n2.2019.1255>
27. Gómez-Herrera KF. Incidencia de fascitis plantar y su relación con el hallux limitus funcional en los jugadores del Centro de Formación Técnica de Fútbol. 2020.
28. González-Martín C, Pita-Fernández S, Seoane-Pillado T, López-Calviño B, Pertega-Díaz S, Gil-Guillen V. Variability between Clarke’s angle and Chippaux-Smirak index for the diagnosis of flat feet. *Colomb Med.* 2017; 48(1): 25–31. doi: <https://doi.org/10.25100/cm.v48i1.1947>
29. Pérez H, Cristian F. Mejora del equilibrio estático y dinámico en futbolistas de categoría alevín a través de ejercicios isométricos. 2018.