

# DÉFICIT DE FUERZA EXCÉNTRICA COMO FACTOR DE RIESGO DE LESIONES EN MÚSCULOS ISQUIOSURALES EN FÚTBOL

Titulación: Grado en Ciencias de la Actividad Física y  
el Deporte.

Universidad Miguel Hernández de Elche

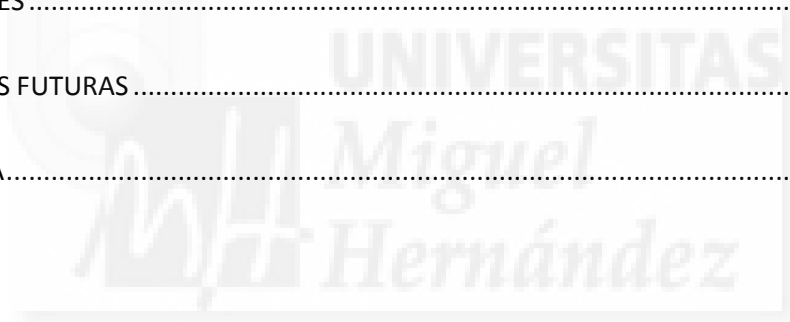


Curso académico 2016-2017

Alumno: José Javier Candela Pertusa  
Tutor académico: Víctor Moreno Pérez

## INDICE

RESUMEN .....	3
CONTEXTUALIZACION .....	3
METODOLOGIA .....	5
DESARROLLO .....	7
DISCUSIÓN .....	11
LIMITACIONES .....	15
CONCLUSIONES .....	15
APLICACIONES FUTURAS .....	16
BIBLIOGRAFIA.....	17



## RESUMEN

**Objetivo:** En el fútbol actual existe una alta incidencia lesional, principalmente en lesiones musculares en isquiosurales. Son varios los factores que pueden influir en ello. En este trabajo nos centramos en la eficacia del déficit de fuerza excéntrica como factor de riesgo, la cual presenta discrepancia en la literatura.

**Método:** búsqueda de las palabras clave en las bases de datos *PubMed*, *PEdro*, *Isiweb Science*, *SportDiscus* y *Scopus*. De los 91 resultados encontrados, utilizamos 11 en nuestro trabajo.

**Resultados:** el 91% de los estudios muestran al déficit de fuerza excéntrica como factor de riesgo. El 55% lo hacen utilizando test Hamstring Nordic y el 45% con dinamómetro isocinético.

**Conclusión:** Se puede sugerir que un déficit de fuerza excéntrica en la musculatura isquiosural es un factor de riesgo de lesión, aunque se necesita más estudio sobre la metodología a utilizar para evaluarla.

**Palabras clave:** lesión, fuerza, excéntrica, factor de riesgo, isquiosurales.

## CONTEXTUALIZACION

El fútbol, europeo, americano o australiano, es uno de los deportes más populares del mundo con cientos de miles de jugadores profesionales y cientos de millones de practicantes amateur (Junge y Dvorak, 2004). Debido a que es un deporte tan practicado alrededor del mundo, presenta una gran incidencia lesional, existiendo hasta una lesión por temporada por cada deportista (Junge y Dvorak, 2004).

El 47% de las lesiones musculares afectan a los músculos de la parte posterior del muslo, es decir, concretamente a la musculatura isquiosural (Van Beijsterveldt, Van de Port, Vereijken, y Backx, 2013). Según Orchard, Seward & Orchard (2013) desde hace dos décadas, las lesiones de la musculatura isquiosural son consideradas las más predominantes en deportistas de elite en fútbol americano (Opar, Williams, Timmins, Hickey, Duhig y Shield, 2015). La incidencia de lesiones en partidos se ha registrado entre 4 y 6 veces más que las que ocurren durante el entrenamiento (Junge y Dvorak, 2004). De media, se estima que cada jugador de futbol sufre aproximadamente una lesión que limita su participación en la competición al año (Junge y Dvorak, 2004). Esto ocurre en deportistas masculinos profesionales, sin embargo, en mujeres son pocos los estudios que analizan la incidencia de lesión (Sullivan, Gross, Grana y García-Moral, 1980; Engström, Johansson y Törnkvist, 1991; Ostenberg y Roos, 2000; Söderman, Alfredson, Pletilä y Werner, 2001) aunque debido a las diferencias de metodología no se pueden deducir si hay diferencias en los resultados con respecto a los hombres (Junge y Dvorak, 2004). Para jugadores jóvenes, la incidencia de lesiones parece que aumenta con la edad, a partir de los 17 o 18 años se asemeja a los adultos (Junge y Dvorak, 2004)

Varios factores se han relacionado con la predisposición de sufrir lesiones en la musculatura isquiosural. Un factor de riesgo es cualquier factor que puede predisponer al aumento del riesgo a sufrir una determinada lesión (Meeuwise, 1991). Los factores pueden dividirse entre intrínsecos, inherentes a la persona, o extrínsecos, relacionados con el ambiente

o el deporte (Croisier, 2004; Bahr y Holme, 2003; Van Beijsterveldt et al., 2012). Entre los factores de riesgo intrínsecos se encuentran el sexo, la edad, origen étnico, la debilidad muscular o déficit de fuerza, inestabilidad, fatiga, flexibilidad, técnica deficiente, factores psicosociales, disfunción en las articulaciones o estado hormonal, mientras los extrínsecos conocemos el calentamiento deficiente o insuficiente, los parámetros de entrenamiento, materiales, la superficie de juego o los efectos meteorológicos (Bahr y Holme, 2003; Croisier, 2004; Van Beijsterveldt et al., 2012).

Entre los factores más importantes tratados en la literatura encontramos el déficit de fuerza (Van Beijsterveldt et al., 2012; Croisier, 2004; Bahr y Holme, 2003; Freckleton y Pizzari, 2012). Sugiura, Saito, Skuraba, Sakuma y Suzuki (2008) reportan que esprinters profesionales que presentan lesiones en isquiosurales tenían un déficit de fuerza concéntrica de extensión de cadera y de fuerza excéntrica en isquiosurales, utilizando un dinamómetro isocinético a 60° por segundo en 30 deportistas, con una observación de un año. Sin embargo, parece existir cierta controversia en la literatura sobre la relación entre el déficit de fuerza y el riesgo de sufrir lesiones, debido a que otros autores no encuentran relación significativa entre un déficit de fuerza y el aumento del riesgo de lesión. Por ejemplo, Bennell et al (1998) evaluó la fuerza isocinética de isquiosurales y cuádriceps con un dinamómetro isocinético antes del comienzo de la temporada a un grupo de 102 futbolistas australianos.

Además del déficit de fuerza muscular, varios autores argumentan que el desequilibrio de fuerza entre extremidades o entre fuerza agonista/antagonista de isquiosurales y cuádriceps (H/Q) puede ser un factor de riesgo (Freckleton y Pizzari, 2012; Yeung, Suen y Yeung, 2009). Yeung et al. (2009) y colaboradores identificaron que el riesgo de sufrir lesiones musculares aumentaba con un déficit en la ratio H/Q a una velocidad de 180°/s en un dinamómetro isocinético. Una ratio menor de 0.6 aumenta el riesgo de lesión hasta 17 veces (Yeung et al., 2009). Sin embargo, también existe cierta discrepancia en cuanto al desequilibrio H/Q. Por ejemplo, Orchard, Marsden y Lord (1997) encontraron que ratios H/Q a 180°/s y 300°/s no eran diferentes entre jugadores con lesión y los no lesionados. En cuanto a la asimetría entre piernas, Orchard et al. (1997) muestran que el riesgo de lesión en isquiosurales aumenta con un desequilibrio de fuerza concéntrica medida a una velocidad de 60°/s en jugadores de fútbol australiano. A su vez, Fousekis et al. (2011) argumenta que, evaluando niveles de fuerza con dinamómetro isocinético a 180°/s, las asimetrías excéntricas entre isquiosurales son predictivas de lesión en fútbol, pero no así las asimetrías concéntricas.

Una posible solución para disminuir la incidencia lesional a causa de un déficit de fuerza es conseguir una estabilización de los niveles de fuerza mediante un protocolo de entrenamiento de fuerza (Heiser, Weber, Sullivan, Clare y Jacobs, 1984; Gabbe, Branson y Bennell, 2006). Varios autores así lo han introducido en sus artículos, con resultados dispares (Heiser et al., 1984; Gabbe et al., 2006). Por ejemplo, Heiser et al. (1984) consigue resultados positivos en su estudio con la utilización de un protocolo de entrenamiento de fuerza: utilizando jugadores de fútbol americano que ya habían sufrido una lesión previa, dividía la población en dos grupos, donde el grupo de intervención realizaba un programa con dinamómetro isocinético y el grupo control no realizaba entrenamiento específico de fuerza. Los resultados mostraron que la ratio de lesión fue menor en el grupo intervención (1.1%) frente al grupo control (7.7%). Sin embargo, también hay quien no encuentra resultados positivos tras la intervención (Gabbe et al., 2006). Gabbe et al. (2006) realiza un protocolo con ejercicios excéntricos en una muestra grande, entrenando cinco ejercicios durante 12 semanas. Los resultados de este estudio no encuentran diferencias significativas entre el grupo control (n=106) y el grupo intervención (n=114) (Gabbe et al., 2006).

Otro de los puntos discordantes dentro de la literatura es el tiempo que se necesita para realizar este tipo de protocolos de intervención o de observación. Mientras hay autores que utilizan alrededor de un año de observación (Engelbrechtsen, Myklebust, Holme, Engelbrechtsen y

Bahr, 2010; Fousekis, Tsepis, Poulmedis, Athanasopoulos y Vagenas, 2011), hay otros que utilizan varios años (Hägglund et al., 2006; Arnason, Andersen, Holme, Engebretsen y Bahr, 2008).

Por lo tanto, parece existir cierta discordancia entre los investigadores acerca de la relación entre fuerza como factor de riesgo y lesión. Por ello, el objetivo de este trabajo consistió en realizar una revisión de los estudios más actuales sobre la importancia de un factor de riesgo como es la fuerza, más concretamente la fuerza excéntrica, en la incidencia de lesiones en los músculos isquiosurales en deportes colectivos intermitentes, más concretamente el fútbol, ya sea europeo, americano o australiano.

## **METODOLOGIA**

Esta revisión sistemática de la literatura fue realizada siguiendo las directrices que propone la guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Metaanalyses) (Urrutia, y Bonfill, 2010). La búsqueda bibliográfica se realiza de artículos publicados hasta el 6 de marzo de 2017, con el fin de garantizar la calidad de los artículos revisados. La búsqueda se realiza a través de bases de datos electrónicos de conocimiento *PubMed*, *PEdro*, *Isiweb Science*, *SportDiscus* y *Scopus*. Los principales términos utilizados durante la búsqueda fueron “Hamstring Injury AND Eccentric Strength AND Risk Factor AND Football OR Soccer”. Con esta búsqueda, se encontraron 91 artículos relacionados. En el diagrama de flujo (Figura 1) se puede observar el proceso realizado para la criba de artículos utilizados.

Los criterios de búsqueda para seleccionar los artículos deseados son los citados a continuación:

- Solo se aceptaron artículos de investigación, no revisiones. Las únicas revisiones utilizadas se centran en la creación de la contextualización
- Los artículos tienen que centrarse en deportes colectivo de perfil intermitente como es el fútbol (sea americano, australiano o europeo)
- Era necesario que sean artículos que estudien lesiones en músculos isquiosurales
- Era necesario que estudien la fuerza excéntrica como factor de riesgo

La selección de los artículos se realizó de manera individual y personalizada. Todos los artículos preseleccionados fueron leídos tanto el título como el resumen. Tras la búsqueda y elección de los artículos que mejor se adaptaban a los criterios de elegibilidad, se ha procedido a realizar la extracción de resultados de los mismos, los cuales han sido analizados en el apartado posterior.

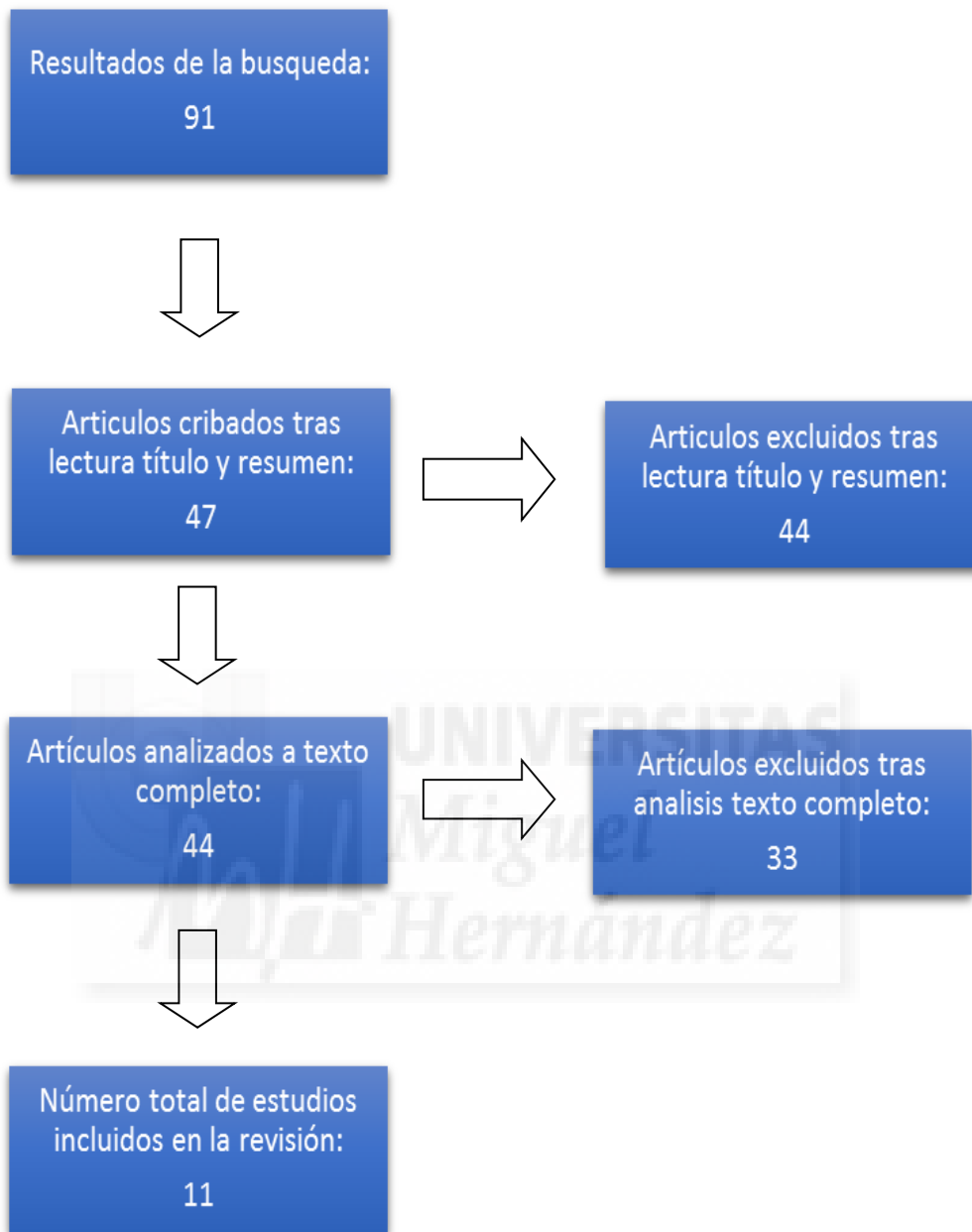


Figura 1: Proceso de selección de artículos

## DESARROLLO

Durante el análisis de los artículos encontramos varios puntos reseñables. Los estudios analizados responden a deportes como el fútbol (Askling, Karlsson y Thorstensson, 2003; Arnason et al., 2008; Croisier, Ganteaume, Binet, Genty y Ferret, 2008; Van Dyk et al., 2008; Petersen, Thorborg, Nielsen, Budtz-Jorgensen y Holmich, 2011; Timmins et al., 2015; Van der Horst, Smits, Petersen, Goedhart y Backx, 2015), al fútbol australiano (Bennell et al., 1998; Opar et al., 2015) al rugby (Bourne, Opar, Williams y Shield, 2015) o, incluso, una mezcla de varios de ellos (McHugh, McAuliffe y O'Sullivan, 2014) (Tabla 1). En cuanto a las muestras utilizadas durante el estudio (tabla 1), 9 estudios utilizan más de 100 sujetos (Bennell et al., 1998; Arnason et al., 2008; Croisier et al., 2008; Van Dyk, et al., 2008; Petersen et al., 2011; Bourne et al., 2015; Opar et al., 2015; Timmins et al., 2015; Van der Horst et al., 2015), mientras uno de los estudios solo utilizan 7 (McHugh et al., 2014). Todos los artículos utilizan una muestra masculina, pero en uno de ellos (McHugh et al., 2014), la muestra es mixta, por lo que también existe algún sujeto femenino. También es significativo que el 91% de los sujetos evaluados son profesionales. Tan solo un estudio utiliza una muestra no profesional (Van der Horst et al., 2014).

Respecto a los resultados encontrados sobre la fuerza (Tabla 2), todos salvo uno (Bennell et al., 1998) encuentran el déficit de fuerza como un factor de riesgo de lesiones futuras, ya sea por medio de un trabajo prospectivo tras evaluación inicial (Van Dyk et al., 2008; Bourne et al., 2015; Opar et al., 2015; Timmins et al., 2015) o tras un periodo de intervención (Askling et al., 2003; Arnason et al., 2008; Croisier et al., 2008; Petersen et al., 2011; McHugh et al., 2014; Van der Horst et al., 2015). Curiosamente, existe una discrepancia también al utilizar uno u otro medio de evaluación. Mientras 6 estudios utilizan el ejercicio Hamstring Nordic (Arnason et al., 2008; Petersen et al., 2011; Bourne et al., 2015; Opar et al., 2015; Timmins et al., 2015; Van der Horst et al., 2015), los otros 5 utilizan el dinamómetro isocinético (Bennell et al., 1998; Askling et al., 2003; Croisier et al., 2008; Van Dyk et al., 2008; McHugh et al., 2014).

Tabla 1. Datos de la muestra.

Estudio	Muestra	sexo	Deporte	Nivel
<b>Opar et al. (2015)</b>	N =210	masculino	Futbol australiano	Profesional
<b>Bourne et al. (2015)</b>	N= 178	masculino	Rugby	Profesional
<b>Bennell et al. (1998)</b>	N=102	masculino	Futbol australiano	Profesional
<b>Petersen et al. (2011)</b>	N=942: 461 intervención, 481 control	masculino	Futbol	Profesional
<b>Arnason et al. (2008)</b>	N= 34 equipos (no aleatorizados)	Masculino	Futbol	Profesional
<b>Croisier et al. (2008)</b>	N= 462 (No aleatorizados)	masculino	Futbol	Profesional
<b>Van Dyk et al. (2008)</b>	N= 563	Masculino	Futbol	Profesional
<b>Van der Horst et al. (2015)</b>	N= 579: 292 intervención y 287 control	Masculino	Futbol	Amateur
<b>Askling et al. (2003)</b>	N= 30; 15 intervención y 15 control	Masculino	Futbol	Profesional
<b>McHugh et al. (2014)</b>	N=7	Masculino y femenino	Futbol gaélico, hurling, futbol o rugby	Profesional
<b>Timmins et al. (2015)</b>	N=152	Masculino	Futbol	Profesional

**F exc:** fuerza excéntrica; **F exc máx.:** fuerza excéntrica máxima; **NHE:** ejercicio Hamstring Nordic;



Tabla 2. Metodología y resultados.

Estudio	Evaluación	Tiempo de seguimiento	Intervención	Instrumento medida	Resultados lesión	Conclusiones
<b>Opar et al. (2015)</b>	3 evaluaciones Fexc máx.	Prospectivo 11 meses	-	HNE	28/210 Lesión (13%)	F máx. ↓ en pierna lesionada que en NO lesionados. NO diferencias significativas entre piernas de lesionado. Desequilibrio entre piernas de 10, 15, 20% en Fexc isquiosurales no difiere entre lesionados y no lesionados=No riesgo lesión
<b>Bourne et al. (2015)</b>	1 evaluación Fexc máx.	Prospectivo 1 temporada	-	HNE	20/178 lesión (11%)	Pierna lesionada más débil en pretemporada que la NO lesionada. Lesionados presentaban mayor desequilibrio de F entre piernas que NO lesionados. No diferencias entre Fexc máx. en pierna lesionada con media de las dos NO lesionadas. 4.1 veces más probabilidad si existe lesión previa.
<b>Bennell et al. (1998)</b>	Evaluación en pretemporada F exc	Prospectivo 1 temporada	-	Dinamómetro isocinético	12/102 lesión (12%)	No diferencias F pierna lesionada y NO lesionada, ni con NO lesionados. Deportistas con lesión previa → 2.1 veces más posibilidad de lesión DI no sirve para predecir riesgo lesión
<b>Petersen et al. (2011)</b>	Evaluación pretemporada	Prospectivo 1 temporada	Programa de entrenamiento 10 semanas (27 sesiones)	HNE	67/942 lesión (7%) (15/461 (3%) intervención; 52/481 (11%) control)	Ratios de lesión en isquiosurales significativamente ↓ en Grupo Intervención. GC 3.8% lesión/temporada y GC 13.1% lesión/temporada. Entrenamiento adicional exc ↓ ratio de lesión. No mejoras en gravedad
<b>Arnason et al. (2008)</b>	2 primeros años registro datos	Prospectivo 1999-2002	2 años finales, intervención con HNE: entrenamiento excéntrico.	HNE	-	65% de lesión con ent exc = HNE reduce riesgo lesión No diferencias en gravedad.
<b>Croisier et al. (2008)</b>	Evaluación inicial	Prospectivo 9 meses	Entrenamiento compensatorio a sujetos con desequilibrio	Dinamómetro isocinético	35/462 lesión (8%)	Ratio de lesión ↑ en sujetos con desequilibrios de F (hasta 4 veces más). En sujetos con desequilibrios: con ent compensatorio, 5.7% lesionados, sin entrenamiento, 16.5%

**DI:** Dinamómetro isocinético; **Ent:** entrenamiento; **Ent exc:** entrenamiento excéntrico; **Exc:** excéntrico; **F:** fuerza; **F exc:** fuerza excéntrica; **F exc máx.:** fuerza excéntrica máxima; **GC:** grupo control; **GI:** grupo intervención; **H/Q:** ratio isquiosurales – cuádriceps; **HNE:** ejercicio Hamstring Nordic;

Estudio	Evaluación	Tiempo de seguimiento	Intervención	Instrumento medida	Resultados lesión	Conclusiones
Van Dyk et al. (2008)	Test isocinético en cada pretemporada	Prospectivo 4 años	-	Dinamómetro isocinético	167/563 lesión (30%)	F exc a 60º/s fue menor en lesionados. 8.3% lesionado/temporada. Torque excéntrico bajo → riesgo lesión alto H/Q NO factor riesgo
Van der Horst et al. (2015)	Evaluación tras intervención	Prospectivo 1 año (2013)	25 sesiones con NHE durante 13 semanas	HNE	36/579 lesión (6%)	↓ riesgo de lesión en GI comparado con GC, pero no hay diferencias en la gravedad de la lesión. Protocolo HNE reduce riesgo lesión 1.5 lesiones x 1000horas practica
Askling et al. (2003)	Evaluación pretemporada con Dinamómetro isocinético	Prospectivo 1 año	Entrenamiento adicional F exc en pretemporada: 10 semanas (con YoYo)	Dinamómetro isocinético	13/30 lesión (45%) (10/15 (67%) control y 3/15 (20%) intervención)	Mayor número de lesiones en GC. Intervención presenta mejoras significativas en F exc → factor de riesgo Lesiones “menores” en GC son el 62%
McHugh et al. (2014)	Evaluación pico de torque y ángulo del mismo.	Estudio de casos: prospectivo 6 meses	Entrenamiento con HNE 6 semanas	Dinamómetro isocinético	1/7 lesión (14%)	Mejoras significativas en pico de torque de F exc. Programas de entrenamiento de F exc relacionados con ↓ ratios de lesión.
Timmins et al. (2015)	Evaluación inicial bilateral de F exc con NHE.	Prospectivo 1 año	-	NHE	27/152 lesión (18%)	Relación significativa inversa entre Fexc en isquiosurales con futuras lesiones. No diferencias en Fexc entre pierna lesionada con NO lesionada, pero si con la media de las dos piernas de NO lesionados → pierna NO lesionada en lesionados, ↓ Fexc que NO lesionados.

DI: Dinamómetro isocinético; Ent: entrenamiento; Ent exc: entrenamiento excéntrico; Exc: excéntrico; F: fuerza; F exc: fuerza excéntrica; F exc máx.: fuerza excéntrica máxima; GC: grupo control; GI: grupo intervención; H/Q: ratio isquiosurales – cuádriceps; NHE: ejercicio Hamstring Nordic;

## DISCUSIÓN

Este trabajo de revisión ha mostrado el nivel de importancia que puede tener la fuerza excéntrica como factor de riesgo de lesión en los músculos isquiosurales. Para ello, se han estudiado 11 artículos diferentes que muestran resultados positivos acerca de reconocer a la fuerza excéntrica como factor de riesgo.

Según la literatura, hasta el momento existe cierta controversia acerca de la efectividad de la fuerza excéntrica como factor de riesgo, sin embargo, en nuestro trabajo existió un alto porcentaje de relación entre fuerza excéntrica y lesión (Bahr y Holme, 2003; Sugiura et al., 2008). De los 11 estudios distintos, 10 de ellos concluyen que el nivel de fuerza excéntrica de los músculos de la parte posterior del muslo está significativamente relacionado con el riesgo de padecer futuras lesiones musculares (Askling et al., 2003; Arnason et al., 2008; Croisier et al., 2008; Van Dyk et al., 2008; Petersen et al., 2011; McHugh et al., 2014; Bourne et al., 2015; Opar et al., 2015; Timmins et al., 2015; Van der Horst et al., 2015). Sin embargo, también existe un caso en nuestro estudio que muestra que no existe diferencia en los niveles de fuerza excéntrica entre la pierna lesionada y la no lesionada, ni con los sujetos no lesionados, por lo que concluye que la fuerza no es un predictor de lesión (Bennell et al., 1998). Según Bennell et al. (1998) la discordancia entre sus resultados y otros estudios que sí muestran relación significativa erradica en varios puntos importantes. Primero, que en su estudio rechazaron sujetos con lesión previa de isquiosurales, mientras que los que no los rechazan puede conseguir resultados falsos, ya que la lesión previa sí que es un fuerte factor de riesgo. Segundo, las acciones deportivas se llevan a cabo con velocidades angulares de cerca de 300°/s, mientras que las asociaciones entre déficit de fuerza excéntrica y lesiones en otros estudios se observaban, por aquel entonces, con velocidades de 60°/s, donde se acentúa la presencia de déficits de ratio (Bennell et al., 1998). Sin embargo, sus resultados pueden haber sido falseados ya que solo realizan evaluación, mediante dinamómetro isocinético, al principio, en pretemporada, y durante la temporada pueden influir muchos factores, pudiendo hacer que fluctúen los niveles de fuerza debido a los protocolos de entrenamiento o, incluso, por otras lesiones.

Por otra parte, el desequilibrio de fuerza excéntrica entre extremidades también se ha estipulado como factor de riesgo a sufrir futuras lesiones en la musculatura isquiosural. Nuestros resultados muestran cierta discrepancia al respecto al igual que la literatura existente (Orchard et al., 1997; Yeung et al., 2009). De los cuatro trabajos, tan solo uno encuentra relación entre desequilibrios de fuerza excéntrica y lesión (Bourne et al., 2015), mientras los otros tres no encuentran dicha relación (Bennell et al., 1998; Opar et al., 2015; Timmins et al., 2015). Bourne et al. (2015) mostraron relación con la posibilidad de lesionarse con un 15% de desequilibrio de fuerza entre extremidades, utilizando una muestra de 178 jugadores de rugby evaluados con Hamstring Nordic. Por su parte, Opar et al. (2015) no encontraron diferencia en una muestra de 210 jugadores de fútbol australiano entre lesionados y no lesionados, que fueron evaluados con Hamstring Nordic, de la misma manera que ocurría en Timmins et al. (2015), donde los futbolistas lesionados no presentaban diferencias en cuanto a desequilibrios de fuerza excéntrica en isquiosurales con los no lesionados. Además, Bennell et al. (1998), utilizaron dinamómetro isocinético para evaluar a los futbolistas, sin encontrar resultados entre desequilibrio y lesión. Esta discrepancia puede deberse, según Timmins et al. (2015) a la utilización de una prueba de evaluación diferente, aunque, curiosamente Bourne et al. (2015), Opar et al. (2015), y Timmins et al. (2015) utilizan el mismo método, dando resultados contradictorios. Por tanto, es necesario más investigación al respecto con muestras más grandes, puesto que no se conocen las causas de dicha discrepancia (Bourne et al., 2015).

Por otra parte, la asimetría entre isquiosurales y cuádriceps (H/Q) solo ha sido evaluada en dos estudios (Croisier et al., 2008; Van Dyk et al., 2008), con resultados contradictorios, como

pasa en la literatura existente (Orchard et al., 1997; Bennell et al., 1998; Fousekis et al., 2011). Mientras Croisier et al. (2008) observaron que sujetos con desequilibrios H/Q pueden tener hasta 4 veces más probabilidades de sufrir futuras lesiones de isquiosurales que los que no lo presentan, mientras Van Dyk et al. (2008) no identifican dicho ratio H/Q como factor de riesgo. Curiosamente, el mismo estudio de Croisier et al. (2008) muestra como deportistas con la ratio mayor de 1.40, es decir, cuando la fuerza excéntrica de isquiosurales es mayor que la concéntrica de cuádriceps, no padecen ninguna lesión en isquiosurales. Esto puede sugerir que el verdadero factor de riesgo es el déficit de fuerza excéntrica, no el de fuerza concéntrica, como ya se había comentado anteriormente, aunque necesitaría más análisis por medio de estudios en el futuro.

En la literatura existe controversia sobre la eficacia de los protocolos de entrenamiento de fuerza excéntrica para reducir la probabilidad de lesión en la musculatura isquiosural (Heiser et al., 1984; Gabbe et al., 2006). Sin embargo, en nuestro trabajo existe unanimidad al relacionar el aumento de los niveles de fuerza excéntrica con una disminución del riesgo de sufrir lesiones en isquiosurales (Askling et al., 2003; Arnason et al., 2008; Croisier et al., 2008; Petersen et al., 2011; McHugh et al., 2014; Van der Horst et al., 2015). Según varios de estos estudios, la diferencia entre utilizar o no utilizar los protocolos de entrenamiento para mejorar los niveles de fuerza excéntrica, hace que la probabilidad de lesión aumente considerablemente (Croisier et al., 2008; Petersen et al., 2011). La relación existente entre el déficit de fuerza y la incidencia de lesión de isquiosurales se puede explicar por varios motivos. En primer lugar, debido a que la mayoría de lesiones se producen durante la carrera o el golpeo de la pelota, es decir, cuando se realiza una contracción excéntrica y no concéntrica, los niveles bajos de fuerza excéntrica pueden sugerir una capacidad reducida de los isquiosurales para desacelerar el movimiento de la pierna, momento en el que se puede producir la lesión (Arnason et al., 2008; Opar et al., 2012; Timmins et al., 2015; Van der Horst et al., 2015). En esta fase, los isquiosurales se mantienen estirados de manera máxima debido a la flexión de cadera y a la extensión de la rodilla (Van der Horst et al., 2015). Por tanto, es necesario la mejora del trabajo excéntrico, que tiene la finalidad de conseguir alteraciones en las propiedades mecánicas de la musculatura isquiosural, llevando a un mejor rendimiento como preventivo de lesiones (Petersen et al., 2011). Segundo, es posible que la mejora de fuerza excéntrica de isquiosurales lleve asociada una mejor coordinación intermuscular, como, por ejemplo, en acciones de máxima velocidad en un tiempo muy corto (Askling et al., 2003). El ejercicio utilizado por Askling et al. (2003) en su estudio, como medio de intervención, que le llevó a esta conclusión consistía en una combinación de cargas concéntricas y excéntricas. Y es que todas las explicaciones de la importancia de la fuerza excéntrica conducen a una mejora en rendimiento en acciones de una intensidad máxima, ya que son las que necesitan mayor fuerza excéntrica. Por ejemplo, más de dos tercios de las lesiones acaecidas en los isquiosurales en el estudio de Timmins et al. (2015) fueron durante carreras de alta velocidad. Además, existe controversia alrededor de la fuerza concéntrica sobre su capacidad de prevenir lesiones de isquiosurales (Croisier et al., 2008), así como que parece que la fuerza isométrica no tiene efectos sobre prevención (Timmins et al., 2015), dejando la fuerza excéntrica como única opción fiable para prevenir este tipo de lesiones.

Sin embargo, un factor de riesgo más importante que la fuerza excéntrica, según la literatura, es la lesión previa (Hagglund et al., 2005; Arnason et al., 2008; Petersen et al., 2010; Petersen et al., 2011). Esto puede llevar consigo problemas en el análisis de datos de los estudios, puesto que puede aumentar el número de lesiones totales y reconocerlas como nuevas (Petersen et al., 2011). Por ejemplo, en los estudios de Petersen et al. (2011) y en el de Arnason et al. (2008), existe mayor efecto de la fuerza excéntrica como factor de riesgo en la recaída de lesiones de isquiosurales que como factor de riesgo de una nueva lesión. Es por eso que Bennell et al. (1998) y Petersen et al. (2011) excluyen de la recogida de datos lesiones en jugadores que ya han tenido una lesión antes durante la recogida, puesto que así se aumentaría la diferencia total, cuando realmente es una recaída. Esto sería útil para estudiar la reincidencia de lesiones y no la implicación de la fuerza excéntrica como factor de riesgo (Petersen et al., 2011). Sin

embargo, en el artículo de Askling et al. (2003), de los 13 sujetos que cayeron lesionados durante el estudio, ninguno tuvo una segunda lesión en la misma pierna, o en el de McHugh et al. (2014), en el que 6 meses después del entrenamiento realizado, 6 de los 7 sujetos con historial de lesión previa no había sufrido ninguna recaída. Esto puede deberse a un buen proceso de rehabilitación llevado por los responsables de la investigación (Askling et al., 2003) o por las diferencias en las muestras evaluadas. Además, son estudios con muy pocos sujetos. Por tanto, es necesario que las intervenciones futuras sobre fuerza excéntrica como factor de riesgo de lesiones en isquiosurales preste especial atención a las recaídas para no falsear resultados.

Otro punto discordante entre los autores es el método o ejercicio elegido para evaluar los niveles de fuerza excéntrica en los sujetos. De los 11 estudios analizados, 6 utilizan Hamstring Nordic como test (Arnason et al., 2008; Petersen et al., 2011; Bourne et al., 2015; Opar et al., 2015; Timmins et al., 2015; Van der Horst et al., 2015), mientras los otros 5 evalúan mediante un dinamómetro isocinético (Bennell et al., 1998; Askling et al., 2003; Croisier et al., 2008; Van Dyk et al., 2008; McHugh et al., 2014). Además, McHugh et al. (2014) también utiliza el Hamstring Nordic, pero no para evaluar, si no como ejercicio de intervención, mientras Askling et al. (2003) realiza la intervención con ergómetro YoYo. Según algunos autores, el principal problema del Hamstring Nordic es que es un ejercicio bilateral, al contrario que el dinamómetro isocinético, que es unilateral (Opar et al., 2015; Bourne et al., 2015). Añadido a este problema encontramos que en el Hamstring Nordic, el torque generado alrededor de la rodilla (fuerza angular) aumenta conforme el deportista va cayendo hacia el suelo, mientras que con el dinamómetro isocinético la velocidad o fuerza realizada es constante (Opar et al., 2015). Además, puede considerarse ejercicio de alta intensidad por la elevada carga que soporta, lo cual puede ser peligroso para deportistas poco acostumbrados, pudiendo llevar al jugador a incrementar el riesgo de lesión durante su realización (McHugh et al., 2014). Por tanto, es necesario más trabajos futuros que validen un test bilateral como el Hamstring Nordic como medidor de desequilibrios entre piernas (Opar et al., 2015). Sin embargo, uno de los problemas del Dinamómetro isocinético es que la postura al realizarlo no refleja los patrones de movimiento funcionales de deporte, ya que se realiza con flexión de cadera, sentado, mientras que durante la práctica deportiva el movimiento de flexo-extensión de rodilla suele ir acompañado de un movimiento en la cadera, principalmente en la carrera o el golpeo de la pelota, donde más incidencia de lesión existe (Bennell et al., 1998). Tampoco éste está exento de riesgo de lesión, pues como muestra Croisier et al. (2008), al realizar el test excéntrico, debido al gran torque generado en comparación con acciones concéntricas, 8 de los 687 deportistas que iniciaron el test sufrieron algún tipo de molestia física en los isquiosurales durante el ejercicio. Además, su principal problema como método de evaluación es que los resultados pueden ser influenciados por la velocidad angular elegida, por los efectos de aprendizaje al utilizarla las primeras veces o por la fatiga generada al realizar el ejercicio (McHugh et al., 2014). Una buena alternativa puede ser el uso de test funcionales como saltos a una pierna, que puede dar una indicación de la función de los isquiosurales y, consecuentemente, del riesgo de lesión (Bennell et al., 1998). Por todo esto, es necesario que futuras líneas de investigación se centren en la elaboración de un test valido para la fuerza excéntrica de los isquiosurales.

Otro aspecto clave que puede limitar los resultados de un estudio es el tamaño de la muestra. Según Bahr y Holme (2003), se necesitan de 30 a 40 casos de lesiones para detectar asociaciones fuertes o moderadas y 200 casos de lesión para encontrar asociaciones débiles a moderadas. Según esta clasificación, de los 11 estudios analizados, tan solo cuatro podrían aportarnos asociaciones fuertes (Croisier et al., 2008; Van Dyk et al., 2008; Petersen et al., 2011; Van der Horst et al., 2015), y de ellas, ninguna podría sugerirnos asociaciones débiles, puesto que el que más casos de lesión presenta es el estudio de Van Dyk et al. (2008) y no llega a las 200 (167). Esto nos puede sugerir que se necesitan estudios con una muestra mucho más grande en cuanto a casos de lesión para tener unas buenas asociaciones. Además, también hay estudios en el que las muestras no están aleatorizadas, como el de Arnason et al. (2008) o el de Croisier

et al. (2008), con la correspondiente probabilidad de sesgo que conlleva, así como en Arnason et al. (2008) tampoco se especifica el resultado total de lesiones ni de sujetos, si no que habla en términos de porcentajes. También artículos como el de McHugh et al. (2014) con 7 sujetos o el de Askling et al. (2003) con 30 sujetos, utilizan muestras demasiado pequeñas que pueden llevar a resultados equívocos, teniendo que ser muy cautelosos con sus resultados.

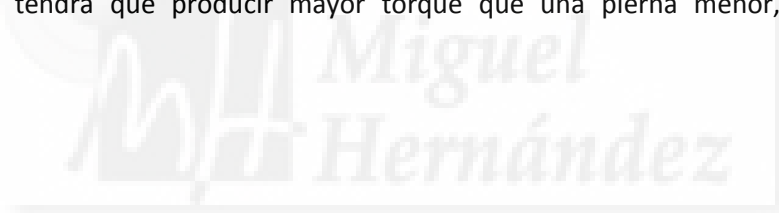
Para que un estudio tenga mayor validez, debería presentar un programa de intervención y diferenciar entre grupo control y un grupo intervención, para poder conocer así el nivel de prevención de los distintos métodos de entrenamiento de fuerza que pueden reducir el riesgo de lesión. De los resultados estudiados, tan solo 6 de los 11 estudios utilizan esta metodología, siendo patente la diferencia entre lesionados de uno y otro grupo (Askling et al., 2003; Arnason et al., 2008; Croisier et al., 2008; Petersen et al., 2011; McHugh et al., 2014; Van der Horst et al., 2015). Sin embargo, en el estudio de McHugh et al. (2014) no existe un grupo control con el que se pueda equiparar los resultados obtenidos en la intervención realizada con los sujetos, además de que puede existir riesgo de sesgo con los sujetos, puesto que rellenaban un cuestionario subjetivo sobre sus lesiones, lo que hace que los resultados pierdan validez.

Por su parte, uno de los puntos que no nos quedó claro tras el análisis de los datos obtenidos es el tiempo de seguimiento idóneo y la frecuencia de evaluación necesaria para recoger datos sobre lesiones de isquiosurales. Los niveles de fuerza obtenidos durante un test en pretemporada pueden variar unos meses después, por ejemplo, en mitad de temporada, que es cuando se pueden lesionar los deportistas (Bourne et al., 2015). Por eso, evaluar tan solo en un punto de la temporada es una limitación de los estudios, pudiendo falsear los resultados, cosa que ocurre por ejemplo en los estudios de Bennell et al. (1998), Croisier et al. (2008), Van Dyk et al. (2008) y de Bourne et al. (2015). En Petersen et al. (2011), por ejemplo, tras el programa de intervención de 10 semanas no se evaluaron niveles de fuerza ni se supervisó el protocolo de entrenamiento, por lo que los niveles de fuerza pueden haber variado en unas pocas semanas. Esto nos lleva a considerar cuánto es el tiempo de observación posible después de una evaluación de fuerza excéntrica para que los datos sean correctos. Por el contrario, una evaluación continua no sería adecuado en deportistas amateur, ya que es un proceso costoso en tiempo y dinero, lo que sería un problema para los investigadores o entrenadores (Croisier et al., 2008). También hay que tener en cuenta que intervenciones muy duraderas en el tiempo puede llevar cambios en el entrenamiento de fuerza excéntrica de los individuos, así como el cambio de equipo o de jugadores durante ese tiempo, por lo que no está claro el tiempo adecuado que deben durar los estudios (Van Dyk et al., 2008). Por eso, debería haber futuras líneas de investigación sobre protocolos de entrenamiento y evaluación válida para realizar este tipo de estudios sobre factores de riesgo sostenidos en el tiempo.

Una circunstancia curiosa que se da en la literatura es la utilización de muestras de sujetos profesionales masculinos. De los 11 estudios analizados, todos presentan sujetos masculinos. Tan solo un único sujeto de un estudio (McHugh et al., 2014) es una mujer. Además, únicamente 1 estudio (Van der Horst et al., 2015) utilizó sujetos amateurs, siendo los 10 restantes deportistas profesionales y de elite. Esto nos alerta sobre la imposibilidad de generalizar con los resultados obtenidos a todo tipo de sujetos, siendo resultados válidos única y exclusivamente para entornos profesionales. Por tanto, es necesario que futuras líneas de investigación se centren en estudiar y analizar los riesgos de lesión por déficits de fuerza excéntrica en sujetos que no sean profesionales, así como en deportistas tanto profesionales como amateurs femeninas, para poder crear conocimiento generalizado para toda la población, y poder comparar si los resultados obtenidos son iguales o si, en cambio, existen matices importantes entre géneros o niveles de competición.

## LIMITACIONES

Además, existen muchas otras limitaciones a la hora de realizar el análisis de los estudios. Por ejemplo, muchas veces es difícil realizar estudios como los que estamos analizando, por el hecho de que los entrenadores de los equipos no quieren participar porque requiere de mucho tiempo de observación, así como creen que eso distraerá a los jugadores, además de que les obliga a realizar protocolos de entrenamiento que quizá no se corresponden con lo que ellos quieren hacer (Petersen et al., 2011). Esto hace que los estudios presenten muchas discrepancias, debido a defectos metodológicos o al tamaño de la muestra (Van Dyk et al., 2008). Este tipo de estudios necesitan mucho tiempo de seguimiento, pero es imposible realizar un seguimiento diario a tantos sujetos por parte de los investigadores, por lo que se delega en entrenadores o preparadores físicos. Aquí es donde aparece el problema con inconsistencias en protocolos o, directamente, en diagnósticos de lesiones que no son tales, o viceversa, lesiones que no son registradas, por ejemplo. Por tanto, no se puede confirmar plenamente los resultados obtenidos porque el proceso no está 100% supervisado (Petersen et al., 2011; Van Dyk et al., 2008; Askling et al., 2003). Una solución para intentar que todas las lesiones sean verdaderas y registradas es que un médico independiente realice los diagnósticos, apoyándose en pruebas de diagnóstico por imagen. Pero al necesitarse muestras tan grandes, no es factible realizarlo (Van der Horst et al., 2015). Por ejemplo, en el artículo de Askling et al. (2003), la mayoría de las lesiones fueron consideradas como *menores*, lo que hace que sus resultados sean controvertidos, ya que aumenta el número total de lesiones. Por su parte, hay artículos, como el de Opar et al. (2015) y el de Bourne et al. (2015), donde se trabaja con resultados absolutos de fuerza, no con el torque, por lo que un deportista con una longitud de pierna mayor tendrá que producir mayor torque que una pierna menor, falseando los resultados.



## CONCLUSIONES

La principal conclusión de nuestro trabajo, puede sugerir que un déficit de fuerza excéntrica en los isquiosurales es un factor de riesgo clave para futuras lesiones en jugadores profesionales de fútbol, fútbol americano o rugby. Este déficit de fuerza si viene acompañado de lesiones anteriores se agrava de manera muy significativa, por lo que futuras investigaciones tienen que tener presente el historial lesivo de los sujetos para no falsear los resultados.

Por su parte, el desequilibrio de fuerza excéntrica, así como los desequilibrios agonista-antagonista (H/Q), presentaron cierta controversia según los resultados encontrados. Así como también respecto al ejercicio a utilizar para evaluar los niveles de fuerza excéntrica, por lo que es necesaria mucha más investigación, o desarrollar algún test unilateral que sea más funcional.

## **APLICACIONES FUTURAS**

Por último, es necesario que los futuros estudios sobre la fuerza excéntrica como factor de riesgo tenga en cuenta las limitaciones planteadas que dan origen a resultados contradictorios (muestra de sujetos, metodología y evaluación). Por ello, es necesario que todos los estudios partan de unas premisas claras y fundamentadas.





## BIBLIOGRAFIA

1. Arnason, A., Andersen, TE., Holme, I., Engebretsen, L. y Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports*. 18(1): 40-8.
2. Askling, C., Karlsson, J. y Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports*. 13(4): 244-50.
3. Bahr, R., & Holme, I. (2003) Risk factors for sports injuries – a methodological approach. *British Journal of Sports Medicine*. 37 (5): 384-92
4. Bennell, K., Wajswelner, H., Lew, P., Schall-Riauour, A., Leslie, S., Plant, D., y Cirone, J. (1998). Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *British Journal Sports Medicine*. 32(4): 309-14
5. Bourne, MN., Opar, DA., Williams, MD. y Shield, AJ. (2015). Eccentric knee flexor strength and risk of hamstring injuries in rugby unión: a prospective study. *Am J Sports Med*. 43(11): 2663-70
6. Croisier, J.L., y Crielaard, J.M. (2000). Hamstring muscle tear with recurrent complaints: an isokinetic profile. *Isokinetic Exerc Sci*. 8: 175-80.
7. Croisier, JL. Factors associated with recurrent hamstring injuries. *Sports Medicine*. 2004;34 (10): 681-95
8. Croisier, J.L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M. y Ferret, J.M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in profesional soccer players: a prospectie study. *Am J Sports Med*. 36(8): 1469-75.
9. Engebretsen, A.H., Myklebust, G., Holme, I., Engebretsen, L., y Bahr, R. (2011). Intrinsic risk factors for acute knee injuries among male football players: a prospecrive cohort study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 21(5): 645-52.
10. Engström, B., Johansson, C. y Törnkvist, H. (1991). Soccer injuries among elite female players. *American journal of sports medicine*. 19(4): 372-5
11. Fousekis K, Tsepis E, Poulmedis P, Athanasopoulos S, Vagenas G. (2011). Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *British Journal Sports Medical*. 45(9): 709-714.
12. Freckleton G, Pizzari T. (2013) Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Bristish journal of sports medicine*. 47 (6): 351-8.
13. Gabbe BJ, Branson R, Bennell KL. (2006). A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in Community-level Australian Football. *Journal of science medical sports*. 9 (1-2): 103-9.
14. Hagglund BC, Hoerth DM, Chumanov ES, Swanson SC, Thelen BJ & Thelen DG. (2005). Identifying the time of occurrence of a hamstring strain injury during treadmill running: a case study. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 20: 1073-1078.
15. Heiser TM, Weber J, Sullivan G, Clare P, Jacobs RR. (1984). Prophylaxis and management of hamstring muscle injuries in intercollegiate football players. *American journal of sports medicine*. 12: 368-70
16. Junge, A., & Dvorak, J. (2004) Soccer Injuries: a review on incidence and prevention. *Sports Medicine (Auckland, NZ)*. 34 (13): 929-38
17. McHugh, N., McAuliffe, S. y O'Sullivan, K. (2014). Eccentric training for hamstring injury, and its relationship to strenght and flexibility: A case-series. *Physioterapy practice and research*. 35 (2): 111-122
18. Meeuwisse, W.H. (1991). Predictability of sports injuries. What is the epidemiological evidence? *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)* 12(1): 8-15.

19. Mendiguchia, J., Alentorn-Geli, E., & Brughelli, M. (2012). Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction? *British Journal of Sports Medicine*. 46 (2): 81-5
20. Orchard J., Marsden J., Lord S. (1997). Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *American journal sports of medicine*. 25: 81-5.
21. Orchard, J., Seward, H., y Orchard, J.J. (2013). Results of 2 decades of injury surveillance and public release of data in the Australian Football League. *American journal of sports medicine*. 41(4): 734-41.
22. Opar, D.A., Williams, M.D., Timmins, R.G., Hickey, J., Duhig, S.J. & Shield, A.J. (2015). Eccentric hamstring strength and hamstring injury risk in Australian footballers. *Med Sci Sports Exerc* 47(4): 857-65.
23. Ostenberg, A. y Roos, H. (2000). Injury risk factors in female European football. A prospective study of 123 players during one season. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 10 (5): 279-85.
24. Petersen J., y Holmich P. (2010). Evidence based prevention of hamstring injuries in Danish elite football: a 12-month prospective registration among 374 players. *Scand J Med Sci Sports*. 20: 588-592.
25. Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, MB., Budtz-Jorgensen, E., y Holmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 39 (11): 2296-303
26. Söderman, K., Alfredson, H. Pietilä, T. y Werner, S. (2001). Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one outdoor season. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: oficial journal of the ESSKA*. 9 (5): 313-21.
27. Sugiura Y., Saito T., Skuraba K., Sakuma K. y Suzuki E. (2008). Strength déficits identified with concentric action of the hip extensors and eccentric action of the hamstrings predispose to hamstring injury in elite sprinters. *Journal orthopaedic and sports physical therapy*. 38(8): 457-64.
28. Sullivan, J.A., Gross, R.H., Grana, W. A., y García-Moral, C.A. (1980). Evaluation of injuries in youth soccer. *American journal of sports medicine*. 8 (5): 325-7
29. Timmins, R., Bourne, M., Shield, A., Williams, M., Lorenzen, C. y Opar, D. (2016). Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *Br Journal Sports Med*. 50 (24): 1524-1535
30. Urrutia, G. y Bonfill, X. (2010). Analysis of Spanish research about neck and back complaints (1992-2006). *Medicina clínica*. 135(5): 215-21.
31. Van Beijsterveldt, A.M., Van de Port, I.G., Vereijken, A.J., y Backx, F.J. (2013). Risk factors for hamstrings injuries in male soccer players: a systematic review of prospective studies. *Scandinavian Journal of Medical & Science in Sports*. 23 (3): 253-62
32. Van der Horst, N., Smits, D.W., Petersen, J., Goedhart, E.A. y Backx, F.J. (2015). The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 43(6): 1316-23.
33. Van Dyk, N., Bahr, R., Whiteley, R., Tol, JL., Kumar, BD., Hamilton, B., Farooq, A. y Witvrouw. (2016). Hamstring and Quadriceps isokinetic strength déficits are weak risk factors for hamstring strain injuries: A 4-year cohort study. *Am J Sports Med*. 44(7): 1789-95.
34. Yeung S.S., Suen A.M.y Yeung E.W. (2009). A prospective cohort study of hamstring injuries in cometitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor. *British journal of sports medicine*. 43: 589-94.