Kronos 2020: 19(2)
ISSN: 1579-5225 - e-ISSN: 2603-9052
Quiceno, Christian., Mantilla, Alfonso., Iván, Jose., Samudio, María Alejandra., del Castillo, David.
Perfil de la Fuerza Muscular de Isquiotibiales en Jugadores de Fútbol de la Liga Profesional Colombiana Monitorizado con Tecnología Nordbord.

Sport Performance

Perfil de la Fuerza Muscular de Isquiotibiales en Jugadores de Fútbol de la Liga Profesional Colombiana Monitorizado con Tecnología Nordbord

Profile of the Muscular Strength of Hamstring in Soccer Players of the Colombian Professional League Monitored with Nordbord Technology

Quiceno, Christian.[1], Mantilla, Alfonso.[2], Iván, Jose.[2], Samudio, María Alejandra.[3], del Castillo, David.[4]

[1]*Club deportivo Equidad Seguros Universidad de Antioquia.*
[2]*Universidad del Rosario. Club deportivo Equidad Seguros*
[3]*Universidad del Rosario. Club deportivo Equidad Seguros. Escuela Universitaria Real Madrid*
[4]*Club León de México. Universidad Nacional de Colombia*

Dirección de contacto: Josealfonso25@hotmail.com
Jose Iván Alfonso Mantilla
Fecha de recepción: 29 de marzo de 2020
Fecha de aceptación: 12 de noviembre de 2020

RESUMEN

Introducción: el jugador de fútbol profesional debe poseer cualidades físicas adecuadas para afrontar competencias y entrenamientos de alta intensidad. La cualidad física más importante es la fuerza muscular debido a que de esta se desprenden habilidades específicas para el fútbol como la aceleración, desaceleración, velocidad y salto. El entrenamiento de la fuerza excéntrica es de vital importancia debido a que se ha referenciado que aumenta las cualidades físicas, reduce las lesiones musculares de isquiotibiales, aumenta la longitud del fascículo, incrementa la fuerza en newtons y reduce el riesgo de lesiones musculares.
Metodología: se realizó un estudio cuasi experimental no aleatorizado que tenía como fin evaluar el efecto de un entrenamiento preventivo para la musculatura de isquiotibiales y determinar valores de referencia para jugadores de fútbol masculinos de la liga profesional colombiana en la cadena muscular posterior medido en newton con el sistema Nordbord.

Resultados: no existió diferencia significativa en el aumento de fuerza muscular de isquiotibiales con la aplicación de un protocolo de prevención de lesiones con un P=0,258, se obtuvieron valores de fuerza de isquiotibial para arqueros de 356N, defensas laterales 344N, defensas centrales 365N, volantes 357N, delanteros 313N y extremos 302N.
Conclusión: se pudieron determinar valores de referencia por posición para jugadores profesionales de fútbol de la liga colombiana mediante el proceso de monitorización y creación de perfiles de fuerza especifica lo que permitirá en un futuro continuar realizando investigaciones en jugadores profesionales de fútbol.

Palabras Clave: isquiotibiales, sobrecarga excéntrica, ejercicio nórdico, lesiones, tecnología, prevención, perfil, fuerza

ABSTRACT

Introduction: the professional soccer player must possess adequate physical qualities to face high intensity competitions and training. The most important physical quality is the muscular force because of this specific abilities for soccer like acceleration, deceleration, speed and jump are given off. Eccentric strength training is of vital importance because it has been reported to increase physical qualities, reduce hamstring muscle injuries, increase bundle length, increase force in newtons and reduce the risk of muscle injury.
Methodology: it was carried out a non-randomized quasi-experimental study that aimed to evaluate the effect of a preventive training for the hamstring muscles and determine reference values for male soccer players of the Colombian professional league in the posterior muscular chain measured in Newton with the Nordbord system.
Results: there was no significant difference in the increase in hamstring muscle strength with the application of an injury prevention protocol with a P = 0.258, hamstring strength values were obtained for Goalkeeper of 356N, lateral defenders 344N, central defenders 365N, midfielder 357N , strikers 313N and ends 302N.
Conclusion: reference values by position for professional soccer players of the Colombian league could be determined through the process of monitoring and creation of specific strength profiles, which will allow future research on professional soccer players.

INTRODUCCIÓN

El fútbol se caracteriza por ser un deporte de alta intensidad donde se realizan movimientos a nivel lineal y multidireccional (Tous, 2005; Tous-Fajardo, Gonzalo-Skok, Arjol-Serrano, & Tesch, 2016). Este deporte requiere que los jugadores se encuentren en óptimas condiciones y con cualidades físicas adecuadas como características antropométricas, fuerza, capacidad aeróbica, control neuromuscular, core, salto, velocidad las cuales son capaces de adaptarse a cargas de entrenamiento y competencias desarrollando un ciclo de adaptación específico logrando que los jugadores desarrollen un elevado nivel físico de competencia reduciendo el riesgo de aparición de lesiones (Gabbett, 2016; Gabbett et al., 2019). El fútbol es un deporte que está en evolución constante. Para ejemplificar, variables como la intensidad del juego, aceleraciones, desaceleraciones, distancia recorrida por posición de juego han aumentado considerablemente en los últimos años (Bush, Barnes, Archer, Hogg, & Bradley, 2015). Es por eso de vital importancia que los jugadores realicen una preparación física adecuada y que desarrollen un modelo de adaptación a cargas de trabajo con el fin de que estén preparados para la evolución constante del juego (Blanch & Gabbett, 2016; Bush et al., 2015; Malone, Owen, et al., 2017; Malone, Roe, Doran, Gabbett, & Collins, 2017).

Las lesiones deportivas es un tema recurrente en el fútbol de alto rendimiento debido a que afectan de manera negativa el rendimiento del equipo es diferentes aspectos. Por Ejemplo, no se tendrá disponibilidad del total de la nómina por presencia de alguna lesión, gastos económicos para el club, presión para el cuerpo técnico y médico (Hagglund et al., 2013). Dentro del fútbol se presentan lesiones en un 95% en los miembros inferiores. Por localización, en mayor medida se presentan lesiones de isquiotibiales en un 37%, aductores 28%, cuádriceps 17% y pantorrilla 13% (Ekstrand, Hagglund, & Walden, 2011). El mecanismo de lesión para los isquiotibiales es el sprint y el estiramiento, para el cuádriceps es la aceleración y el pateo y para los aductores el cambio de dirección (Askling, Malliaropoulos, & Karlsson, 2012; Mendiguchia, Alentorn-Geli, Idoate, & Myer, 2013; Serner, Mosler, Tol, Bahr, & Weir, 2019). Sin embargo, en el fútbol el musculo con mayor incidencia de lesión son los isquiotibiales caracterizados por los músculos bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso donde se ha podido evidenciar que se presentan más lesiones en el bíceps femoral en su cabeza larga y corta. Adicionalmente, se ha referenciado que ha aumentado en un 4% las lesiones de isquiotibiales directamente relacionado con el aumento en la intensidad del juego (Bahr, Clarsen, & Ekstrand, 2018; Ekstrand, Walden,

& Hagglund, 2016). Los cuerpos biomédicos en los equipos de fútbol trabajan en conjunto con el cuerpo técnico para instaurar los programas de reducción de lesiones para los jugadores y disminuir el índice lesional debido a que incluso con los trabajos preventivos pueden presentarse lesiones. Existen diferentes razones para que se presenten lesiones musculares de isquiotibiales. Por ejemplo, se ha referenciado que en equipos profesionales de fútbol el 83,4% no completan un programa de prevención de lesiones con el ejercicio nórdico, un 10,7% lo hacen completamente y un 6% lo cumplen parcialmente (Bahr, Thorborg, & Ekstrand, 2015), existen factores de riesgo que condicionan el riesgo de lesiones musculares no modificables como lo es la edad, lesión previa y etnia y modificables como la fuerza excéntrica de isquiotibial, longitud del fascículo, fuerza isométrica del isquiotibial, carga de entrenamiento, máxima velocidad (Bourne et al., 2018; Opar, Williams, & Shield, 2012), la carga es un factor que condiciona las lesiones musculares debido a que si no existe una adecuada planificación entre las cargas de entrenamiento y competencia relacionado con la recuperación de los jugadores y la congestión de calendario se convierte en un factor negativo para las lesiones musculares (Bengtsson, Ekstrand, & Hagglund, 2013; Bengtsson, Ekstrand, Walden, & Hagglund, 2018; Ekstrand, Spreco, & Davison, 2019; Malone, Owen, et al., 2017; Murray, Gabbett, & Townshend, 2018).

El jugador profesional de fútbol debe poseer cualidades físicas adecuadas para afrontar la competencia y las cargas de entrenamiento. La cualidad física más importante es la fuerza muscular debido a que de esta se desprenden habilidades específicas para el fútbol como lo es la aceleración, desaceleración, velocidad y salto. La fuerza se caracteriza por ser de tipo isométrica, concéntrica y excéntrica. Para el fútbol profesional el tipo de fuerza más importante es la excéntrica debido a que se presenta más en los gestos funcionales de los futbolistas (Suchomel, Nimphius, Bellon, & Stone, 2018). El entrenamiento de la fuerza excéntrica es de vital importancia para los futbolistas debido a que se ha referenciado que aumenta las cualidades físicas y reduce las lesiones musculares de isquiotibiales. Para ejemplificar, cuando se realiza un trabajo de fuerza excéntrica se trabaja sobre la elongación de la longitud del fascículo del 16-24%, incrementa la fuerza en 10 newtons disminuyendo el riesgo de lesión en 4,1%, Longitud del fascículo <10,56cm > Riesgo de lesión en un 33,9%, Longitud del fascículo >10,56cm < Riesgo de lesión en un 8.3% (Bourne et al., 2017; Opar et al., 2015a; Timmins et al., 2018; Timmins, Bourne, et al., 2016; Timmins, Ruddy, et al., 2016). Por tal motivo, el objetivo de este artículo fue observar el efecto de un entrenamiento preventivo para la musculatura de isquiotibiales en el aumento de fuerza muscular y determinar valores de referencia para jugadores de fútbol masculinos de la liga profesional colombiana en la cadena muscular posterior medido en newton con el sistema Nordbord.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio cuasi experimental no aleatorizado donde se definieron como variables de medición la fuerza muscular de isquiotibiales medida en newton mediante el dispositivo Nordbord.

Participantes

Se realizó el estudio en 20 jugadores del equipo profesional masculino que participa en la liga profesional de fútbol colombiana a 6 meses de duración.

Instrumentos de medición

En el presente estudio se utilizó el dispositivo Nordbord de la empresa Valdperformance (Ver Figura 1, medición con el sistema Nordbord) el cual es un dispositivo de medición de fuerza en newton y porcentaje de imbalance muscular entre pierna y pierna. Este dispositivo se utiliza con un software de computador para poder realizar la medición y seguimiento. Para este estudio se eligió el ejercicio nórdico para la evaluación de la fuerza muscular de isquiotibiales en este gesto específico. Diversos estudios en futbolistas han utilizado este instrumento de medición para identificar la fuerza muscular de isquiotibiales en jugadores de fútbol, este instrumento ha demostrado ser fiable y valido en la medición de fuerza muscular de isquiotibiales debido a que demuestra una confiabilidad alta con un coeficiente de correlación intraclase de 0.83-0.90, y un valor de confiabilidad del 95% (Cuthbert et al., 2020; Opar, Piatkowski, Williams, & Shield, 2013; Opar et al., 2015a).

Evaluación inicial

Se realizó una evaluación en el inicio de pretemporada del equipo y una evaluación final después de la temporada regular.

Protocolo de Intervención

Se realizó el protocolo de prevención de lesiones enfocado en fuerza excéntrica, resistencia, propiocepción y coordinación, este se realizó 2 veces por semana por un periodo de 30 minutos. Dentro del protocolo se estableció que se hiciera énfasis

en ejercicios de fortalecimiento excéntrico para la musculatura de isquiotibiales. Se realizó el siguiente protocolo:

1. Squat with kBox Exxcentric.
2. Nordic Hamstring exercise with Nordbord.
3. Russian Belt Exercise.
4. Hip thrust.
5. Split Squat.
6. Unilateral straight knee bridge.
7. Unilateral stiff leg deadlift.
8. Kick upside down with conical pulley for hamstring.
9. Coordination and speed.
10. Jump and Leap exercise.
11. Dynamic stability and neuromuscular control.
12. Core.

Con el dispositivo kBox exxcentric se realiza la prescripción de la inercia de trabajo de la siguiente manera. En la semana 1-4 se realizó la familiarización al entrenamiento del gesto motor con una inercia del 0.010 kg/m2 con 2 series de 10 repeticiones, en la semana 5-10 se realizaron 3 series de 10 repeticiones con 0.020 kg/m2 y 0.030kg/m2; semana 11-16, 3 series de 10 repeticiones con 0.030 kg/m2 y 0.050kg/m2, y en la semana 16-24 se realizó 4 series de 12 repeticiones con 0.050kg/m2. Para el dispositivo Nordbord cada jugador realizó el ejercicio nórdico en la posición adecuada y siempre con corrección del gesto.

Seguimiento y duración del estudio

El estudio tuvo seguimiento a la 24 semana de entrenamiento, tuvo una duración de 6 meses.

Evaluación final

Se realizó la evaluación final a la 24 semana del entrenamiento donde se realizó la codificación de los datos obtenidos.

Análisis de datos

Se realizó mediante el software XLSTAT estableciendo un valor de significancia estadística de P=0.05 realizando la estadística descriptiva y la Prueba t para dos muestras relacionadas.

Consideraciones Éticas

Se realizó dando cumplimiento de las guías internacionales de Buenas Prácticas Clínicas y según los principios éticos dados por la Declaración de Helsinki. Este estudio se consideró de riesgo mínimo, según la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia.

Figura 1. *Evaluación mediante sistema Nordbord*

RESULTADOS

En el presente apartado en la tabla 1 se presentan las características sociodemográficas de la población, en la tabla 2 la estadística descriptiva, tabla 3 la prueba en T para dos muestras relacionadas, en la figura 2 el Box Plot del sistema Nordbord y en la tabla 4 los valores de referencia por posición en jugadores de fútbol profesional colombiano.

Tabla 1. *Características sociodemográficas.*

Sexo	Peso	IMC	Talla
Masculino :20	**Rango:** 60-89 Kg **Media:** 74,5 Kg	**Rango:**19.6-24Kg /m^2 **Media:** 21,5 Kg/m^2	**Rango:** 167- 190Cm **Media:**177Cm
Kg: Kilogramos; m^2: Metro al cuadrado; Cm: centímetros			

Fuente de elaboración propia 2020

La población fue de 20 jugadores masculinos que el peso estaba entre 60,1 y 89kg con una media de 74,5kg, el Índice de masa corporal el rango estuvo entre 19.6-24Kg /m2 con una media de 21,5 Kg/m2 y la talla el rango estuvo entre 167-190Cm con una media de 177Cm

Tabla 2. *Estadística Descriptiva*

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Evaluación I	20	241N	475N	339N	72,565
Evaluación II	20	268N	531N	351N	64,201

En la estadística descriptiva (Tabla 2) se pudo observar que no hubo perdida de muestra, en la evaluación I se obtuvieron valores mínimos de 241N, media de 339N y Máximo de 475N. en la segunda evaluación se obtuvieron valores mínimos de 268N, media de 351N y Máxima de 531N

Tabla 3. *Prueba t Para dos Muestras Relacionadas*

Diferencia	-11,550
t (Valor observado)	-1,166
|t| (Valor crítico)	2,093
GL	19
valor-p (bilateral)	0,258
Alfa	0,05

Con el análisis estadístico (Tabla 3) se pudo determinar que la intervención realizada mediante el protocolo de prevención tuvo un valor P= 0,258 lo cual indica que no hubo un efecto significativo en el aumento de fuerza muscular de la cadena posterior en jugadores profesionales de fútbol. Este análisis se complementa con el Box Plot del sistema Nordbord que se evidencia en la Figura 2.

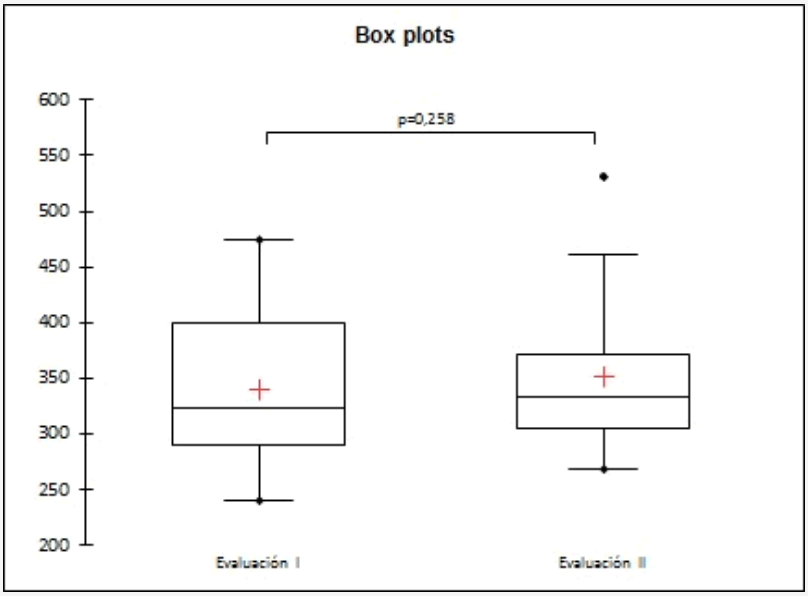

Figura 2. *Box Plot Nordbord*

Tabla 4. *Valores de referencia de fuerza de isquiotibiales en Newton en Jugadores de la liga profesional colombiana*

Posición	Promedio I evaluación	Promedio II evaluación	Promedio Total
Arqueros (N=4)	344N	367N	356N
Defensas Laterales(N=4)	332N	357N	344N
Defensas centrales(N=3)	364N	365N	365N
Volantes (N=5)	367N	348N	357N
Delanteros(N=2)	308N	317N	313N
Extremos(N=2)	274N	330N	302N

N: Newton

Se realizó el perfil de fuerza de isquiotibiales en jugadores de fútbol profesional por posición donde se pudo evidenciar que para los ***arqueros*** el promedio de la I evaluación fue de 344N y II evaluación de 367N para un valor promedio total de 356N; ***Defensas Laterales*** I evaluación 332N y II evaluación de 357N para un promedio total de 344N; ***Defensas centrales*** I evaluación 364N y II evaluación 365N para un promedio total de 365N; ***Volantes*** I evaluación de 367N y II evaluación de 348N para un promedio total de 357N; ***Delanteros*** I evaluación 308N y II evaluación 317N para un valor promedio total de 313N y finalmente extremos valor Inicial de 274N y II evaluación de 330N para un valor promedio total de 302N. Donde la única posición que no aumento un valor específico fueron los volantes.

DISCUSIÓN

En la actualidad, el alto rendimiento deportivo está enfocado en potencializar las habilidades de los deportistas de elite, esto se logra a través de la evaluación y la monitorización constante de las habilidades físicas. Para ejemplificar, en el presente estudio se realizó la evaluación y el seguimiento de la fuerza de la musculatura de isquiotibiales en jugadores de fútbol de la liga profesional colombiana donde se realizó un control objetivo de la fuerza mediante el sistema Nordbord

después de realizar un trabajo de prevención específica donde se pudo obtener un perfil de fuerza por posición de juego. Sin embargo, se pudo evidenciar que no existió un aumento significativo en la fuerza a nivel general, pero por posición de juego existió un aumento en por lo menos 10 Newton a excepción de los volantes lo cual se ha referenciado convertirse un factor protector en las lesiones musculares. Al no existir un impacto estadísticamente significativo en el aumento de fuerza muscular de isquiotibiales en los jugadores se debe iniciar con un proceso de evaluación específico de los ejercicios utilizados en futuros protocolos preventivos teniendo en cuenta el impacto de activación por musculatura específica haciendo énfasis en ejercicios principales que generen adaptaciones. Adicionalmente, con el trabajo realizado se puede determinar que el dispositivo de evaluación Nordbord es específico para la evaluación de fuerza de isquiotibiales pero que influyen factores en la medición de la fuerza como las características antropométricas, técnica de ejecución, factores psicológicos, el dispositivo puede determinar valores de fuerza y un seguimiento más específico en procesos de rehabilitación de lesiones. Con el presente estudio se demuestra que los protocolos de prevención de lesiones deben ser evaluados con distintos tipos de variables que permitan caracterizar todas las variables y no solamente la fuerza muscular como factor principal. Por eso se debe realizar estudios a largo plazo para ver el efecto de un programa de prevención de lesiones enfocado en fuerza excéntrica de isquiotibiales evaluando distintos tipos de variables físicas y fisiológicas en los deportistas.

El presente estudio permitió realizar una caracterización del perfil de fuerza muscular de isquiotibiales en jugadores profesionales de fútbol y tener un valor cuantitativo que permite mejorar los procesos de rehabilitación, readaptación y entrenamiento deportivo. Para contrastar con otros estudios, se ha referenciado que el valor de fuerza de isquiotibiales debe ser entre 300 y 400 Newton (Cuthbert et al., 2020; Opar et al., 2015a), en otros estudios se ha referenciado un valor de 350 Newton (Taberner & Cohen, 2018), también se ha referenciado que para lesiones previas de isquiotibial se debe tener un valor de fuerza de 450 Newton (Opar et al., 2013; Opar et al., 2015a, 2015b) y en el presente estudio el valor después de la aplicación del protocolo fue de 351N como valor promedio y 531 como valor máximo. Se puede apreciar que existen diferentes estudios que han estandarizado un valor de fuerza específica para isquiotibiales. Sin embargo, no debe existir un número mágico con el cual realizar la intervención. Por el contrario, se deben crear perfiles de referencia por población específica de deportistas para crear guías de referencia para procesos de aumento de capacidades físicas, rehabilitación y readaptación deportiva estandarizando protocolos de intervención específicos que puedan llevar a realizar comparación con perfiles de jugadores latinoamericanos, europeos, sudafricanos y asiáticos haciendo de vital importancia el concepto de monitorización y seguimiento en alto rendimiento mediante tecnología específica (Quiceno, Mantilla, Samudio, & del Castillo, 2020). Con el presente estudio se pudo establecer perfiles de fuerza de isquiotibiales en jugadores de fútbol profesional colombiano que permiten realizar comparaciones con estándares a nivel internacional permitiendo tener una guía de manejo en rehabilitación y readaptación de lesiones musculares. Adicionalmente, se pudo observar que para evaluar la efectividad de un protocolo de prevención de lesiones no solo debe evaluarse un solo factor sino distintas variables que permitan la cuantificación de datos y efectividad de estos protocolos con el fin de establecer de forma cuantitativa la importancia del trabajo preventivo en los equipos profesionales de fútbol.

El futuro del deporte de alto rendimiento es realizar investigaciones que estén encaminadas a la creación de perfiles por habilidad en deportistas de alto rendimiento que permitan realizar análisis y comparaciones en habilidades como fuerza, velocidad, aceleración y salto. La investigación es el pilar de los futuros procesos de rehabilitación y readaptación permitiendo la reducción de errores durante estos procesos y así generar una visión metodológica de los procesos por parte de los trabajadores en el alto rendimiento deportivo

CONCLUSIONES

No existieron diferencias significativas en el aumento de fuerza muscular de isquiotibiales con la aplicación de un circuito preventivo. Se pudieron determinar valores de referencia por posición para jugadores profesionales de fútbol de la liga colombiana mediante el proceso de monitorización y creación de perfiles de fuerza específica lo que permitirá en un futuro continuar realizando investigaciones en jugadores profesionales de fútbol.

REFERENCIAS

Askling, C. M., Malliaropoulos, N., & Karlsson, J. (2012). High-speed running type or stretching-type of hamstring injuries makes a difference to treatment and prognosis. *In Br J Sports Med (Vol. 46, pp. 86-87). England*.

Bahr, R., Clarsen, B., & Ekstrand, J. (2018). Why we should focus on the burden of injuries and illnesses, not just their incidence. *In Br*

J Sports Med (Vol. 52, pp. 1018-1021). England.

Bahr, R., Thorborg, K., & Ekstrand, J. (2015). Evidence-based hamstring injury prevention is not adopted by the majority of Champions League or Norwegian Premier League football teams: the Nordic Hamstring survey. *Br J Sports Med, 49(22), 1466-1471.* doi:10.1136/bjsports-2015-094826

Bengtsson, H., Ekstrand, J., & Hagglund, M. (2013). Muscle injury rates in professional football increase with fixture congestion: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med, 47(12), 743-747.* doi:10.1136/bjsports-2013-092383

Bengtsson, H., Ekstrand, J., Walden, M., & Hagglund, M. (2018). Muscle injury rate in professional football is higher in matches played within 5 days since the previous match: a 14-year prospective study with more than 130 000 match observations. *Br J Sports Med, 52(17), 1116-1122.* doi:10.1136/bjsports-2016-097399

Blanch, P., & Gabbett, T. J. (2016). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute:chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *Br J Sports Med, 50(8), 471-475.* doi:10.1136/bjsports-2015-095445

Bourne, M. N., Duhig, S. J., Timmins, R. G., Williams, M. D., Opar, D. A., Al Najjar, A., . . . Shield, A. J. (2017). Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention. *Br J Sports Med, 51(5), 469-477.* doi:10.1136/bjsports-2016-096130

Bourne, M. N., Timmins, R. G., Opar, D. A., Pizzari, T., Ruddy, J. D., Sims, C., . . . Shield, A. J. (2018). An Evidence-Based Framework for Strengthening Exercises to Prevent Hamstring Injury. *Sports Med, 48(2), 251-267.* doi:10.1007/s40279-017-0796-x

Bush, M., Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., & Bradley, P. S. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Hum Mov Sci, 39, 1-11.* doi:10.1016/j.humov.2014.10.003

Cuthbert, M., Ripley, N., McMahon, J. J., Evans, M., Haff, G. G., & Comfort, P. (2020). The Effect of Nordic Hamstring Exercise Intervention Volume on Eccentric Strength and Muscle Architecture Adaptations: A Systematic Review and Meta-analyses. *Sports Med, 50(1), 83-99.* doi:10.1007/s40279-019-01178-7

Ekstrand, J., Hagglund, M., & Walden, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med, 39(6), 1226-1232.* doi:10.1177/0363546510395879

Ekstrand, J., Spreco, A., & Davison, M. (2019). Elite football teams that do not have a winter break lose on average 303 player-days more per season to injuries than those teams that do: a comparison among 35 professional European teams. *Br J Sports Med, 53(19), 1231-1235.* doi:10.1136/bjsports-2018-099506

Ekstrand, J., Walden, M., & Hagglund, M. (2016). Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med, 50(12), 731-737.* doi:10.1136/bjsports-2015-095359

Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? Br J Sports Med, 50(5), 273-280. doi:10.1136/bjsports-2015-095788

Gabbett, T. J., Nielsen, R. O., Bertelsen, M. L., Bittencourt, N. F. N., Fonseca, S. T., Malone, S., . . . Windt, J. (2019). In pursuit of the 'Unbreakable' Athlete: what is the role of moderating factors and circular causation? In Br J Sports Med (Vol. *53, pp. 394-395). England.*

Hagglund, M., Walden, M., Magnusson, H., Kristenson, K., Bengtsson, H., & Ekstrand, J. (2013). Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med, 47(12), 738-742.* doi:10.1136/bjsports-2013-092215

Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Collins, K. D., & Gabbett, T. J. (2017). The acute:chonic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *J Sci Med Sport, 20(6), 561-565.* doi:10.1016/j.jsams.2016.10.014

Malone, S., Roe, M., Doran, D. A., Gabbett, T. J., & Collins, K. D. (2017). Protection Against Spikes in Workload With Aerobic Fitness and Playing Experience: The Role of the Acute:Chronic Workload Ratio on Injury Risk in Elite Gaelic Football. *Int J Sports Physiol Perform, 12(3), 393-401.* doi:10.1123/ijspp.2016-0090

Mendiguchia, J., Alentorn-Geli, E., Idoate, F., & Myer, G. D. (2013). Rectus femoris muscle injuries in football: a clinically relevant review of mechanisms of injury, risk factors and preventive strategies. *Br J Sports Med, 47(6), 359-366.* doi:10.1136/bjsports-2012-091250

Murray, N. B., Gabbett, T. J., & Townshend, A. D. (2018). The Use of Relative Speed Zones in Australian Football: Are We Really Measuring What We Think We Are? Int J Sports Physiol Perform, 13(4), 442-451. doi:10.1123/ijspp.2017-0148

Opar, D. A., Piatkowski, T., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2013). A novel device using the Nordic hamstring exercise to assess eccentric knee flexor strength: a reliability and retrospective injury study. *J Orthop Sports Phys Ther, 43(9), 636-640.* doi:10.2519/jospt.2013.4837

Opar, D. A., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2012). Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and re-injury. *Sports Med, 42(3), 209-226.* doi:10.2165/11594800-000000000-00000

Opar, D. A., Williams, M. D., Timmins, R. G., Hickey, J., Duhig, S. J., & Shield, A. J. (2015a). Eccentric hamstring strength and hamstring injury risk in Australian footballers. *Med Sci Sports Exerc, 47(4), 857-865.* doi:10.1249/mss.0000000000000465

Opar, D. A., Williams, M. D., Timmins, R. G., Hickey, J., Duhig, S. J., & Shield, A. J. (2015b). The effect of previous hamstring strain injuries on the change in eccentric hamstring strength during preseason training in elite Australian footballers. *Am J Sports Med, 43(2), 377-384.* doi:10.1177/0363546514556638

Quiceno, C., Mantilla, J. I. A., Samudio, M. A., & del Castillo, D. (2020). Perfil de la potencia muscular en la cadena anterior en futbolistas de la liga profesional colombiana medido mediante tecnología smartcoach. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, 9(2), 47-60.*

Serner, A., Mosler, A. B., Tol, J. L., Bahr, R., & Weir, A. (2019). Mechanisms of acute adductor longus injuries in male football players: a systematic visual video analysis. *Br J Sports Med, 53(3), 158-164.* doi:10.1136/bjsports-2018-099246

Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Med, 48(4), 765-785.* doi:10.1007/s40279-018-0862-z

Taberner, M., & Cohen, D. D. (2018). Physical preparation of the football player with an intramuscular hamstring tendon tear: clinical perspective with video demonstrations. *Br J Sports Med, 52(19), 1275-1278.* doi:10.1136/bjsports-2017-098817

Timmins, R., Filopoulos, D., Ruddy, J., Maniar, N., Hickey, J., Giannakis, J., . . . Opar, D. (2018). Eccentric hamstring training in elite AFL athletes promotes improvements in lower limb strength. *Journal of Science and Medicine in Sport, 21, S35.*

Timmins, R. G., Bourne, M. N., Shield, A. J., Williams, M. D., Lorenzen, C., & Opar, D. A. (2016). Biceps Femoris Architecture and Strength in Athletes with a Previous Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Med Sci Sports Exerc, 48(3), 337-345.* doi:10.1249/mss.0000000000000783

Timmins, R. G., Ruddy, J. D., Presland, J., Maniar, N., Shield, A. J., Williams, M. D., & Opar, D. A. (2016). Architectural Changes of the Biceps Femoris Long Head after Concentric or Eccentric Training. *Med Sci Sports Exerc, 48(3), 499-508.* doi:10.1249/mss.0000000000000795

Tous, J. (2005). Strength training at FC Barcelona. *Insight live, 11.*

Tous-Fajardo, J., Gonzalo-Skok, O., Arjol-Serrano, J. L., & Tesch, P. (2016). Enhancing Change-of-Direction Speed in Soccer Players by Functional Inertial Eccentric Overload and Vibration Training. *Int J Sports Physiol Perform, 11(1), 66-73.* doi:10.1123/ijspp.2015-0010