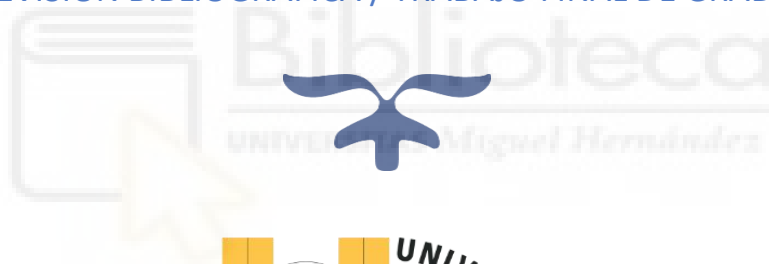




LA FUERZA EXCÉNTRICA COMO FACTOR DE RIESGO EN LA PREVENCIÓN DE LESIONES DE LA MUSCULATURA ISQUIOSURAL EN EL FUTBOLISTA

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA / TRABAJO FINAL DE GRADO



Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

Autor: Juan Francisco Pérez Ochoa

Tutor académico: Víctor Moreno Pérez

Curso académico: 2017-2018.

ÍNDICE

CONTEXTUALIZACIÓN	2
METODOLOGÍA.....	5
RESULTADOS.....	7
DISCUSIÓN.....	11
LIMITACIONES.....	14
CONCLUSIONES.....	15
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	15
BIBLIOGRAFÍA	16



CONTEXTUALIZACIÓN

El fútbol es uno de los deportes más populares del mundo con alrededor de 265 millones de jugadores (90% hombres, 10% mujeres) con licencia según la FIFA (Federación Internacional de Fútbol Asociación) y con tendencia en aumento año tras año (Kunz et al., 2007). En España el número de jugadores federados según el Consejo Superior de Deportes (2013) es de 855.987 jugadores y 21.584 clubes siendo el deporte rey en nuestro país.

Por lo general es un deporte caracterizado por su gran número de acciones intermitentes de alta intensidad que requieren potencia, velocidad y resistencia (Tous, 1999). Parece claro entonces, que el rendimiento va a estar condicionado por acciones que impliquen velocidad explosiva como aceleraciones y deceleraciones, cambios de dirección, saltos, colisiones y actividades en las que se usan amplios grados de movimiento articular (De Visser et al., 2012). Añadiendo otras características como el alto grado de incertidumbre o la gran variabilidad de movimientos (Jensen, 1998) y en consecuencia un alto grado de riesgo e incidencia lesional, siendo un deporte altamente lesivo. Hawkins et al. (1999) exponen que la ratio de lesiones en el fútbol es de 8,5 lesiones por cada 1000 horas de práctica, lo que sitúa al fútbol como una actividad con un índice lesivo muy superior al de un trabajador de alto riesgo vinculado a la industria. Esto tiene consecuencias a nivel de rendimiento inmediato del jugador y por extensión al equipo al que pertenece, además de las repercusiones económicas. En este sentido se estimaron pérdidas de 74,7 millones de libras a causa de las lesiones en la Premier League en las dos temporadas estudiadas (Woods et al., 2002). Y además de afectar significativamente en la calidad de vida, se estima que el 8% de jóvenes abandonan el deporte debido a una lesión (Grimmer et al., 2000). Por ello, será importante estudiar si mediante los procesos de entrenamiento y la prevención se puede reducir este disparatado número de lesiones, y para ello debemos conocer qué tipo de lesiones son las más frecuentes de este deporte, cómo y cuándo se producen.

Las lesiones de tipo muscular son las que predominan en futbolistas, con una incidencia mayor del 30% (1.8-2.2/1.000h de exposición), lo que representa en un equipo profesional una media de 12 lesiones musculares por temporada que suponen más de 300 días de baja (Servéis Médicos Fútbol Club Barcelona, 2009). Esto es corroborado por Tous (2009) mediante un seguimiento de las lesiones detectadas en la Serie A italiana durante la temporada 2006-2007; habiendo un total de 1999 lesiones detectadas, de las cuales 863 fueron lesiones musculares, lo que supone un 43,2% entre otro tipo de lesiones (tendinosas, pubalgias, traumas y otras). Cabe destacar que el 47% de las lesiones musculares afectan a los músculos de la parte posterior del muslo, en concreto a la musculatura isquiosural (Van Beijsterveldt et al., 2013), recayendo un 12-15% en el bíceps femoral, y siendo la posibilidad de recidiva del 12-41% (Brukner et al., 2013). En un estudio similar realizado con profesionales de la liga danesa se observó una prevalencia lesiva del 14,17%, con una media de 3,5 lesiones de isquiosurales por equipo/temporada y una media de 21,5 días de baja por lesión (Petersen et al., 2010). Según algunas asociaciones de fútbol profesional el bíceps femoral supone un 53% de las lesiones, frente a un 16% del semitendinoso, un 14% el semimembranoso y un 19% inespecíficas (Woods et al., 2004).

Algunos autores sugieren que las contracciones con alta fuerza excéntrica exigen demasiado alargamiento al músculo y se exceden los límites mecánicos de este provocando una ruptura de fibras o miotendinosa (Opar et al., 2012). Woods et al. (2004), al realizar observaciones biomecánicas nos comenta que para que se produzca la lesión muscular se debe dar un componente excéntrico, y por eso en deportes como natación y ciclismo no se dan un gran número de lesiones a nivel de isquiosurales ya que el gesto deportivo tiene un menor componente excéntrico. Este mismo autor establece que el mecanismo lesional se produce en un 91% de las veces por acciones de no contacto, y dentro de este porcentaje el 57% se producen en situaciones de sprint, cambios de ritmo y golpeo al balón.

Además, Woods et al. (2004) también demuestra que las lesiones evolucionan a lo largo de la temporada, produciéndose el mayor número de lesiones durante la pretemporada y el primer mes de competición (julio, agosto, septiembre) y después se reduce progresivamente durante el periodo competitivo. Por otro lado, esta idea puede ser chocante, ya que hay estudios (Cartesiano et al., 1997; Hakkinen et al., 1998; Schneider et al., 1998) que corroboran que los niveles de fuerza disminuyen durante la temporada. De ser así, podemos entender que el trabajo de fuerza orientado a la prevención de lesiones deberá guardar cierta correspondencia con la planificación anual y semanal, con cierto respeto hacia las exigencias específicas del entorno para incrementar no sólo los niveles de fuerza o calidad de los tejidos, sino también las coordinaciones intra e inter- musculares que se dan en el deporte en concreto.

Una vez analizados ciertos datos relevantes sobre algunos estudios, procedemos a analizar los factores de riesgo potenciales de lesión isquiosural. Entre ellos diferenciamos los factores intrínsecos (perfil del jugador), extrínsecos (entorno) y hábitos del jugador que predisponen en mayor o menor medida a una posible lesión de isquiosurales (Meeuwise et al., 1991). Entre los factores de riesgo intrínsecos: Edad, sexo, raza, déficit de fuerza en la ratio cuádriceps/isquios (H/Q), lesiones previas, inestabilidad lumbopélvica, fatiga muscular, patrón coordinativo y control motor, déficit de fuerza excéntrica en isquiosurales, flexibilidad en la musculatura isquiosural y flexora de cadera, arquitectura muscular, gesto técnico, estado hormonal (Mendiguchia et al., 2013). Los factores extrínsecos o ambientales: Acciones de los rivales, estado del terreno de juego, equipamiento, clima, calentamiento deficiente (Bahr y Holme, 2003). Destacando algunos aspectos externos y complementarios al entrenamiento como una buena alimentación e hidratación, un buen descanso y un buen estado anímico que también tendrán una relevante importancia en las posibilidades de lesión del futbolista (Sole et al., 2012).

Entre los factores más importantes nos centraremos en el déficit de fuerza excéntrica (Van Beijsterveldt et al., 2012). Hoyo et al. (2013) sugieren que *“una falta de fuerza excéntrica en los isquiosurales no permite al deportista contrarrestar la fuerza que ejerce el cuádriceps en la extensión de rodilla en la fase final de balanceo de carrera o golpeo”*. Por ello los isquiosurales deben ejercer la fuerza excéntrica suficiente para decelerar el movimiento sin que la resistencia supere los límites mecánicos y provoque lesión. Orchard et al. (2001), tras analizar en su estudio 672 lesiones de isquiosurales en futbolistas profesionales australianos, identificó el déficit de fuerza excéntrica como un factor de riesgo relevante.

Además del déficit de fuerza muscular, según varios autores el desequilibrio de fuerza entre extremidades o H/Q puede ser otro de los factores de riesgo potenciales para las roturas musculares (Freckleton et al., 2012). Para valorar los déficits de fuerza (H/Q) se estima mediante un dinamómetro isocinético la ratio agonista/antagonista a partir del torque máximo excéntrico de los isquiosurales a una velocidad de 30º/s y el torque máximo concéntrico de cuádriceps a 240º/s (Croisier et al., 2008). Si se dan diferencias superiores a un 20%, hay un riesgo de lesión potencial.

Una posible solución para reducir el índice lesional por déficit de fuerza consiste en realizar evaluaciones que nos permitan detectar dicho déficit, para posteriormente elaborar un protocolo preventivo de entrenamiento de fuerza que consiga estabilizar los niveles (Gabbe et al., 2006). Sabemos que el trabajo de fuerza excéntrica está referenciado en la literatura como beneficioso para la prevención de lesiones de isquiosurales (Askling et al., 2003; Petersen et al., 2011; Hoyo et al., 2014, 2015; Tous et al., 2015).

En este sentido, la metodología de entrenamiento con sobrecargas excéntricas parece ser un estímulo indicado para mejorar la función muscular (Hedayatpour et al., 2015). Este está basado en resistir una carga externa que vence a la fuerza que genera la propia musculatura. La forma más eficaz de realizarlo es mediante el uso de tecnologías isoinerciales (Flywheel) como pueden ser Yo-yo – Versa Pulley o polea cónica. Su funcionamiento consiste en una contracción máxima

durante la fase concéntrica del ejercicio, tirando de la cinta o cable sujeto al eje de la rueda inercial y haciéndola rotar a altas velocidades, de manera que la cinta se desenrollará completamente al final del movimiento. En beneficio de la inercia, el disco sigue rotando y rebobina la cinta en la dirección opuesta, tirando de las extremidades posteriores e iniciando la fase excéntrica. Después de una leve resistencia inicial, el usuario empieza la frenada tirando de la correa hasta una parada completa de la rueda, y es cuando se iniciaría de nuevo la siguiente repetición y así sucesivamente (Cortés, 2009). Según Hedayatpour et al. (2015), esta sobrecarga se caracteriza por unos efectos iniciales desfavorables como el daño muscular, reducción de excitabilidad fibrilar o dolor agudo. Pero tras un periodo de sobrecompensación se producen ciertos efectos positivos como hipertrofia musculo- tendinosa, cambios favorables en la unidad motora e incrementos de la actividad cortical, lo que mejora la calidad muscular y la fuerza excéntrica.

Seirul-lo (2011), sugiere que un entrenamiento de fuerza complementario previo a la sesión de campo (pre-activación durante 15-30 minutos) puede ser beneficioso para preparar al jugador hacia las tareas sin causar excesiva fatiga. Y es que, las tecnologías isoinerciales nos permiten recrear gran variedad de movimientos libres del jugador que se dan en tareas específicas del fútbol, sin soportes externos al movimiento, trabajando en niveles óptimos de potencia e incidiendo en la fase excéntrica o de frenado. Creando así, patrones de movimiento estables y flexibles a la vez (Tous et al., 2009). Además, permite trabajar los ciclos CEA provocando adaptaciones en el complejo músculo- tendinoso que favorecerá el rendimiento en acciones explosivas como los cambios de dirección y mayores ganancias en habilidades como el sprint y el salto (Hoyo et al., 2015).

Por otro lado, Di Salvo et al. (2007) nos informa de las exigencias que se dan en este deporte (GPS), aportando información útil que permite la individualización en cuanto a necesidades bioenergéticas del jugador. Los jugadores recorren una distancia media de (11.393 m \pm 1.016 m.). Pero destaca la carga condicional según posiciones en el campo, concluyendo que los medio centros e interiores son los que más distancia recorren (12.027 m, y 11,254 m). Sin embargo, los medios son los que menos intensidad requieren para estos desplazamientos, siendo los centrales los que menos distancia e intensidad requieren. Por otro lado, Gorostiaga et al. (2006) nos informa de la importancia de acciones como el sprint y el cambio de dirección, ya que las distancias de sprint en competición se corresponden a los siguientes porcentajes: -12m (50%), 12-20m (20%), 20-30m (15%), +30m (15%). Coincidiendo en que se dan más de 130 aceleraciones desde parado o corriendo y en torno a 1000 cambios de dirección. Estos datos nos permiten relacionar las exigencias competitivas con la probabilidad de lesión. Woods et al. (2004) afirma que la mayoría de las lesiones se producen durante el último tercio de partido, ya que a mayor nivel de fatiga menor capacidad del músculo para absorber energía, por lo que la fuerza necesaria para que el músculo alcance el punto de ruptura es menor (Mair et al., 1996). Por lo tanto, podemos entender que además del déficit de fuerza excéntrica, la fatiga o estado emocional (minuto y resultado) también predispondrán al jugador a lesión.

Varios estudios han indicado efectos positivos en el rendimiento tras aplicar un programa de entrenamiento con sobrecarga excéntrica usando la tecnología isoinercial (Askling et al., 2003; Hoyo et al., 2014,2015; Tous et al., 2015)

Sin embargo, otros autores (Petersen et al., 2011; McHugh et al., 2014; Van der Horst et al., 2015; Timmins et al., 2016; Lovell et al., 2017) sugieren el efecto preventivo que tiene un ejercicio de fácil aplicación como es el Nordic Hamstring (NHE) en las lesiones de isquiosurales. Por ejemplo, Petersen et al. (2011) simplemente comparó el efecto que tiene la inclusión de este ejercicio en los entrenamientos de 54 equipos de la liga profesional danesa de fútbol. Los resultados muestran que, de un total de 67 lesiones de isquiosurales, 15 fueron en el grupo de intervención y 52 en el grupo control. De las 15 del grupo intervención, 12 fueron nuevas lesiones y 3 recidivas, mientras que en las 52 del grupo control, 32 fueron nuevas y 20 recidivas.

Por lo tanto, el NHE redujo las lesiones un 60% y recaídas en un 85%. El NHE será tenido en cuenta para la posterior revisión.

El objetivo de esta revisión bibliográfica consistió en conocer la literatura científica sobre el déficit de fuerza excéntrica como factor de riesgo en la lesión de isquiosurales en futbolistas. Además, relacionarlo con el efecto que el entrenamiento excéntrico puede tener en acciones predominantes del fútbol y si su aplicación puede o no mejorar el rendimiento.

METODOLOGÍA

Para realizar la revisión sistemática de la literatura se han utilizado las directrices que expone el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analyses) (Urrutia, y Bonfil, 2010), con el objetivo de seguir una estructura definida y clara.

La búsqueda bibliográfica se realiza a través de bases de datos científicos como *PubMed* y *Scopus* (Acceso mediante web UMH) de artículos publicados hasta mayo del 2018 con el fin de asegurar mayor calidad de los artículos revisados.

Algunos de los términos utilizados para realizar la búsqueda son los siguientes:

- “Hamstring Injury” OR “Hamstring Strain” AND “Eccentric Strength” AND “Football” OR “Soccer” AND “Risk Factor”. En esta primera búsqueda se encontraron 163 artículos relacionados.
- “Eccentric overload” AND “Soccer” OR “Football” AND “Hamstring injury”. Obteniendo 84 artículos relacionados.
- “Nordic hamstring” AND “Football” AND “Eccentric strength”. 11 resultados.
- “Change of direction” AND “Football” OR “Soccer” AND “Eccentric overload”. Obteniendo 6 resultados.

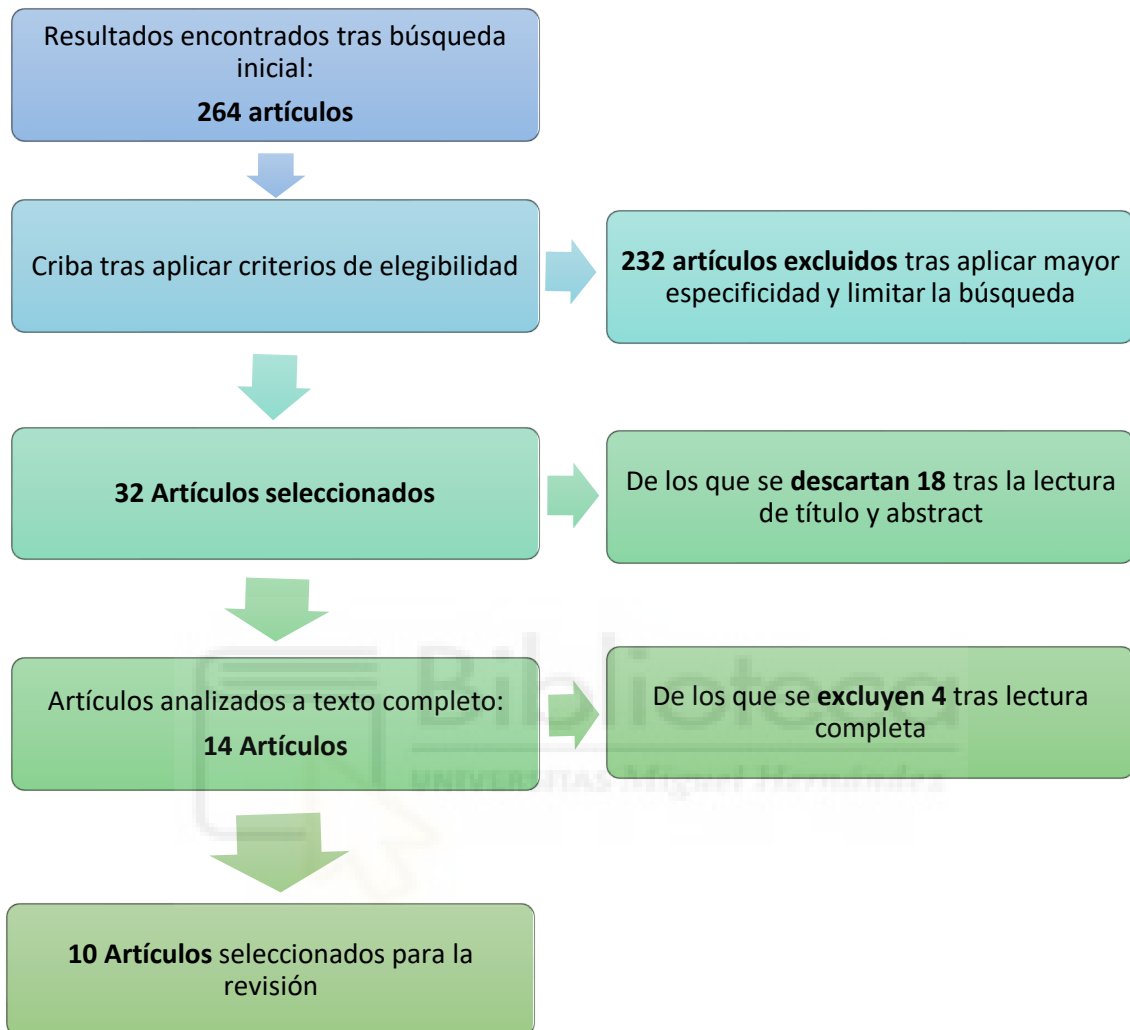
Los artículos fueron seleccionados de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión:

- **Criterios de inclusión**
 - Estudios que investiguen los efectos de la fuerza excéntrica en un deporte colectivo de carácter intermitente como es el fútbol.
 - Artículos que incluyan en su estudio futbolistas, de carácter profesional o aficionados.
 - Edades comprendidas entre 17 y 38 años.
 - Incluir al menos un estudio con muestras femeninas para contrastar información.
 - La intervención del estudio irá enfocada a la prevención o mejora del rendimiento en acciones específicas de fútbol.
 - Estudios que traten el déficit de fuerza excéntrica como factor de riesgo.
 - Algún estudio que trate el entrenamiento con sobrecarga excéntrica.
- **Criterios de exclusión**
 - Revisiones sistemáticas.
 - Estudios duplicados

En el diagrama de flujo (*Figura 1*) se puede observar la criba realizada para obtener los artículos seleccionados.

Todos los artículos preseleccionados inicialmente, fueron descartados al realizar una búsqueda más específica y limitada de acuerdo con los criterios de elegibilidad (inclusión y exclusión). Obteniendo un total de 10 artículos que serán sometidos a revisión en apartados posteriores.

Figura 1: Diagrama de flujo. Proceso de selección de artículos.



RESULTADOS

Todos los artículos seleccionados y analizados se corresponden a un deporte colectivo de carácter intermitente como es el fútbol, o una mezcla de varios como el fútbol gaélico (McHugh et al., 2014).

Características de la muestra

En relación con el número de la muestra (Tabla 1), 4 de los estudios analizan una muestra superior a 150 sujetos (Croisier et al., 2008; Petersen et al., 2011; Van der Horst et al., 2015; Timmins et al., 2016), mientras 5 estudios utilizan muestras de entre 20-40 sujetos (Askling et al., 2003; Hoyo et al., 2014, 2015; Tous et al., 2015; Ric Lovell et al., 2017), y uno de ellos sólo utiliza 10 sujetos (McHugh et al., 2014). Además, todos ellos intervienen con futbolistas de género masculino, excepto uno (McHugh et al., 2014) que también recoge muestras de género femenino.

De los 2290 futbolistas con lo que se ha intervenido en los diferentes estudios, el 52.2% juegan en categorías profesionales (Askling et al., 2003; Croisier et al., 2008; Petersen et al., 2011; Hoyo et al., 2014, 2015; Timmins et al., 2016; Tous et al., 2015), mientras el 47.8% se enmarca en el fútbol amateur o aficionado (Petersen et al., 2011; McHugh et al., 2014; Van der Horst et al., 2015; Ric Lovell et al., 2017).

Relación entre déficit de fuerza excéntrica, entrenamiento excéntrico y lesión

Entre los estudios analizados, todos coinciden en que el déficit de fuerza es un factor de riesgo que aumenta las probabilidades de lesión (Tabla 2), ya sea tras un periodo de intervención (Askling et al., 2003; Croisier et al., 2008; Petersen et al., 2011; McHugh et al., 2014; Hoyo et al., 2014,2015; Van der Horst., 2015; Tous et al., 2015; Ric Lovell et al., 2017), o una única evaluación inicial sin intervención (Timmins et al., 2016). Además, algunos de los estudios demuestran que el entrenamiento excéntrico puede reducir la incidencia de lesiones (Askling et al., 2003; Croisier et al., 2008; Petersen et al., 2011; McHugh et al., 2014; Van der Horst., 2015; Timmins et al., 2016; Ric Lovell et al., 2017) e incluso aumentar el rendimiento en acciones específicas del deporte (Askling et al., 2003; Hoyo et al., 2014,2015; Tous et al., 2015). Haciendo uso de diferentes metodologías del entrenamiento de la fuerza que acentúan la fase de contracción excéntrica, mediante ejercicios clásicos como el NHE (6 estudios; Petersen et al., 2011; McHugh et al., 2014; Van der Horst et al., 2015; Timmins et al., 2016; Tous et al., 2015; Ric Lovell et al., 2017), hasta ejercicios que enfatizan en la sobrecarga excéntrica mediante tecnologías contemporáneas como son las máquinas Flywheel o isoinerciales (4 estudios; Askling et al., 2003; Hoyo et al., 2014, 2015; Tous et al., 2015). Empleando para sus evaluaciones diferentes instrumentos como pueden ser: dinamómetro isocinético (fuerza CON y EXC), registro de incidencia y severidad de lesiones (nº de lesiones x 1000h de exposición y días de baja por lesión), tolerancia al estiramiento y ROM con goniómetro, arquitectura muscular con ecógrafo y diferentes test de rendimiento (aceleración y velocidad en 10-20-30 m, cambio de dirección, potencia mediante CMJ y saltos reactivos).

Tabla 1. Datos de la muestra

ESTUDIO	MUESTRA	SEXO	NIVEL	TIPO DE ESTUDIO
Askling et al. (2003)	N=30/ GI: 15, GC: 15	Masculino	Profesional	Prospectivo 1 temporada, aleatorizado
Croisier et al. (2008)	N= 462	Masculino	Profesional	Prospectivo 9 meses, no aleatorizado
Petersen et al. (2011)	N=942/ GI: 461, GC: 481	Masculino	Profesional y aficionado	Prospectivo 1 temporada, aleatorizado
McHugh et al. (2014)	N= 7	Masculino y femenino	Profesional	Prospectivo 6 meses, estudio de casos
Hoyo et al. (2015)	N= 20 jugadores (sub 19)	Masculino	Profesional	Aleatorizado cruzado
Van der Horst et al. (2015)	N= 579/ GI: 292, GC: 287	Masculino	Aficionado	Prospectivo 1 temporada, aleatorizado
Hoyo et al. (2014)	N= 36 (sub 19)/ GI: 18, GC: 15	Masculino	Profesional	10 semanas, no aleatorizado controlado
Timmins et al. (2016)	N= 152	Masculino	Profesional	Prospectivo 1 temporada
Tous et al. (2015)	N= 24 (sub 19)	Masculino	Profesional	11 semanas, no aleatorizado controlado
Lovell et al. (2017)	N= 35/ G l bef: 10, G l pos: 14, GC: 11	Masculino	Aficionado	12 semanas, aleatorizado

Abreviatura: **GI:** Grupo intervención; **GC:** Grupo control; **G**l**bef:** Grupo intervención before; **G**l**pos:** Grupo intervención posterior

Tabla 2. Desarrollo y resultados

ESTUDIO	INTERVENCIÓN			EVALUACIÓN	CONCLUSIÓN
Askling et al. (2003)	s/r	TD	Duración	<ul style="list-style-type: none"> ·Registro de lesiones de isquiosurales. ·Test de velocidad máxima, 50 metros lanzados (se acelera en 20 m y se realizan 30 m a máxima velocidad,). ·ROM: flexión pasiva de la cadera. ·Fuerza con DI. 	<ul style="list-style-type: none"> ·GI: ↑ en pico de F concéntrica (15%) y excéntrica (19%). Reducción en el tiempo de sprint 30 m. ↓ número de lesiones 3/15 (20%). ·GC: No mejora en pico de fuerza y en sprint 30 m. ↑ nº de lesiones 10/15 (67%). F exc → factor de riesgo
	4x8 (Yoyo- leg curl)	1' entre series	16 sesiones /1-2 s/semana/10 semanas pret)		
	GC: Ent específico fútbol				
Croisier et al. (2008)	<ul style="list-style-type: none"> -GI 1: Jugadores con desbalance H/Q y ent isocinético sin test final. -GI 2: Jugadores con desbalance H/Q y ent isocinético con test final de normalización. -GC 1: Jugadores sin desbalance H/Q. -GC 2: Jugadores con desbalance H/Q y ninguna formación en ent compensatorio posterior. 			<ul style="list-style-type: none"> ·DI (CON y EXC). Evaluación inicial en pretemporada. 	35/462 lesión (8%). La ratio de lesiones ↓ en jugadores que no muestran desequilibrios de F y ↑ en aquellos que tienen desequilibrios de F. Con ent compensatorio hay un 5.7% de lesionados. Sin ent compensatorio, 16.5%. F exc → factor de riesgo
Petersen et al. (2011)	s/r	TD	Duración	<ul style="list-style-type: none"> -Evaluación pret: NHE ·Incidencia, recurrencia y severidad). 	67/942 lesión (7%). 15 en el GI (3%) y 52 en el GC (11%). Ratio lesión ↓ en GI. Ent complementario de F exc disminuye la tasa de lesiones y su recurrencia, pero no su severidad. Programas de NHE crónicos reducen las lesiones de isquiosurales.
	2x 2-3-6 (primeras 5 s) 3x 12-10-8 (últimas 5 s). NHE	-	27 sesiones/ 1 s/semana/ 10 semanas (pret)		
	GC: No realiza NHE				
McHugh et al. (2014)	s/r	TD	Duración	DI (pre y post): -Pico de torque máximo -Angulo de torque máximo -Tolerancia al estiramiento -DOMS	1/7 lesión (14%). ↑ pico de torque de F exc y tolerancia al estiramiento, mostrando una relación con menores ratios de lesión. DOMS: mínimo (1.85). Ent exc relaciona con ↓ ratio de lesión.
	s.3: 2x5/ s.4: 2x6/ s.5: 3x6-8/ s.6: 3x8-10. NHE	-	Familiarización 2 semanas (Ball leg curl + 6 semanas NHE /2-3 s/semana		
Hoyo et al. (2015)	s/r	TD	Duración	Efectos agudos en: ·Test velocidad 10 y 20 m sprint ·Test de salto CMJ ·COD (plataforma de contacto): sprint 20 m con cambio de dirección de 60º y 45º al final.	↑ en el rendimiento de COD sin mostrar fatiga aguda. ↑ significativas en el CMJ y sprint 20 m, respecto al protocolo 1. Sin mejoras en sprint de 10 m. El ent previo con sobrecarga exc puede ser efectivo para la prevención y mejoras en rendimiento sin causar excesiva fatiga aguda.
	·Protocolo 1: Calent + 5' cicloergómetro ·Protocolo 2: Calent + 5' cicloergómetro + 4x6 Yoyo Half Squat.	2' entre series	Protocolos separados entre 72-96 h		
Van der Horst et al. (2015)	s/r	TD	Duración	Evaluación tras intervención NHE ·Incidencia y severidad de lesiones	36/579 lesión (6%). ↓ riesgo de lesión de isquiosurales en GI respecto a GC pero sin diferencias en la severidad. Protocolo de NHE se relaciona con ↓ riesgo de lesión en aficionados.
	s. 1 a 2: 2x6/ s. 3: 3x6/ s. 4: 3x 6-7-8/ s. 5: 3x 8-9-10/ s. 6 a 13: 3x 10-9-8. NHE + Ent específico fútbol	-	25 sesiones/ 13 semanas/ 1-2 s/semana		
	GC: Sólo entrenamiento específico de fútbol				

Hoyo et al. (2014)	s/r	TD	Duración	<ul style="list-style-type: none"> ·Incidencia y severidad de lesiones ·Test CMJ ·Test 10 m y 20 m sprint (también se analiza los 10-20 m lanzados). 	<p>↓ severidad de lesiones y ↓ incidencia de las mismas en GI, que también mejora en sprint 20 m y significativamente más que el GC en CMJ y en sprint 10-20 m. En el GC no se encuentran mejoras en las variables estudiadas. El ent con sobrecarga exc mejoró el rendimiento y redujo la incidencia lesional.</p>
	<p>s.1-2: 3x6 (1 s/semana) / s. 3-4: 3x6 (2 s/semana)/ s. 5-6: 4x6/ s.7-8: 5x6 / s.9-10: 6x6. Half Squat (Yoyo) y flexión de rodilla decúbito prono (Yoyo leg curl) + entrenamiento en campo</p> <p>GC: Sólo entrenamiento técnico- táctico en campo.</p>	3' entre series	10 sesiones/ 10 semanas/ 1-2 s/semana		
Timmins et al. (2016)	s/r	TD	Duración	<ul style="list-style-type: none"> ·Evaluación inicial de arquitectura muscular ·Evaluación de la la contracción isométrica máxima (MVIC) ·Pico de F exc: mediante NHE (Células de carga, N/kg). 	<p>27/152 lesión (18%). A ↑ F exc y longitud en isquiosurales ↓ es la probabilidad de lesiones futuras. Sin diferencias en F exc de la pierna lesionada con no lesionada, pero sí hay diferencias respecto a no lesionados. La pierna no lesionada en lesionados tiene ↓ F exc (262 N) que los no lesionados (309 N). Déficit de F exc → Factor de riesgo</p>
	3 esfuerzos submáximos seguidos de 3 reps bilaterales máximas con NHE	1' tras esf submáx.	Única medición. Soportar la máxima carga excéntrica con NHE.		
Tous et al. (2015)	s/r	TD	Duración	<p>Test pre y post intervención</p> <ul style="list-style-type: none"> ·Sprint 10 m y 30 m ·Habilidad de repetir sprint (RSA): 6 bloques de 2x 20 m de sprint con cambio de dirección de 180º. ·Test V-Cut: sprint 25 m con cambios de dirección de 45º cada 5 m, se realizan 2 intentos con 3' TD entre ellos. ·Test CMJ ·Test "Hopping": 6 saltos reactivos con el menor tiempo de contacto. 	<p>GI: ↑ en el test V-Cut (COD), y mejoras inferiores en velocidad lineal 30 m y CMJ.</p> <p>GC: No se encontraron diferencias significativas. No hay mejoras en RSA (GI y GC).</p> <p>Vibración: recuperación funcional, mayor complejidad y variedad de estímulos (prevención). El ent con sobrecarga exc aplicado 1 vez a la semana (25') sugiere pues, un complemento viable para mejorar las tareas de desempeño específico en fútbol y reducir las lesiones.</p>
	<p>GI: Vibración y sobrecarga exc + entrenamiento de campo</p> <p>s. 1-2: 1x8/ s. 3-5: 2x6/ s. 6-8: 2x8/ s. 9-11: 2x10. 8 Ejs: Polea cónica (rotación, lunge, ext cadera), Yoyo (squat lateral), NHE, plancha, abd-add y Squat unilateral en vibratoria.</p> <p>GC:: Ent pliométrico convencional + específico de fútbol. 3 postas/secuencias (F convencional + pliometría + sprint) x2</p>	<p>GI: 1' entre ejs y 2' entre series</p> <p>GC: ídem GI.</p>	11 sesiones/ 11 semanas/ 1 s/semana		
Lovell et al. (2017)	s/r	TD	Duración	<p>Evaluación inicial y final en laboratorio</p> <ul style="list-style-type: none"> ·F exc de isquiosurales mediante DI (3 reps máximas, 30º/s). ·Arquitectura muscular 	<p>NHE deriva en ↑ pico de F exc tanto en GI bef y GI pos, frente a GC.</p> <p>Sí existen diferencias en la arquitectura muscular: El ángulo de peneación (hipertrofia) aumenta más en GI pos que en GI bef o GC. Mientras que la longitud del bíceps femoral aumenta en mayor medida en el GI bef. Un programa de NHE aumentó la F.Exc a una magnitud similar independientemente de su programación relativa a la sesión de entrenamiento</p>
	<p>Glbef: NHE antes de ent fútbol</p> <p>Glpos: NHE posterior ent fútbol</p> <p>s.1: 2x5</p> <p>s. 2-3: 3x5-6</p> <p>s. 11-12: 4x 10-12</p> <p>GC: Ejercicios core (puente frontal y lateral). 3x25"</p>		24 sesiones/ 12 semanas/ 2 s/semana.		

Abreviatura: F: fuerza; Ent: entrenamiento; F exc: fuerza excéntrica; DI: Dinamómetro isocinético; Ent exc: entrenamiento excéntrico; Exc: excéntrico; GC: grupo control; GI: grupo intervención; H/Q: ratio isquiosurales – cuádriceps; NHE: ejercicio Hamstring Nordic; COD: Cambio de dirección; Ext: extensión; s/r: series/repeticiones; TD: tiempo de descanso; Ejs: ejercicios; s.: Semana

DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión bibliográfica reside en conocer la literatura científica sobre el déficit de fuerza excéntrica como factor de riesgo en la lesión de isquiosurales en futbolistas. Además, relacionarlo con el efecto que el entrenamiento excéntrico puede tener en acciones predominantes del fútbol y si su aplicación puede o no mejorar el rendimiento.

La mayoría de los estudios analizan muestras de entre 10 y 40 jugadores (Askling et al., 2003; Hoyo et al., 2014, 2015; McHugh et al., 2014; Tous et al., 2015; Ric Lovell et al., 2017). Esto puede ser un limitante a la hora de detectar resultados significativos, teniendo que ser cautelosos a la hora de generalizar resultados. Por lo que es necesario futuros estudios con muestras mayores.

Además, en la mayoría de las muestras son jugadores profesionales masculinos (Askling et al., 2003; Croisier et al., 2008; Petersen et al., 2011; Hoyo et al., 2014, 2015; Tous et al., 2015; Timmins et al., 2016). Sólo habiendo un estudio que analiza una muestra femenina (McHugh et al., 2014). Esto nos alerta sobre la imposibilidad de generalizar resultados, ya que en poblaciones profesionales los sujetos están más adaptados fisiológicamente por su dedicación a tiempo completo y los resultados pueden variar si los comparamos con sujetos aficionados. Por tanto, es necesario futuras líneas de investigación que analicen la fuerza excéntrica como factor de riesgo en futbolistas aficionados y mayor número de estudios con futbolistas de género femenino para poder extrapolar los hallazgos.

También hay estudios en los que las muestras no están aleatorizadas (Croisier et al., 2008; Hoyo et al., 2014; Tous et al., 2015), con la correspondiente posibilidad de sesgo que conlleva.

Todos los autores coinciden en que hay un origen multifactorial en las lesiones musculares de isquiosurales, pero algunos factores pueden ser más predictivos que otros, sugiriendo que el déficit de fuerza, principalmente excéntrica, desempeña un papel clave en la prevención de futuras lesiones (Askling et al., 2003; Croisier et al., 2004; Petersen et al., 2011; McHugh et al., 2014; Timmins et al., 2016; Van der Horst et al., 2015; Hoyo et al., 2014, 2015; Tous et al., 2015; Lovell et al., 2017). De los 10 estudios analizados, todos reconocen el déficit de fuerza excéntrica como factor de riesgo. Entre ellos, 4 estudios demuestran que el entrenamiento excéntrico no sólo reduce la incidencia de lesiones, sino que también aumenta el rendimiento en acciones específicas del deporte (Askling et al., 2003; Hoyo et al., 2014, 2015; Tous et al., 2015).

En esta línea, Timmins et al. (2016) sugiere que tener buenos niveles de fuerza excéntrica puede contrarrestar otros factores de riesgo como la edad o el historial de lesiones previo. Algunos de los primeros estudios muestran que un nivel bajo de fuerza en isquiosurales medidos isocinéticamente durante la pretemporada se relaciona con un riesgo hasta 4 veces mayor de sufrir lesiones en la temporada subsiguiente (Croisier et al., 2008). En contraste, otras investigaciones anteriores no fueron capaces de mostrar tal relación (Benell et al., 1998). La discordancia en los resultados puede deberse a que en el estudio de Croisier et al. (2008) no se rechaza a sujetos con lesión previa de isquiosurales, lo que puede falsear los resultados ya que se pueden contabilizar las lesiones como nuevas, y realmente son recaídas. Esto sería útil para estudiar la reincidencia de lesiones como factor de riesgo y no la implicación de la fuerza excéntrica. También sería de interés que se realizara más de una evaluación, y no sólo una inicial, porque durante la temporada pueden fluctuar los niveles de fuerza debido a otros factores como otras lesiones o cambios en los protocolos de entrenamiento. Curiosamente, en el mismo estudio Croisier et al. (2008) demuestra que aquellos jugadores cuya ratio en el isocinético era mayor de 1.40 (fuerza excéntrica de isquiosurales es mayor que la fuerza concéntrica de cuádriceps), no padecían ninguna lesión en isquiosurales durante la competición. Sin embargo, Timmins et al. (2016), demuestra que los futbolistas lesionados no presentan diferencias a nivel de desequilibrios de fuerza excéntrica en isquiosurales respecto a no lesionados. En sus evaluaciones todos los autores utilizaban dinamómetro isocinético, pero existen resultados

contradictorios. Por tanto, es necesario nuevas investigaciones con muestras mayores que utilicen el mismo instrumento y protocolo de medición, prestando especial atención a las reincidencias para no falsear resultados, puesto que no se conoce el origen de las discrepancias.

En la literatura existe cierta controversia respecto a la eficacia de diferentes protocolos de entrenamiento excéntrico para reducir el riesgo de lesión en isquiosurales (Gabbe et al., 2006). Pero en nuestro trabajo existe unanimidad en todos los estudios cuando se relaciona un aumento en los niveles de fuerza excéntrica con la disminución de la incidencia o riesgo de lesión, aumentando considerablemente el riesgo cuando no se aplica ningún programa de fuerza excéntrica (Askling et al., 2003; Croisier et al., 2008; Petersen et al., 2011; McHugh et al., 2014; Van der Horst et al., 2014; Tous et al., 2015; Hoyo et al., 2014,2015).

Para entender la eficacia del fortalecimiento excéntrico en la prevención de lesiones debemos remontarnos a diferentes análisis biomecánicos, ya que la mayoría de las lesiones por rupturas de isquiosurales se dan en la última fase de oscilación durante carreras a alta velocidad o golpes al balón, donde los tendones de la corva son elongados en exceso debido a la flexión de cadera y extensión de la rodilla, debiendo activarse excéntricamente en posición de alargamiento para desacelerar la extensión de rodilla (Van der Horst et al., 2015). No es de extrañar pues, que en el estudio de Van der Horst et al. (2015), de los 36 lesionados, el 53% fuese en acciones de aceleración. Por tanto, la mejora de la fuerza excéntrica en isquiosurales se relaciona con una disminución de futuras lesiones y un aumento del rendimiento en acciones a máxima velocidad (Tous et al., 2015; Hoyo et al., 2014,2015; Askling et al., 2003; Petersen et al., 2011). Además, existe controversia alrededor de la fuerza concéntrica (Askling et al., 2003) y la fuerza isométrica (Timmins et al., 2016) sobre su capacidad preventiva. Por ello será necesario mayor número de investigaciones sobre protocolos de entrenamiento excéntrico en relación con el riesgo de sufrir lesiones.

Uno de los puntos discordantes entre los autores vistos, es el método o ejercicio utilizado para intervenir. De los 10 estudios, 6 utilizan NHE (Petersen et al., 2011; McHugh et al., 2014; Van der Horst et al., 2015; Timmins et al., 2016; Tous et al., 2015; Ric Lovell et al., 2017). Algunos autores indican que el NHE, es un ejercicio bilateral en el que la fuerza angular alrededor de la rodilla va aumentando conforme el sujeto va cayendo al suelo (Opar et al., 2015; Bourne et al., 2015). Lo cual puede ser peligroso para deportistas que no tienen experiencia en su realización por la elevada carga que tienen que soportar (McHugh et al., 2014). A pesar de ello, todos los estudios obtienen resultados positivos al aplicarlo, con un alto grado de cumplimiento del programa. Por otro lado, varios autores utilizan el dinamómetro isocinético (Croisier et al., 2008; McHugh et al., 2014). que consiste en un movimiento unilateral en el que la fuerza o velocidad generada es constante (Opar et al., 2015), pero su posición para la ejecución no refleja los movimientos funcionales que se dan durante la práctica. Croisier et al. (2008) en su estudio, 8 de los 687 deportistas tuvieron algún tipo de molestia durante el test, lo que impidió su realización. Además, los resultados pueden estar influenciados por factores como el nivel previo de aprendizaje, la velocidad angular elegida o la fatiga (McHugh et al., 2014). Por tanto, es necesario futuros trabajos de intervención que validen ambos protocolos de evaluación, u otros test funcionales que tengan mayor transferencia en cuanto a patrones de movimientos deportivos.

En este sentido, varios autores aplicaron un protocolo de sobrecarga excéntrica mediante máquinas isoenergéticas o Flywheel (Askling et al., 2003; Hoyo et al., 2014,2015; Tous et al., 2015) y demostraron mejoras significativas en acciones específicas, además de reducir la incidencia de lesiones. Hoyo et al. (2014, 2015) aplicó un protocolo de sobrecarga excéntrica antes del entrenamiento con una frecuencia de 2 sesiones/semana y tuvo relación con mejoras agudas en el COD, cmj y sprint 20 m sin mostrar excesiva fatiga aguda. En esta línea Tous et al. (2015) aplicó un entrenamiento basado en vibración y sobrecarga excéntrica con frecuencia de 1 sesión/semana (25') y obtuvo mejoras similares en cuanto a rendimiento. Sin embargo, ninguno de

estos estudios (Hoyo et al., 2014,2015; Tous et al., 2015; Askling et al., 2003) encontró mejoras significativas en carreras más cortas de 10 m. Es necesario mayor número de investigaciones que estudien los efectos de la sobrecarga excéntrica en distancias más cortas, ya que es una habilidad fundamental para el desempeño en el fútbol.

Comparando ambos métodos de entrenamiento excéntrico, Petersen et al. (2011) y Van der Horst et al. (2014) comprueban que tras aplicar un programa de fuerza excéntrica utilizando el NHE durante la pretemporada se puede reducir la tasa de nuevas lesiones en un 60% y un 85% las lesiones recurrentes, pero sin efecto positivo en la severidad. En contraste Hoyo et al. (2014) tras aplicar un programa con sobrecarga excéntrica obtiene resultados significativos en cuanto a reducción de lesiones y también en la severidad. Por ello sería necesario una investigación más profunda a cerca del efecto de ejercicios clásicos como NHE y sobrecarga excéntrica en la severidad de lesiones.

Otros autores (Timmins et al., 2016; McHugh et al., 2014) sugieren aumentos de la fuerza excéntrica en ángulos más extendidos del bíceps femoral tras aplicar un programa con NHE. Sin embargo, otros estudios anteriores (Clark et al., 2005; Brughelli et al., 2010) no encuentran cambios significativos en el pico de fuerza tras aplicar programas de entrenamiento excéntrico. Esto es posible debido a que a que el pico de fuerza se analiza concéntricamente en estos estudios, sugiriendo que los cambios pueden ser específicos. Por otra parte, en el estudio de Kilgallon et al. (2007) se demostró que el ángulo de torque máximo volvió a valores iniciales tras 18 días de cese, sugiriendo que los efectos son transitorios a menos que se aplique un programa de mantenimiento regularmente.

De los estudios revisados, 8 aplicaron un programa de entrenamiento excéntrico previo al entrenamiento técnico-táctico de campo (Askling et al., 2003; Petersen et al., 2011; McHugh et al., 2014; Hoyo et al., 2014,2015; Van der Horst et al., 2015; Tous et al., 2015). Sin embargo, Lovell et al. (2017) investigó en su estudio que efecto tenía un programa clásico de NHE aplicado antes o después del entrenamiento específico en jugadores aficionados. Lo que vieron es que el pico de fuerza excéntrica aumentaba con el programa de NHE, independientemente de si su programación era antes o después, pero las adaptaciones arquitectónicas de la musculatura isquiosural fueron específicas y dependientes de la programación. Además, el aumento de fuerza se dio en la posición de la articulación extendida, lo que está asociado con el mecanismo de lesión más común. Las adaptaciones arquitectónicas fueron divergentes, ya que el bíceps femoral aumento en espesor solamente en el grupo que trabajaba NHE posterior al entreno, mientras la longitud del fascículo del bíceps femoral aumentó exclusivamente en NHE pre-entreno. Es posible que las adaptaciones hipertróficas que surgen en NHE posterior al entreno se den por la tensión mecánica y estrés metabólico dada la naturaleza fatigante del fútbol (Douglas et al., 2016). No está claro por qué se daba el aumento de longitud en el bíceps femoral en los que aplicaron el programa NHE pre-entreno, pero estos hallazgos sugieren que la programación NHE pre-entreno puede tener más relevancia para la prevención de lesiones dado el mecanismo de lesión propuesto. A pesar de esto, la programación de NHE debería respetar cuestiones para futuras investigaciones como el nivel de participación, la arquitectura muscular deseada, el momento de la temporada o la carga prevista para el entrenamiento.

LIMITACIONES

El bajo número de sujetos es una limitación en algunos estudios y hay una necesidad de gran escala de estudios prospectivos multifactoriales para aclarar posibles relaciones entre factores de riesgo y la posterior aparición de una lesión en isquiosurales (Askling et al., 2003; McHugh et al., 2014; Hoyo et al., 2014). Además, para que los estudios tuvieran mayor validez deberían presentar un programa de intervención en el que se diferencien los resultados entre el grupo de intervención y el grupo control. Por ejemplo, McHugh et al. (2017) aplica un programa de entrenamiento excéntrico en un grupo intervención, pero no existe un grupo control con el que se puedan comparar los resultados obtenidos.

Existe cierta controversia en cuanto al grado de participación en este tipo de estudios (Askling et al., 2003; Petersen et al., 2011; Croisier et al., 2008; Van der Horst et al., 2015; Lovell et al., 2017). Hay equipos que no participan por el tiempo que requiere su aplicación, así como la distracción de jugadores en el periodo competitivo o modificación de los protocolos de entrenamiento que quizás no corresponden con lo que el entrenador quiere. Esto hace que algunos estudios muestren discrepancias, debido a efectos metodológicos del tamaño de la muestra (McHugh et al., 2014).

Otro de los aspectos que no quedó claro tras el análisis de los resultados es el tiempo de seguimiento idóneo y la frecuencia de evaluaciones, ya que los resultados recogidos en una evaluación inicial pueden variar a lo largo de la temporada por diversos factores. Existen estudios que sólo evalúan una vez en pretemporada tras la intervención y posteriormente realizan un periodo de observación, sin tener en cuenta que los niveles de fuerza pueden haber cambiado en pocas semanas (Petersen et al., 2011; Croisier et al., 2008). Por eso debería haber futuras líneas de investigación sobre protocolos de entrenamiento y evaluación de factores de riesgo sostenidos en el tiempo. Sin embargo, estudios demasiado extensos en el tiempo, también pueden suponer una limitación en categorías de aficionados, donde se delegan responsabilidades de seguimiento diario a fisioterapeutas, entrenadores y preparadores con la consecuente probabilidad de inconsistencias en los resultados obtenidos al no estar supervisados los registros al 100% (Askling et al., 2003; Van der Horst et al., 2015).

Por otro lado, 4 estudios utilizan dinamómetro isocinético como instrumento de evaluación (Askling et al., 2003; Croisier et al., 2008; McHugh et al., 2014; Lovell et al., 2017), lo que conlleva demasiado tiempo de formación, es demasiado caro y requiere de profesionales tanto para el uso del instrumento, como para las mediciones pertinentes. Siendo en este caso un instrumento difícilmente alcanzable para la mayoría de los equipos aficionados. Otros estudios han sugerido programas de fortalecimiento excéntrico manual mediante NHE, y han demostrado que es una estrategia eficaz para prevenir lesiones en un contexto real y alcanzable para cualquier equipo profesional o amateur (Petersen et al., 2011; McHugh et al., 2014; Van der Horst et al., 2015; Timmins et al., 2016; Tous et al., 2015; Ric Lovell et al., 2017). Por lo tanto, futuros estudios deberían centrarse en aplicar estrategias de prevención de lesiones mediante NHE para asegurar que de verdad funciona.

Respecto al volumen y frecuencia del entrenamiento, todos los autores sugieren una progresión similar en series/repeticiones de acuerdo con los principios de progresión y adaptación al entrenamiento. Sin embargo, observamos que algunos autores aplicando una frecuencia de 1 sesión/semana utilizando metodologías de sobrecarga excéntrica (Tous et al., 2015) o NHE (Petersen et al., 2011) obtienen los mismos o mayores beneficios que aquellos que aplican un mayor volumen o frecuencia. Por ello es necesario un mayor número de estudios que analicen el volumen y frecuencia óptimos de los protocolos de entrenamiento excéntrico para la reducción de lesiones y mejoras en el rendimiento.

CONCLUSIONES

La principal conclusión de nuestro trabajo sugiere que, la falta de fuerza excéntrica en isquiosurales es un factor de riesgo potencial en la probabilidad de futuras lesiones en jugadores profesionales o aficionados de fútbol. A pesar de ello, sería interesante en futuras investigaciones el análisis del historial lesivo previo en isquiosurales como factor de riesgo para no falsear los resultados.

Un ejercicio clásico y de fácil aplicación que acentúa la fase excéntrica como NHE, ha demostrado resultados positivos y equiparables a otras metodologías de entrenamiento excéntrico más costosas y de difícil aplicación.

Por otro lado, se ha visto que el entrenamiento con sobrecarga excéntrica produce mejoras en el rendimiento durante tareas con cambio de dirección, salto y sprint 20-30 m (Askling et al., 2003; Hoyo et al., 2014, 2015; Tous et al., 2015), sin que produzca excesiva fatiga aguda. También se ha comprobado un efecto positivo en la fuerza máxima concéntrica y excéntrica de los isquiosurales, y una reducción en la incidencia de lesiones durante la posterior temporada competitiva (Askling et al., 2003).

Así pues, un programa de entrenamiento excéntrico aplicado una vez a la semana, sugiere un complemento viable para mejorar las tareas de desempeño específico y reducir futuras lesiones en futbolistas.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Es necesario nuevos estudios que analicen la fuerza excéntrica de isquiosurales como factor de riesgo, teniendo en cuenta las limitaciones planteadas y partiendo de unas premisas claras y fundamentadas. Además, de un mayor número de estudios que investiguen la eficacia de diferentes programas de entrenamiento excéntrico con NHE y sobrecarga excéntrica, así como sus repercusiones en el rendimiento e incidencia de lesiones.

Una posible propuesta de intervención incluiría un estudio prospectivo aleatorizado de 12 semanas en el que se comparen los efectos de 3 protocolos diferentes de entrenamiento de fuerza en una muestra de 120 futbolistas amateur de género femenino. Evaluando el rendimiento en diferentes habilidades futbolísticas (cambio de dirección, sprint 0-10 m y CMJ) y la incidencia de lesiones en la subsiguiente temporada competitiva. Las edades estarían comprendidas entre los 18- 30 años.

La muestra se dividiría de manera aleatoria en un grupo control (n=30) que realizaría únicamente entrenamiento específico en campo (GC), otro (n=30) que realizaría un programa específico de NHE (GNH), otro grupo (n=30) que aplicaría un protocolo específico mediante sobrecarga excéntrica (GSE), y un último grupo (n=30) que realizaría un entrenamiento de movimientos olímpicos (GMO).

El interés en los movimientos olímpicos reside en que no hay ningún estudio que compare los efectos preventivos de las metodologías de sobrecarga excéntrica y NHE con estos. Por ello, se podría establecer una futura línea de investigación que ahonde en las claves del rendimiento de los futbolistas.

Mi hipótesis teórica inicial es que la sobrecarga excéntrica va a conseguir mayores beneficios en el rendimiento de las tres variables a analizar, sin causar excesiva fatiga aguda y disminuyendo el riesgo de lesiones futuras. Por otro lado, los grupos de NHE y movimientos olímpicos obtendrán mejoras en el pico de fuerza excéntrica y reducción de lesiones respecto al grupo control, pero sin mejoras significativas en el cambio de dirección.

BIBLIOGRAFÍA

1. 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.
2. Bennell, K., Wajswelner, H., Lew, P., Schall-Riaucour, 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
3. Brughelli M, Mendiguchia J, Nosaka K, Idoate F, Arcos A, Cronin J. Effects of eccentric exercise on optimum length of the knee flexors and extensors during the preseason in profesional soccer players. *Physical Therapy in Sport* 2010;11(2):50-55.
4. Brukner P, Nealon A, Morgan C, Burgess D, Dunn A. Recurrent hamstring muscle injury: applying the limited evidence in the professional football setting with a seven-point programme. *Br. J. Sports Med*. 2013 Feb 15.
5. C Woods, R D Hawkins, S Maltby, M Hulse, A Thomas, A Hodson, The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med* 2004;38:36–41.
6. Chumanov ES, Heiderscheit aC, Thelen DG. la dinámica de la corva durante musculo-tendon de apoyo y balanceo de fases a alta velocidad. *Med Sci Sports Exerc*. 2011; 43 (3): 525-532.
7. Clark R, Bryant A, Culgan J. The effects of hamstring strength training on dynamic jumping performance and isokinetic strength parameters: A pilot study on the implications for the prevention of hamstring injuries. *Physical Therapy Sport* 2005;6:67-73.
8. Cortés, M. J. G. descripción y análisis de las nuevas tecnologías aplicadas a la metodología del entrenamiento para el alto rendimiento deportivo en fútbol. *Fútbol: Cuaderno Técnico nº 45*, 45.
9. Croisier JL. desequilibrio muscular y reducir las lesiones musculares de las extremidades agudas en el deporte. *Int Sports Med J*. 2004; 5: 169-176.
10. Croisier JL. Los factores asociados con lesiones de músculos isquiotibiales recurrentes. *Sports Med*. 2004; 34: 681-695.
11. 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.
12. de Hoyo, M., de la Torre, A., Pradas, F., Sañudo, B., Carrasco, L., Mateo-Cortes, J., ... & Gonzalo-Skok, O. (2015). Effects of eccentric overload bout on change of direction and performance in soccer players. *International journal of sports medicine*, 36(4), 308-314.
13. de Hoyo, M., Pozzo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O., Domínguez-Cobo, S., & Morán-Camacho, E. (2014). Effects of a 10-week In-Season Eccentric Overload Training Program on Muscle Injury Prevention and Performance in Junior Elite Soccer Players. *Int J Sports Physiol Perform*
14. De Visser HM, Reijman M, Heijboer MP, Bos PK. Risk factors of recurrent hamstring injuries: a systematic review. *Br. J. Sports Med*. 2012 Feb;46(2):124–30.
15. Di Salvo V. et al., 2007, "Performance characteristics according to playing position in elite soccer", in *Int. Journal Sports Medicine*, vol. 28, nº 3, págs. 222-227.

16. Douglas J, Pearson S, Ross A, McGuigan M. Chronic Adaptations to Eccentric Training: A Systematic Review. *Sports Med* 2016: Published Online First: 19 September 2016. doi:10.1007/s40279-016-0628-4.
17. Freckleton G, Pizzari T. (2013) Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*. 47 (6): 351-8.
18. 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.
19. Grimmer, K.A., Jones, D & Williams, J. (2000). Prevalence of adolescent injury from recreational exercise: an Australian perspective. *Journal of Adolescent Health*, 27, 1–6.
20. Hawkins, R. D., Fuller, C. W., 1999, A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs, in *British Journal of Sports Medicine* 33: 196-203.
21. Hedayatpour, N., & Falla, D. (2015). Physiological and Neural Adaptations to Eccentric Exercise: Mechanisms and Considerations for Training. *BioMed research international*.
22. Hoyo, M. De, & Carrasco, L. (2013). Revisión sobre la musculatura isquiotibial en el deporte: factores de riesgo y estrategias para su prevención, 6(1), 30–37.
23. Junge, A., & Dvorak, J. (2004) Soccer Injuries: a review on incidence and prevention. *Sports Medicine (Auckland, NZ)*. 34 (13): 929-38
24. Kilgallon M, Donnelly AE, Shafat A. Progressive resistance training temporarily alters hamstring torque angle relationship. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2007;17(1):18-24.
25. McHugh, N., McAuliffe, S. y O'Sullivan, K. (2014). Eccentric training for hamstring injury, and its relationship to strength and flexibility: A case-series. *Physiotherapy practice and research*. 35 (2): 111-122
26. Mendiguchia J, Alentorn-Geli E, Brughelli M. Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction *Br. J. Sports Med*. 2012 Feb;46(2):81–5.
27. Orchard J, Mardsen J, Lord S, Garlick D. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med* 1997; 25: 81-85.
28. Opar, D. a, Williams, M. D., & Shield, A. J. (2012). Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and re-injury. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(3), 209–26.
29. Orchard, J. W. (2001). Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in Australian football. *The American Journal of Sports Medicine*, 29(3), 300–3.
30. Petersen J, Thorborg K, Bachmann Nielsen M, Budtz-Jørgensen E, Hölmich P. Preventive Effect of Eccentric Training on Acute Hamstring Injuries in Men's Soccer: A Cluster-Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med* 2011 39: 2296
31. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Hölmich P. Acute hamstring injuries in Danish elite football: a 12-month prospective registration study among 374 players. *Scand. J. Med. Sci. Sports*. 2010 Aug;20(4):588–92.
32. R. Lovell, M. Knox, M. Weston, J. C. Siegler, S. Brennan, W. M. Marshall. (2017). *Hamstring Injury Prevention in Soccer: Before or After Training?.* *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*
33. Rouissi, M., Chtara, M., Owen, A., Chaalali, A., Chaouachi, A., Gabbett, T., & Chamari, K. (2015). Effect of leg dominance on change of direction ability amongst young elite soccer players. *Journal of sports sciences*, 1-7.

34. San Román, Z. (2009). Prevención de las lesiones en el fútbol. *Máster de Prevención Y Recuperación de Lesiones En El fútbol.RFEF*.
35. Seirul.lo, F., 1987, Opción de planificación en los deportes de largo periodo de competiciones, in Revista de Entrenamiento Deportivo, Volumen I, nº 3, págs.. 53-62.
36. Serveis Mèdics Futbol Club Barcelona. (2009). Guía de Práctica Clínica de las lesiones musculares. Epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención. Versión 4.5 (9 de febrero de 2009). *Apunts: Medicina de L'esport*.
37. Sole G, Milosavljevic S, Nicholson H, Sullivan SJ. Altered muscle activation following hamstring injuries. *Br. J. Sports Med.* 2012 Feb;46(2):118–23.
38. 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
39. Tous-Fajardo, J., Gonzalo-Skok, O., Arjol-Serrano, J. L., & Tesch, P. (2015). Change of Direction Speed in Soccer Players is Enhanced by Functional Inertial Eccentric Overload and Vibration Training. *International journal of sports physiology and performance*.
40. 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.
41. Verrall GM, Slavotinek JP, Barnes PG, *et al*. Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: a prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging *British Journal of Sports Medicine* 2001;**35**:435-439
42. Worrell TW. Factors associated with hamstring injuries: an approach to treatment and preventative measures. *Sports Med.* 1994;17:338-345.
43. REFERENCIAS DIGITALES: CSD. (2013). MEMORIA 2013/ Licencias y Clubes. Retrieved from <http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/asoc-fed/licenciasyclubes-2013.pdf>
44. LIBRO: Tous, J., 1999, Nuevas tendencias en fuerza y musculación, editorial Ergo, Barcelona.