



TRABAJO DE FIN DE GRADO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Alumno: Adrián Gamaliel Marrero Perdomo

Director: Txomin Pérez Bilbao

Curso: 2020/2021

Fecha de presentación: 30 de abril de 2021

EFFECTO DE DOS PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO EXCÉNTRICO EN LA INCIDENCIA DE LESIONES MUSCULARES EN FUTBOLISTAS SEMIPROFESIONALES

Propuesta de intervención

Alumno: Adrián Gamaliel Marrero Perdomo

Director: Txomin Pérez Bilbao

Curso: 2020/2021

Fecha de presentación: 30 de abril de 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. RESUMEN.	4
ABSTRACT.	4
3. INTRODUCCIÓN-MARCO TEÓRICO.	6
5. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DEL ESTUDIO	17
6. METODOLOGÍA.	17
6.1. Diseño del estudio.	17
6.2. Muestra y formación de grupos.	18
6.3. Intervención.	19
6.3.1. Grupo 1: Curl Nórdico (GCN).	19
6.3.2. Grupo 2: Entrenamiento excéntrico isoinercial YoYo Prone Leg Curl (GLC).	21
6.4. Registro de lesiones.	22
6.5. Análisis estadístico.	23
7. CONCLUSIONES.	24
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	25
9. ANEXOS.	31

1. RESUMEN.

El fútbol es uno de los deportes que presenta una mayor incidencia lesional, sobre todo en los miembros inferiores y concretamente en la región isquiosural. Las lesiones musculares y ligamentosas son las que mayormente sufren los futbolistas tanto en los entrenamientos como en las competiciones. La recuperación funcional de los futbolistas que sufren este tipo de lesiones es uno de los principales caballos de batalla de los servicios médicos adscritos a los clubes de fútbol. El objetivo principal del presente trabajo es comprobar la eficacia de dos protocolos preventivos de lesiones basados en el entrenamiento de fuerza excéntrico. El objetivo secundario se enfoca en comparar qué protocolo preventivo ofrece una mayor eficacia en cuanto a la prevención de las lesiones en la región isquiosural. Participarán un total de 70 futbolistas semiprofesionales, divididos en dos grupos de intervención y un grupo control. El Grupo 1 realizará un trabajo preventivo basado en el conocido Curl Nórdico, mientras que el Grupo 2 realizará un trabajo preventivo a través de un entrenamiento de fuerza excéntrico isoinercial, siendo el YoYo Prone Leg Curl el ejercicio a realizar durante la intervención.

Palabras clave: lesión, isquiosurales, prevención, fútbol, excéntrico.

ABSTRACT.

Football is one of the sports with the highest incidence of injury, especially in the lower limbs and specifically in the hamstring muscles. Muscle and ligament injuries are the most common injuries suffered by football players both in training and in competitions. The functional recovery of football players who suffer this type of injury is one of the main workhorses of the medical services attached to football clubs. The main objective of this study is to test the efficacy of two injury prevention protocols based on eccentric strength training. The secondary objective is to compare which preventive protocol offers greater efficacy in terms of injury prevention in the hamstrings. 70 semi-professional football players will participate, divided into two intervention groups and a control group. Group 1 will carry out preventive work based on the well-known Nordic Curl, while Group 2 will carry out preventive work through iso-inertial eccentric strength training, with the YoYo Prone Leg Curl being the exercise to be performed during the intervention.

Key words: injury, hamstrings, prevention, football, eccentric.

2. JUSTIFICACIÓN.

El presente trabajo de fin de Grado se enmarca en los estudios de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, concretamente en el ámbito de la salud. La propuesta de intervención estriba sobre la prevención de las lesiones en la musculatura isquiosural de los futbolistas.

El fútbol es para muchos un juego mientras que para otros, entre los que me incluyo, es una de las grandes pasiones que dan en cierta medida sentido a nuestras vidas. En el mundo del fútbol convergen numerosos intereses deportivos, políticos, económicos, culturales... , es decir, este fascinante deporte está presente en la mayoría de las regiones del planeta siendo un fenómeno mundial en la sociedad de masas en la que se inserta.

Durante más de treinta años he disfrutado de forma activa de este deporte y he vivido en primera persona uno de los aspectos negativos que van de la mano del fútbol, las lesiones deportivas. De ahí ha nacido mi motivación personal a la hora de decantarme por este interesante tema, relacionando dos de mi grandes pasiones, el fútbol y el ámbito de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, concretamente la parte que se dedica a establecer distintos protocolos preventivos de lesiones. El poder conjugar ciencia y deporte en este trabajo de fin de Grado me ha permitido profundizar mucho más en el ámbito de las lesiones deportivas de la región isquiosural, ubicada en el tren inferior del futbolista. La realización de este trabajo también favorece la aplicación de muchos de los aprendizajes adquiridos en las asignaturas que han conformado el plan de estudio durante los cinco años de duración del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Dado que las lesiones deportivas sufridas en la musculatura isquiosural son uno de los principales caballos de batalla tanto para los deportistas como para los clubes de fútbol, he estimado oportuno desarrollar esta propuesta de intervención con la aspiración de poder llevarla a cabo en un futuro no muy lejano.

3. INTRODUCCIÓN-MARCO TEÓRICO.

En la actualidad las lesiones deportivas constituyen un problema sustancial en el deporte, especialmente en el mundo del fútbol dada su elevada incidencia tanto en los entrenamientos como en las frecuentes competiciones deportivas (Ekstrand, 2013). El fútbol es el deporte más popular del planeta, según el gran censo realizado por la Fédération Internationale de Football Association (FIFA) existen cerca de 265 millones de futbolistas federados (Kunz, 2007). Este deporte exige una continua demanda de acciones explosivas a altas velocidades, como el sprint, así como los diferentes cambios de dirección y de sentido durante el juego (Green, Bourne & Pizzari, 2017) resultan en una alta incidencia de lesión en la región isquiosural de los futbolistas. Estas lesiones deportivas son un verdadero hándicap no solo para los jugadores sino también para los clubes, puesto que afectan negativamente al rendimiento deportivo de los equipos, produciendo desórdenes en la propia estructura de estos, a la vez que suponen ciertas pérdidas económicas tanto a los clubes como a sus patrocinadores (Woods et al., 2004).

El máximo organismo del fútbol mundial, la Fédération Internationale de Football Association (FIFA), a través de su Centro de Investigación y Evaluación Médica (F-MARC), reunió a un grupo de expertos con el objetivo de establecer un marco de referencia sobre las definiciones de lesión y las cuestiones metodológicas inherentes a los distintos estudios sobre lesiones en el fútbol realizados hasta la celebración de la Copa del Mundo de 2006, tras el consenso adoptaron la siguiente definición: “Cualquier queja física sufrida por un jugador que se produce tras un partido de fútbol o entrenamiento, independientemente de la necesidad de atención médica o la pérdida de tiempo en las actividades relacionadas con el deporte”. La FIFA propuso otra definición de lesión en función de la pérdida de sesiones de entrenamientos o partidos: “el número de entrenamientos y de partidos en los que el deportista no puede participar debido a una incapacidad”(Fuller et al., 2006).

Otro de los organismos de fútbol más importantes a nivel europeo, Union des Association Européennes de Football (UEFA) reunió a un Comité Médico con el objetivo de proporcionar tanto a los equipos como a las federaciones afiliadas a dicho organismo una información crucial sobre el tratamiento y la prevención de las lesiones, la definición de lesión adoptada por este comité se basó en la propuesta del vicepresidente de dicho

comité, el profesor Jan Ekstrand (1983): “Hecho que ocurre durante una sesión de entrenamiento o partido del programa y el cual, causa ausencia para la próxima sesión de entrenamiento o partido”.

Algunas de las investigaciones realizadas sobre la probabilidad de lesión en jugadores de fútbol de élite establecen el riesgo de lesión de un futbolista en el transcurso de la temporada entre un 65% y un 91% (Arnason et al., 1996). En importantes ligas de fútbol, como la Premier League inglesa, el 47% de las lesiones son de tipo muscular, llegando a lesionarse un 10% de los futbolistas que participan en dicha competición (Ekstrand & Gillquist, 1983).

La clasificación de dichas lesiones responde a distintos indicadores según la ubicación, el tipo, el lado del cuerpo o extremidad afectada y los distintos mecanismos de lesión. Entre los diferentes tipos de lesión se encuentran las agudas y las derivadas por uso excesivo, las primeras ocurren de manera repentina y suelen producirse en acciones aisladas mientras que las segundas suelen desarrollarse en forma gradual por una serie de microtraumatismos de repetición. En ocasiones no es tarea fácil distinguir el tipo de lesión sufrida dados los diferentes síntomas que el deportista puede experimentar al realizar la práctica deportiva.

Algunos de los estudios epidemiológicos más recientes evidencian que las lesiones musculares suponen más del 30% de todas las lesiones (1,8-2,2/1.000 h. de exposición), lo que conlleva una media de 12 lesiones musculares por temporada, que provocan más de 300 días de baja deportiva. Aunque, la incidencia también es alta en otros deportes de equipo, los valores obtenidos en el fútbol son superiores a deportes como el baloncesto o el balonmano. En otro estudio realizado por Ekstrand, Hägglund y Walden (2011) en el que se analizó la incidencia lesional en el fútbol profesional se detectaron un total de 2908 lesiones en 2299 jugadores durante el transcurso de varias temporadas. Además, esta investigación determinó que un 92% de las lesiones afectaban a la extremidades inferiores, siendo la musculatura isquiosural la más afectada con un 37% seguida de aductores un 23%, cuádriceps un 19% y gemelos un 13%, Lo que nos da una idea de la importancia de este grupo muscular en cuanto a las lesiones en el mundo del fútbol.

El momento de juego es uno de los factores más importantes que determinan la ocurrencia y la gravedad de las lesiones sufridas, una revisión llevada a cabo por Dvorak y colaboradores (2010) mostró que durante la primera media hora de juego se producen el 30,5 % de las lesiones mientras que en la segunda parte de los partidos (incluyendo los tiempos extras de juego como las prórrogas) sobre todo en el tramo final, se producen el 66,9 % de las lesiones. Varios factores de riesgo están estrechamente relacionados con la alta incidencia de lesión muscular en la región de los isquiosurales, algunos de dichos factores están vinculados a la excesiva carga de trabajo del deportista, dada la alta intensidad de esfuerzo que se alcanza durante la elevada frecuencia tanto de las sesiones de entrenamiento como de los partidos (Hägglund, Waldén & Ekstrand, 2003).

Dentro del apartado de los factores de riesgo hay que diferenciar entre los factores de riesgo intrínsecos y los factores de riesgo extrínsecos (Chomiak et al., 2000; Bahr et al., 2003), siendo los factores intrínsecos los aspectos internos del deportista que son a su vez los más difíciles de modificar. Dado el origen multifactorial de las lesiones musculoesqueléticas resulta difícil en ocasiones identificar el mecanismo lesional y los factores de riesgo (Andersen et al., 2004). En referencia a los isquiosurales, el principal mecanismo de lesión muscular es la acción excéntrica producida en el cambio de fase del apoyo a la oscilación en la carrera, así como en los cambios bruscos de dirección y sentido, y durante el ciclo de estiramiento y acortamiento (CEA) (Thelen et al., 2005; Verral et al., 2001; Yu et al., 2008; citado por Alonso & Llinás, 2012). Las lesiones extrínsecas se producen, habitualmente, por contusión con el adversario (en ocasiones con un compañero de equipo) o con un objeto, dependiendo de su gravedad se clasifican en leves o benignas (grado I), moderadas (grado II) o graves (grado III). En cambio las lesiones intrínsecas, son más complejas y se producen por un estiramiento al aplicar una fuerza tensional superior a la resistencia del tejido, cuando éste está en contracción activa (contracción excéntrica). La fuerza y la velocidad con que se aplica la tensión son variables que modifican las propiedades viscoelásticas del tejido, cambiando la susceptibilidad a la rotura. También pueden influir la fatiga local y la temperatura tisular. Las roturas de

isquiosurales que se producen sin contacto rondan el 91%, ocurriendo el 57% de este durante la carrera y/o los desplazamientos (Woods, 2004).

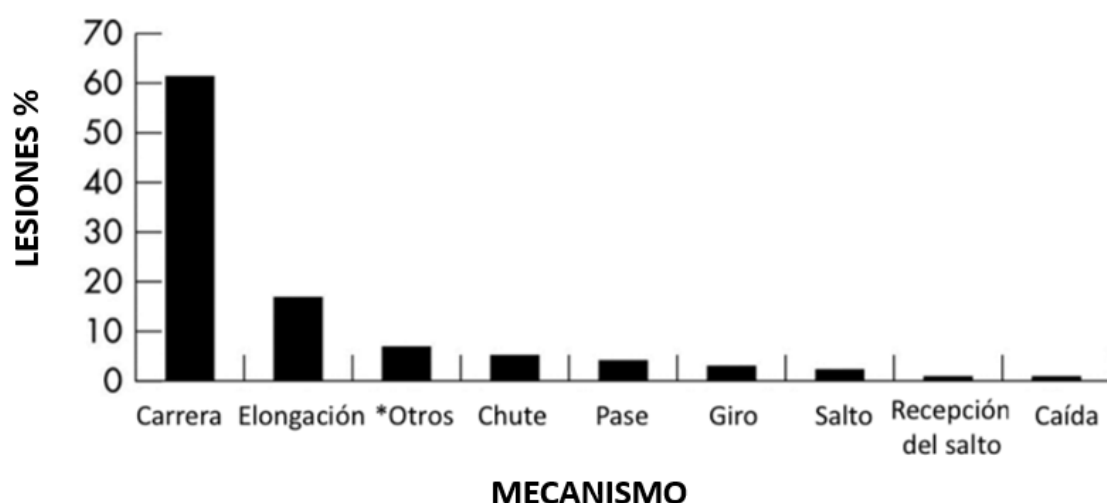


Figura 1. Mecanismos de lesión en musculatura isquiosural (Modificado de Woods, 2004).

Las lesiones musculares se suelen presentar como distensiones o rotura de fibras musculares. Las lesiones de tipo tendinoso corresponden a la inflamación de los puntos de inserción de los diferentes grupos musculares. En el fútbol profesional existe una alta incidencia de lesión -2 lesiones por jugador y temporada- (Bowen et al., 2020) y especialmente en la musculatura isquiosural. Esta región de la parte posterior del muslo de la pierna está conformada principalmente por tres músculos (bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso) que se extienden a lo largo de la parte posterior del muslo, siendo el bíceps femoral el principal músculo en sufrir el mayor daño cuando acontecen este tipo de lesiones deportivas. Según Lars Engebretsen y colaboradores (2008) las lesiones de los músculos isquiosurales están asociadas con desgarros en la unión musculotendinosa, ubicándose dicha lesión en los músculos semimembranoso, semitendinoso y bíceps femoral, en cualquiera de sus regiones o porciones (Figura 2). Además, las lesiones sufridas en la región posterior del muslo son las que presentan una mayor prevalencia en el fútbol dados los frecuentes cambios de ritmo, las arrancadas y frenadas (de súbito en la mayoría de las ocasiones) y las demandas de altas velocidades durante la práctica deportiva. Esas variables modifican las propiedades viscoelásticas del tejido, cambiando la susceptibilidad a la rotura. La fatiga acumulada por la frecuencia de entrenamientos y partidos es otro de los factores a tener en cuenta. En esa misma línea

señala Bahr y colaboradores (2005) la importancia de identificar otros factores de riesgo potencialmente modificables en cualquier programa de prevención de lesiones.

El bíceps femoral, específicamente su cabeza larga, es el músculo que en la mayoría de las ocasiones sufre con mayor gravedad los daños producidos por la lesión en la región isquiosural (Askling et al., 2003), ya que experimenta un mayor aumento de la longitud muscular durante la fase de oscilación de la carrera a alta velocidad que los otros músculos isquiosurales (Chumanov, Heiderscheit & Thelen, 2007).

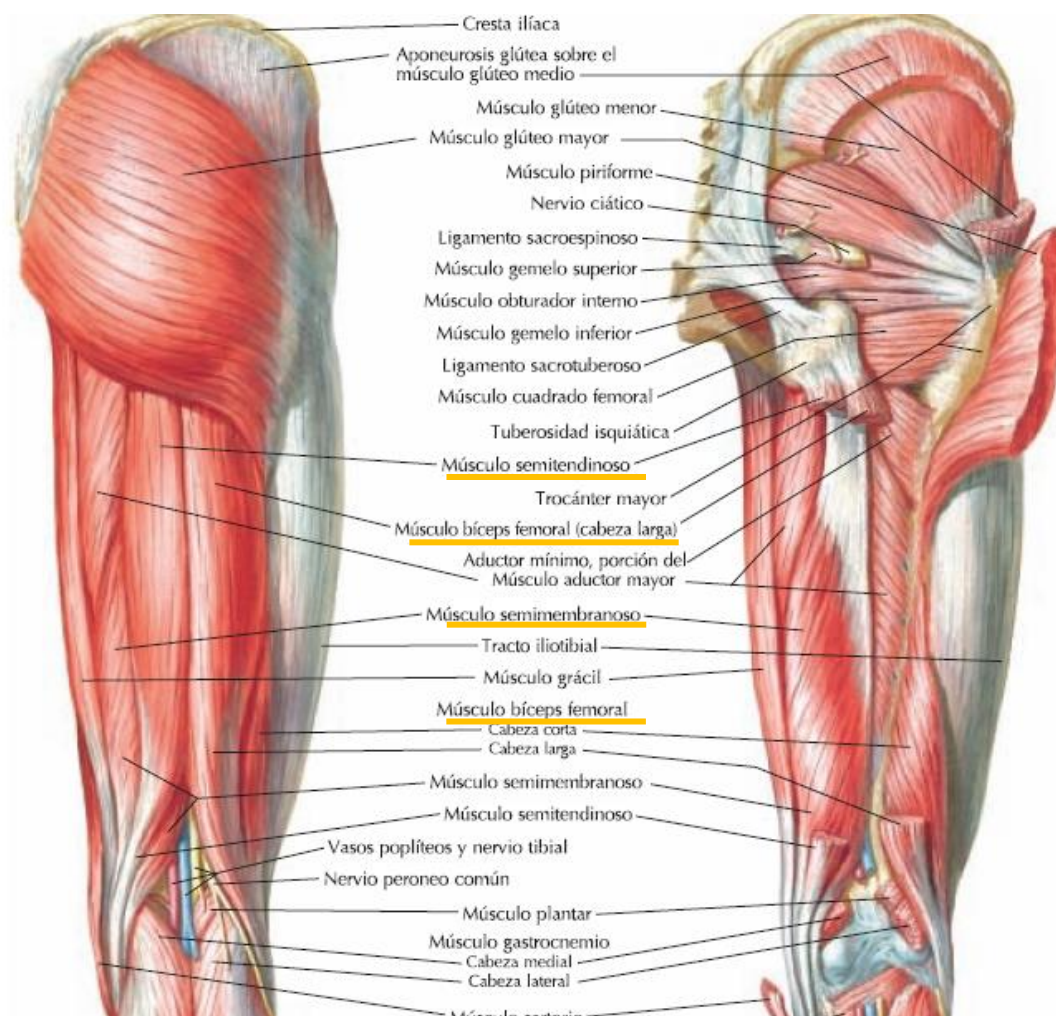


Figura 2. Musculatura isquiosural. Vista posterior. Modificado de Atlas de Anatomía Humana (Netter, 2011).

La relación entre los niveles de fuerza y flexibilidad en la región isquiosural es otro de los factores importantes a la hora de detectar posibles desequilibrios musculares que pueden convertirse en un potencial mecanismo para la aparición o el aumento de lesiones deportivas sobre la musculatura en cuestión (Bastos et al., 2013). Otros autores como

Croisier y colaboradores (2008) señalan que ciertos desequilibrios de fuerza entre músculos agonistas y antagonistas, en el caso de la musculatura del muslo, cuádriceps e isquiosurales respectivamente, facilitan la aparición de estas lesiones musculares, haciendo que sea de vital importancia el estudio y detección de posibles desequilibrios de fuerza del ratio isquiosurales y cuádriceps (ratio ISQ/C en adelante) para la prevención y la disminución de las lesiones en la musculatura isquiosural.

En las últimas décadas ha aumentado el interés en cuanto a la prevención de lesiones en el mundo del fútbol, ya que la incidencia lesional merma bastante las posibilidades de los equipos a la hora de alcanzar sus objetivos, también perjudica económicamente tanto a los clubes como a los patrocinadores y cadenas de televisión. Debido a lo anterior, la FIFA, a través de su Comisión de Medicina, decidió crear el Centro de Evaluación e Investigación Médica de la FIFA (F-MARC) con el objetivo de velar por la salud de los futbolistas, algunos de los objetivos de esta investigación se centran en reducir la incidencia de las lesiones en el fútbol y determinar tanto la asiduidad como los motivos de las lesiones.

La evidencia científica establece que es necesario disponer de un buen protocolo de ejercicio preventivo que permita mejorar los niveles de fuerza de la zona posterior del muslo, haciendo hincapié sobre todo en el bíceps femoral (Garett, 1995; Woods et al, 2004; citados por Alonso & Llinás, 2012; Noya y Sillero, 2012), sobre todo incidiendo en la cabeza larga de este músculo puesto que es el que mayor número de lesiones sufre tras la realización de acciones explosivas de altas velocidades (Heiderscheit et al., 2010). La mayoría de las propuestas enfocadas hacia la prevención de lesiones en la musculatura isquiosural apuestan por un trabajo *multiestación*, es decir, reúnen diferentes metodologías y ejercicios dirigidos a la protección de toda la musculatura que conforma el tren inferior.

La mayoría de los protocolos de prevención de lesiones deportivas basa que existen en la actualidad, están fundamentados en la propuesta secuencial de Hlobil, Kemper y Van Mechelen (1992) que determinan cuatro pasos o fases en el diseño de cualquier programa preventivo de lesiones (figura. 3): disponer de la mayor información posible sobre el problema; identificar de la forma más exacta los factores y los mecanismos lesionales; introducir las medidas preventivas y, evaluar la eficacia del proceso y el resultado final.

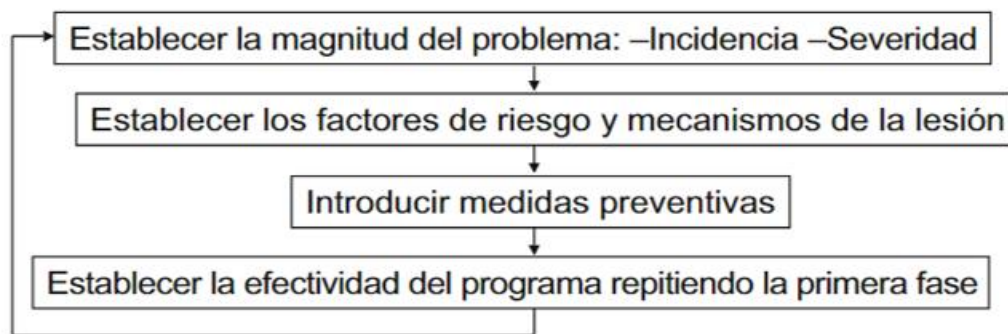


Figura 3. Las cuatro fases en la investigación de la prevención de lesiones (Van Mechelen, 1992).

Pero antes de iniciar cualquier programa de intervención e implementar las medidas preventivas diseñadas es necesaria la realización de una evaluación inicial al futbolista profesional. Esta valoración inicial es fundamental sobre todo en lo que concierne a la identificación de posibles desequilibrios artromusculares y desalienaciones articulares.

Aunque no existe demasiada investigación basada en la evidencia científica sobre la prevención de lesiones de los músculos isquiosurales (Bahr & Holme, 2003), se han propuesto numerosos protocolos de prevención de lesiones sobre la musculatura isquiosural. Algunos de estos protocolos apuestan por la combinación de determinados ejercicios de estiramientos para mejorar la flexibilidad y en algunos ejercicios excéntricos sobre la región muscular en cuestión, con el propósito de mejorar los valores de fuerza de la musculatura isquiosural. Un estudio realizado entre 1999-2001 en las ligas de fútbol noruega e islandesa diseñó un programa prevención basado en tres fases: calentamiento, estiramientos y entrenamiento de fuerza excéntrica. Se pidió a los equipos que realizaran estiramientos de la región isquiotibial antes de la realización de sprints y lanzamientos a portería. En entrenamiento de fuerza excéntrica consistió en la realización del conocido como curl nórdico para isquiotibiales con la ayuda de un compañero. El principal hallazgo de este estudio fue que la combinación de un buen calentamiento más la realización de un trabajo excéntrico sobre la región isquiosural, apostando por el conocido curl nórdico redujo la incidencia de lesión sobre dicha zona muscular. Otro de los estudios más recientes (tras evaluar a 8459 deportistas) estableció que la aplicación de un protocolo preventivo basado en el Curl nórdico (NHE) reduce en un 51% el índice de lesión en la región de los isquiosurales (van Dyk, Behan, & Whiteley, 2019).

En la misma línea anterior Petersen y colaboradores (2011) investigaron el efecto que tiene el entrenamiento de fuerza excéntrico mediante el curl nórdico (NHE) sobre la tasa de lesiones, contando con una muestra de 942 futbolistas, tanto profesionales como amateurs los resultados se compararon con los grupos control que no llevaron a cabo ningún tipo de entrenamiento adicional y específico para la región isquiosural. Los resultados obtenidos durante la temporada en la que se realizó el estudio evidenciaron una disminución tanto de las lesiones como de la tasa de lesión por cada 100 futbolistas, siendo anteriormente de 13,1, tras la aplicación del protocolo preventivo se redujo hasta 3,8 ($p < 0,001$). También se redujo en un 85% las lesiones recurrentes, es decir, las recidivas que se producen en los isquiosurales.

Otro estudio realizado por Dadebo, White & George (2004) durante la temporada 1998/1999 incluyó clubes ingleses de las primeras cuatro divisiones del país. Este estudio utilizó un cuestionario diseñado con la ayuda de la División de Medicina de Salud Pública y epidemiología de la Universidad de Nottingham para recabar información sobre los procedimientos llevados a cabo durante el calentamiento y el entrenamiento de flexibilidad. La información obtenida sobre el entrenamiento de flexibilidad llevado a cabo por los clubes demostró que no existe un nivel óptimo de flexibilidad aplicable a todos los jugadores.

En cuanto a la eficacia del Programa de Prevención de Lesiones de la FIFA 11+ se llevó a cabo un estudio (2012) con 65 equipos de fútbol participantes pertenecientes a la división I y II de la liga universitaria de fútbol americana. Este programa de prevención de 20 minutos de duración consta de 15 ejercicios divididos en 3 fases o bloques: ejercicios de carrera incidiendo en aspectos como la técnica de carrera, cambios de dirección, aceleración y desaceleración..., ejercicios de fuerza combinados con pliometría y, ejercicios de equilibrio que se centran en la fuerza, el control excéntrico y la propiocepción, y por último una serie de ejercicios de carrera continua. Este estudio reportó una reducción de 2,74 veces en la probabilidad de incurrir en una lesión de los músculos isquiotibiales, evidenciando la consistencia y los beneficios del programa a la hora de prevenir las lesiones en la región isquiosural.

Mendez y colaboradores (2016) examinaron en otro estudio el uso de los músculos isquiotibiales en un lugar específico con resonancia magnética (MRI) en jugadores de fútbol de élite durante el entrenamiento de fuerza. 36 jugadores de fútbol varones fueron

sometidos a un protocolo de intervención diseñado sobre 4 ejercicios específicos: Flywheel leg curl (flexión de pierna tumbado en máquina inercial), curl nórdico (NHE), peso muerto con cinturón ruso y extensión de cadera con polea cónica. Este estudio determinó que los diferentes músculos de la región isquiotibial se activan selectivamente durante diferentes tareas funcionales que los jugadores de fútbol deben realizar. Algo similar pasa con las lesiones, es decir, los músculos se lesionan en diferentes lugares dependiendo de la implicación de los isquiosurales durante las distintas acciones y fases del juego. Esta cuestión es sumamente importante a la hora de seleccionar los ejercicios de fuerza para trabajar con cada jugador, es decir, la importancia de la individualización. A partir de los resultados de este estudio se puede sugerir que las intervenciones a través de los cuatro ejercicios mencionados dependerán de los objetivos a alcanzar mediante el protocolo de prevención.

Otras publicaciones sobre el trabajo preventivo de fuerza excéntrico concluyeron que con este tipo de intervenciones se mejoran los valores de fuerza en la musculatura isquiosural ya que ejercen una función protectora sobre esta musculatura (Askling et al., 2003; Brockett, 2001). El propio Askling y sus colaboradores realizaron un estudio sobre la eficacia de un plan de entrenamiento de fuerza a través de contracciones concéntricas y excéntricas sobre la musculatura isquiosural mediante un equipo de ejercicio muscular nHANCE™ - Impulsado por YoYo Technology™ (YoYo Texhnology AB, Stoxkholm, Suecia, Berg & Tesxh, 1994).- que ofrece una curva de resistencia óptima en acciones musculares excéntricas, sin ningún tipo de fricción o puntos de atascamiento. El equipo de ejercicio nHANCE™ utiliza el momento de inercia producido por el volante o los volantes, en lugar de pilas de pesas, imanes, electricidad u otro tipo de elementos. Este entrenamiento consiste en poner un volante de inercia en movimiento de rotación a través del eje del músculo concéntrico para a continuación desacelerar el movimiento a través del eje del músculo excéntrico. Al realizar el eje del movimiento excéntrico sobre una un desplazamiento angular más pequeño se consigue una mayor sobrecarga sobre la musculatura isquiosural en la fase excéntrica. La principal conclusión del estudio fue que el grupo de jugadores de élite de sexo masculino que realizaron este entrenamiento excéntrico extra durante la pretemporada, con una orientación especial hacia la sobrecarga de los músculos isquiosurales, tuvieron un menor índice de lesiones durante

la temporada competitiva por distensión de los músculos isquiosurales que el grupo control que realizó el entrenamiento ordinario.

En la misma línea de investigación de Hoyo y colaboradores (2015) realizaron una intervención mediante dos dispositivos de entrenamiento de volante isoinercial de YoYo (Tecnología YoYo AB, Estocolmo, Suecia). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de una sobrecarga excéntrica de 10 semanas entrenamiento en la prevención de lesiones musculares en las extremidades inferiores y el rendimiento en jóvenes jugadores de fútbol de élite.). Los ejercicios seleccionados para el programa de fortalecimiento fueron media sentadilla (en YoYo Squat) y leg curl (en YoYo Prone Leg Curl). Con la realización de los ejercicios anterior los futbolista alcanzaron un determinado grado de sobrecarga excéntrica en la musculatura isquiosural. Los resultados de este estudio y las posteriores conclusiones evidenciaron que la carga concéntrica y la sobrecarga excéntrica es efectiva para reducir la incidencia y gravedad de las lesiones musculares en los jugadores de fútbol de élite junior. También se pudo constatar que los ejercicios realizados fueron efectivos para mejorar tanto la capacidad de sprint como la capacidad salto, tareas estrechamente relacionadas con la fuerza explosiva, lo que se asocia con un mejor/mayor rendimiento en el fútbol. Además, dichos autores incidieron en la importancia de los programas multifacéticos que incluyen ejercicios excéntricos combinados con otros entrenamientos y, de disponer de una retroalimentación técnica apropiada entre los profesionales encargados de velar por la salud de los atletas y los propio atletas en los protocolos de prevención llevados a cabo.

Por su parte Brockett y colaboradores (2001) realizaron un entrenamiento basado en la utilización de un equipo hecho a medida para permitir que los sujetos realizaran ejercicios excéntricos con la musculatura isquiosural. Este equipo consistió en una tabla de madera de 2 metros de largo con zonas tapizadas y acolchadas donde se apoyaban las rodillas y el pecho, además contaba con en la parte inferior con correas que a través de un velcro estabilizan los tobillos a la hora de descender lentamente en posición prona, manteniendo un ángulo de cadera abierto y constante. Este aspecto fue sumamente importante para lograr que los músculos isquiosurales soportaran todo el peso de la parte superior del cuerpo durante el mayor tiempo posible en la fase de descenso, con el propósito de incidir en la fase excéntrica de la musculatura en cuestión. Los resultados obtenidos tras el estudio reflejaron cambios longitudinales óptimos en la musculatura

isquiosural que tuvieron un efecto protector en dicha musculatura contra posibles daños al realizar otro tipo ejercicios o actividades posteriores.

Croisier y colaboradores (2008) llevaron a cabo un ambicioso estudio durante un lustro (años 2000-2005) contando con una muestra de 687 futbolistas pertenecientes a distintas ligas de fútbol (Bélgica, Brasil y Francia). Esta investigación consistió en la aplicación de una evaluación isocinética concéntrica y excéntrica estandarizada con el propósito de detectar posibles desequilibrios de fuerza tanto en la musculatura isquiosural como en el ratio isquiosurales/cuádriceps. Los futbolistas se subdividieron en 4 grupos, dos grupos de control y dos grupos experimentales tras las mediciones realizadas en los test de pretemporada, estos se llevaron a cabo mediante dos dinamómetros, el Cybex Norm (Henley Healthcare, Sugar Land, Texas) y el Biodex III (Biodex Medical Systems, Shirley, Nueva York). El protocolo incluyó esfuerzos concéntricos y excéntricos tanto de los isquiosurales como de los cuádriceps. Sus principales hallazgos fueron el origen multifactorial de las lesiones en los isquiosurales y la influencia que tiene en dichas lesiones los desequilibrios entre esta musculatura y los cuádriceps. Los jugadores que no trataron esos desequilibrios musculares fueron más propensos a lesionarse, entre 4 y 5 veces más que los futbolistas que si normalizaron el perfil de fuerza de los grupos musculares en cuestión. Los futbolistas que no desarrollaron un trabajo de compensación alcanzaron una tasa de lesiones de hasta el 11%.

Un estudio longitudinal realizado por Ekstrand, Waldén & Häggglund (2016) desde el año 2001 hasta el año 2014, y su posterior análisis, determinó un incremento de la incidencia lesional del 4% en los futbolistas pertenecientes a los principales equipos de élite europeos., concluyendo que las lesiones deportivas es uno de los principales desafíos a los que se enfrentan los clubes europeos inmersos en distintas competiciones, tanto nacionales como internacionales.

5. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DEL ESTUDIO

- **Objetivo 1:**

Comprobar el efecto de 2 programas de entrenamiento excéntrico de fuerza sobre el número y gravedad de lesiones agudas nuevas, así como de lesiones recurrentes, de la musculatura de la parte posterior del muslo.

- **Hipótesis 1:**

Nuestra hipótesis es que los 2 programas de entrenamiento excéntrico de fuerza disminuirán el número y/o gravedad de lesiones agudas nuevas, así como de lesiones recurrentes, de la musculatura de la parte posterior del muslo, en comparación con el grupo control.

- **Objetivo 2:**

Evaluar cuál de los dos programas de entrenamiento de fuerza será más eficaz a la hora reducir el número de lesiones y/o la gravedad de las mismas.

- **Hipótesis 2:**

La hipótesis es que los 2 programas disminuirán de manera similar el número y/o gravedad de lesiones agudas nuevas, así como de lesiones recurrentes, de la musculatura de la parte posterior del muslo, en comparación con el grupo control.

6. METODOLOGÍA.

6.1. Diseño del estudio.

Siguiendo un diseño aleatorizado y controlado, el estudio contará con dos grupos de entrenamiento excéntrico y un grupo control. Tanto los grupos de entrenamiento como el grupo control realizarán el mismo protocolo de entrenamiento, la única diferencia será que el grupo control no realizará ningún entrenamiento de fuerza excéntrico mientras que los grupos de entrenamiento realizarán cada uno un programa preventivo de fuerza excéntrica. El primer grupo de intervención realizará un trabajo de sobrecarga excéntrica basado en el Curl Nórdico (GCN), mientras que el segundo grupo de intervención también realizará un trabajo de fuerza excéntrica, pero con el apoyo de un dispositivo isoinercial,

el ejercicio seleccionado para este grupo será el de Flexión de Piernas tumbado (GLC), se realizará mediante máquinas de trabajo isoinercial YoYo Technology AB, Stockholm, Sweden, concretamente la ya mencionada YoYo Flexión de Piernas tumbado.

La duración del estudio abarcará desde la pretemporada (5 semanas) hasta la finalización del periodo competitivo, es decir, hasta acabar la temporada. La finalización de la temporada dependerá de la clasificación o no clasificación para la fase de ascenso (playoff final), tras la finalización de la fase regular (18 jornadas de competición). Durante las dos primeras semanas de la pretemporada se llevará a cabo un trabajo de familiarización durante 4 sesiones, con el propósito de que los futbolistas se adapten al material (flywheel) y a los ejercicios, Curl Nórdico y Flexión de Piernas tumbado, que se emplearán en el estudio. Durante toda la duración del estudio se registrará la incidencia de lesiones. Antes del comienzo de la intervención se realizará una evaluación de los siguientes parámetros para describir a la muestra: Edad, Masa Corporal, Altura y se calculará el Índice de Masa Corporal (IMC).

6.2. Muestra y formación de grupos.

Un total de 70 jugadores masculinos de fútbol semiprofesionales pertenecientes a la categoría de la Segunda División B del fútbol español, serán reclutados como participantes en este estudio. Los futbolistas conforman las plantillas de los tres equipos canarios presentes en el Grupo IV de la mencionada Segunda División B: la U.D. Tamaraceite y Las Palmas Atlético (filial de la U.D. Las Palmas) como representantes de la isla de Gran Canaria y El C.D. Marino representando a la isla de Tenerife. Los porteros y jugadores lesionados antes del comienzo del estudio serán excluidos de la investigación. Los futbolistas participantes en el estudio de cada equipo serán estratificados por club para asegurar que cada uno de los grupos de intervención cuenten con un número similar de jugadores de cada club. De esta manera pretendemos que los diferentes tipos de entrenamientos que se llevan a cabo por los cuerpos técnicos no influyan en los resultados de la investigación. Una vez estratificados los jugadores por los clubes se asignarán de manera aleatoria al grupo control o a uno de los dos grupos de intervención mediante un generador de números aleatorios. Se utilizará un generador de números aleatorios (www.randomizer.org) para asignar los jugadores a cada grupo.

En cuanto al enmascaramiento, el investigador encargado del análisis de datos no sabrá a qué grupo pertenecerán los datos a analizar. Además, fisioterapeutas y/o médicos que se encarguen del diagnóstico de las lesiones no conocerán a qué grupo pertenecen los futbolistas que examinarán. En el caso de los técnicos y los propios futbolistas no será posible realizar enmascaramiento alguno.

Antes de llevar a cabo el estudio, los jugadores, el cuerpo técnico y los distintos profesionales (preparadores físicos, readaptadores deportivos, fisioterapeutas, médicos...) que trabajan para el club serán informados de los objetivos y del diseño del estudio. Fisioterapeutas y médicos serán los encargados de registrar todas las lesiones sufridas por los futbolistas en la musculatura isquiosural.

Después de explicar de forma pormenorizada los objetivos, los beneficios y los posibles riesgos involucrados en la investigación, todos los participantes tendrán que entregar firmado el consentimiento informado facilitado por los clubes, en todo momento se respetarán las directrices que emanan de la Declaración de Helsinki. Los participantes tienen la opción de abandonar la investigación en cualquier momento sin que este hecho les suponga penalización alguna. El protocolo de intervención será enviado para su evaluación y aprobación al comité ético de la Universidad Pontificia Comillas antes de realizar la intervención. Para garantizar la protección de datos de los jugadores los propios datos serán anonimizados mediante código numérico, y sólo el investigador principal (IP) del proyecto tendrá acceso a ellos. El procesamiento de datos se realizará a partir de la codificación numérica de cada participante, sólo con su código de identificación, preservando de esta manera su identidad.

6.3. Intervención.

6.3.1. Grupo 1: Curl Nórdico (GCN).

Este ejercicio se suele realizar en parejas, puesto que la ayuda de un compañero facilita la estabilización de las piernas mediante la presión que ejerce sobre los talones o la parte inferior de las piernas del deportista. El sujeto que realiza el ejercicio parte de la posición de rodillas en flexión de 90° y debe mantener su tronco recto en posición neutra. A continuación, debe inclinarse y descender manteniendo el tronco y las caderas extendidas. Se utilizarán las manos y antebrazos para frenar el movimiento de caída y para impulsarse a la posición inicial una vez el pecho haya tocado el suelo, minimizando

de esta manera la carga durante la fase concéntrica (Mjølsnes et al. 2004) (Van de horst,2015).

El objetivo de este ejercicio excéntrico es aguantar el mayor tiempo posible la fase de frenado (caída) para intentar conseguir la mayor sobrecarga excéntrica sobre la musculatura isquiosural. El incremento de la carga se consigue al tratar de resistir el mayor tiempo posible la caída logrando realizar a su vez el mayor rango de movimiento.

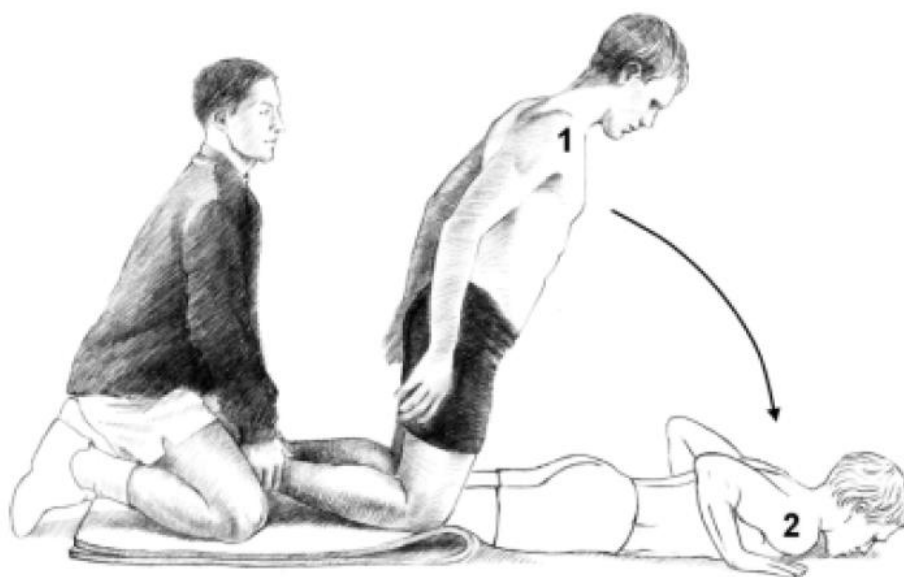


Figura 4. Ejercicio Curl Nórdico. (Imagen tomada de Bahr & Mæhlum, 2004).

La tabla 1 muestra la progresión que se llevará a cabo en este grupo de intervención:

Tabla 1. Protocolo de entrenamiento Curl Nórdico

Semana	Sesiones por semana	Series y repeticiones
1-2	2	2 X 5
3	3	2 X 6
4	3	3 X 8
5-10	2	3 series x10-8-6 reps.
10+	2	3 series x 12-10-8 reps.

Tabla 1. Protocolo Curl Nórdico. (Modificado de van der Horst et al., 2015).

6.3.2. Grupo 2: Entrenamiento excéntrico isoinercial YoYo Prone Leg Curl (GLC).

Este ejercicio de cadena cinética abierta produce una gran activación de la musculatura isquiosural, incidiendo especialmente en la cabeza larga del bíceps femoral.

Con el apoyo de la tecnología desarrollada por YoYo Technology AB, Estocolmo, Suecia, se llevará a cabo este protocolo de entrenamiento preventivo a través de la utilización de una máquina de Flexión de Piernas tumbado con un dispositivo de volante isoinercial. Este tipo de entrenamiento excéntrico produce una sobrecarga excéntrica durante la fase de desaceleración tras iniciar la fase de aceleración concéntrica (Norrnbrand, Pozzo & Tesh, 2010). Durante la fase concéntrica de la acción muscular, el atleta imprime una rotación al volante de inercia mediante una correa conectada a su eje. Al final de la amplitud del movimiento, la correa se desenrolla completamente y el volante sigue girando en virtud de su inercia haciendo retroceder la correa, exigiendo que el atleta la desacelere durante la posterior acción excéntrica. Al controlar el sujeto la técnica de ejecución, es decir, retrasando la acción de frenado en la fase excéntrica, estos dispositivos nos permiten alcanzar un determinado grado de sobrecarga excéntrica.

Además, debido a la casi inexistente o ínfima fuerza de fricción estos dispositivos permiten acumular una energía similar (fuerza) tanto en la fase concéntrica como en la excéntrica del ejercicio realizado.

En el ejercicio de flexión de piernas tumbado los futbolistas realizarán una flexión simultánea de ambas piernas acelerando el volante de inercia durante la fase concéntrica del ejercicio y desacelerándolo durante la fase excéntrica. Los participantes serán animados a que realicen la flexión de piernas con el máximo esfuerzo posible desde una posición de rodillas extendidas (0°) a una posición de flexión de rodillas de (130°), después se les requerirá que resistan el movimiento de la fase excéntrica al alcanzar los 90° de flexión de rodilla (de Hoyo, 2015). Para comprobar las angulaciones articulares se empleará un goniómetro manual.

La tabla 2 muestra el trabajo a realizar tanto en el periodo de pretemporada como en el posterior periodo competitivo:

Tabla2. Protocolo de entrenamiento excéntrico YoYo Prone Leg Curl

Semana	Sesiones por semana	Series y repeticiones
1-2	2	2 X 12
3	3	2 X 12-10
4	3	3 X 12
5-10	2	3 series x10-8-6 reps.
10+	2	3 series x 12-10-8 reps.

Tabla 2. Protocolo de entrenamiento excéntrico. (Modificado de van der Horst et al., 2015).

6.4. Registro de lesiones.

Todas las lesiones serán registradas durante todo el periodo del estudio. Solo las lesiones ocurridas durante los entrenamientos y los partidos se incluirán en el registro, entendiendo por lesión aquella que impide la participación en los próximos entrenamientos o competiciones a partir de las 48 horas, sin contar el día en el que ocurre la lesión. La gravedad de las lesiones será clasificada en tres categorías, siguiendo las aportaciones de Ekstrand y Gillquist (1983):

Tabla 3. Gravedad de las lesiones y pérdida de participación

Tipos	Pérdida de participación
I: Leves	1 semana
II: Moderadas	+ de 1 semana hasta 1 mes
III: Graves	+ de 1 mes

Tabla 3. Clasificación de las lesiones según la gravedad. (Recuperado de Ekstrand & Gillquist, 1983).

Durante la investigación se registrará la duración de todas las sesiones de entrenamiento así como los partidos disputados con el propósito de registrar el número de lesiones por cada 1000 horas de participación y exposición. El personal médico y los fisioterapeutas dispondrán de un formulario estandarizado de registro de lesiones (ver anexo) en el que recogerán también, para el posterior análisis, datos referentes a la posición de juego del futbolista, la edad de los jugadores lesionados y detalles u observaciones de cada una de las lesiones de los isquiosurales recogidas. Se considerará que un jugador está recuperado

cuando el personal médico y/o de fisioterapia autoriza a que vuelva a los entrenamientos o partidos. En la tabla 4, ubicada en la parte de anexos del presente trabajo, se presenta una ficha para el registro de las lesiones musculares en la musculatura isquiosural de los futbolistas participantes en la presente investigación.

6.5. Análisis estadístico.

El análisis de datos se realizará con la versión 25.0 de IBM SPSS para Windows (IBM Corporation, Armonk, NY, USA). El supuesto de normalidad se comprobará mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y el de igualdad de varianzas mediante la prueba de Levene. Se utilizarán ANOVAS de 1 factor inter-sujetos para evaluar el efecto del tipo de intervención sobre cada una de las variables dependientes consideradas (incidencia de lesiones musculares en musculatura isquiosural, gravedad de las lesiones y el número de lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento y/o partido). Las comparaciones múltiples a posteriori se realizarán mediante la prueba de Tukey (si las n son iguales) o Bonferroni/Sheffe. Como índice del tamaño del efecto (TE) se utilizará η^2 cuadrado (η^2). La interpretación de η^2 se basará en los siguientes valores: $<0,06$ pequeño, $\geq 0,06$ hasta $<0,14$ medio y $\geq 0,14$ grande (Cohen, 1988). Los datos descriptivos se presentarán como media (M) y desviación estándar (DE). El nivel de significación se fijará en 0,05.

7. CONCLUSIONES.

Las principales limitaciones del presente estudio son la no aplicabilidad del mismo y la pequeña muestra sobre la que se realizaría la investigación. La inexistencia de resultados reales nos impide extraer otra serie de conclusiones más específicas, que deben basarse en la evidencia científica. Esta falta de resultados tampoco nos permite realizar el análisis estadístico correspondiente a partir del cual cotejar los datos de ambos programas de entrenamiento de fuerza excéntrico.

Entre las fortalezas del presente estudio destacan la extensa evidencia científica sobre la que se ha basado la propuesta de intervención, así como la efectividad demostrada del entrenamiento de fuerza excéntrico en numerosos estudios, evidenciando que la aplicación de estos programas preventivos favorece la mejora de los niveles de fuerza de los futbolistas sobre la musculatura isquiosural y, por consiguiente, reducen en gran medida la incidencia lesional de los futbolistas.

Como futuro profesional de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, soy consciente de que no podemos erradicar del mundo del fútbol las lesiones deportivas, pero sí podemos a través de nuestras intervenciones reducir la incidencia lesional de los futbolistas sobre la región isquiosural, diseñando programas de entrenamiento preventivo basados en el trabajo de la fuerza excéntrica. En cuanto a la prospectiva, existe la posible aplicabilidad real de este estudio en un futuro no muy lejano.

La realización de este trabajo de fin de grado me ha permitido alcanzar un mayor conocimiento respecto al ámbito de la prevención de las lesiones musculares en la región isquiosural en el mundo del fútbol. Otros de los aspectos más enriquecedores de este trabajo han sido el manejo del lenguaje científico en el ámbito de la salud deportiva, así como la búsqueda pormenorizada de las fuentes de información necesarias tanto para el marco teórico como para la elaboración de las propuestas de intervención.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alonso, M., & Llinás, A. (2012) Propuesta de medidas preventivas para la lesión muscular en isquiosurales.
- Andersen, T. E. (2004). Video analysis of injuries and incidents in Norwegian professional football. *British Journal of Sports Medicine*, 38(5), 626-631. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.007955>
- Arnason, A., Gudmundsson, A., Dahl, H. A., & Jóhannsson, E. (1996). Soccer injuries in Iceland. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 6(1), 40-45. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1996.tb00069.x>
- Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 18(1), 40-48. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x>
- Askling, C., Karlsson, J., & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 13(4), 244-250. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2003.00312.x>
- Askling, C. M., Tengvar, M., Saartok, T., & Thorstensson, A. (2007). Acute first-time hamstring strains during high-speed running: a longitudinal study including clinical and magnetic resonance imaging findings. *The American journal of sports medicine*, 35(2), 197-206. <https://doi.org/10.1177/0363546506294679>
- Bahr, R., & Holme, I. (2003). Risk factors for sports injuries--a methodological approach. *British journal of sports medicine*, 37(5), 384-392. <https://doi.org/10.1136/bjism.37.5.384>
- Bahr, R., & Krosshaug, T. (2005). Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *British journal of sports medicine*, 39(6), 324-329. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.018341>
- Bahr, R., & Maehlum, S. (2007). *Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación*. Madrid: Médica Panamericana.

- Bastos, F. N., Vanderlei, F. M., Vanderlei, L. C., Júnior, J. N., & Pastre, C. M. (2013). Investigation of characteristics and risk factors of sports injuries in young soccer players: a retrospective study. *International archives of medicine*, 6(1), 14. <https://doi.org/10.1186/1755-7682-6-14>
- Bowen, L., Gross, A. S., Gimpel, M., Bruce-Low, S., & Li, F. X. (2020). Spikes in acute: chronic workload ratio (ACWR) associated with a 5-7 times greater injury rate in English Premier League football players: a comprehensive 3-year study. *British journal of sports medicine*, 54(12), 731–738. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099422>
- Brockett, C. L., Morgan, D. L., & Proske, U. (2001). Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(5), 783–790. <https://doi.org/10.1097/00005768-200105000-00017>
- Chomiak, J., Junge, A., Peterson, L., & Dvorak, J. (2000). Severe injuries in football players. Influencing factors. *The American journal of sports medicine*, 28(5 Suppl), S58–S68. https://doi.org/10.1177/28.suppl_5.s-58
- Chumanov, E.S., Heiderscheit, B., & Thelen, D. (2007). The effect of speed and influence of individual muscles on hamstring mechanics during the swing phase of sprinting. *Journal of biomechanics*, 40 16, 3555-62.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Comfort, P., Regan, A., Herrington, L., Thomas, C., McMahon, J., & Jones, P. (2017). Lack of Effect of Ankle Position During the Nordic Curl on Muscle Activity of the Biceps Femoris and Medial Gastrocnemius. *Journal of sport rehabilitation*, 26(3), 202–207. <https://doi.org/10.1123/jsr.2015-0130>
- 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. <https://doi.org/10.1177/0363546508316764>

- Dadebo, B., White, J., & George, K. P. (2004). A survey of flexibility training protocols and hamstring strains in professional football clubs in England. *British journal of sports medicine*, 38(4), 388–394. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2002.000044>
- de Hoyo, M., Pozzo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O., Domínguez-Cobo, S., & Morán-Camacho, E. (2015). Effects of a 10-Week In-Season Eccentric-Overload Training Program on Muscle-Injury Prevention and Performance in Junior Elite Soccer Players, *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 46-52. Retrieved Jan 20, 2021, from <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsp/10/1/article-p46.xml>
- Dvorak J, Junge A, Derman W, et al. Injuries and illnesses of football players during the 2010 FIFA World Cup. *Br J Sports Med* 2011; 45:626–30
- Ekstrand, J. and Gillquist, J. (1983). The Avoidability of Soccer Injuries. *International Journal of Sports Medicine*, 04(02), pp.124-128.
- Ekstrand J. Epidemiology of football injuries. *Science & Sports*. 2008; 23: 73–77.
- Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer). *The American Journal of Sports Medicine*, 39(6), 1226-1232. <https://doi.org/10.1177/0363546510395879>
- Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British journal of sports medicine*, 45(7), 553–558. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.060582>
- Ekstrand, J. (2013). Keeping your top players on the pitch: The key to football medicine at a professional level. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 723-724. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092771>
- Ekstrand, J., Waldén, M., & Hägglund, 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. *British journal of sports medicine*, 50(12), 731–737. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095359>

- Fuller, C. W. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 40(3), 193-201. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.025270>
- Green, B., Bourne, M. and Pizzari, T. (2017). Isokinetic strength assessment offers limited predictive validity for detecting risk of future hamstring strain in sport: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(5), pp.329- 336.
- Hagglund, M., Walden, M., & Ekstrand, J. (2003). Exposure and injury risk in Swedish elite football: a comparison between seasons 1982 and 2001. *Scandinavian Journal Of Medicine And Science In Sports*, 13(6), 364-370.
- Heiderscheit, B. C., Sherry, M. A., Silder, A., Chumanov, E. S., & Thelen, D. G. (2010). Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. *The Journal of orthopaedic and sports & therapy*, 40(2), 67–81. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3047>
- Kunz, M. (2007). Gran Censo 2006. *FIFA Magazine*, 10-15. Recuperado de https://es.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/smaga_9472.pdf
- Engebretsen, Anders & Myklebust, Grethe & Holme, Ingar & Engebretsen, Lars & Bahr, Roald. (2008). Prevention of Injuries Among Male Soccer Players: A Prospective, Randomized Intervention Study Targeting Players With Previous Injuries or Reduced Function. *The American journal of sports medicine*. 36. 1052-60. 10.1177/0363546508314432.
- Lastayo, P. C., Reich, T. E., Urquhart, M., Hoppeler, H., & Lindstedt, S. L. (1999). Chronic eccentric exercise: improvements in muscle strength can occur with little demand for oxygen. *The American journal of physiology*, 276(2), R611–R615. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1999.276.2.R611>
- Lindstedt, S L et al. "When active muscles lengthen: properties and consequences of eccentric contractions." *News in physiological sciences: an international journal of physiology produced jointly by the International Union of Physiological Sciences and the American Physiological Society* vol. 16 (2001): 256-61. doi:10.1152/physiologyonline.2001.16.6.256
- Meeuwisse, W. H. (1994). Assessing Causation in Sport Injury. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 4(3), 166–170.

- Mendez-Villanueva A, Suarez-Arrones L, Rodas G, Fernandez-Gonzalo R, Tesch P, Linnehan R, et al. (2016) MRI-Based Regional Muscle Use during Hamstring Strengthening Exercises in Elite Soccer Players. *PLoS ONE* 11(9): e0161356.doi:10.1371/journal.pone.0161356
- Mjølsnes, R., Arnason, A., Østhagen, T., Raastad, T., & Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 14(5), 311–317. <https://doi.org/10.1046/j.1600-0838.2003.367.x>
- Monajati, A., Larumbe-Zabala, E., Goss-Sampson, M., & Naclerio, F. (2016). The Effectiveness of Injury Prevention Programs to Modify Risk Factors for Non-Contact Anterior Cruciate Ligament and Hamstring Injuries in Uninjured Team Sports Athletes: A Systematic Review. *PloS one*, 11(5), e0155272. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155272>
- Netter. Atlas de anatomía humana. Editorial Masson. Ed. 5ª. 2011.
- Norrbrand, L., Pozzo, M., & Tesch, P. A. (2010). Flywheel resistance training calls for greater eccentric muscle activation than weight training. *European journal of applied physiology*, 110(5), 997–1005. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1575-7>
- Noya, J. y Sillero, M. (2012). Incidencia lesional en el fútbol profesional español a lo largo de una temporada: días de baja por lesión. *Apunts, Medicina de l'Esport*, 142, 51-60.
- Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Budtz-Jørgensen, E., & Hölmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 39(11), 2296–2303. <https://doi.org/10.1177/0363546511419277>
- Servicio médico del FC Barcelona. (2009). Guía de Práctica Clínica de las lesiones musculares. Epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención Versión 4.5 (9 de febrero de 2009). *Apunts Sports Medicine*, 44(164), 179-203.
- Tesch, P. A., Fernandez-Gonzalo, R., & Lundberg, T. R. (2017). Clinical Applications of Iso-Inertial, Eccentric-Overload (YoYo™) Resistance Exercise. *Frontiers in physiology*, 8, 241. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00241>

- van Dyk, N., Behan, F. P., & Whiteley, R. (2019). Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. *British journal of sports medicine*, 53(21), 1362–1370. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100045>
- van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 14(2), 82–99. <https://doi.org/10.2165/00007256-199214020-00002>
- Verrall, G. M., Slavotinek, J. P., Barnes, P. G., & Fon, G. T. (2003). Diagnostic and prognostic value of clinical findings in 83 athletes with posterior thigh injury: comparison of clinical findings with magnetic resonance imaging documentation of hamstring muscle strain. *The American journal of sports medicine*, 31(6), 969–973. <https://doi.org/10.1177/03635465030310063701>
- Woods, C. (2004). The Football Association Medical Research Programme: An audit of injuries in professional football--analysis of hamstring injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 38(1), 36-41. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2002.002352>
- Worrell, T. W., Perrin, D. H., Gansneder, B. M., & Gieck, J. H. (1991). Comparison of isokinetic strength and flexibility measures between hamstring injured and noninjured athletes. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 13(3), 118–125. <https://doi.org/10.2519/jospt.1991.13.3.118>

9. ANEXOS.

REGISTRO DE LESIONES ISQUIOSURALES				
Nombre y apellidos:	Edad:	Equipo:	Demarcación:	Fecha de la lesión:
CONTEXTO DE JUEGO				
Entrenamiento		Partido		
TIPO DE LESIÓN				
LEVES-GRADO I	MODERADAS-GRADO II	GRAVES-GRADO III	RECIDIVAS	
			SI	NO
CAUSAS DE LA LESIÓN				
Acciones de carrera	Acciones de salto	Golpeo de balón	Otras	
ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN				
LEVES 4-7 días	MODERADAS 8-28 días		GRAVES + de 28 días	