

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**¿Cómo afecta el paso de una temporada al ROM
de dorsiflexión en árbitros de fútbol profesionales?**

AUTOR: Esteban López, Mariano

Nº Expediente: 170

TUTOR: Moreno Pérez, Víctor

Curso académico 2020-2021.

Convocatoria de junio

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS	5
3. MÉTODOS	6
3.1. PARTICIPANTES	6
3.2. RECOGIDA DE DATOS	6
3.3. MEDICIONES	7
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	9
5. DISCUSIÓN	12
BIBLIOGRAFÍA	16



RESUMEN

La reducción del rango de movimiento (ROM) de la dorsiflexión de tobillo se ha relacionado como factor de riesgo de diferentes lesiones. Se ha demostrado en futbolistas una disminución de este ROM con el paso de una temporada, sin embargo, desconocemos estudios en árbitros.

OBJETIVOS

El objetivo fue comparar el ROM de la dorsiflexión de tobillo y extensibilidad de la cadena posterior en árbitros en dos temporadas diferentes y estudiar su relación con el número de partidos arbitrados.

MÉTODOS

Participaron 7 árbitros y 8 asistentes. Las medidas fueron tomadas en dos períodos diferentes durante el periodo de transición. Se realizó una prueba T-student y un estudio de correlación.

RESULTADOS

La comparación del ROM de la dorsiflexión y extensibilidad de la cadena posterior en temporadas diferentes no resultó significativa en ningún caso. Sí se halló una correlación entre estos parámetros y el número de partidos arbitrados; destacando la alta correlación en la dorsiflexión de la extremidad dominante de árbitros ($r = -0.78$; $p = 0.15$).

CONCLUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas en la comparación del ROM de la dorsiflexión ni en la extensibilidad de la cadena posterior en las distintas temporadas. Sí observamos que los árbitros de fútbol de campo mostraban una reducción en la dorsiflexión de tobillo de la extremidad dominante relacionada con el aumento de partidos arbitrados durante una temporada. Por ello, recomendamos el uso de un programa de recuperación para la prevención de lesiones.

Palabras clave: fútbol, árbitros, flexibilidad, deporte.

ABSTRACT

Reduced ankle dorsiflexion range of motion (ROM) has been linked as a risk factor for various injuries. A decrease in this ROM has been demonstrated in football players over the course of a season, however, we are unaware of studies in referees.

OBJECTIVES

The objective was to compare the ROM of ankle dorsiflexion and posterior chain extensibility in referees in two different seasons and to study its relationship with the number of matches refereed.

METHODS

Seven referees and eight assistants participated. Measurements were taken in two different periods during the transition period. A Student's t-test and a correlation study were performed.

RESULTS

The comparison of dorsiflexion ROM and posterior chain extensibility in different seasons was not significant in any case. A correlation was found between these parameters and the number of matches refereed; highlighting the high correlation in the dorsiflexion of the dominant limb of referees ($r = -0.78$; $p = 0.15$).

CONCLUSION

No significant differences were found in the comparison of dorsiflexion ROM and posterior chain extensibility in the different seasons. We did observe that field soccer referees showed a reduction in ankle dorsiflexion of the dominant limb related to the increase in matches refereed during a season. Therefore, we recommend the use of a recovery programme for injury prevention.

Keywords: football, referees, flexibility, sport.

1. INTRODUCCIÓN

Los árbitros tienen completa autoridad para aplicar las reglas del juego con el objetivo de regular el comportamiento de los jugadores y para moverse por el terreno de juego de la forma que consideren más apropiada para obtener ventaja para la visualización del juego. Se calcula que cada semana de una temporada de competición saltan al campo de fútbol alrededor de 1,3 millones de árbitros (Peiser et al., 2003). Durante un partido, la exigencia física de un árbitro podría compararse con la demanda física de un jugador que juegue en el centro del campo (D'Ottavio et al., 2001). En este sentido, se ha observado en la literatura que un árbitro puede recorrer entre 9 y 13 kilómetros durante un partido de fútbol (Castagna et al., 2007). Sin embargo, hay varios aspectos que los distinguen de los jugadores, por un lado no pueden tocar el balón y por otro no pueden ser sustituidos durante el partido.

El árbitro está asistido por dos asistentes, cada uno de los cuales se mueve por la mitad de la línea de banda, uno en cada mitad de campo (Stolen et al., 2005). Las demandas físicas de los partidos son superiores en los árbitros que en los asistentes, donde se ha demostrado que los indicadores de carga internos y externos son muy superiores en árbitros de campo (Castillo et al., 2017). Además, se ha documentado que las demandas físicas del arbitraje de fútbol son suficientes para provocar aumentos en el lactato en sangre y ligeras reducciones en el rendimiento del sprint, factor que evidencia de fatiga relacionada con el partido (Castillo et al., 2015).

Debido a estas exigencias, los árbitros han mostrado una incidencia de lesiones de casi el doble con respecto a los asistentes (en partido 1.3 y 0.7 /1000h respectivamente). Entre las lesiones más comunes observadas en la literatura, se ha observado principalmente en la musculatura isquiosural y la pantorrilla (Matute-Llorente et al., 2020).

Varios factores de riesgo se han considerado relacionados con las lesiones sufridas por los árbitros, entre ellos la reducción del rango de movimiento (ROM) de la flexión dorsal del tobillo. Particularmente, se ha relacionado como factor de riesgo de diferentes lesiones como lesiones del tendón de Aquiles (Whitting et al., 2011) o distensión de la musculatura isquiosural (Gabbe et al, 2006; Gabbe et al., 2005). Matute-Llorente observó que los árbitros profesionales sufren 1.3 lesiones por cada 1000 horas de

partidos arbitrados; mientras que los asistentes profesionales sufren 0.7 lesiones en esas mismas horas arbitradas. En los entrenamientos la incidencia es de 0.4 y 0.3 respectivamente por cada 1000 horas arbitradas. Esto nos demuestra que pese a que la incidencia es baja, los árbitros sufren un riesgo de lesión un 90% mayor que los asistentes; por lo que vale la pena realizar programas preventivos; especialmente para isquiosurales y pantorrilla.

De este mismo modo, también se conoce que una baja extensibilidad de la cadena posterior se asocia con un mayor riesgo de daño muscular en los músculos de dicha cadena (McHugh et al., 1999), por lo que sería interesante estudiar si la cantidad de partidos arbitrados influye sobre esta variable.

Recientemente, Moreno-Pérez et al. (2019) demuestra una disminución progresiva del rango de movimiento de la flexión dorsal del tobillo en jugadores de fútbol profesionales a lo largo de la temporada de fútbol. Sin embargo, se desconoce el efecto de la competición sobre el rango de movimiento en árbitros y asistentes de fútbol.



2. OBJETIVOS

El objetivo de este estudio fue comparar la flexión dorsal y extensibilidad de la cadena posterior de árbitros de campo y árbitros asistentes de fútbol en dos temporadas diferentes. También se hizo un análisis de correlación entre estos parámetros y el número de partidos arbitrados por temporada.



3. MÉTODOS

3.1. PARTICIPANTES

Un total de 44 árbitros de fútbol profesional (8 árbitros de campo y 35 árbitros asistentes) participaron voluntariamente en este estudio observacional retrospectivo. Entre ellos, sólo 7 árbitros de campo (edad: 33.4 ± 5.13 años; masa corporal: 75.1 ± 4.4 kg; altura: 182.4 ± 5.0 cm) y 8 árbitros asistentes (edad: 39.2 ± 6.7 años; masa corporal: 75.7 ± 6.4 kg; altura: 180.3 ± 7.9 cm) superaron los criterios de inclusión y completaron este estudio. Todos los participantes presentaban dominancia de la extremidad inferior derecha. Como criterio de inclusión, se adoptó que todos los participantes tuvieran realizada una medición de las temporadas seleccionadas para la realización del estudio. Con este criterio se excluyó a 1 árbitro de campo y 27 árbitros asistentes.

Este estudio ha sido aprobado por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el COIR para TFGs: 201207164721.

3.2. RECOGIDA DE DATOS

Todos los datos y las mediciones fueron obtenidas al final de la temporada competitiva en la concentración anual de árbitros realizada a finales del mes de Julio. Las estadísticas sobre el número de partidos arbitrados durante la temporada fueron obtenidas de la web livefootball. Las mediciones fueron realizadas por un responsable de la preparación física del colectivo arbitral en la Real Federación Española de Fútbol. Todas las mediciones fueron tomadas en esa concentración en el periodo de transición de una temporada a la siguiente. Antes de llevar a cabo las mediciones todos los árbitros realizaron el mismo calentamiento, que consistía en 8 minutos de trote al ritmo al que calientan pre-partido y ejercicios de movilidad articular de todo el cuerpo. Los árbitros ya estaban familiarizados con las pruebas realizadas; ya que estas forman parte de la batería de test que realizan cada temporada.

3.3. MEDICIONES

Mediciones de dorsiflexión del tobillo.

El ROM de la dorsiflexión unilateral del tobillo se evaluó mediante el test LegMotion System (LegMotion, Check your Motion, Albacete, España). Los procedimientos de la prueba se evaluaron siguiendo la metodología previamente descrita por Calatayud et al. (2015). Los sujetos estaban de pie en el sistema LegMotion con el pie examinado sobre la escala de medición (Figura 1). El pie contralateral se colocó fuera de la plataforma con los dedos del pie en el borde de la misma. Cada árbitro realizó la prueba con las manos en las caderas, con el pie asignado en el centro de la línea longitudinal, y justo detrás de la línea de la plataforma. Mientras se mantiene esta posición, los sujetos recibieron indicaciones de flexionar la rodilla hacia adelante colocándola en contacto con el palo de metal. Cuando el sujeto era capaz de mantener el contacto entre el talón y la rodilla la distancia máxima, el bastón metálico se aleja progresivamente de la rodilla progresivamente de la rodilla y se registraba la siguiente distancia alcanzada. Se permitieron tres ensayos tres ensayos para cada pierna (es decir, izquierda y derecha), con 10 s de recuperación pasiva entre los ensayos. La mejor puntuación de cada tobillo entre estos ensayos se seleccionó para el análisis posterior. El coeficiente de correlación intraclase (ICC) de la prueba del sistema LegMotion fue de 0,96-0,98 (Calatayud et al., 2015).



Figura 1. Prueba del ROM de la dorsiflexión del tobillo.

Mediciones de la extensibilidad de la cadena posterior (Sit and Reach).

Para la valoración de la extensibilidad de la cadena posterior se utilizó el test Sit and Reach, empleándose un cajón de medición estándar, con la línea del pie en los 23 cm de longitud con una regla milimetrada adosada. Para la ejecución del test, el árbitro se situó en sedestación, con las rodillas extendidas, los pies separados a la anchura de sus caderas y las plantas de los pies situadas perpendiculares al suelo, en contacto con el cajón de medición y con las puntas de los pies dirigidas hacia arriba. Todos los participantes se sentaron con los talones y las plantas de los pies contra la caja, con las rodillas totalmente extendidas. Los participantes recibieron instrucciones de alcanzar hacia adelante lo más lejos posible sin deformar su posición, con las puntas de los dedos empujando el medidor, y mantener el máximo durante dos segundos (Figura 2). Se registraron tres mediciones y se calculó la media. La realización del test se llevó a cabo con ropa deportiva y descalzos. La medida de resultado es una medida válida para la extensibilidad de los isquiotibiales (Baltaci et al., 2003), y se han encontrado correlaciones entre la prueba del sit and reach y la extensibilidad de la columna lumbar (Grenier et al., 2003). Se seleccionó para su uso en el presente estudio debido a la capacidad única de incorporar la columna lumbar y extensibilidad de los isquiotibiales simultáneamente mientras se tensa la línea dorsal superficial. (Mayorga-Vega et al., 2014).



Figura 2. Prueba del Sit and Reach para la evaluación de la extensibilidad de la cadena posterior.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los análisis se realizaron con el programa Microsoft Excel 2019 (versión 19.0). Se calcularon las estadísticas descriptivas para las pruebas de ROM de la dorsiflexión del tobillo por separado según la extremidad (dominante y no dominante) y la extensibilidad de la cadena posterior. La prueba de T-Student se realizó para la comparación de estos parámetros en dos temporadas diferentes. La significación estadística se fijó en $p < 0.05$. Los coeficientes de Pearson se calcularon para determinar la relación entre el ROM de dorsiflexión del tobillo y la extensibilidad de la cadena posterior con el número de partidos arbitrados. Se fijaron los baremos de esta prueba en 0 - 0.2 muy baja; 0.2 - 0.4 baja; 0.4 - 0.6 moderada; 0.6 - 0.8 alta; 0.8 - 1 muy alta.



4. RESULTADOS

Los siete árbitros de campo arbitraron 20.42 ± 3.3 partidos por temporada, mientras que los ocho árbitros asistentes 32.75 ± 6.7 partidos por temporada.

Los valores descriptivos del ROM (media \pm desviación estándar) de la dorsiflexión del tobillo y extensibilidad de la cadena posterior en las diferentes temporadas se presentan en la Tabla I para árbitros, y en la Tabla II para asistentes.

La tabla I muestra la comparación de las mediciones del ROM de la dorsiflexión de tobillo y la extensibilidad de la cadena posterior en dos temporadas diferentes en árbitros de campo. Los resultados obtenidos no muestran diferencias significativas ($p > 0.05$).

Tabla I. Comparación del ROM de la flexión dorsal de tobillo y extensibilidad de la cadena posterior entre dos temporadas en árbitros.

ROM ÁRBITROS	TEMPORADA 1	TEMPORADA 2	p
ROM de tobillo dominante (cm)	9.8 ± 1.9	8.64 ± 2.42	0.13
ROM de tobillo no dominante (cm)	10.4 ± 1.9	9.71 ± 2.4	0.44
Sit and reach test (cm)	22.7 ± 7	22.3 ± 7.1	0.51

La tabla II compara las mediciones de dorsiflexión de tobillo y extensibilidad de la cadena posterior en árbitros asistentes en dos temporadas diferentes. En la tabla II se puede observar la ausencia de diferencias significativas ($p > 0.05$).

Tabla II. Comparación del ROM de la flexión dorsal de tobillo y extensibilidad de la cadena posterior entre dos temporadas en asistentes.

ROM ÁRBITROS ASISTENTES	TEMPORADA 1	TEMPORADA 2	p
ROM de tobillo dominante (cm)	10.81 ± 3.42	11.13 ± 3.13	0.58
ROM de tobillo no dominante (cm)	10.81 ± 3.38	11.81 ± 3.73	0.33
Sit and reach test (cm)	15.63 ± 7	16.5 ± 7.17	0.26

La correlación de Pearson no fue significativa en ningún caso; pero mostró una relación alta entre la reducción de la flexión dorsal del tobillo y el número de partidos arbitrados en la extremidad dominante de los árbitros de campo ($r = -0.78$; $p = 0.15$); mientras que fue baja en su extremidad no dominante ($r = -0.34$; $p = 0.17$) y moderada en la extensibilidad de la cadena posterior ($r = 0.48$; $p = 0.09$).

En los árbitros asistentes la correlación de Pearson entre la reducción de la flexión dorsal del tobillo y el número de partidos arbitrados mostró una significación baja tanto en la extremidad dominante ($r = -0.39$; $p = 0.25$) como en la no dominante ($r = -0.23$; $p = 0.19$) y en la extensibilidad de la cadena posterior ($r = 0.23$; $p = 0.12$).

5. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue comparar el ROM de flexión dorsal y la extensibilidad de la cadena posterior de árbitros y asistentes de dos temporadas diferentes. Además, otro de los objetivos consistió en realizar un análisis de correlación para saber si existe una relación con el número de partidos arbitrados, con la carga que esto supone, y el rango de este movimiento.

La comparación de la flexión dorsal en temporadas diferentes no mostró resultados significativos en árbitros de campo ni en árbitros asistentes. Sin embargo aunque no exista una significación sí que hemos podido apreciar una tendencia a la disminución en el ROM de dorsiflexión de tobillo con el aumento del número de partidos arbitrados. No tenemos constancia de estudios sobre esta comparación en árbitros de fútbol; sin embargo un estudio previo en jugadores profesionales de fútbol (Moreno-Pérez et al., 2019) mostró que a lo largo de la temporada competitiva se producía una disminución del ROM de dorsiflexión de tobillo. El ROM ha sido ampliamente estudiado debido a que su disminución guarda relación con lesiones como lesiones del tendón de Aquiles (Whitting et al., 2011), distensión de la musculatura isquiosural (Gabbe et al., 2006; Gabbe et al., 2005), esguinces de tobillo (Youdas et al., 2009) y rotura del ligamento cruzado anterior (Wahlsdet et al., 2015). Además de la prevención de lesiones, la reducción del ROM de la dorsiflexión también tiene implicaciones para el rendimiento deportivo. Estudios anteriores han afirmado que dicho parámetro tiene una importancia crítica en las tareas de carrera multidireccional para facilitar la separación del suelo y la preparación para el impacto del pie (Jonhagen et al., 2014). Además, también se ha visto relación con el equilibrio dinámico unilateral, considerado un componente importante para el rendimiento de los árbitros, ya que deben realizar movimientos unilaterales repetitivos y explosivos, como arrancadas, frenadas y cambios de sentido (Castagna et al., 2007).

La comparación de la extensibilidad de la cadena posterior en dos temporadas diferentes tampoco tuvo resultados significativos en árbitros de campo ni en árbitros asistentes. En el fútbol, se cree que la extensibilidad de los isquiosurales juega un papel importante en la prevención de lesiones de los isquiosurales (Van Doormaal et al., 2017), y se ha observado que en futbolistas profesionales parece ser

un factor de riesgo débil para la lesión de isquiosurales (Van Dyk et al., 2017). Pese a que el test del sit and reach empleado en este estudio está considerado como el mejor para medir la extensibilidad de la cadena posterior, tiene una validez media baja para estimar la extensibilidad lumbar y una validez media moderada para estimar la extensibilidad de la musculatura isquiosural (Mayorga-Vega et al; 2014); por lo que no se puede afirmar nada con total seguridad debido a la globalidad de la prueba.

Además, en el presente trabajo se realizó un estudio de correlación entre el ROM de la dorsiflexión del tobillo y la cantidad de partidos arbitrados; mostrando una correlación inversa entre el número de partidos arbitrados y la flexión dorsal, disminuyendo ésta a medida que aumentaba el número de partidos arbitrados. Dicha correlación es alta en la extremidad dominante de los árbitros de campo, no siendo así en la extremidad no dominante de los árbitros de campo y en las extremidades dominante y no dominante de los árbitros asistentes; pero en ninguno de los casos los resultados son suficientemente significativos como para asegurar que exista una correlación clara entre el número de partidos arbitrados y esta variable. Una posible razón para la disminución del ROM de la dorsiflexión del tobillo a medida que se arbitran más partidos podría estar asociada a adaptaciones musculares crónicas debido a las altas exigencias de los entrenamientos y los partidos que los árbitros deben realizar, como las aceleraciones y desaceleraciones repentinas y los cambios de sentido constantes. Además, debido a estas exigencias, es normal que nuestros datos encuentren estas adaptaciones en los árbitros y no en los asistentes, debido a que su tarea es físicamente más exigente (Castillo et al., 2017). De este modo, está demostrado que la exposición continua a acciones excéntricas de alta intensidad aumenta la rigidez de los músculos y tendones (Seymore et al, 2017), aumenta el grosor y longitud de los fascículos musculares (Marušič et al., 2020) y disminuye el ROM articular (Mizrahi et al., 2000). Además, se ha demostrado que la fatiga disminuye el ROM de dorsiflexión de tobillo generando más complicaciones en deportistas (Howe et al., 2021). Estos resultados podrían tener importantes implicaciones en la aparición de ciertas lesiones ya que la reducción de la flexión dorsal del tobillo se ha postulado como un factor predisponente para aumentar el riesgo de lesiones por distensión de los isquiotibiales (Gabbe et al, 2005; Gabbe et al, 2006) y del tendón de aquiles (Whitting et al, 2011); lesiones más comunes dentro del colectivo arbitral (Matute-Llorente et al, 2020).

También se realizó esta correlación entre el número de partidos arbitrados y la extensibilidad de la cadena posterior; mostrando una correlación moderada en árbitros de campo y baja en árbitros asistentes. Una posible explicación para estos resultados podría ser que con el aumento de partidos aumente la extensibilidad de la cadena posterior, como pasa con los futbolistas tras jugar un partido de 90 minutos (Kakavas et al., 2020). Sin embargo se desconoce cuánto dura este efecto, por lo que tampoco podemos afirmar esta teoría. Harían falta más estudios al respecto.

Basándose en la relevancia de estos conocimientos, el presente estudio ha reportado información sobre la relación entre el número de partidos arbitrados y la disminución de la flexión dorsal en árbitros de fútbol de primera división. Sin embargo, hay que reconocer algunas limitaciones del estudio. En primer lugar, la muestra que se ha utilizado para el estudio ha sido pequeña; lo que dificulta extrapolar los resultados a todo el colectivo arbitral. Otra limitación de la presente investigación fue el hecho de disponer únicamente de una medición por temporada, cuando lo ideal hubiera sido disponer de distintas mediciones y ver cómo se comportan los parámetros medidos mientras se van sumando partidos. Por tanto, este estudio no puede afirmar nada con total seguridad; pero sí que puede servirnos para ver ciertos indicios o tendencias que nos indiquen que vale la pena seguir investigando en este campo con estudios más grandes y mejor preparados; ya que se pueden obtener resultados significativos e importantes.

6. CONCLUSIÓN

En resumen, el presente trabajo de fin de grado observó que no existen diferencias significativas entre las mediciones de flexión dorsal de tobillo y extensibilidad de la cadena posterior en árbitros ni en asistentes. Sin embargo, los árbitros de fútbol de campo muestran una reducción en la flexión dorsal de tobillo de la extremidad dominante relacionada con el aumento de partidos arbitrados durante una temporada. Esta relación no se observó en la extremidad no dominante ni en la extensibilidad de la cadena posterior de los árbitros de campo, y en ninguno de estos parámetros en los árbitros asistentes.

Por ello recomendamos la realización de rutinas de estiramiento, movilización articular y otras estrategias de recuperación, como la auto liberación miofascial con foam roller, para evitar lesiones y mantener los niveles de rendimiento.



BIBLIOGRAFÍA

1. Ángel Matute-Llorente [1] ; Javier Sanchez-Sanchez [2] ; Carlo Castagna [3] ; José A. Casajus [1] Injuries of a Spanish top-level sample of football referees. A retrospective study. *Apunts* Vol. 55. Ed 208. pág 146-152 (Oct 2020) DOI: 10.1016 / j.apunsm.2020.07.001.
2. Baltaci G, Un N, Tunay V, Besler A, Gerçeker S. Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in female university students. *Br J Sports Med.* 2003;37(1):59-61.
3. Calatayud, J., Martin, F., Gargallo, P., Garcia-Redondo, J., Colado, J. C., & Marin, P. J. (2015). The validity and reliability of a new instrumented device for measuring ankle dorsiflexion range of motion. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(2), 197–202.
4. Castagna C, Abt G, D'Ottavio S. Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sports Med.* 2007;37(7):625-46. doi: 10.2165/00007256-200737070-00006. PMID: 17595157.
5. Castagna C, Bizzini M, Araújo Póvoas SC, Schenk K, Büsser G, D'Ottavio S. Aerobic Fitness in Top-Class Soccer Referees. *J Strength Cond Res.* 2019 Nov;33(11):3098-3104. doi: 10.1519/JSC.0000000000002264. PMID: 29189582.
6. Castillo D, Weston M, McLaren SJ, Cámara J, Yanci J. Relationships Between Internal and External Match-Load Indicators in Soccer Match Officials. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017 Aug;12(7):922-927. doi: 10.1123/ijsp.2016-0392. Epub 2016 Dec 5. PMID: 27918665.
7. Castillo D, Yanci J, Cámara J, Weston M. The influence of soccer match play on physiological and physical performance measures in soccer referees and assistant referees. *J Sports Sci.* 2016;34(6):557-63. doi: 10.1080/02640414.2015.1101646. Epub 2015 Nov 2. PMID: 26523630.
8. D'Ottavio S, Castagna C. Analysis of match activities in elite soccer referees during actual match play. *J Strength Cond Res* 2001; 15 (2): 167-71.

9. Gabbe, B. J., Bennell, K. L., Finch, C. F., Wajswelner, H., & Orchard, J. W. (2006). Predictors of hamstring injury at the elite level of Australian football. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(1), 7–13. doi:10.1111/j. 1600-0838.2005.00441.x.
10. Gabbe, B. J., Finch, C. F., Bennell, K. L., & Wajswelner, H. (2005). Risk factors for hamstring injuries in community level Australian football. *British Journal of Sports Medicine*, 39(2), 106–110. doi:10.1136/bjism.2003.011197
11. Grenier SG, Russell C, McGill SM. Relationships between lumbar flexibility, sit-and-reach test, and a previous history of low back discomfort in industrial workers. *Can J Appl Physiol*. 2003;28(2):165-177.
12. Howe L, S North J, Waldron M, Bampouras TM. Restrictions in Ankle Dorsiflexion Range of Motion Alter Landing Kinematics But Not Movement Strategy When Fatigued. *J Sport Rehabil*. 2021 Feb 11:1-9. doi: 10.1123/jsr.2020-0429. Epub ahead of print. PMID: 33571960.
13. Jastifer JR, Marston J. Gastrocnemius Contracture in Patients With and Without Foot Pathology. *Foot Ankle Int*. 2016 Nov;37(11):1165-1170. doi: 10.1177/1071100716659749. Epub 2016 Jul 22. PMID: 27450448.
14. Jonhagen, S., Ericson, M. O., Nemeth, G., & Eriksson, E. (1996). Amplitude and timing of electromyographic activity during sprinting. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 6(1), 15–21.
15. Kakavas G, Malliaropoulos N, Kaliakmanis A, Georgios B, Maffulli N. A ninety-minute football match increases hamstring flexibility in professional players. *J Biol Regul Homeost Agents*. 2020 Sep-Oct;34(5 Suppl. 1):87-92. IORS Special Issue on Orthopedics. PMID: 33739011.
16. Lockie, R. G., Callaghan, S. J., Berry, S. P., Cooke, E. R., Jordan, C. A., Luczo, T. M., & Jeffriess, M. D. (2014). Relationship between unilateral jumping ability and asymmetry on multidirectional speed in team-sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3557–3566. doi:10.1519/JSC. 0000000000000588
17. Marušič J, Vatovec R, Marković G, Šarabon N. Effects of eccentric training at long-muscle length on architectural and functional characteristics of the hamstrings. *Scand J Med Sci*

- Sports. 2020 Nov;30(11):2130-2142. doi: 10.1111/sms.13770. Epub 2020 Jul 30. PMID: 32706442.
18. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Viciano J. Criterion-Related Validity of Sit-and-Reach Tests for Estimating Hamstring and Lumbar Extensibility: a Meta-Analysis. *J Sports Sci Med*. 2014 Jan 20;13(1):1-14. PMID: 24570599; PMCID: PMC3918544.
 19. McHugh MP, Connolly DA, Eston RG, Kremenik IJ, Nicholas SJ, Gleim GW. The role of passive muscle stiffness in symptoms of exercise-induced muscle damage. *Am J Sports Med*. 1999 Sep-Oct;27(5):594-9. doi: 10.1177/03635465990270050801. PMID: 10496575.
 20. Mizrahi, J., Verbitsky, O., & Isakov, E. (2000). Fatigue-related loading imbalance on the shank in running: A possible factor in stress fractures. *Annals of Biomedical Engineering*, 28(4), 463–469
 21. Peiser B, Minten, J. Soccer violence. In: Reilly T, Williams AM, editors. *Science and soccer*. 2nd ed. London: Routledge, 2003: 230-41
 22. Seymore, K. D., Domire, Z. J., DeVita, P., Rider, P. M., & Kulas, A. S. (2017). The effect of Nordic hamstring strength training on muscle architecture, stiffness, and strength. *European Journal of Applied Phy*
 23. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med*. 2005;35(6):501-36. doi: 10.2165/00007256-200535060-00004. PMID: 15974635.
 24. Van Doormaal MC, van der Horst N, Backx FJ, Smits DW, Huisstede BM. No Relationship Between Hamstring Flexibility and Hamstring Injuries in Male Amateur Soccer Players: A Prospective Study. *Am J Sports Med*. 2017 Jan;45(1):121-126. doi: 10.1177/0363546516664162. Epub 2016 Oct 1. PMID: 27582278.
 25. Van Dyk N, Farooq A, Bahr R, Witvrouw E. Hamstring and Ankle Flexibility Deficits Are Weak Risk Factors for Hamstring Injury in Professional Soccer Players: A Prospective Cohort Study of 438 Players Including 78 Injuries. *Am J Sports Med*. 2018 Jul;46(9):2203-2210. doi: 10.1177/0363546518773057. Epub 2018 May 17. PMID: 29772188.
 26. Victor Moreno-Pérez, Aitor Soler, Asier Ansa, Álvaro López-Samanes, Marc Madruga-Parera, Marco Beato & Daniel Romero-Rodríguez (2019): Acute and chronic effects of

competition on ankle dorsiflexion ROM in professional football players, *European Journal of Sport Science*, DOI: 10.1080/17461391.2019.1611930.

27. Wahlstedt, C., & Rasmussen-Barr, E. (2015). Anterior cruciate ligament injury and ankle dorsiflexion. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(11), 3202–3207.

doi:10.1007/ s00167-014-3123-1

28. Whitting, J. W., Steele, J. R., McGhee, D. E., & Munro, B. J. (2011). Dorsiflexion capacity affects achilles tendon loading during drop landings. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(4), 706–713. doi:10.1249/MSS.0b013e3181f474dd

doi:10.1249/MSS.0b013e3181f474dd

29. Youdas, J. W., McLean, T. J., Krause, D. A., & Hollman, J. H. (2009). Changes in active ankle dorsiflexion range of motion after acute inversion ankle sprain. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(3), 358–374.

Rehabilitation, 18(3), 358–374.

