

Trabajo de fin de grado

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

Título:

“Revisión del desequilibrio muscular como factor de riesgo en las lesiones deportivas”

Alumno:

Andrés Martínez Ortuño

Tutor académico:

Víctor Moreno Pérez

Curso académico:

2014-2015



• **ÍNDICE**

1. Contextualización	3
2. Procedimiento de revisión.....	4
3. Revisión bibliográfica	5
4. Discusión	8
5. Propuesta de intervención	10
6. Bibliografía	11



1. Contextualización

Los isquiosurales son los músculos con mayor incidencia de lesión en el deporte amateur y profesional (Price et al., 2004). La prevalencia de dicha lesión reportada en diferentes estudios se encuentra entre el 8 y el 25% (Croisier, 2004). Además esta musculatura tiene una alta recurrencia de lesión, la cual se suele producir en las dos primeras semanas después del regreso al entrenamiento normalizado, siendo la probabilidad de sufrir una recidiva del 13% durante la primera semana, del 8% durante la segunda semana y en un 34% de los casos para el riesgo acumulado durante toda la temporada (Orchard et al., 2004). Todo esto repercute en que sea una de las lesiones musculo-esqueléticas más importante de la actualidad en el ámbito deportivo (Shankar et al., 2005).

La lesión en la musculatura isquiosural se considera de carácter multifacético y dependiente de factores como lesiones previas, flexibilidad, niveles hormonales, fatiga muscular, calentamientos inadecuados, alteraciones lumbo-pélvicas, fuerza y desequilibrios musculares y otros factores de riesgo como la raza, la etnia o la edad de los deportistas (Croisier, 2004; Clark, 2008; De Hoyo et al., 2013). Varios autores han centrado sus trabajos en el desequilibrio muscular como factor de riesgo basándose en que esta lesión se produce en acciones que implican una alta velocidad y cambios de dirección unidos a un cambio de la activación de la musculatura de concéntrico a excéntrico en el final de la fase de balanceo de la pierna (Agre, 1985).

Además, los desequilibrios musculares son uno de los factores más importantes (Croisier et al., 2008), ya que un buen balance de fuerza entre los músculos flexores y extensores de rodilla repercute en una mayor estabilidad de la articulación y un menor riesgo de lesión en la musculatura isquiosural (Orchard et al., 1997). Sin embargo, este factor ha presentado cierta controversia al no encontrar asociación entre los desequilibrios musculares y la incidencia de lesión (Bennell et al., 1998). Dicho factor es considerado en la literatura como un factor modificable (Clark, 2008), lo que nos permite establecer programas de intervención para aquellos deportistas que estén en riesgo de sufrir esta lesión con el objetivo de evitar la lesión y sus consecuentes repercusiones.

El test isocinético se considera el medio más utilizado para evaluar el ratio de fuerza de la musculatura flexora y extensora de la rodilla (Orchard et al., 1997). Sin embargo, no existe un consenso a la hora de establecer un ratio común ni el procedimiento para hacerlo. Mientras algunos autores comparan el ratio mediante la fuerza de flexores (H) y extensores (Q) de manera concéntrica (Hcon:Qcon) (Greco et al., 2012), otros lo hacen mediante la fuerza excéntrica de la musculatura flexora (Hexc) y la fuerza concéntrica de la musculatura extensora (Qcon) (Hexc:Qcon) (Croisier et al., 2008). Además hay otros autores que solo miden las diferencias contralaterales del grupo muscular lesionado con el no lesionado (Hl:Hnl) (Brughelli et al., 2010; Tol et al., 2014).

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo de revisión va a ser analizar los artículos publicados en relación a los desequilibrios musculares como factor de riesgo, ya que al no existir un consenso científico a la hora de evaluar los desequilibrios musculares ni establecer unos valores de referencia para establecer los riesgos de sufrir una lesión, es importante realizar una amplia revisión sobre éste tema para tratar de consensuar protocolos de actuación que reflejen los datos más objetivos y relevantes en cuanto a la lesión de la musculatura isquiosural y su relación con la incidencia lesional.

2. Procedimiento de revisión

La metodología empleada para la realización de este trabajo de revisión consistió en realizar una búsqueda bibliográfica a través de las bases de datos científicas Pubmed y Science Direct (Tabla 1). Para llevar a cabo dicha búsqueda, se utilizaron los siguientes descriptores: “hamstring”, “injury”, “imbalance”, “strength”, “injuries”, “deficits” y “ratio”, combinados con el operador booleano AND para vincular los términos de búsqueda y obtener unos resultados más precisos.

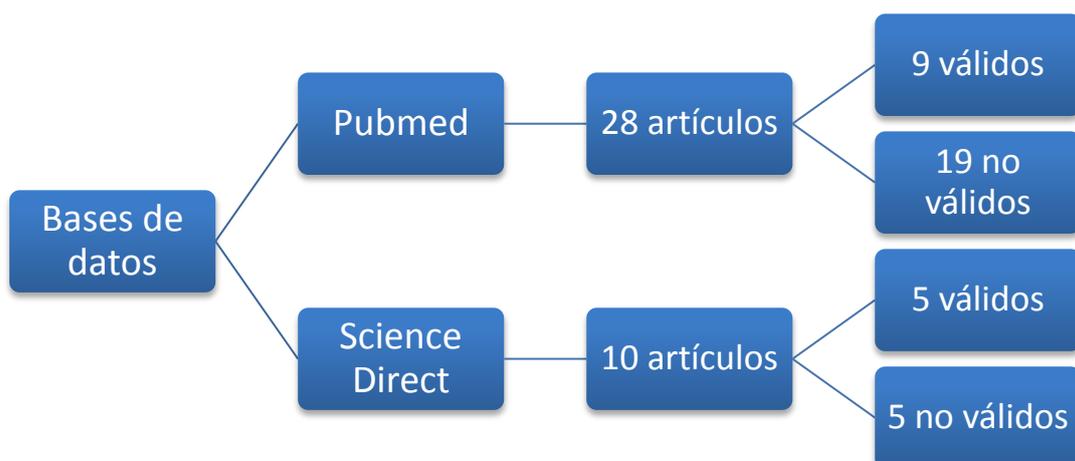
También se recogieron algunos artículos citados en los obtenidos en la búsqueda, así como varias referencias de los mismos.

En la revisión se incluyeron todos los trabajos publicados que se encontrasen dentro de la franja cronológica comprendida entre enero del año 1993 hasta la actualidad, mayo de 2015. La búsqueda recogió publicaciones de cualquier tipo (prospectivos, retrospectivos, transversales, cohorte) con una muestra de deportistas profesionales, para las cuales se utilizó una serie de criterios de inclusión que se detallan a continuación: (i) que estuviesen publicados en lengua inglesa o castellana, (ii) que tratasen sobre la temática a exponer, (iii) que incluyesen únicamente deportistas profesionales en la muestra.

Por último, se valoró el contenido del resumen y del artículo en sí, puesto que a pesar de que en algunos se encontraban las palabras clave “hamstring”, “injury”, “deficits”, “imbalance” u otras relacionadas con el tema a tratar, el contenido del texto no se terminaba de centrar en estos aspectos o no estaba encaminado a lo que se buscaba.

Por otra parte, los criterios de exclusión que se siguieron, fueron los siguientes: (i) estudios seleccionados que no tuviesen una muestra representativa (animales o sujetos que no fuesen deportistas profesionales), (ii) que estuviesen escritos en un idioma que no fuese inglés o castellano o que se tratasen de revisiones bibliográficas sistemáticas.

Tabla 1:
Artículos encontrados en las bases de datos



3. Revisión bibliográfica

Una vez analizados todos los artículos (38) se consideraron que 14 de ellos cumplían los criterios de selección (Tabla 2).

Un total de 29 artículos fueron excluidos por no cumplir los criterios de inclusión expuestos y clarificados en el apartado anterior. Cuatro de ellos fueron revisiones bibliográficas sistemáticas que no se incluyeron en la tabla.

De todos los artículos, la mayoría fueron prospectivos (57,14%). El 35,71% utilizaron estudios de carácter retrospectivo y había un artículo que combinaba los dos tipos de estudios en uno.

En general, la mayoría de artículos utilizaban una muestra reducida, ya que el 35,71% utiliza una muestra superior a n50 y el 14,29% una muestra superior a n100. Siendo un 50% de artículos los que utilizaron una muestra inferior a n50.

Por otra parte podemos ver la tendencia general de estos artículos es trabajar con futbolistas ya que el 64,29% de los estudios recogen en su muestra a éstos. El 28,57% utilizan deportistas practican atletismo, sobretodo sprinters y saltadores. Por último un artículo combinaba en su muestra a futbolistas, atletas y luchadores de artes marciales.

La mayoría de artículos, 85,71% realizan test en un dinamómetro isocinético a determinadas velocidades angulares. Un artículo utiliza test isométricos para evaluar la fuerza y otro utiliza una cinta de correr para medir fuerzas horizontales y verticales de la pisada.

Por último, parece ser que la evaluación de los desequilibrios musculares puede ser un factor predictivo de la incidencia lesional de la musculatura isquiosural, ya que el 85,71% de los artículos revisados encuentra resultados satisfactorios y únicamente el 14,29% no encuentra asociaciones, ni datos suficientes para relacionar los desequilibrios musculares con la incidencia lesional de la musculatura isquiosural.

Tabla 2:
Artículos incluidos en la revisión

Autor y año	Diseño	Tipo de estudio	Muestra (n)	Resultados
Aagaard et al. (1998)	Isocinética a 30 y 240 deg/sec Máxima fuerza Conc y Exc en H y Q Con 30, 40 y 50º de flexión de rodilla	Retrospectivo	9 (sin lesión previa) Atletismo: saltadores de pértiga, altura y longitud	Hexc:Qcon a 30 deg/sec - 30º: 1 - 40º: 0,8 - 50º: 0,6 Hexc:Qcon a 240 deg/sec - 30º: 1,4 - 40º: 1,1 - 50º: 1
Bennell et al. (1998)	Isocinética a 60 y 180 deg/sec Máxima fuerza Conc y Exc en H y Q de ambas piernas	Prospectivo	102 (se lesionaron 12) Futbolistas	No diferencias significativas para ninguna variable entre jugadores lesionados y no lesionados
Brughelli et al. (2010)	Correr en una cinta de correr con dinamómetro al 80% Vmáx. Medir fuerzas contralaterales de H.	Retrospectivo	22 (11 con lesión previa y 11 no lesión) Futbolistas	Lesionados: *45,9% entre la pierna lesionada y la no lesionada en FH. Mayor FH en la pierna no lesionada que el grupo sin lesión en ambas piernas.

Cameron et al. (2003)	Isocinética	Prospectivo y retrospectivo	20 (7 con lesión previa) Futbolistas	No diferencias entre los que ya estaban lesionados y los que no *menor Hcon:Qcon en los 6 sujetos que se lesionaron posteriormente
Croisier et al. (2002)	Isocinética: Hcon60 y 240 deg/sec Qcon60 y 240 deg/sec Hexc30 y 120 deg/sec	Prospectivo	26 (con lesión previa) Fútbol n14 Atletismo n7 Artes marciales n5	*menor Hexc30 y 120 deg/sec (22% y 24%) en la pierna lesionada. *menor ratio Hexc30:Qcon240 (0,73) que la pierna no lesionada (0,9)
Croisier et al. (2008)	Isocinética antes y después Hexc30 y 120 deg/sec Qcon60 y 240 deg/sec Hexc30:Qcon240 < 0,89	Prospectivo	462 Futbolistas	De los 462 sujetos, 216 tenían desequilibrios y 187 de esos tenían mal ratio Hexc:Qcon
Greco et al. (2012)	Dos test isométricos Isocinética a 60 deg/sec para medir máxima fuerza Con en H y Q	Retrospectivo	39 (se dividen en alto torque y bajo torque) Futbolistas	HTG: *mayor torque concéntrico y *mayor ratio Hcon/Qcon
Jonhagen et al. (2007)	Isocinética H y Q: Con 30, 180 y 270 deg/sec Exc 30, 180 y 230 deg/sec	Retrospectivo	20 (11 profesionales y 9 grupo control) Atletismo: sprinters	No lesionados: - Con: *mayor fuerza en H30 y Q30. - Exc: *mayor fuerza H a cualquier velocidad.
Lehance et al. (2009)	Isocinética, bilateral Qcon 60 y 240 deg/sec Hexc 60 y 240 deg/sec Hexc 30 y 120 deg/sec Desequilibrio: < 0,8-0,89 ratio mixed < 0,47 ratio Conc 15% bilateral	Retrospectivo	57 futbolistas - PRO: 19 - U21: 20 - U17: 18 36 con lesión previa	23 de los 36 que tenían lesión previa mostraron *bajos valores de ratio Hexc:Qcon
Moreno-Pérez et al. (2013)	Isocinética bilateral para H y Q Hexc30/Qcon240	Prospectivo	20 Futbolistas	De los 5 lesionados, don tenían ratio <0,89 y dos estaban entre 0,89-1 De los 15 no lesionados solo tres tuvieron ratios entre 0,9-0,97. *ratio en pierna no dominante
Orchad et al. (1997)	Isocinética a 60, 180 y 300 degress/second Miden máxima fuerza concéntrica en HyQ	Prospectivo	37 (6 lesionados) Futbolistas	Lesionados: *menor H:Q a 60 deg/sec *menor Hl:Hnl a 60 deg/sec

Sanfilippo et al. (2013)	Isocinética Máxima fuerza en H y Q Qcon60 y 240 deg/sec Hcon60 y 240 deg/sec Hexc30 deg/sec	Prospectivo	25 (con lesión previa) Atletismo	*menor ratio Hexc30:Qcon240 deg/sec en la pierna no lesionada
Tol et al. (2014)	Isocinética bilateral: Considerando anormal déficits de fuerza contralaterales de más del 10%	Prospectivo	52 (con lesión previa) Futbolistas	Qcon60y300 Hcon60 → 39% Hcon300 → 29% Hecc60/180 → 28% No diferencias significativas
Yamamoto (1993)	Contracciones isométricas bilaterales (H y Q)	Prospectivo	64 (26 con lesión previa) Atletismo	*menor MVC de H y H:Q en lesionados



4. Discusión

El objetivo de este trabajo consistía en realizar una revisión bibliográfica sobre los desequilibrios musculares como factor de riesgo de la lesión de isquiosurales y ver su relación con la incidencia de la misma.

Tras analizar todos los artículos incluidos en el trabajo y sus resultados, podemos observar que actualmente no existe un consenso científico a la hora de calificar los desequilibrios musculares como factor de riesgo en la lesión de isquiosurales pero que la mayoría de autores establecen una correlación positiva entre los desequilibrios musculares de los músculos flexores y extensores de la rodilla y la incidencia lesional de la musculatura isquiosural (Yamamoto, 1993; Croisier et al., 2008; Lehance et al., 2009). Sin embargo, otros autores no encontraron una relación entre los desequilibrios musculares y la incidencia de lesión (Bennell et al., 1998; Tol et al., 2014). Esta falta de acuerdo puede deberse a varios motivos, ya que cada estudio utiliza diferentes protocolos de evaluación, esto puede llevar a obtener resultados dispares entre ellos. Uno de los motivos de esta falta de acuerdo puede ser que los estudios centran su análisis en los desequilibrios musculares como factor de riesgo único, sin tener en cuenta otra serie de factores importantes afectan a la lesión isquiosural, como son la fatiga o la flexibilidad.

Por otra parte, la mayoría de los estudios no son concisos a la hora de establecer si los desequilibrios musculares son los causantes de las lesiones o si por lo contrario son los resultantes de la misma (Hoskins & Pollard, 2005). Esto puede ser debido a que miden los niveles de fuerza de sujetos que ya padecieron una lesión mediante un tipo de estudio retrospectivo como Brughelli et al. (2010), mientras que otros autores miden los niveles de fuerza antes que los sujetos sufran una lesión y realizan un tipo de estudio más longitudinal como Moreno-Pérez et al. (2013).

Otra de las causas es la relación del tipo de desequilibrio que aumenta la incidencia de lesión, ya que la literatura no deja claro si es mejor medir bilateralmente el músculo no lesionado con el lesionado HI:Hnl (Brughelli et al., 2010; Tol et al., 2014) o si por el contrario es la relación agonista:antagonista la causante del mecanismo lesional. Para evitar esta serie de problemas, lo mejor sería estudiar los dos tipos en conjunto para sacar mejores conclusiones en las investigaciones (Foreman et al., 2006).

Además, varios son los ratios que propone la literatura para determinar el porcentaje de ratio entre músculos se corresponde con un aumento de la incidencia lesional. Para el ratio de fuerza concéntrica agonista:antagonista (Hcon:Qcon) hay un pequeño consenso de utilizar el ratio 0,6 (Coombs & Garbutt, 2002) algo que corrobora Heiser et al. (1984) utilizando unas velocidades de 60 deg/sec. Sin embargo para el ratio mixto agonista:antagonista (Hexc:Qcon) se propone un ratio de 1 como recomendación (Coombs & Garbutt, 2002), mientras que otros autores como Croisier et al. (2002) y Lehance et al. (2009), recomiendan una ratio de 0,80 en sus primeros trabajos y 0,89 en un estudio posterior (Croisier et al., 2008). Sin embargo parece que un único límite dicotómico de 0,80 ó 0,89 parece demasiado sesgado para interpretar el riesgo de lesión, por lo que se deberían establecer diferentes niveles de desequilibrio muscular y riesgo de lesión (Moreno-Pérez et al. 2013), ya que puede ser que deportistas que estén por debajo de la ratio recomendada no sufran nunca una lesión y otros que se encuentre en valores seguros se lesionen. Aquí entra otra vez en juego la presencia de otros factores de riesgo como la fatiga.

Otro de los motivos del desacuerdo científico se origina a la hora de evaluar el tipo de contracción en los test, mientras que algunos autores miden la ratio H:Q evaluando la máxima fuerza muscular en contracciones concéntricas (Greco et al., 2012; Orchard et al., 1997). En contraposición, la mayoría de los autores miden los desequilibrios musculares con la máxima fuerza excéntrica de los isquiosurales y concéntrica de la musculatura cuádriceps Hexc:Qcon

(Aagaard et al., 1998; Croisier et al., 2002; Lehance et al., 2009; Croisier et al., 2008; Moreno-Pérez et al., 2013; Sanfilippo et al., 2013). Este tipo de contracciones parece no ser la indicada para intentar recrear el mecanismo lesional de los isquiosurales, ya que es una lesión que se produce en un cambio de la activación de la musculatura de concéntrico a excéntrico en el final de la fase de balanceo de la pierna (Agre, 1985).

A pesar de esto, aunque el test isocinético parece ser la forma más adecuada de medir los desequilibrios musculares (Orchard et al., 1997), hay algunos autores como que no utilizan un test isocinético para medir la fuerza, como Brughelli et al. (2010) que en su estudio utiliza una cinta de correr para medir las fuerzas horizontales y verticales de la pisada. Por lo general parece ser que medir la fuerza muscular mediante un dinamómetro isocinético es lo más recomendable para tratar de recrear el mecanismo lesional de la forma más parecida posible desde el punto de vista de la biomecánica.

Por último también existe un desacuerdo en la comunidad científica a la hora de establecer una velocidad de ejecución cuando se mide la fuerza mediante un dinamómetro isocinético.

Algunos autores llegan a utilizar en sus estudios velocidades concéntricas de 30 deg/sec y 60 deg/sec (Aagaard et al., 1998; Jonhagen et al., 2007; Greco et al., 2012; Bennell et al., 1998; Orchard et al., 1997), pero son unas velocidades que no se asemejan biomecánicamente al mecanismo lesional de los isquiosurales, que deben frenar excéntricamente fuerzas concéntricas explosivas de los cuádriceps.

Parece ser que el protocolo utilizado por Croisier et al. (2002) es bastante acertado a la hora de reproducir las características biomecánicas del mecanismo de lesión. Croisier et al. (2002) combina dos velocidades muy diferentes Hexc30:Qcon240. Debido a que este tipo de lesión se produce a velocidades muy altas, sería recomendable utilizar velocidades excéntricas altas, pero esa velocidad predijo positivamente la incidencia lesional de la musculatura isquiosural. Por lo tanto se da como buena una velocidad de 30 deg/sec en la fase excéntrica. Los resultados de Orchard et al. (1997) apoyan esta teoría, ya que evalúa el torque máximo a 60, 180 y 300 deg/sec, encontrando como el ratio H:Q era menor a 60 deg/sec, lo que sugiere que velocidades bajas son mejores para medir la presencia de desequilibrios musculares, posiblemente debido a que el pico de torque se produce en la parte final del movimiento excéntrico.

5.Propuesta de intervención

Debido al problema generado respecto a los desequilibrios musculares acerca de su relación sobre el origen de la lesión en la musculatura isquiosural, sería recomendable que próximos estudios, utilizaran una muestra de mayor volumen (únicamente el 35,71% utilizaba una muestra > 50 sujetos). Además, los estudios deberían presentar un seguimiento más longitudinal en el tiempo, realizado de manera prospectiva y teniendo en cuenta otros factores que puedan influir en el resultado de las mismas como la fatiga en el momento de realización de las mediciones, ya que la ratio puede variar a lo largo de la temporada. También, pensamos que tendría que contar con un mayor número de mediciones, algo que no es fácil de conseguir en el ámbito profesional.

Además para solucionar el problema de la ratio entre agonista/antagonista podríamos establecer diferentes niveles de desequilibrio muscular y riesgo de lesión, como sugiere Moreno-Pérez et al. (2013). Estableciendo una escala de probabilidad de lesión se objetivaría este problema, ya que muchas un deportista con una ratio baja no sufre ninguna lesión en toda la temporada y otro con ratio alto puede sufrir una lesión. Por ejemplo podríamos establecer valores como los expuestos en la Tabla 3.

Por último, se deberían establecer diferentes ratios dependiendo el deporte que realicen los sujetos evaluados. Esto es debido a que los niveles de la ratio pueden variar si comparamos deportistas que realizan un deporte más asimétrico como el fútbol, donde casi siempre hay una pierna que predomina sobre la otra y otro más simétrico como carreras de 100 metros, donde la ratio está más nivelada. Por lo tanto, el deporte practicado debería ser otro de los factores a tener en cuenta a la hora de establecer unos valores orientativos de la ratio.

Tabla 3:
Valores de la ratio Hexc:Qcon y su incidencia lesional

Ratio	Probabilidad de lesión
>1,2	Muy baja
1 a 1,2	Baja
0,8 a 1	Moderada
0,6 a 0,8	Alta
<0,6	Muy alta

6. Bibliografía

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *The American Journal of Sports Medicine*, 26(2), 231–237.
- Agre, J. C. (1985). Hamstring injuries. Proposed aetiological factors, prevention, and treatment. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 2(1), 21–33.
- Bennell, K., Wajswelner, H., Lew, P., Schall-Riauour, A., Leslie, S., Plant, D., & Cirone, J. (1998). Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *British Journal of Sports Medicine*, 32(4), 309–314.
- Brughelli, M., Cronin, J., Mendiguchia, J., Kinsella, D., & Nosaka, K. (2010). Contralateral leg deficits in kinetic and kinematic variables during running in Australian rules football players with previous hamstring injuries. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 24(9), 2539–2544.
- Cameron, M., Adams, R., & Maher, C. (2003). Motor control and strength as predictors of hamstring injury in elite players of Australian football. *Physical Therapy in Sport*, 4(4), 159–166.
- Clark, R. A. (2008). Hamstring injuries: risk assessment and injury prevention. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore*, 37(4), 341–346.
- Coombs, R., & Garbutt, G. (2002). Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 1(3), 56–62.
- Croisier, J.-L. (2004). Factors associated with recurrent hamstring injuries. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 34(10), 681–695.
- Croisier, J.-L., Forthomme, B., Namurois, M.-H., Vanderthommen, M., & Crielaard, J.-M. (2002). Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(2), 199–203.
- Croisier, J.-L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J.-M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1469–1475.
- De Hoyo, M., Naranjo-Orellana, J., Carrasco, L., Sañudo, B., Jiménez-Barroca, J. J., & Domínguez-Cobo, S. (2013). Revisión sobre la lesión de la musculatura isquiotibial en el deporte: factores de riesgo y estrategias para su prevención. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 06(01), 30–37.
- Foreman, T. K., Addy, T., Baker, S., Burns, J., Hill, N., & Madden, T. (2006). Prospective studies into the causation of hamstring injuries in sport: A systematic review. *Physical Therapy in Sport*, 7(2), 101–109.
- Greco, C. C., Da Silva, W. L., Camarda, S. R. A., & Denadai, B. S. (2012). Rapid Hamstrings/Quadriceps Strength Capacity in Professional Soccer Players with Different Conventional Isokinetic Muscle Strength Ratios. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(3), 418–422.
- Heiser, T. M., Weber, J., Sullivan, G., Clare, P., & Jacobs, R. R. (1984). Prophylaxis and management of hamstring muscle injuries in intercollegiate football players. *The American Journal of Sports Medicine*, 12(5), 368–370.
- Hoskins, W., & Pollard, H. (2005). The management of hamstring injury--Part 1: Issues in diagnosis. *Manual Therapy*, 10(2), 96–107.

- Jönhagen, S., Németh, G., & Eriksson, E. (1994). Hamstring injuries in sprinters. The role of concentric and eccentric hamstring muscle strength and flexibility. *The American Journal of Sports Medicine*, 22(2), 262–266.
- Lehance, C., Binet, J., Bury, T., & Croisier, J. L. (2009). Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(2), 243–251.
- Moreno-Perez, V., Barbado-Murillo, D., Juan-Recio, C., Quesada-de-la-Gala, C. M., & Vera-García, F. J. (2013). Aplicación de la dinamometría isocinética para establecer perfiles de riesgo de lesión isquiosural en futbolistas profesionales. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 9(34), 333–341.
- Orchard, J., Marsden, J., Lord, S., & Garlick, D. (1997). Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(1), 81–85.
- Orchard, J., & Seward, H. (2004). AFL injury report 2003. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(2), 264–265.
- Price, R. J., Hawkins, R. D., Hulse, M. A., & Hodson, A. (2004). The Football Association medical research programme: an audit of injuries in academy youth football. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4), 466–471.
- Sanfilippo, J. L., Silder, A., Sherry, M. A., Tuite, M. J., & Heiderscheit, B. C. (2013). Hamstring strength and morphology progression after return to sport from injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(3), 448–454.
- Shankar, P. R., Fields, S. K., Collins, C. L., Dick, R. W., & Comstock, R. D. (2007). Epidemiology of high school and collegiate football injuries in the United States, 2005-2006. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(8), 1295–1303.
- Tol, J. L., Hamilton, B., Eirale, C., Muxart, P., Jacobsen, P., & Whiteley, R. (2014). At return to play following hamstring injury the majority of professional football players have residual isokinetic deficits. *British Journal of Sports Medicine*, 48(18), 1364–1369.
- Yamamoto, T. (1993). Relationship between hamstring strains and leg muscle strength. A follow-up study of collegiate track and field athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33(2), 194–199.