



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**INFLUENCIA DEL ROM DE DORSIFLEXIÓN DE
TOBILLO SOBRE LA INCIDENCIA EN LAS LESIONES**

Alumno: Álvaro González Arriero

Tutor: José Luis Hernández Davó

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Curso académico: 2018 -2019

ÍNDICE

1. Introducción.....	3
2. Método.....	4
2.1. Fuentes de búsqueda.....	4
2.2. Claves de búsqueda.....	4
2.3. Criterios de inclusión.....	5
2.4. Criterios de exclusión.....	5
2.5. Proceso de selección.....	5
3. Resultados.....	6
3.1. Lesiones y ROM.....	11
3.2. ROM y cinemática en los aterrizajes.....	11
3.3. Pérdida de ROM tras partido.....	11
4. Discusión.....	11
5. Conclusión.....	12
6. Propuesta de intervención.....	12
7. Referencias.....	13
8. Anexos.....	15



1. Introducción

El último gran estudio realizado por la FIFA donde se contabilizaron el número de personas que practican fútbol fue en 2006, donde se obtuvieron 265 millones de practicantes, tanto femeninos y masculinos, federados y no federados y árbitros. Con estas cifras se llegó a la conclusión de que es una de las actividades deportivas más practicadas en el mundo, además de ser uno de los deportes con mayor número de aficionados (Alentorn-Geli et al, 2009). El fútbol es un deporte de equipo y de contacto, donde en un mismo campo juegan 11 vs 11, con el objetivo de meter un balón dentro de la portería del equipo contrario. El rectángulo de juego tiene unas mediciones de entre 90 y 120 metros de largo y entre 45 y 90 metros de ancho (Blatter, 2013). Los partidos de fútbol se disputan en dos partes de 45 minutos, aunque en algunas competiciones los partidos pueden alargarse teniendo que disputar una prórroga, de dos partes de 15 minutos, e incluso penaltis. Las características del fútbol, donde coexisten numerosas acciones con contacto, con esfuerzos de máxima intensidad, hacen que el riesgo de lesión en este deporte sea relativamente elevado (Hootman, Dick, Julie-Agel, 2007). La aparición de lesiones tiene dos aspectos negativos. Por un lado, los equipos no pueden disponer de sus mejores jugadores durante los períodos en los que el jugador no se encuentra en perfectas condiciones físicas. Por otro lado, las repercusiones económicas también son importantes, ya que se estima que los equipos de primera división pierden un total de 15 millones de euros por club al año debido a las lesiones de sus jugadores (Álvarez, 2018).

La incidencia de lesiones cada 1000 horas de juego en el fútbol es de 18.8 durante la competición y de 4.3 durante entrenamientos (Hootman et al., 2007). La mayoría de las lesiones en el fútbol son de miembros inferiores (60-90%), especialmente en tobillo, rodilla (ligamento cruzado anterior [LCA]) y muslo (cuadriceps e isquiotibiales) (Sadigursky, Braid, De Lira, Machado, Carneiro y Colavolpe, 2017). Un 20% del total de las lesiones en el deporte son de LCA, siendo en mujeres aún mayor dicho porcentaje debido a que presentan de 4 a 6 veces mayor riesgo que los hombres. Las mujeres presentan mayor riesgo que los hombres debido a que tienen mayor valgo de rodilla, así como mayores picos de fuerza tras la caída de un salto, provocado por una deficiente absorción de energía durante las recepciones. Un 70% de las veces que se produce esta lesión es por una acción sin contacto, durante un pivotaje, desaceleración o una caída de un salto (Wahlstedt y Rasmussen-Barr, 2014). La lesión de LCA es un problema serio para la salud y para los deportistas de élite ya que después de la lesión, se tarda en volver a entrenar a nivel profesional unos 6.6 meses y a competir al 100% alrededor de 7.4 meses (Niederer, Engeroff, Wilke, Vogty Banzer, 2018). Además, los deportistas suelen tener problemas residuales tanto a corto como a largo plazo relacionados con la lesión del LCA. Un estudio demuestra que después de 3 años de la lesión el 85.8% de los jugadores vuelven al terreno de juego, pero solo un 65% de ellos están en la alta competición, pero no por mucho tiempo (Niederer, Engeroff, Wilke, Vogty Banzer, 2018). También se ha observado en los últimos años que una falta de rango de movimiento (ROM) en algunas articulaciones puede tener un alto riesgo de lesión. Específicamente, diversos autores han postulado que un bajo ROM en la dorsiflexión de tobillo, está vinculado a un mayor riesgo de sufrir lesión (Wahlstedt y Rasmussen-Barr, 2014).

Este bajo ROM de dorsiflexión de tobillo se está empezando a estudiar más en profundidad durante los últimos años tras observar que puede estar vinculado con un mayor riesgo de sufrir determinadas lesiones, como pueden ser lesiones la rotura de LCA tras la recepción de un salto (Malloy, Morgan, Meinerz, Geiser, y Kipp, 2014). Se ha estudiado mucho sobre la rodilla y la cadera tras la recepción de un salto, pero poco sobre el tobillo. Estudios dicen que un bajo ROM de dorsiflexión de tobillo está asociado con una menor flexión de rodilla y cadera durante la recepción de un salto. Esta situación de menor flexión de las articulaciones produce mayores fuerzas de reacción con el suelo, así como un mayor ángulo de

valgo de rodilla (Fong, Blackburn, Norcross, McGrathy Padua, 2011), estando estas variables relacionadas con los mecanismos lesivos del LCA. Otro estudio demostró que una disminución del ROM de dorsiflexión de tobillo, evaluando la dorsiflexión mediante un lunge con carga, produce una alteración en la cinemática de la rodilla y del tobillo en sentadilla overhead, single leg squat y caída de un salto (Dill, Begalle, Frank, Zindery Padua, 2014). Además, diversos autores han hipotetizado que la fatiga acumulada durante los partidos puede provocar una disminución aguda del ROM, aumentando por lo tanto el riesgo de lesión en situaciones donde los jugadores se encuentren fatigados.

El descenso de ROM de dorsiflexión de tobillo producido por la fatiga acumulada después de jugar un partido de fútbol, ha sido registrado tanto inmediatamente después del partido, como a las 26 horas después de la finalización. Sin embargo, tras 50 y 74 horas después del partido, el ROM recupera los valores previos al partido (Charlton, et al, 2018). Otro estudio relacionado con la fatiga post-partido, midió la dorsiflexión de tobillo pre-partido, inmediatamente post-partido, 24 h, 48 h y 72 h después, y mostró un descenso del ROM en todos los momentos comparados con el pre-partido, aunque dichos descensos no fueron significativos (Wollin, Thorborg y Pizzari, 2016). A pesar de que cada vez más son los autores que vinculan un bajo ROM de dorsiflexión de tobillo con el riesgo de lesiones, son muy pocos los estudios que han intentado mejorar dicho ROM. En la mayoría de casos, los estudios intentan buscar una mejora en la fuerza del tobillo para ganar estabilidad y evitar esguinces en esta articulación (Emily et al., 2015). Un estudio habla de una intervención de estiramientos defacilitación neuromuscular propioceptiva (PNF) durante 6 semanas, donde se produjo una mejora del ROM de dorsiflexión de tobillo, pero una pérdida del stiffness (Konrad, GadyTilp, 2015). Con lo comentado hasta ahora se puede formular la hipótesis de que un bajo ROM de dorsiflexión de tobillo aumenta el riesgo de lesión en el LCA. Por lo tanto, se debería de trabajar para aumentar el ROM en dorsiflexión de tobillo, aunque, hasta la fecha, el número de estudios científicos al respecto es muy escaso.

Basándonos en los resultados encontrados en los estudios comentados anteriormente, el objetivo del presente estudio es realizar una revisión sobre la bibliografía existente para intentar esclarecer, en primer lugar, la relación entre el ROM de la dorsiflexión de tobillo y el riesgo de lesión. En segundo lugar, se intentará averiguar cuáles son los posibles mecanismos que explican dicha relación.

2. Método

2.1 Fuentes de búsqueda

La revisión bibliográfica sistemática se realizó delimitando entre los años 2008 hasta el año 2018. Las elecciones de los documentos de interés de ayuda para su elaboración se basan en diferentes fuentes de información como son artículos y páginas web de organismos oficiales, con lo que justificaremos la información redactada a lo largo de este trabajo de fin de grado, la cual ha sido escogida por su importancia con respecto al tema elegido y por su rigor científico.

Las fuentes de búsqueda utilizadas fueron: PubMed y referencias de los artículos leídos. Las fuentes, son bases de datos especializadas tanto en educación como en actividad física del deporte.

2.2 Claves de búsqueda

Las palabras clave elegidas para la búsqueda fueron: dorsiflexion, ankle, injury, utilizando los conectores "AND" (ankle AND dorsiflexion AND injury) para encontrar la

información deseada, que aparecieran en título y en abstract solo para “ankle” y “dorsiflexion”, y solo en título “injury”.

2.3 Criterios de inclusión

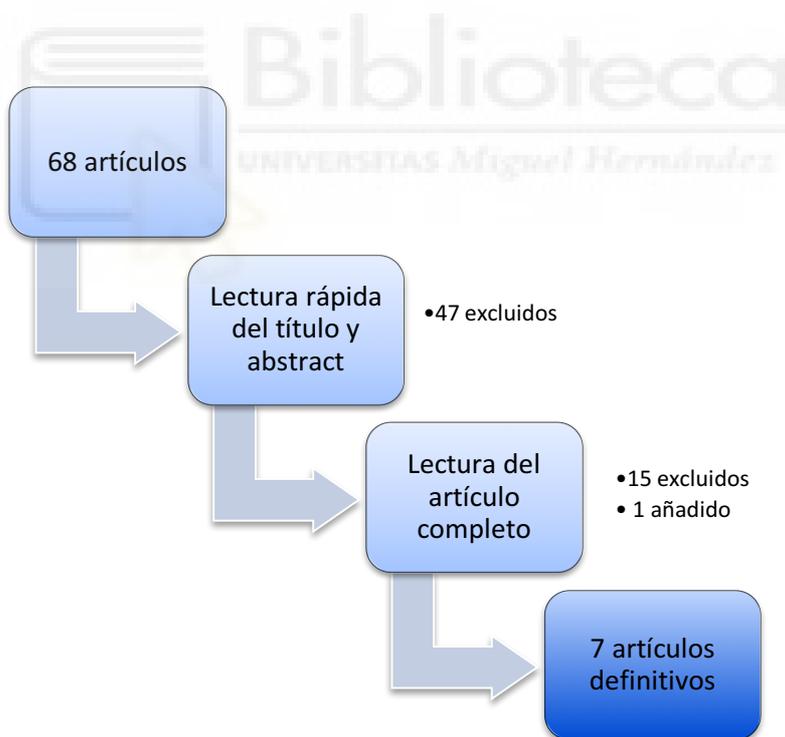
Los métodos de análisis y criterios de inclusión fueron artículos realizados en el ámbito deportivo o del entrenamiento, que contuviesen información relativa a lesiones producidas por un bajo rango de movimiento en la articulación del tobillo, cinemática de un salto con diferentes ROM de tobillo y descenso del ROM de tobillo tras un partido o entrenamiento. Debían de ser personas vivas, deportistas y se permitía personas lesionadas.

2.4. Criterios de exclusión

En cuanto a criterios de exclusión, se decidió descartar aquella información que hiciese referencia a ámbitos de accidentes cerebro vasculares que producían algún tipo de parálisis, trabajos con cadáveres y aquellos estudios que no tuviesen una relación directa entre el ROM de dorsiflexión de tobillo y la lesión. Respecto a la edad, no se permitieron menores de 14 años ni sujetos mayores a 40 años.

2.5. Proceso de selección

La primera búsqueda tuvo 68 artículos. Después de leer título y abstract fueron escogidos 21 artículos. Después de haber leído todo el artículo se eliminaron 15 y seleccionamos 6. Además, se ha añadido 1 artículo de forma cruzada gracias a las referencias de los artículos leídos.



3. Resultados

Tabla 1. Resumen de los artículos en los cuales se vinculaba el ROM en la dorsiflexión de tobillo con la ocurrencia de lesión.

Artículo	Muestra	Variables analizadas	Resultados
Wahlstedt y Rasmussen-Barr, 2014	<p>30 sujetos con lesión de LCA sin contacto: 24.9 ± 6.5 años Mitad hombres y mitad mujeres. 175.8 ± 8.0 cm 74.1 ± 13.5 kg</p> <p>30 sujetos sin lesión: 24.8 ± 6.6 años Mitad hombres y mitad mujeres. 174.3 ± 8.9 cm 69.0 ± 10.3 kg</p>	Comparación del ROM de dorsiflexión entre grupo lesionado de LCA y grupo sin lesión.	<p>-El ROM de dorsiflexión de tobillo en el grupo con lesión de LCA, fue significativamente menor que en el grupo sin lesión.</p> <p>-No hubo diferencias entre la pierna lesionada y la no lesionada en el grupo lesionado.</p> <p>-No hubo diferencias significativas en el grupo lesionado entre sexo, pero si se vio un poco menor ROM en mujeres.</p>
Van Dyk, Farooq, Bahr y Witvrouw, 2018	<p>18 equipos de la liga profesional de Qatar, mayores de 18 años todos y sin lesión. 25.8 ± 4.8 años 177 ± 7 cm</p>	Flexibilidad de isquiotibiales. ROM de dorsiflexión de tobillo. Lesión de isquiotibiales.	-Déficits en extensión pasiva de isquiotibiales y ROM de dorsiflexión de tobillo tienen un alto factor de riesgo de lesión de isquiotibiales.

	<p>72.4 ± 9.3 kg 23.1 ± 2.0 kg/m²</p>		
Malliaras, 2006	<p>91 sujetos en la pierna derecha (60 hombres, 31 mujeres) 25.8 ± 4.9 años 79.3 ± 13 kg 1.81 ± 0.1 cm 4.7 ± 1.6 días de entrenamiento a la semana 8.4 ± 4.5 años compitiendo</p> <p>99 sujetos en la pierna izquierda (64 hombres, 35 mujeres) 26.1 ± 5.4 años 79.3 ± 13.5 kg 1.81 ± 0.1 cm 4.5 ± 1.6 días de entrenamiento a la semana 8.4 ± 4.7 años compitiendo</p>	<p>Flexibilidad de los músculos y articulaciones, fuerza y nivel de actividad están asociados a riesgo de lesión en jugadores de voleibol.</p>	<p>-Jugadores con tendinopatía rotuliana tienen un bajo ROM de dorsiflexión de tobillo comparado con los tendones normales.</p> <p>-Menos de 45º de dorsiflexión de tobillo produce riesgo de lesión de tendón rotuliano.</p>

Tabla 2. Resumen de los artículos en los cuales se vinculaba el ROM en la dorsiflexión de tobillo con la cinemática de la recepción de un salto.

Artículo	Muestra	Variables analizadas	Resultados
Lundgren, 2015	153 surfistas de diferentes niveles, edades y sexos. Hombres senior élite: 22.1 ± 3.53 años 79.1 ± 5.11 kg 180 ± 3.31 cm Hombres junior competitivos: 15.6 ± 1.68 años 56.8 ± 12.0 kg 170 ± 4.01 cm Mujeres senior élite: 20.8 ± 1.86 años 61.2 ± 2.6 kg 165 ± 5.07 cm Mujeres junior competitivas: 15.0 ± 1.15 años 51.7 ± 10.1 kg 162 ± 5.54 cm	ROM de dorsiflexión. Evaluación de la fuerza isométrica del tren inferior. Tiempo de estabilización tras la caída de un salto. Pico de fuerza tras la caída de un salto. Video análisis del plano frontal tras la caída de un salto.	-Desarrollo de una herramienta, para saber si un atleta tiene un alto riesgo de lesión en tareas de aterrizaje. -Un alto ROM de dorsiflexión = descenso del pico de fuerza en una caída de un salto.
Fox, Bonacci y Saunders,2018	32 jugadoras semiprofesionales de netball. 23.2 ± 3.2 años 171.3 ± 7.8 cm 68.0 ± 8.2 kg	Plano frontal y plano transversal de la rodilla tras una sentadilla monopodal y una recepción de un salto tras recibir un pase.	-Baja rotación externa de cadera en squat = gran rotación interna de cadera en salto. -Baja flexión de rodilla en squat = baja flexión de rodilla en salto. -Lento vs rápido pico de flexión de

			<p>rodilla en squat = rotación externa vs interna de cadera respectivamente en salto.</p> <p>-Gran abducción de rodilla en squat = gran abducción de rodilla en el salto.</p> <p>-Gran rotación interna de rodilla en el squat = gran rotación interna y abducción de rodilla en el salto</p> <p>-Gran dorsiflexión en squat = gran flexión de rodilla en el salto</p> <p>-Bajo ROM de dorsiflexión y tiempo retrasado en el pico de dorsiflexión en squat = gran rotación interna de cadera en el salto</p> <p>-Gran eversión de tobillo en squat = menor abducción de rodilla, gran rotación interna de rodilla y reducción de momentos de aducción de rodilla en el salto</p>
--	--	--	--

Tabla 3. Resumen de los artículos en los cuales se valora el ROM en la dorsiflexión de tobillo en función de la fatiga.

Artículo	Muestra	Variables analizadas	Resultados
Charlton et al, 2018	10 futbolistas masculinos de Australia 21.3±2.2 años 186.1±6.3 cm 83.5±8.6kg	Fuerza isométrica en flexión de rodilla de isquiotibiales. Flexibilidad de tobillo, rodilla y cadera. Fatiga postpartido evaluando prepartido y postpartido, 26 h, 50 h y 76 h postpartido.	-La fuerza de flexores de rodilla ha descendido después del partido y pasadas 26 h, las siguientes horas no hubo diferencia. -La dorsiflexión de tobillo fue disminuida postpartido. -La flexibilidad de isquiotibiales en extensión de rodilla fue disminuida postpartido, 26 h y 50 h después. -La flexibilidad en extensión de cadera aumento en todas las evaluaciones.
Wollin, Thorborgand y Pizzari, 2017	15 jugadores de fútbol. 15.81 ± 0.65 años 171.95 ± 6.89 cm 65.93 ± 7.53 kg	Fuerza isométrica de isquiotibiales y ROM de flexión pasiva de rodilla, extensión de rodilla y cadera y dorsiflexión de tobillo tras una congestión de partidos. Lesiones de isquiotibiales.	-Después de los partidos se tardan más de 48 en recuperar la fuerza de isquiotibiales. -Después de solo un partido no reduce la fuerza de isquiotibiales. -Tras partido 1 y 2 hay una reducción de ROM de flexión pasiva de rodilla, en las demás no hay cambios. (dorsiflexión no hay cambios)

3.1 ROM y Lesiones

Un total de 3 artículos (Wahlstedt y Rasmussen-Barr, 2014; Van Dyk, Farooq, Bahry Witvrouw, 2018; Malliaras, 2006) han analizado la relación entre la dorsiflexión de tobillo y las lesiones. Estos tres artículos muestran una relación directa con la lesión, mostrando el primero de ellos (Wahlstedt y Rasmussen-Barr, 2014) que las personas con lesión de LCA tenían menor ROM de dorsiflexión que aquellos que no tenían lesión (41.2 vs 46.6°), y el segundo (Van Dyk et al., 2018) que aquellos que sufrían de tendinopatía rotuliana tenían menor ROM de dorsiflexión que aquellos que no tenían lesión (42.7° ± 7.5 en la pierna derecha y 41.8° ± 6.8 en la pierna izquierda en aquellos que tenían lesión), el último mostró que un bajo ROM producía mayor riesgo de lesión de isquiotibiales que un ROM de dorsiflexión adecuado (9.8 cm ± 3.1 en los lesionados y 11.2 cm ± 3.2 en los no lesionados).

3.2 ROM y cinemática en los aterrizajes

Un total de 2 artículos (Lundgren, 2015; Fox, Bonacciy Saunders, 2018) han analizado la relación entre el ROM de dorsiflexión de tobillo y la cinemática en los aterrizajes de un salto. Ambos artículos se centran en los mecanismos de lesión de LCA, mostrando que un aumento del ROM de dorsiflexión de tobillo disminuye las probabilidades de lesión de LCA por sus mecanismos (valgo de rodilla, rotación interna de cadera y menor flexión de rodilla) ($p < 0.001$). Uno de ellos (Fox, Bonacci y Saunders, 2018) observó que un bajo ROM de dorsiflexión y tardar más en conseguir este pico máximo de dorsiflexión aumenta la rotación interna de cadera, siendo este un mecanismo de lesión de LCA (51-150 ms, con un $p < 0.001$).

3.3 Pérdida de ROM tras partido

Un total de 2 artículos (Wollin, Thorborg and Pizzari, 2017; Charlton et al., 2018) han analizado la pérdida de ROM tras partido. Uno de ellos (Charlton et al., 2018) observó que había menor ROM de dorsiflexión de tobillo justo al acabar el partido (los valores iniciales fueron en pierna derecha de 12 cm ± 2.7 y en la pierna izquierda de 11.5 cm ± 3.3 y tras partido fue de -1.3 cm), mientras que el otro (Wollin, Thorborg and Pizzari, 2017) no observó diferencias de ROM de dorsiflexión de tobillo en ningún momento después.

4. Discusión

El objetivo de la revisión es intentar esclarecer, en primer lugar, la relación entre el ROM de la dorsiflexión de tobillo y el riesgo de lesión. En segundo lugar, se intentará averiguar cuáles son los posibles mecanismos que explican dicha relación. Los principales hallazgos encontrados en el presente estudio son: un menor ROM de dorsiflexión de tobillo aumenta las probabilidades de padecer una lesión, un menor ROM de esta articulación produce en la recepción de un salto mayor probabilidad de lesión de LCA y, por último, que tras un partido de fútbol disminuye el ROM.

Los resultados obtenidos sobre el ROM de dorsiflexión de tobillo y la relación directa con la lesión han demostrado que los sujetos, principalmente deportistas, con lesión de LCA o tendinopatía rotuliana tienen un menor ROM que los sujetos sin lesión, y este menor ROM produce un mayor valgo de rodilla, aumentando con ello el riesgo de lesión de LCA (Wahlstedt y Rasmussen-Barr, 2014; Malliaras, 2006), esto nos puede dar que pensar, puesto que ningún artículo tiene medidas anteriores a la lesión y no se sabe si el sujeto lesionado tenía ese mismo ROM antes de la lesión o ha descendido durante el periodo de la lesión. Si el ROM se ha mantenido igual antes y durante la lesión, se podría formular la hipótesis de que un bajo

ROM puede aumentar el riesgo de lesión. Lo mismo ocurre en la lesión de isquiotibiales, con una alta relación entre un bajo ROM y un mayor riesgo de rotura de isquiotibiales, debido a que un bajo ROM produce mayores fuerzas horizontales, y estas fuerzas horizontales aumentan la activación muscular de los isquiotibiales (Bezodis, Trewartha y Salo, 2015). Por ello en futuras investigaciones se debería de realizar test de ROM de dorsiflexión y si se produce algún tipo de lesión, volver a evaluarlo durante y después de la lesión.

Sobre el ROM de dorsiflexión y la cinemática de los saltos, los artículos han mostrado que un aumento de este ROM permite disminuir las probabilidades de lesión, debido a que se producen menores mecanismos de lesión tras la recepción de un salto. Los artículos (Lundgren, 2015; Fox, Bonacciy Saunders, 2018) comentan que esto podría ser debido a que, al tener un mayor ROM, aumenta la flexión de rodilla en el aterrizaje del salto y con ello producirse un menor impacto al aumentar la fase de amortiguación. Por el contrario, un bajo ROM produciría menor fase de amortiguación y se ha comprobado que aumenta el valgo de rodilla, por lo que aumentan los mecanismos de lesión. No se han observado diferencias entre sexo ni edad, por ello se puede decir que un bajo ROM es independiente de estos factores y viene por otros motivos, ya sean internos o externos al sujeto.

Por último, los resultados obtenidos sobre los efectos de la fatiga en la pérdida de ROM de dorsiflexión de tobillo tras un partido o entrenamiento, concluyen que se produce pérdida inmediatamente después del partido y 26h después de este, pero que dichos valores de ROM recuperan sus valores normales entre 50h y 74h después del partido (Charlton et al., 2018). Por el contrario, otro artículo no encontró pérdida de ROM tras la disputa de un partido (Wollin, Thorborgand y Pizzari, 2017). La controversia entre estos estudios puede deberse a diferencias metodológicas, ya que en el artículo donde no se observan cambios en el ROM, los jugadores recibían una terapia de recuperación de contrastes de temperatura mediante agua, donde se les introducía en agua caliente a 38º durante 3' y después en agua fría a 15º durante 4', mientras que en el otro artículo únicamente tomaban 250ml de electrolitos en agua. Por lo tanto, la realización de la terapia con baños de contrastes podría permitir una mayor relajación muscular, y con ello una recuperación inmediata de los niveles basales en el ROM de dorsiflexión.

5. Conclusiones

Las conclusiones obtenidas en la presente revisión han aclarado que un déficit en el ROM de dorsiflexión de tobillo puede aumentar las probabilidades de lesiones de rodilla, como son LCA y femoropatelar, así como de lesiones musculares (isquiotibiales). Además, se ha observado que, tras la recepción de un salto, aumentan los mecanismos lesionales (valgo y rotación interna de cadera), principalmente en la rodilla. Por último, la fatiga tras partido descende el ROM de dorsiflexión de tobillo hasta 24 h después, siempre y cuando no se realicen actividades regenerativas, ya que se ha observado que algunos métodos pueden evitar el descenso del ROM tras partido.

6. Propuesta de intervención

La siguiente intervención se llevará a cabo con un equipo de fútbol de categoría juvenil nacional. La intervención se llevará a cabo durante toda la temporada. El objetivo de la intervención será mejorar el ROM en la dorsiflexión de tobillo. Para ello, en la estructura de entrenamiento semanal se destinará 2 días para trabajo específico de ROM de dorsiflexión, así como un día de trabajo en dispositivos de sobrecarga excéntrica utilizando el movimiento de extensión de tobillo y finalmente tras partido se emplearán técnicas de recuperación.

Las sesiones destinadas a la mejora específica del ROM estarán compuestas por estiramientos pasivos de soleo y gemelo, y utilización de foam-roller en soleo, gemelo y planta del pie. Constarán de 10 minutos de entrenamiento previas al calentamiento, realizando estas sesiones los martes y jueves.

La sesión de trabajo de sobrecarga excéntrica consistirá en realizar el ejercicio de flexo-extensión de tobillo en la maquina “flywheel” empleando todo el ROM del tobillo. Se realizarán 4 series de 12 repeticiones (las dos primeras repeticiones para coger inercia) con una carga de 0.025 kg/m2, con descansos de 2 minutos. Se realizará los miércoles. (Figura 1)

Al finalizar cada competición se realizará una técnica de recuperación, que consistirá en baños de contrastes con agua caliente a 38º durante 3´ y después en agua fría a 15º durante 4´, con ello se pretende que no haya un descenso en el ROM de dorsiflexión de tobillo.

Cada 8 semanas se llevarán a cabo las siguientes evaluaciones para valorar la eficacia del programa de intervención:

- Evaluación de la dorsiflexión de tobillo mediante goniómetro realizando un lunge e intentar tocar con la rodilla de la pierna de adelante la pared (soleo). (Figura 2)
- Evaluación de la dorsiflexión de tobillo mediante goniómetro realizando un lunge empujando con las manos la pared, el pie de atrás completamente extendido y pegado en el suelo toda la planta (gemelo). (Figura 3)
- Evaluación del triple hop test mediante video para evaluar el valgo de rodilla y la rotación interna de cadera.

Figura (4): Estructura de trabajo semanal durante la temporada.

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	EVALUACIÓN
	10´ de estiramientos pasivos de soleo y gemelo + foam´roller en gemelo, soleo y planta del pie	4x12 flexo-extensión de tobillo en flywheel (carga: 0.025 kg/m2) con recuperación de 2´.	10´ de estiramientos pasivos de soleo y gemelo + foam´roller en gemelo, soleo y planta del pie		Después de competir se realizará la técnica de relajación: baños de contraste (agua caliente a 38º durante 3´ y después en agua fría a 15º durante 4´)		Cada 8 semanas. ROM dorsiflexión de tobillo, triple hop test

7. Referencias

Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., & Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17(7), 705–729.

Bezodis N, Trewartha G & Salo A. (2015) Understanding the effect of touchdown distance and ankle joint kinematics on sprint acceleration performance through computer simulation. *Sports Biomechanics*. 14(2), 232-245.

Charlton, P. C., Raysmith, B., Wollin, M., Rice, S., Purdam, C., Clark, R. A., & Drew, M. K. (2018). Knee flexion strength is significantly reduced following competition in semi-professional Australian Rules football athletes: Implications for injury prevention programs. *Physical Therapy in Sport*, 31, 9–14.

- Dill, K. E., Begalle, R. L., Frank, B. S., Zinder, S. M., & Padua, D. A. (2014). Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing–lunge ankle-dorsiflexion range of motion. *Journal of Athletic Training*, 49(6), 723–732.
- Hall, E. A., Docherty, C. L., Simon, J., Kingma J. J., and Joanne C. Klossner, J. C. (2015). Strength-training protocols to improve deficits in participants with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *Journal of Athletic Training*, 50(1), 36-44.
- Fong, C.-M., Blackburn, J. T., Norcross, M. F., McGrath, M., & Padua, D. A. (2011). Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *Journal of Athletic Training*, 46(1), 5–10.
- Fox, A. S., Bonacci, J., & Saunders, N. (2018). The relationship between performance of a single-leg squat and leap landing task: moving towards a netball-specific anterior cruciate ligament (ACL) injury risk screening method. *Sports Biomechanics*, 1–17.
- Hootman, J. F., Jennifer M. Hootman; Randall Dick, MA; Julie Agel, MA. (2007). Epidemiology of Collegiate Injuries for 15 Sports: Summary and Recommendations for Injury Prevention Initiatives. *Journal of Athletic Training*, 42(2), 311-319.
- Alvarez-Orihuela, J. (2018). Las lesiones suponen a los clubes de las grandes ligas un gasto de 15 millones de euros. *Diario as*, 1-2.
- Joseph S. Blatter, J. S., (2013). Reglas de Juego. 2014, de FIFA Sitio web: https://es.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/refereeing/81/42/36/log2013es_spanish.pdf
- Konrad A, Gad M, Tilp M. (2015). Effect of PNF stretching training on the properties of human muscle and tendon structures. *Scand J Med Sci Sports.*, 25(3), 346-55.
- Lundgren, L. E., Tran, T. T., Nimphius, S., Raymond, E., Secomb, J. L., Farley, O. R. L., Sheppard, J. M. (2015). Development and evaluation of a simple, multifactorial model based on landing performance to indicate injury risk in surfing athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(8), 1029–1035.
- Malliaras, P., Cook, J. L., & Kent, P. (2006). Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(4), 304–309.
- Malloy, P., Morgan, A., Meinerz, C., Geiser, C., & Kipp, K. (2014). The association of dorsiflexion flexibility on knee kinematics and kinetics during a drop vertical jump in healthy female athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(12), 3550–3555.

Niederer, D., Engeroff, T., Wilke, J., Vogt, L., & Banzer, W. (2018). Return to play, performance, and career duration after anterior cruciate ligament rupture: A case-control study in the five biggest football nations in Europe. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*.

Sadigursky, D., Braid, J. A., De Lira, D. N. L., Machado, B. A. B., Carneiro, R. J. F., & Colavolpe, P. O. (2017). The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: a systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 9(1).

Van Dyk, N., Farooq, A., Bahr, R., & Witvrouw, E. (2018). 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. *The American Journal of Sports Medicine*, 46(9), 2203–2210.

Wahlstedt, C., & Rasmussen-Barr, E. (2014). Anterior cruciate ligament injury and ankle dorsiflexion. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(11), 3202–3207.

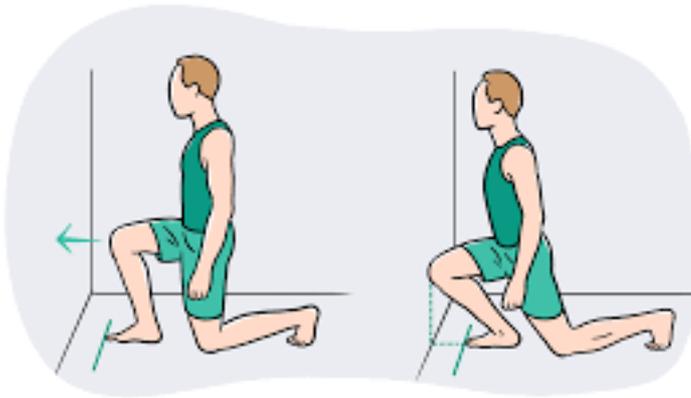
Wollin, M., Thorborg, K., & Pizzari, T. (2016). The acute effect of match play on hamstring strength and lower limb flexibility in elite youth football players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(3), 282–288.

8. Anexos



(Figura 1): Ejercicio de extensión de tobillo en un dispositivo isoinercial.

KNEE-TO-WALL DORSIFLEXION ANKLE TEST



(Figura 2): Ejercicio de Knee to Wall para mejorar flexibilidad de soleo.



(Figura 3): Ejercicio para mejorar flexibilidad de gemelo.