

FACULTAD DE EDUCACIÓN DE SORIA
Grado en CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL
DEPORTE

TRABAJO FINAL DE GRADO

**PROTOCOLO DE PREVENCIÓN
DE LESIONES DEL LIGAMENTO
CRUZADO ANTERIOR
(FUTBOLISTAS JÓVENES
MASCULINOS)**

Presentado por: Eduardo Esteban Herrera

Tutelado por: Diego Marqués Jiménez

Soria, julio 2024

ÍNDICE

1.Introducción.....	3
2.Marco teórico.....	4
2.1 Demandas fisiológicas y condicionales del futbol.....	5
2.2 Mecanismo lesional y gravedad del ligamento cruzado anterior.....	5
2.2.1 Mecanismo lesional.....	5
2.2.2 Gravedad de la lesión.....	6
2.3 Incidencia lesional de ligamento cruzado anterior en el fútbol.....	7
2.3.1 Incidencia lesional del ligamento cruzado anterior.....	7
2.3.2 Incidencia lesional en futbolistas profesionales.....	8
2.3.3 Incidencia lesional en futbolistas jóvenes.....	9
2.4 Consecuencias de las lesiones de ligamento cruzado en fútbol.....	9
2.4.1 Consecuencias de rendimiento deportivo.....	9
2.4.2 Consecuencias psicológicas.....	10
2.4.3 Consecuencias económicas.....	10
2.5 Programas de prevención de lesiones de ligamento cruzado anterior en jugadores jóvenes de fútbol.....	11
2.5.1 Efectos positivos de diferentes programas de prevención de lesiones.....	11
2.5.2 Características y estructura de diferentes programas de prevención de lesiones.....	13
3. Justificación.....	19
4. Objetivos.....	19
5. Propuesta de intervención: protocolo de prevención de lesiones de ligamento cruzado anterior.....	20
5.1 Descripción de los participantes.....	20
5.2 Diseño de la propuesta de intervención.....	22
5.3 Método.....	22

5.3.1 Procedimiento	22
5.3.2 Aleatorización y cegamiento	23
5.3.3 Seguimiento.....	23
5.3.4 Variables a evaluar	24
5.3.5 Intervención y estructura del programa de prevención.....	25
5.4 Análisis estadístico	29
6. Resultados esperables	30
7. Limitaciones	31
8. Conclusiones	32
9. Referencias bibliográficas	33

1.Introducción

En los últimos años se ha observado que el número de lesiones de rodilla, en especial las relacionadas con el ligamento cruzado anterior (LCA), han aumentado de manera exponencial en todos los deportes, sobre todo en aquellos en los que hay contacto (duelos, disputas, enfrentamientos...). El LCA es una estructura fundamental para la estabilidad de la rodilla, especialmente en deportes de alto impacto como el fútbol. En concreto, las lesiones de LCA en futbolistas jóvenes no solo tienen una alta incidencia, sino que también pueden llevar a consecuencias a largo plazo, entre las que se incluyen la disminución en la funcionalidad de la rodilla o el aumento en el riesgo de padecer osteoartritis. Las lesiones del LCA son una de las causas más frecuentes de incapacidad deportiva en jóvenes y se asocian a un mayor riesgo de padecer osteoartrosis (Hagmeijer et al., 2019; Roos., 1998).

Por ello, es esencial desarrollar y validar protocolos de prevención específicos, que puedan reducir la incidencia y la prevalencia de estas lesiones y mejorar la salud y rendimiento deportivo de los jugadores. Son muchos los protocolos o programas que buscan la prevención de las lesiones de forma general, entre ellos podemos encontrar el FIFA +, el Harmoknee, ... éstos tratan la prevención desde un punto de vista global y generalista, son pocos los que se centran en las lesiones propias de la rodilla.

Por todo esto decidí realizar un TFG de estas características, además de por mi propia experiencia personal. Tras dos lesiones de LCA, en la que la primera vez que me lesioné fue a los 17 años, no encontré gran ayuda en la literatura científica para poder realizar algún protocolo de prevención de lesiones que me ayudase de manera directa con este tipo de lesiones ligamentosas.

Bajo mi punto de vista es un problema que debe de ser tratado con mayor importancia, primero por el gran incremento de incidencia lesiva que está mostrando, y segundo, por el caso omiso que parece que en muchos casos se hacen a la prevención de este tipo de lesiones, sobre todo en el deporte amateur. Además, creo que es necesario inculcar a los más jóvenes una educación deportiva basada en la prevención, no solo a través de la implementación de protocolos de esta índole, sino también a través de charlas formativas, o talleres

que les ayuden a comprender la importancia de la prevención de lesiones, fomentando la comprensión de los riesgos que conlleva la práctica deportiva de fútbol y concienciándoles así de lo fundamental que es una buena preparación previa.

En definitiva, la finalidad de este trabajo es proponer un protocolo de intervención que pueda ayudar a los futbolistas jóvenes a tener un punto de referencia para realizar tareas y ejercicios que les ayuden a reducir su riesgo de lesión, y a través del cual puedan mejorar en aquellos factores que, en base a la bibliografía científica, aumentan de manera notable el riesgo de lesión asociada al LCA. A través de la implementación de un protocolo como el que se propone en este TFG, se podrán obtener beneficios directamente relacionados con la disminución de muchos de los factores de riesgo fundamentales a la hora de las lesiones de LCA, ya que se encuentra centrado en una propuesta de ejercicios que cubren estas necesidades. Además, su sencillez de implementación es un gran punto a favor que puede ayudar a conseguir una gran adherencia y motivación a la hora de realizar el programa.

2.Marco teórico

El fútbol es el deporte más popular del mundo, con aproximadamente 450 millones de practicantes en el mundo (Szymiski et al., 2022), y la mayoría de los jugadores son menores de 18 años (Dvorak & Junge, 2000).

Es un deporte complejo de cooperación-oposición que requiere de una base predominantemente aeróbica y de un componente anaeróbico determinante en el resultado final y en la consecución del éxito deportivo (Stølen et al., 2005). Asimismo, sus demandas fisiológicas varían con el nivel de competición, estilo de juego, nivel de la oposición, posición de los jugadores en el campo y factores ambientales (Reilly & Gilbourne, 2003). Consecuentemente, requiere de una gran preparación condicional y psicológica para poder competir con ciertas garantías de éxito y reducir el riesgo lesional lo máximo posible.

2.1 Demandas fisiológicas y condicionales del fútbol

Los esfuerzos realizados durante el juego del fútbol pueden describirse como intermitentes y acíclicos, con esfuerzos máximos que se realizan alternativamente con otros esfuerzos a baja o moderada intensidad (Bangsbo, Mohr & Krstrup, 2006). Cada jugador puede realizar 1000-1400 acciones cortas explosivas que van variando cada 4-6 s, siendo las principales acciones las carreras de alta intensidad, así como los cambios de ritmo y acciones explosivas como las aceleraciones, deceleraciones y frenadas, con el fin de mantener el equilibrio y el control del balón frente a la presión defensiva (Stølen et al., 2005)

El mayor número de las acciones determinantes del juego (regate, finta, desmarque, lanzamiento, entre otros) tienen poca duración y son de carácter explosivo, por lo que las demandas energéticas están relacionadas con el sistema anaeróbico. Durante un partido se produce un sprint aproximadamente cada 90 s, cada uno de los cuales dura una media de 2-4 s y constituye entre el 1 y el 11% de la distancia total recorrida. Además, suelen comenzar con un cambio de dirección (COD) y/o desde una carrera previa, acentuando así el componente de aceleración, las cuales son casi siempre inferiores a 30 m y la mitad de ellas inferiores a 10 m (Helgerud et al., 2011; Stølen et al., 2005).

Debido a las características de este deporte, el juego se traduce en una sucesión de continuos cambios entre intensidades altas y bajas, por lo que éstos, al ser impredecibles, pueden estar acompañados por patrones de movimientos poco ortodoxos. Por ello, la realización de habilidades específicas del deporte son las principales causas de las lesiones de LCA (Drust et al., 2007).

2.2 Mecanismo lesional y gravedad del ligamento cruzado anterior

2.2.1 Mecanismo lesional

En la mayoría de los casos (70-80%), el LCA se rompe debido a un mecanismo denominado indirecto o sin contacto (Boden et al., 2000). Se denominan de tal forma puesto que no interviene otro jugador, sino que se producen en situaciones aisladas de juego, como pueden ser un salto, una caída o un COD. Desde el punto de vista biomecánico, se asocia a un movimiento de flexión con valgo de

la rodilla y rotación interna. Esto implica una desaceleración acompañada de una rotación interna de la rodilla combinada con un momento extensor (con o sin perturbación), a lo que se añade un valgo dinámico con el peso corporal ubicado encima de la rodilla y el pie fijado en el suelo en una posición plana. Son muy pocas lesiones las que se producen por un mecanismo directo, o con contacto, considerándose este tipo de acciones aquellas que se producen durante un choque o una disputa del balón (Alentorn-Geli et al., 2009; Khurshid et al., 2024).

Son varias las situaciones de juego que pueden provocar una lesión del LCA. Algunas de ellas son las acciones de COD, la recepción de un salto con las rodillas en extensión o próximas a ella, el pivotaje sobre una de ellas y las situaciones de varo o valgo de rodilla que acaben con una traslación anterior de la tibia, siendo este último el que provoca mayor riesgo de lesión del LCA (Alentorn-Geli et al., 2009; Romero & Tous. 2011; White et al., 2003).

A estas acciones comunes, se les añade aquellas situaciones motrices que tienen que ver con el control motor, en especial a aquellas que generan una alteración del control neuromuscular del tronco, favoreciendo la pérdida de estabilidad dinámica de la articulación y de esta forma provocando un aumento del valgo de rodilla, poniendo en serio peligro estructuras como el LCA y el ligamento lateral interno (LLI), entre otras (Zazulak et al., 2007).

La comprensión del mecanismo lesional, es decir, entender y analizar cómo ha sucedido la lesión y por qué, es un elemento clave para focalizar el trabajo en las estructuras afectadas y proponer trabajos preventivos adecuados que ayuden a prevenir lesiones o recidivas.

2.2.2 Gravedad de la lesión

Uno de los aspectos más importantes para clasificar las lesiones deportivas en función de su gravedad es encuadrarlas dentro de los márgenes que propone la literatura científica. De este modo, para encuadrar la lesión de LCA dentro de su nivel correspondiente se debe de conocer y elegir un tipo de clasificación. En este caso será la propuesta por Ekstrand y Gillquist (1983):

- Lesiones menores: ausencia de los entrenamientos/competiciones hasta 7 días.

- Lesiones moderadas: ausencia de los entrenamientos/competiciones entre 8 días y 1 mes.
- Lesiones importantes/graves: ausencia de los entrenamientos/competiciones más de 1 mes.

Teniendo en cuenta la clasificación de Ekstrand y Gillquist (1983), y dado que una lesión de LCA suele conllevar un periodo de baja de entre 7 y 9 meses, se considera una lesión grave, con unas consecuencias muy importantes en el rendimiento y en la vida del deportista. El tiempo estimado de baja también dependerá de si la rotura es aislada o conlleva afectación de otras estructuras asociadas, como meniscos u otros ligamentos de la rodilla.

Un estudio basado en sujetos sometidos a reconstrucciones de LCA mostró que hasta los 10-12 meses la plastia no consigue un anclaje maduro (Robert, Es-Sayeh, Heymann, Passuti, Eloit, & Vaneenoge, 2003). Teniendo en cuenta que muchos deportistas, entre ellos los futbolistas, retoman la actividad deportiva en infinidad de ocasiones incluso poco después de los 6 meses de la intervención quirúrgica, se hace más latente el hecho de prestar especial atención y realizar protocolos de prevención de esta lesión de manera específica y continuada en el tiempo con el fin de evitar tanto nuevas lesiones asociadas, como posibles recidivas (Feller & Webster, 2013).

2.3 Incidencia lesional de ligamento cruzado anterior en el fútbol

La incidencia lesional (IL) se refiere a la frecuencia con la que ocurren las lesiones en una población específica durante un período de tiempo determinado. Es decir, el número de lesiones por unidad de tiempo de exposición (por ejemplo, por horas de entrenamiento o partidos jugados). Para calcularla, se usa la siguiente ecuación (Pfirmann et al., 2016):

$$\text{Incidencia lesional} = \text{número de lesiones} / 1000 \text{ horas de exposición}$$

2.3.1 Incidencia lesional del ligamento cruzado anterior

En Estados Unidos se estiman alrededor de 250.000 lesiones anuales de LCA entre la población en general, lo que se traduce en una probabilidad de 1 entre 3000 de que una persona sufra una lesión del LCA (Silvers & Mandelbaum, 2007). En la misma línea, Álvarez, Gómez y Pachano (2018) mostraron que la

ruptura del LCA es una de las lesiones más frecuentes en el deporte, teniendo una IL de 2,8-3,2 lesiones por 10.000 atletas.

Si se compara la IL del LCA en relación con el género, parece que ésta es mayor en mujeres que en hombres deportistas. La National Collegiate Athletic Association (NCAA) estima que se producen más de 10.000 lesiones de rodilla anuales en atletas adolescentes femeninas, y que, de éstas, alrededor de 2200 son rupturas del LCA (Romero & Tous 2011). Las mujeres tienen una IL del LCA de 4 a 6 veces mayor que los hombres (Belanger et al., 2013; Yanguas Leyes et al., 2011). No obstante, estos datos no son totalmente concluyentes ya que también se ha mostrado que la IL de ligamentos de la rodilla, incluida la lesión del LCA, puede ser similar en hombres y mujeres (Hagglund et al., 2009).

Las diferencias entre los deportes también merecen una consideración especial. En particular, la IL de roturas del LCA es mayor en fútbol en comparación a otros deportes de características similares (Montalvo et al., 2019; Noya & Sillero 2012) por lo que se considera como un deporte de alto riesgo lesivo. En concreto, la mayoría de los futbolistas son considerados deportistas amateurs o aficionados, y, por tanto, todos ellos sufren de este mayor riesgo de sufrir una rotura del LCA (Szymiski et al., 2022; Szymiski et al., 2023).

2.3.2 Incidencia lesional en futbolistas profesionales

La IL en entrenamientos en fútbol profesional está estimada entre 1,5-7,6 por cada 1000 h de exposición, mientras que la IL durante la competición se sitúa entre 12-35 por cada 1000 h de exposición (Dvorak & Junge, 2000). En esta misma línea se encuentra el estudio descriptivo realizado por Noya y Sillero (2012), en el cual se ubica la IL entre las 6-9 lesiones por cada 1000 h de exposición.

En un club de fútbol profesional, de media, se producen 116 días de baja por cada 1000 h de exposición (Lekue Gallano, 2022). En cuanto al número de lesiones que causan baja en un club, entendiendo causar baja como no estar a disposición del entrenador para entrenar o competir, llegan a valores de 80,9 lesiones por equipo y temporada (Noya & Sillero, 2012). Estos valores pueden considerarse bastante elevados teniendo en cuenta la duración de una temporada completa.

2.3.3 Incidencia lesional en futbolistas jóvenes

La mayoría de las lesiones (58%) en este deporte se producen en personas de edad <18 años, y alrededor de tres cuartas partes de ellas ocurren en futbolistas <14 años (Faude et al., 2013). Una revisión sistemática realizada por Pfirrmann, Herbst, Ingelfinger, Simon y Tug (2016) muestra que la IL en jugadores juveniles de élite osciló entre 2,0-19,4 lesiones por 1000 h de exposición. La IL osciló entre 9,5-48,7 por 1000 h de exposición durante partidos, y 3,7-11,14 lesiones por 1000 h de exposición durante las sesiones de entrenamiento. Igualmente, una revisión realizada por Faude et al. (2013) mostró que la IL en el entrenamiento en jugadores de 13-19 años oscila entre 1-5 lesiones por 1000 h de entrenamiento, mientras que en los partidos tiende a aumentar con la edad (incidencia media de 15-20 lesiones por 1000 h de partido en los jugadores mayores de 15 años).

2.4 Consecuencias de las lesiones de ligamento cruzado en fútbol

Cuando un jugador se lesiona el perjudicado no es únicamente el propio jugador, sino también el equipo, ya que ese jugador no está disponible para entrenar y competir por un periodo de tiempo determinado. Además, el club también debe hacer frente al gasto que conlleva el pago de los diferentes tratamientos que ayuden a optimizar la recuperación de éste, así como a la posible reducción de ingresos derivados de la publicidad u otros aspectos. Así pues, son varias las consecuencias que se derivan de las lesiones de LCA en el fútbol. A continuación, se exponen algunos datos que corroboran esta afirmación.

2.4.1 Consecuencias de rendimiento deportivo

Son numerosos los estudios que muestran que la disponibilidad de los jugadores puede influir en el rendimiento colectivo y en el éxito del equipo (Calleja-González et al., 2023; Hägglund et al., 2013; Windt, Ekstrand, Khan, McCall, & Zumbo, 2018). En el fútbol de élite, se ha mostrado que un menor número de lesiones se asocia con una clasificación final más alta en la liga, con un mayor número de puntos por partido y con una mayor probabilidad de éxito en la Liga de Campeones de la UEFA (Hägglund et al., 2013).

Tener jugadores lesionados y no disponibles para los partidos también se asocia con un aumento en el rendimiento físico de los equipos durante los partidos. En las Ligas de Campeones de la UEFA 2014/2015 y 2015/2016 se observó que, a medida que los equipos tenían menos jugadores disponibles, aumentaba la intensidad durante los partidos, determinada en base al porcentaje de distancias totales recorridas por partido y en el número de sprints que realizó el equipo (Windt et al., 2018).

2.4.2 Consecuencias psicológicas

Existe también una importante influencia de los factores psicológicos en las lesiones deportivas y la vuelta a los terrenos de juego. En particular, los estudios muestran que hasta el 20% de los deportistas jóvenes pueden sufrir una segunda lesión de rodilla (reconstrucción del LCA o rotura contralateral del LCA), y los de más edad que sufran una lesión de LCA tienen menos probabilidades de reanudar la actividad deportiva anterior a la lesión (Feller & Webster, 2013). Además, es importante destacar que el miedo a volver a lesionarse y la falta de confianza son algunas de las razones más comunes para no volver a retomar la actividad deportiva. En concreto, el miedo es uno de los factores a nivel psicológico que más peso tienen a la hora de decidir volver, o no, a la actividad deportiva después de una lesión de LCA. A los 9,3 meses del postoperatorio hasta un 66,1% de los deportistas deciden no retomar la actividad (Everhart et al., 2015), y, de este 66,1%, hasta el 71,7% de ellos, no presentaban inestabilidad en la rodilla lesionada (Patel et al., 2019).

2.4.3 Consecuencias económicas

En el fútbol inglés se ha analizado el impacto que tienen las lesiones en el ámbito financiero para los clubes profesionales. El coste medio de un jugador lesionado durante un mes es de unas 500000 libras (Ekstrand, 2013) y un equipo de la Premier League inglesa puede perder una media de 45 millones de libras esterlinas por temporada debido a la disminución del rendimiento relacionada con las lesiones (Eliakim, Morgulev, Lidor y Meckel, 2020).

Otro análisis similar se realizó en Suiza. Este país tiene 7,9 millones de habitantes y durante el año 2010 los costes sanitarios de las lesiones en futbolistas ascendieron a casi 170 millones de euros (Bizzini et al., 2013). En este

mismo país, en el año 2003, se produjeron 42262 lesiones en futbolistas, cuyos costes anuales se estimaron en 95 millones de euros (Krist et al., 2013). En los Países Bajos, con una población de 16 millones de habitantes, se producen 3,7 millones de lesiones deportivas al año, y la mayor proporción (620000) se produce en el fútbol (Krist et al., 2013). En el caso concreto de la lesión de LCA, en Australia, las reconstrucciones del LCA para jugadores de fútbol amateur es de 69623211 dólares australianos, con un coste total medio de 34079 dólares australianos, donde la mayor parte corresponde a gastos indirectos (Khurshid et al., 2024; Ross et al., 2023).

Así pues, los gastos económicos derivados de los tratamientos de las diferentes lesiones son uno de los grandes problemas del fútbol actual. Éstos son elevados y causan un gran perjuicio en la economía del club, debido en gran medida a su alto coste para su tratamiento y el largo periodo de rehabilitación postoperatorio. Además, esto perjudica sobremanera al fútbol amateur debido a la escasez de recursos económicos disponibles. En consecuencia, está más que justificada la necesidad de mayores recursos y herramientas para la prevención de lesiones de LCA.

2.5 Programas de prevención de lesiones de ligamento cruzado anterior en jugadores jóvenes de fútbol

Son muchos los programas preventivos que se han propuesto en los últimos tiempos en cuanto a la prevención de lesiones del tren inferior se refieren. A continuación, se exponen algunos programas aplicados con jóvenes jugadores/as y que han demostrado tener efectos positivos en la reducción de las lesiones, en particular, de LCA.

2.5.1 Efectos positivos de diferentes programas de prevención de lesiones

Programa FIFA 11+

Su diseño tuvo como objetivo reducir las lesiones más frecuentes en los futbolistas, no sólo las específicas de la rodilla o del LCA.

En un ensayo controlado aleatorio realizado por Owoeye et al. (2014) se obtuvo que el programa FIFA 11+ redujo significativamente la IL en futbolistas juveniles masculinos en un 41% y las lesiones del miembro inferior en un 48%. Por su

parte, Soligard et al. (2008) encontró que las jugadoras que realizaron el programa FIFA 11+.disminuyeron las lesiones del tren inferior en un 50%, comparado con las que no siguieron el programa.

Impellizzeri et al. (2013) concluyeron que realizar el FIFA 11+ 3 veces por semana durante 9 semanas puede mejorar el control neuromuscular y el tiempo de estabilización, capacidad relevante para los jugadores de fútbol. Esto es especialmente relevante en tanto que es un elemento clave para explicar el efecto de prevención de lesiones del FIFA 11+.

Programa FIFA 11+ Kids

Este programa se encuentra destinado a los futbolistas más jóvenes.

En un ensayo realizado por Al Attar et al. (2023) se demostró la eficacia del programa de prevención FIFA 11+ Kids en la reducción de la IL de las extremidades inferiores, incluidas las lesiones de rodilla, en atletas masculinos jóvenes (7-13 años). Además, el programa FIFA 11+ Kids puede producir un aumento de la flexión máxima de la rodilla y reducir la rotación interna de la cadera en jugadoras de fútbol preadolescentes. Una mayor flexión de la rodilla y una rotación interna de la parte inferior de la cadera se han asociado con patrones de movimiento protectores para la integridad del LCA (Taghizadeh Kerman et al., 2023).

Prevent injury and enhance performance (PEP)

Es otro de los programas de prevención de lesiones conocido mundialmente, y tal y como se indica en Pollard et al. (2017), está desarrollado por la Fundación de Medicina del Deporte de Santa Mónica, situada en Estados Unidos. Este programa tiene por objetivo combatir determinados déficits que puedan presentar jóvenes futbolistas (14-18 años) y que impliquen un incremento del riesgo de lesión en la articulación de la rodilla, en general, y en el LCA, en particular (Robles Palazón & Sainz de Baranda, 2017).

El programa PEP tiene efectos beneficiosos en cuanto a la modificación de los aspectos biomecánicos / neuromusculares, entendidos como factores de riesgo del mecanismo lesional. Con su aplicación se puede producir una disminución de la IL de desgarros del LCA, siendo así este programa de prevención adecuado

para la prevención de las lesiones de LCA en futbolistas jóvenes amateurs (Mandelbaum et al., 2005; Pollard et al., 2017).

Knäkontroll (sisu idrottsböcker©, Sweden, 2005)

Su uso puede reducir la tasa de lesiones del LCA en jugadoras adolescentes de fútbol en un 64% comparado con un grupo control (Walden et al., 2012). Posteriormente, los resultados obtenidos por López-Carrillo y Robles-Palazón (2021) mostraron que la aplicación de este programa puede tener un efecto agudo (post-ejercicio) positivo sobre el rendimiento físico de los jóvenes jugadores de fútbol. Entre los beneficios reportados destacan el incremento en el rango de movimiento de la dorsiflexión de tobillo, en el salto horizontal unilateral, y en la estabilidad dinámica de extremidades inferiores. Este hecho es realmente importante en tanto que puede contribuir a minimizar el riesgo de lesión de rodilla y, en especial, del LCA.

Programa Harmoknee

Este programa preventivo, creado por el Dr. Ashkan Kiani, ha demostrado reducir significativamente la IL de rodilla, especialmente lesiones sin contacto. En el estudio realizado por Kiani et al. (2010) se obtuvo que, la participación en el programa de entrenamiento se asoció con una IL un 77% menor de cualquier lesión de rodilla y un 90% menor de lesiones de rodilla en situaciones sin contacto. Además, no sólo la IL fue menor entre los equipos que formaron parte del programa preventivo, sino que las lesiones que se produjeron también fueron menos severas.

2.5.2 Características y estructura de diferentes programas de prevención de lesiones

Programa FIFA 11+

El FIFA 11+ es un programa de calentamiento neuromuscular a realizar en campo, el cual sustituye al calentamiento tradicional de las sesiones. Tiene una duración de 15-20 min. Se debe de realizar antes de los partidos y de los entrenamientos, entre 2-3 veces por semana, a lo largo de toda la temporada.

Se encuentra compuesto por ejercicios de fuerza, agilidad, propioceptivos y pliométricos. Los ejercicios se estructuran en 3 bloques, 2 de los cuáles son de

carrera, uno ubicado al inicio del calentamiento y otro al final, y 1 bloque de fuerza, pliometría y equilibrio.

Partes	Ejercicio
1ª Parte: Ejercicios de carrera (2reps x ejercicio)	<ul style="list-style-type: none"> • En línea recta • Carrera + abducción de cadera • Carrera + aducción de cadera • En círculos con el compañero • Saltar contacto con el hombro • Rápidamente hacia delante y hacia atrás
2ª Parte: Ejercicios de fuerza, pliometría y equilibrio	<ul style="list-style-type: none"> • Plancha frontal con apoyo en antebrazo estático (3 series x 20-30s) • Plancha frontal con apoyo en antebrazo alternando piernas (3 series x 40-60s) • Plancha frontal con apoyo en antebrazo levantar una pierna y mantener en el aire (3 series x 20-30s) • Plancha lateral con apoyo en el antebrazo lateral estático (3 series x 20-30s) • Plancha lateral con apoyo en el antebrazo lateral levantar y bajar la cadera (3 series x 20-30s) • Plancha lateral con apoyo en el antebrazo lateral levantando una pierna • Isquiotibiales: Principiante (1 serie x 3-5 reps) – Intermedio (1 serie x 7-10 reps) - Avanzado (1 serie x 12-15 reps) • Equilibrio en una sola pierna sosteniendo el balón (2series x 30s x pierna) • Equilibrio en una sola pierna lanzando el balón (2series x 30s x pierna) • Equilibrio en una sola pierna desequilibrar al compañero (2series x 30s x pierna) • Genuflexiones estirándose hasta la punta de los pies (2 series x 30s) • Genuflexiones zancadas (2 series x 10 reps x pierna) • Genuflexiones en una pierna (2 series x 10 reps x pierna) • Saltos verticales (2 series x 30s) • Saltos laterales (2 series x 30s) • Saltos alternados (2 series x 30s)
3ª Parte: Ejercicios de carrera (2reps x ejercicio)	<ul style="list-style-type: none"> • En todo el terreno • Saltos altos • Cambio de dirección

Tabla 1. Ejercicios programa FIFA 11+. Elaboración propia.

Programa FIFA 11+ Kids

La implementación de este programa preventivo debe sustituir al calentamiento tradicional de las sesiones de entrenamiento, realizándose al menos 2 veces por semana durante 6 meses (Al Attar et al., 2023).

El programa tiene una duración aproximada de 15-20 min, y consta de 7 bloques de ejercicios, en los que cada ejercicio tiene 5 niveles diferentes (A-B-C-D-E), aumentando la dificultad a medida que se va progresando de nivel. Se muestran a continuación en la Tabla 2:

Ejercicio y Series	Nivel A	Nivel B	Nivel C	Nivel D	Nivel E	Objetivo
"Atención" juego de correr (3 x 5 orden de parada x serie)	Escuchar la orden de parada	Ver el orden de parada	Pelota en las manos y escuchar la orden	Pelota en las manos y ver la orden	Driblar con la pelota y escuchar la orden de parada	<i>Mejorar el equilibrio y la coordinación</i>
Salto de patinaje (2 x 10 saltos-5x pierna)	Aprender a aterrizar	Pelota en ambas manos	Equilibrio con la pelota en una mano	Soltar la pelota en el suelo	Equilibrio dinámico con pelota	<i>Estabilidad de las articulaciones del pie y la rodilla</i>
Equilibrio unipodal (1 serie x pierna, 5 lanzamientos)	Lanzar la pelota	Lanzar la pelota y moverla alrededor de la pierna libre	Juego de pases	Lanzar la pelota y devolver sin tocar el suelo	Alterar el equilibrio del compañero 1 serie por cada pierna por (20s cada uno)	<i>Mantener el equilibrio al realizar tareas adicionales</i>
Flexiones	Túnel 2 series, con cada niño rodando la pelota una vez (máx 8 niños)	Soporte en el antebrazo; espinilla descansando sobre la pelota (3 x 15s)	Rodar la pelota alrededor de las manos (3 x 15s)	Rodar la pelota entre las manos y los pies (3 x 15s)	Manos sobre la pelota (3 x 15s)	<i>Fortalecimiento de los músculos del core y de los brazos</i>
Salto unipodales (2 x 5 saltos x pierna)	Hacia adelante	Hacia adelante y hacia atrás	Hacia los lados	El entrenador indica la dirección	El entrenador indica la dirección, pelota en ambas manos	<i>Fortalecimiento de las piernas, mejorar el equilibrio y la coordinación</i>
Spiderman	Acariciar la pelota (3 x 15s)	Buen estiramiento (3 x 15s)	El cangrejo (3 x 5-10 m)	Driblar (3 x 5-10 m)	Rodar la pelota (3 x 3-7 m)	<i>Fortalecimiento de los músculos del core y los isquiotibiales</i>
Rodar lateralmente 5 rodadas x lado	Posición en cuclillas	Lentamente desde la posición de pie	Dinámica desde la posición de pie	Desde una caminata lenta	Desde un movimiento hacia adelante más rápido	<i>Aprender a caer y rodar</i>

Tabla 2. Ejercicios programa FIFA 11+ KIDS. Adaptada de Al Attar et al. (2023)

Prevent injury and enhance performance (PEP)

Su aplicación debe integrarse dentro del programa de entrenamiento de los futbolistas, sustituyendo al calentamiento habitual. El programa consta de 5 bloques compuestos, a su vez, por 19 ejercicios, cuyos contenidos principales son: carrera, la flexibilidad/estiramientos, la fuerza, la pliometría y la agilidad.

Está diseñado para llevarse a cabo 2-3 veces por semana y su duración es de entre 15-20 min. Los ejercicios por realizar se muestran en la Tabla 3:

FASE	EJERCICIO
Activación (30-60s x ejercicio)	<ul style="list-style-type: none"> • Correr de línea a línea • Carrera lanzada • Carrera marcha atrás
Estiramientos (30s x 2 reps)	<ul style="list-style-type: none"> • Estiramiento de gemelos • Estiramiento de cuádriceps • Estiramiento de isquiotibiales • Estiramiento de la cara interna del muslo • Estiramiento de los flexores de la cadera
Fortalecimiento (30s x 2 reps)	<ul style="list-style-type: none"> • Zancadas • Nordic curl de isquiotibial • Elevación de gemelos unilateral
Pliometría (20 reps)	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos laterales sobre cono • Saltos frontales y traseros sobre cono • Saltos unilaterales sobre cono • Saltos verticales con remate de cabeza • Zancadas alternas dinámicas
Agilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Carrera lanzada hacia delante y hacia atrás • Carrera en diagonal • Carrera con zancada larga

Tabla 3. Ejercicios del programa PEP. Adaptada de Pollard et al. (2017).

Además, este programa propuesto se podría complementar con 5 ejercicios adicionales incluidos por Lim et al. (2009) y englobados dentro de un bloque final (vuelta a la calma). Así, a los 19 ejercicios, Lim et al. (2009) agregaron: (1) puente lumbar unipodal alternando pierna de apoyo, (2) encorvamiento abdominal, (3) estiramiento lumbar mediante rodillas al pecho, (4) estiramiento del piriforme y (5) estiramiento de aductores.

Knäkontroll (sisu idrottsböcker, Sweden, 2005)

Es un programa de calentamiento neuromuscular estructurado. Se debe de aplicar durante los entrenamientos del equipo, sustituyendo al calentamiento habitual. Debe de realizarse 2 veces por semana. Además, se debe aplicar durante la temporada completa.

Este programa combina 6 ejercicios centrados en la fuerza y en el control de la rodilla: (1) sentadilla unipodal, (2) puente de glúteo, (3) sentadilla bipodal, (4) plancha frontal, (5) zancadas, y (6) técnica de salto y aterrizaje. Para cada ejercicio, se deben de superar 4 niveles (A-B-C-D), los cuáles van aumentando en dificultad a medida que se va avanzando. Por ello, los jugadores deben de comenzar por el primer nivel de dificultad e ir progresando. Además, cada ejercicio presenta una variante para realizar en parejas que puede ser utilizada de manera intermitente con el objetivo de favorecer la adherencia y variabilidad del programa a través del componente lúdico.

Previo al inicio de la realización del programa, se recomienda realizar 5 min de carrera continua de baja intensidad, a modo de activación (Robles Palazón & Sainz de Baranda, 2017).

Los ejercicios distribuidos por niveles son los siguientes:

Ejercicio	Nivel A	Nivel B	Nivel C	Nivel D	Ejercicio en pareja
Sentadilla Unipodal (Reps)	Manos en las caderas (3x8-15)	Sujetando pelota sobre la cabeza y brazos extendidos (3x8-15)	Manos en caderas; marcar con el pie las posiciones de las 12-02-04-06 del reloj (3x5)	Balón en las manos, bajar hasta tocar el suelo y subir en diagonal levantando el balón encima de la cabeza (3x8-15)	Compañero presiona lateralmente con el balón la pierna libre del ejecutante de la tarea (3x5-10)
Puente de Glúteo (Reps 3x8-15)	Bipodal con manos en el pecho en cruz	Unipodal con manos agarrando pierna libre flexionada a 90°	Unipodal, pie apoyado sobre talón, pierna libre flexionada a 90° y manos en el suelo	Unipodal, alternando pierna y brazos en el suelo con codos a 90°	Compañero agarra el talón mientras que el ejecutante utiliza este apoyo para levantar la pelvis del suelo
Sentadilla Bipodal (Reps 3x8-15)	Sostener balón con brazos estirados en frente del cuerpo	Manos en las caderas	Sostener una pelota sobre la cabeza con los brazos extendidos	Igual que el nivel C, pero continuar el movimiento y levantarse sobre los talones y permanecer brevemente en esa posición	Compañero a 1m en dirección opuesta; sostener un balón entre los dos utilizando una mano cada uno y la otra en la cadera. Presionar cuando se realiza la sentadilla.
Plancha (Reps)	Apoyando antebrazos y rodillas (15-30s)	Apoyando antebrazos y pies (15-30s)	Apoyando antebrazos y moviendo lateralmente los pies de manera alterna (15-30s)	Plancha lateral dinámica (5-10s)	Carretilla (15-30s)
Zancada (Reps 3x8-15)	Manos en las caderas	Sostener balón con brazos estirados al frente, realizar zancada con rotación del tronco hacia el mismo lado	Sosteniendo un balón por encima de la cabeza con brazos estirados	Sosteniendo un balón con brazos estirados en frente del cuerpo, realizar zancadas laterales	Lanzar el balón al compañero situado a 5-10 m cuando se realiza la zancada
Salto-Aterrizaje (Reps)	Salto unipodales anteroposterior con manos en la cadera (3x8-5)	Salto unipodales laterales alternando pierna en cada repetición; manos en espalda (3x8-15)	Dar pequeños pasos en el sitio y realizar salto horizontal unipodal aterrizando con pierna contralateral (3x5)	Igual que el nivel C, pero cambiar de dirección y saltar hacia un lado (giro de 90°); alternar lados (3x5)	Compañero situado a 5m lanza el balón para que el ejecutante realice salto bipodal, remate de cabeza y caiga (3x8-15)

Tabla 4. Ejercicios programa Knäkontroll. Adaptada de Walden et al. (2012).

Programa Harmoknee

Harmoknee es un programa de prevención de lesiones que incluye 5 bloques: fase preparatoria, activación muscular, equilibrio, fuerza y estabilidad central.

Debe ser incluido dentro de las sesiones de entrenamiento de fútbol, sustituyendo al calentamiento, debido a su fácil ejecución y a que no requiere de equipamiento adicional. La realización de los ejercicios debe centrarse en conseguir una buena calidad y técnica adecuada, no en la búsqueda de lograr las mayores repeticiones posibles. La aplicación del programa, según propuesto previamente (Kiani et al., 2010), sería de 4 meses, realizando 2 sesiones semanales durante las semanas de pretemporada y de 1 sesión a la semana, durante el periodo competitivo.

Los ejercicios por realizar se expresan en la Tabla 5:

Fases	Ejercicios
Fase Preparatoria (10min)	<p>Se deben de ejecutar con una alineación recta cadera-rodilla-pie; un centro de gravedad bajo; rodillas ligeramente flexionadas; y un aterrizaje suave y controlado. Opcionalmente, introducir ejercicios con balón y pases</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carrera: 4-6 min • Carrera hacia atrás en las puntas de los pies: Aproximadamente 1 min • Skipping: Aproximadamente 30 s • Técnica de presión defensiva (30 s) • Uno y uno carrera zigzag hacia delante y técnica de presión defensiva en zigzag hacia atrás: 2 min
Activación Muscular (2 min)	<p>Mantener y contraer el músculo durante 4 s. Se recomienda estirar solo en casos de rango de movimiento limitado; no se recomienda estiramiento para jugadores con laxitud articular.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Activación de los gemelos (4 s por cada pierna/lado) • Activación de los cuádriceps: 4 s por cada pierna/lado • Activación de los isquiotibiales: 4 s por cada pierna/lado • Activación de los flexores de cadera: 4 s por cada pierna/lado • Activación de la ingle: 4 s • Activación de los músculos de la cadera y la parte baja de la espalda: 4 s por cada pierna/lado
Equilibrio (2 min)	<p>Aterrizaje y despegue adecuados. Se fomenta mantener la línea cadera-rodilla-pie; los pies separados a la anchura de los hombros; aterrizaje suave y controlado con las rodillas flexionadas; congelar el aterrizaje antes de despegar nuevamente; y mantener un centro de gravedad bajo. Contraer y mantener glúteos durante todo el ejercicio. Realizar los ejercicios lentamente; no es necesario saltar alto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Saltos horizontales anteroposteriores bipodales: Aproximadamente 30 s • Saltos laterales unipodales: Aproximadamente 30 s • Saltos anteroposteriores unipodales: Aproximadamente 30 s • Saltos verticales bipodales, con o sin balón (opcional): Aproximadamente 30 s
Fuerza (4 min)	<p>Aterrizaje suave y controlado; contracción de la zona abdominal y los glúteos; línea recta cadera-rodilla-pie.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zancadas en el sitio: Aproximadamente 1 min • Nordic curl isquiotibial (en parejas): Aproximadamente 1 min • Sentadilla unipodal y elevación de talones: Aproximadamente 1 min
Estabilidad del Core (3 min)	<p>Contracción de la zona abdominal y los glúteos; línea recta a través del cuerpo; si hay dolor de espalda, detener o modificar el ejercicio (no contener la respiración).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abdominales: Aproximadamente 1 min • Plancha sobre los codos y los dedos de los pies: Aproximadamente 1 min • Puente de glúteo: Aproximadamente 1 min

Tabla 5. Ejercicios programa Harmoknee. Adaptada de Kiani et al., (2010).

3. Justificación

Tras el análisis de los diferentes protocolos destinados a la prevención de lesiones, sobre todo de aquellos que tratan la prevención de la lesión del LCA, se ha evidenciado el gran número de programas que buscan tratar la prevención de las lesiones, con sus diferentes propuestas y ejercicios a ejecutar. Sin embargo, muchos de ellos lo hacen desde una perspectiva global, y no diferenciando entre articulaciones o discriminando por edades. De hecho, es difícil encontrar uno que se encuentre destinado explícitamente a la prevención y mejora de los factores de riesgo más acuciantes del LCA, ya sean de carácter biomecánico o neuromuscular.

Muchos de los programas preventivos analizados son demasiado generales en su contenido, tratando superficialmente todo tipo de estructuras. En este sentido, algunas estructuras corporales sobre las cuales se pone el foco en la realización de los ejercicios están relacionadas directamente con la estructura del LCA, pero otros muchos contenidos que no muestran tal relación. Aun así, como se ha mostrado, algunos consiguen resultados favorables en cuanto a la reducción de la IL.

Se considera la lesión de LCA lo suficientemente importante y recurrente en los últimos tiempos como para plantear programas de prevención específicamente diseñados. Es por ello por lo que la presente propuesta de intervención va encaminada a elaborar un protocolo de prevención de lesiones que se centre en los factores de riesgo más comunes de ésta. A su vez, también se encuentra destinada a tener en cuenta a los más jóvenes, ya que son los mayores practicantes de este deporte. Por ello, para que su aplicación sea sencilla esta propuesta consta de ejercicios con una ejecución relativamente sencilla, y que necesitan de escaso material para su realización.

4. Objetivos

El objetivo general de este Trabajo Fin de Grado es el siguiente:

- Elaborar una propuesta de intervención a partir del diseño un programa de prevención de lesiones de ligamento cruzado anterior en futbolistas jóvenes masculinos.

Los objetivos específicos que se establecen a partir del objetivo general previamente indicado son:

- Elaborar un programa preventivo que incida directamente sobre los factores de riesgo de lesiones de ligamento cruzado anterior.
- Proponer un diseño de investigación que permita verificar la efectividad del programa de prevención de lesiones de ligamento cruzado anterior en futbolistas jóvenes masculinos.

5. Propuesta de intervención: protocolo de prevención de lesiones de ligamento cruzado anterior

5.1 Descripción de los participantes

El programa de prevención de lesiones de LCA que se ha diseñado en el presente TFG se encuentra destinado a futbolistas jóvenes masculinos que se encuentran en clubes de fútbol amateurs o semi-profesionales.

Esta propuesta de intervención se realizaría en 4 clubes de la provincia de Soria, incluyendo a todos los equipos infantiles (12-13 años), cadetes (14-15 años) y juveniles (16-17-18 años) que componen esos clubes y con condición de primer equipo, es decir, el equipo denominado como A de cada una de las diferentes categorías de estos clubes. Estos jugadores de fútbol serían de nivel amateur y corresponderían con el nivel 2 propuesto por McKay et al. (2022), jóvenes entrenados o en desarrollo.

Para el proceso de reclutamiento se realizarían los siguientes pasos:

- Contacto con los clubes: con el fin de informarles del propósito de la investigación.

- Explicación de la propuesta de intervención: realizar un taller informativo para los directivos de los clubes con el fin de ofrecerles los objetivos principales que se pretenden lograr con su realización, los beneficios y riesgos de participar en el programa, y la metodología a seguir en su puesta de largo.

Una vez conseguido el permiso por parte de los clubes y haber logrado reclutarlos, se aplicarán los criterios de inclusión y exclusión de la investigación, los cuáles serían los siguientes:

- Participantes de edades comprendidas entre los 12 y 18 años, de género masculino y nivel competitivo amateur.
- Disponer de licencia deportiva en el club desde la temporada previa a la intervención.
- No padecer lesiones musculares o articulares en la rodilla desde un mes previo al inicio de la intervención.
- Estar disponible durante al menos el 70% de los entrenamientos y partidos (competición) durante el periodo de seguimiento (2 temporadas completas).

De igual modo, se aplicarán los siguientes criterios de exclusión:

- Participantes con lesiones previas de LCA.
- Participantes que ocupen la posición de portero, debido a las diferentes demandas condicionales que requiere el futbol respecto a otras posiciones.
- Jugadores con algún tipo de lesión musculoesquelética activa, o que necesite de tratamiento durante el periodo de investigación.
- Jugadores que padezcan de enfermedades crónicas, tales como diabetes u asma no controlado.

Los jugadores participantes y sus padres, madres y/o tutores legales serán informados de los objetivos, beneficios y posibles riesgos de la implementación del protocolo. Para participar en la intervención se deberá entregar una autorización firmada voluntariamente. Serán excluidos todos aquellos jugadores que no dispongan del consentimiento informado por parte de sus padres, madres o tutores legales.

La intervención se llevaría a cabo de acuerdo con la World Medical Association Declaration of Helsinki. (2013) y únicamente tras haber sido aceptada por el Comité Ético de Investigación (CEI) de la Universidad de Valladolid.

5.2 Diseño de la propuesta de intervención

Para implementar esta propuesta de intervención se usaría un diseño de investigación cruzado, controlado y aleatorizado. Los informes de esta intervención seguirían las directrices CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) (Campbell et al., 2012). Además, las definiciones y los métodos de recolección de datos utilizados en este ensayo se basarían en las directrices internacionales para la vigilancia de las lesiones en el fútbol (Fuller et al., 2006).

El diseño cruzado de la propuesta se realizaría de la siguiente manera (figura 1). Los equipos A y B realizarían el programa preventivo durante la primera temporada (grupo experimental), y durante la segunda temporada no realizarían el programa preventivo (grupo control). En contraposición, los equipos C y D no realizarían el programa preventivo durante la primera temporada (grupo control), pero sí lo realizarían durante la segunda temporada (grupo experimental).

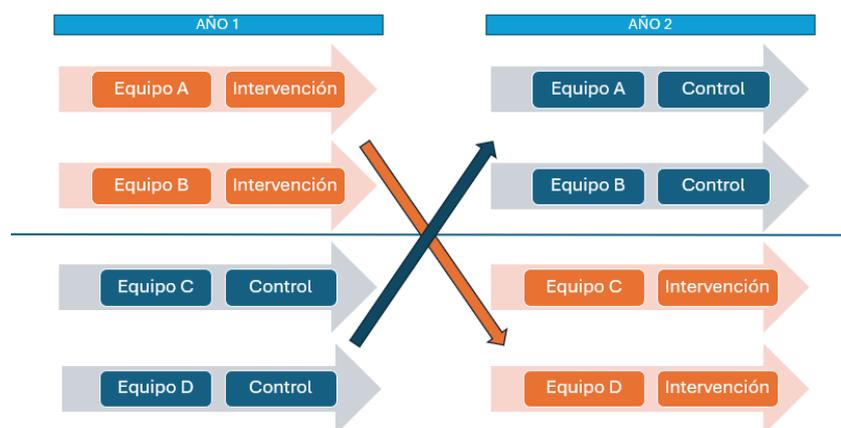


Figura 1. Representación gráfica del diseño cruzado de la propuesta de intervención.

5.3 Método

5.3.1 Procedimiento

Antes de comenzar con la implementación del programa preventivo, y tras haber obtenido los permisos correspondientes para llevar a cabo la intervención, uno de los investigadores realizará reuniones con los entrenadores, fisioterapeutas y

personal médico, si dispusiesen de éste, de cada uno de los equipos participantes. Su fin sería entregar las directrices para implementar el programa preventivo durante el periodo correspondiente, facilitar las indicaciones para la recolección de datos y resolver las dudas que pudieran surgir durante su implementación.

Tal y como se ha podido intuir previamente, y puesto que la lesión de LCA es una lesión grave pero no muy frecuente, el seguimiento y valoración de la propuesta se realizaría durante 2 temporadas completas, incluyendo las pretemporadas de los equipos.

5.3.2 Aleatorización y cegamiento

Con el fin de lograr una correcta aleatorización de los clubes, los equipos de los clubes participantes se asignarían de manera totalmente en grupo experimental o en grupo de control mediante una tabla de aleatorización creada por un programa informático. El proceso de aleatorización se llevaría a cabo después de inscribir a cada equipo, logrando así una asignación oculta.

Sólo los investigadores y personas relacionadas con el estudio sabrían la información acerca de si los diferentes clubes forman parte del grupo experimental o del grupo control. Además, para minimizar sesgos, confrontaciones o problemas durante su realización, los clubes no tendrían la información acerca del resto de clubes involucrados en la investigación.

5.3.3 Seguimiento

El cuerpo técnico, compuesto por los entrenadores de los diferentes equipos participantes, será el encargado de realizar las anotaciones acerca de quien realiza y quien no realiza el protocolo, con el fin de lograr un correcto seguimiento de la realización de la propuesta y de la adherencia por parte de los jugadores de los diferentes equipos que la van a llevar a cabo. Además, el mismo cuerpo técnico, a través de la información proporcionada por los fisioterapeutas, serán los encargados de anotar todo lo referido a las lesiones que ocurran en la zona a estudio, es decir, la articulación de la rodilla en base a lo establecido por Fuller et al. (2006). Para ello, se facilitará el acceso a un archivo Excel diseñado Ad Hoc para rellenar los datos referidos tras cada sesión de entrenamiento.

En cuanto al apartado de las lesiones, se realizará un registro de las diferentes variables a evaluar (apartado posterior del presente TFG) en el programa estadístico, en otro archivo Excel, por parte del cuerpo técnico, en concreto por los entrenadores. Además, todas las lesiones serían también valoradas e identificadas por médicos especialistas y fisioterapeutas ajenos al estudio, con el fin de lograr una objetividad completa.

Toda esta información debería ser registrada por los entrenadores de manera semanal, con el fin de poder ir anotando en cada microciclo como ha ido evolucionando la semana y realizando así una recogida de datos sencilla. Además, durante todo el periodo de la intervención, se realizarán visitas semanales a los clubes. De esta forma se conseguiría aumentar la motivación de los equipos y asegurarse de que el programa se seguía de forma coherente y precisa.

A través de un archivo de Excel, los encargados de registrar las lesiones encontrarán diferentes variables para categorizar el registro de las lesiones. Su fin es poder analizarlas a posteriori y a través de este análisis, sacar los datos y conclusiones pertinentes acerca de la propuesta. Las variables que deben aparecer son tales como:

- Realización de la propuesta
- No realización de la propuesta y motivos (enfermedad, lesión, ausencia por otros motivos...)
- Lesiones de la zona investigada (rodilla) y su categorización

5.3.4 Variables a evaluar

En primer lugar, para categorizar las lesiones y el cumplimiento del programa, las dividiríamos en primarias y secundarias. Las primarias serían la IL total de la articulación de la rodilla, calculada a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia lesional} = \text{número de lesiones} / 1000 \text{ horas de exposición}$$

Además del mecanismo lesional (con o sin contacto) y de la gravedad de la lesión, refiriéndose al periodo de baja en base a Hagglund et al. (2005).

Para categorizar las lesiones, se usaría la variable de duración de la lesión, en base a la clasificación realizada por Ekstrand y Gillquist. (1983) y Hagglund et al.

(2005) de forma que se considerarían como lesiones menores aquellas que causen ausencia de los entrenamientos/competiciones hasta 7 días. Lesiones moderadas, las que causen ausencia de los entrenamientos/competiciones entre 8 días y 1 mes. Y, lesiones importantes/graves cuando el periodo de ausencia de los entrenamientos/competiciones es mayor de 1 mes.

En las variables secundarias, tendríamos en cuenta el cumplimiento del programa, con relación a la IL. De tal forma que se analizaran las diferentes variables: Dependiendo del mecanismo de lesión (IL de LCA con contacto, IL de LCA sin contacto). Dependiendo de la gravedad (Ekstrand y Gillquist, 1983) (IL de LCA con gravedad menor, ausencia de hasta 7 días. IL de LCA con gravedad moderada, ausencia de 8 días a 1 mes. IL de LCA con gravedad grave, ausencia de > 1 mes). Dependiendo del seguimiento (IL de LCA en participantes con asistencia y realización de los ejercicios del programa preventivo superior al 70%, IL de LCA en participantes con asistencia y realización de los ejercicios del programa preventivo entre el 40-70%, IL de LCA en participantes con asistencia y realización de los ejercicios del programa preventivo inferior al 40%).

Para evaluarlo se realizó una tasa de participación de los jugadores mediante un registro de asistencia, anotado por el cuerpo técnico. Para obtener el nivel de cumplimiento del programa por parte de los jugadores, se calculó de la siguiente forma: dividiendo el número de sesiones a las que se había asistido cada jugador entre el número total de sesiones, multiplicado por 100. De esta forma podremos asegurarnos de que los jugadores superan el 70% de las sesiones, algo fundamental y expuesto en los criterios de inclusión del estudio.

5.3.5 Intervención y estructura del programa de prevención

Los equipos que se encuentren enmarcados dentro del grupo experimental de la investigación sustituirán su calentamiento habitual de entrenamiento por la propuesta de intervención. Su realización no requiere de material adicional al que se pueda disponer durante un entrenamiento de fútbol, siendo necesarios conos, chinos y gomas como único material extra. Mientras, el grupo control seguiría realizando su calentamiento habitual pre-sesión.

La implementación del programa preventivo por parte del grupo experimental tendría una duración de 9 meses, distribuidos en dos bloques de trabajo de 4

meses, con un mes de descanso entre ambos. Además, los 4 meses se dividirían en 2 meses y 2 meses. De este modo que los 2 primeros meses los jugadores realizarían el Nivel 1 de las tareas incluidas en el programa preventivo, y los 2 meses siguientes realizarán el Nivel 2 de las tareas incluidas en el programa preventivo. Tras ello, se dejaría de aplicar el programa preventivo durante un mes, para retomarlo en enero y realizar de nuevo 4 meses, siguiendo el mismo modus operandi (2 meses de trabajo con el Nivel 1 y otros 2 meses con el Nivel 2).

El programa preventivo deberá realizarse 2 días en semana, miércoles y viernes. Durante estos días se dividirán los bloques de tareas de la siguiente manera: miércoles (ejercicios de pliometría, fuerza y agilidad) y viernes (estabilidad del core), de modo que se pudiera ajustar de la mejor manera la propuesta a las sesiones de entrenamiento y no quitar excesivo tiempo a los entrenadores. A continuación, y para explicarlo de una manera más visual, se muestran las tablas 6 y 7, las cuáles hacen referencia a lo mencionado:

AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
X	V	X	V	X	V	X	V	X	V	X	V	X	V	X	V
P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F
A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C
NIVEL 1				NIVEL 1				NIVEL 2				NIVEL 2			

Tabla 6. Periodización de la propuesta y sus contenidos. *Elaboración propia.* (X: miércoles/ V: viernes / P: pliometría/ F: fuerza/ A: agilidad/ C: estabilidad del core).

ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
S1	S2	S3	S4												
X	V	X	V	X	V	X	V	X	V	X	V	X	V	X	V
P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F
A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C
NIVEL 1				NIVEL 1				NIVEL 2				NIVEL 2			

Tabla 7. Periodización de la propuesta y sus contenidos. *Elaboración propia.* (X: miércoles/ V: viernes / P: pliometría/ F: fuerza/ A: agilidad/ C: estabilidad del core).

El programa preventivo consta de 17 ejercicios, los cuáles se encuentran distribuidos en 5 bloques de contenidos diferenciados: *calentamiento*, *fuerza*, *pliometría*, *agilidad* y *estabilidad del core*. A su vez, ciertos bloques de contenidos

se encuentran subdivididos en niveles (nivel 1 y 2), en los que se iría progresando temporalmente.

El nivel de los ejercicios está planteado acorde al nivel de desarrollo motor y cognitivo de los jugadores a los que va destinado, así como a su nivel de madurez.

- CALENTAMIENTO: aumentar la temperatura corporal y movilizar las articulaciones corporales que se van a ver involucradas.
- PLIOMETRÍA: lograr una mejor reactividad de los apoyos, así como y fortalecer los músculos, tendones y ligamentos, y lograr que el ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA) de los músculos fuese lo más eficaz y rápido posible (Lloyd et al., 2011). Se divide en dos niveles:
 - o Nivel 1: ejercicios bipodales de saltos y recepción en planos frontales y laterales sin excesivo impacto, que permitan ir fortaleciendo las estructuras anatómicas.
 - o Nivel 2: ejercicios principalmente unipodales, con mayor impacto y que integran diferentes planos dentro de un mismo ejercicio con el fin de potenciar y aumentar la fuerza reactiva y las estructuras anatómicas del tren inferior.
- FUERZA: al ser una de las bases de cualquier deporte, añadir este tipo de trabajo es de vital importancia para aumentar los niveles de fuerza y optimizar la estructura muscular. Se divide en dos niveles:
 - o Nivel 1: ejercicios simples, que involucran poca musculatura, generalmente de carácter bilateral y que ayuden a ir aumentando la ganancia de masa muscular y la fuerza de forma progresiva.
 - o Nivel 2: ejercicios con mayor complejidad y que a su vez tengan cierta transferencia a la realidad del juego (González-Badillo & Serna, 2002), pudiéndose añadir alguno unipodal que complique la ejecución y ayude a los jugadores a ir progresando.
- AGILIDAD: planteado para mejorar la postura, los apoyos y ciertos aspectos biomecánicos de vital importancia en la eficiencia de los COD y de las aceleraciones y deceleraciones. Los ejercicios propuestos en este bloque se dividen en dos niveles, los cuales se plantean a partir de la

progresión propuesta por Holmberg (2009) en relación al entrenamiento de agilidad:

- Nivel 1: COD y tareas básicas sin incertidumbre, y familiarización con la biomecánica correcta.
 - Nivel 2: ejercicios de agilidad, en tanto que engloban acciones de COD complejas con incertidumbre, siendo relevante, por tanto, la cognición y la toma de decisión.
- ESTABILIDAD DEL CORE: como elemento fundamental en la transmisión de fuerzas entre el tren superior y el inferior, disponer de un core estable y fuerte es de gran ayuda a la hora de lograr posturas equilibradas que limiten la posible ocurrencia de lesiones. Se divide en dos niveles:
- Nivel 1: ejercicios básicos que promuevan la estabilidad en el core y ayuden en la transmisión de fuerzas.
 - Nivel 2: ejercicios dinámicos que promuevan la estabilidad en el core y ayuden en la transmisión de fuerzas.

A continuación, se presenta una tabla de ejercicios diseñada específicamente en función de la propuesta. Estos ejercicios, agrupados en los bloques de contenidos previamente descritos, se han seleccionado por los beneficios que se obtienen en el fortalecimiento muscular, en la transmisión de fuerzas, y en la estabilidad articular.

Bloques	Ejercicios	
Calentamiento (5-6 min)	Carrera continua (2-3 min): Realizar un trote a baja intensidad. Activación muscular y Movilidad articular (2-3 min):	
	<ul style="list-style-type: none"> • Movilidad de tobillos • Movilidad de rodillas • Movilidad de cadera y balísticos • Abducción y aducción de cadera con rodilla flexionada • Movilidad de espalda • Movilidad de brazos y cuello 	
Pliometría	Nivel 1	Nivel 2
	Pogo jumps frontales bipodales (2x20)	Pogo jumps frontales unipodales (2x20 x pierna)
	Salto laterales bipodales sobre objeto/línea de referencia (2x15)	Salto laterales unipodales sobre objeto/línea de referencia (2x15 x pierna)
	Salto laterales amplios unipodales continuos (2x20)	Salto laterales pequeños + salto amplio que se repite dos veces y realización de un salto frontal unipodal y salto lateral + estabilización. (2x8xpierna)
	Salto amplios bipodales frontales (2x8)	Salto amplios frontales unipodales (3x4 x pierna)
	Drop Jump + salto (2x5)	Drop jump + salto lateral y recepción unipodal con estabilización (2x4 x pierna)

Fuerza	Nivel 1	Nivel 2
	Sentadilla bipodal (2x10)	Sentadilla bipodal + salto y recepción (3x10)
	Sentadilla unipodal isométrica (2x20 s x pierna)	Sentadilla búlgara (3x8 x pierna)
	Puente de glúteo (2x12)	Nordic curl en parejas (ayuda de gomas) (3x8)
	Zancada lateral (2x8 x pierna)	Zancada lateral + lanzamiento de balón al frente (3x8 x pierna)
	Elevación de gemelos bipodal (2x20)	Elevación de gemelos unipodal (3x15)
Agilidad	Nivel 1	Nivel 2
	Carrera frontal + COD de 180° completo (apoyo unipodal)	Carrera frontal + COD 180° con pierna que mande instructor
	Carrera en zigzag entre chinos	Carrera en zigzag entre chinos con marcaje de un rival
	Carrera frontal + COD simple en diferentes grados	Carrera frontal + carrea lateral en T según mande un instructor y salida
	Carrea frontal + desaceleración y carrera lateral	Carrea frontal + desaceleración y carrera hacia atrás + salida y desaceleración nuevamente.
Estabilidad del core	Nivel 1	Nivel 2
	Press pallof con goma (3x10 x lado)	Press pallof + giro de tronco (3x10 x lado)
	Plancha frontal sobre codos y pies (3x30s)	Plancha frontal dinámica (3x30s)
	Plancha lateral (2x30s x lado)	Plancha lateral dinámica (3x20s x lado)

Tabla 8. Propuesta de protocolo de prevención de lesión de LCA. *Elaboración propia*

5.4 Análisis estadístico

Los datos registrados se analizarán a través del paquete estadístico Statistical Package for Social Sciences (SPSS 25.0, SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.), con significación estadística en $p < 0,05$.

En primer lugar, se calculará la estadística descriptiva, mostrando los datos como media \pm desviación estándar. Tras aplicar las pruebas de normalidad correspondientes (Kolmogorov-Smirnov o Shapiro-Wilk) y analizar la homogeneidad de las varianzas (prueba de Levene), se realizarán las pruebas estadísticas inferenciales correspondientes (estadísticas paramétricas o no paramétricas). También se calculará el tamaño del efecto de Cohen (1988), y los resultados obtenidos se interpretarán de la siguiente manera: trivial ($d < 0,20$), pequeño ($0,20 \leq d \leq 0,49$), medio ($0,50 \leq d \leq 0,79$) y grande ($d \geq 0,80$).

6. Resultados esperables

Para comenzar, el resultado principal que se esperaría obtener es el de reducir la IL de lesiones de LCA. Esto podría explicarse por la probable mejora en los factores de riesgo de la lesión de esta lesión tales como, valgo-varo de rodilla, asimetrías de fuerza entre ambas piernas y estructuras asociadas con disfunciones. Tal y como han demostrado estudios previos (Al Attar et al., 2023; Mandelbaum et al., 2005; Pollard et al., 2017; Walden et al., 2012) es de esperar que aquellos participantes incluidos en el grupo experimental y con mayor seguimiento del programa preventivo tenga una menor IL que aquellos que tengan un menor seguimiento.

Además, para poder analizar el éxito o no el programa, debemos analizarlo en función de las variables registradas que tienen relación con la IL, identificando los diferentes tipos de IL, en función de si las lesiones se producen con contacto o sin contacto, de si los lesionados tiene un alto índice o un bajo índice de participación en la propuesta... Todo ello en base a los resultados positivos que se han obtenido en los estudios previos que se han analizado, en los que se han podido observar claras mejoras en los factores de riesgo y en la IL de la lesión de LCA a través de la implementación de programas similares.

Teniendo en cuenta que son 4 los clubes a los que se les propondría la realización de investigación y que, de esos clubes, son 3 las categorías a analizar, es probable que la gran mayoría fueran incluidos en el estudio. Además, siendo el tipo de intervención que es, en la que no se realiza trabajo extra, sino que se sustituye el calentamiento habitual por otro, creo que sería más sencillo para realizar por los jugadores generando así mayor adherencia al programa.

Siendo jóvenes cabe la posibilidad de que en algún equipo no se llegue a alcanzar el porcentaje esperado de realización del programa para poder ser incluido en el estudio, además que al ser nivel amateur estas posibilidades pueden aumentar. Tampoco se puede descartar la posibilidad de que algunos jugadores, de las diferentes categorías, puedan abandonar los clubes por unas causas u otras.

Aun con todo, se esperaría una gran acogida y una amplia muestra que permitiese realizar un seguimiento importante del programa y obtener resultados concluyentes y significativos.

7. Limitaciones

Son varias las limitaciones que podríamos encontrarnos a la hora de llevar a cabo implementación de esta propuesta. La primera que se puede identificar es que quizá haya jugadores que en la primera temporada se encuentren en los clubes participantes, y en la segunda temporada de estudio éstos abandonen el club, y, por tanto, la intervención. También puede suceder lo contrario, que lleguen nuevos jugadores a los equipos que se encuentran bajo investigación y que no estuvieron realizando la propuesta durante el primer año.

En segundo lugar, cabe la posibilidad que los jugadores que durante el primer año se encuentran incluidos dentro del grupo experimental, durante el segundo año y cuando les toque ser grupo control, hayan adquirido ciertos comportamientos, patrones o mejoras que perduren en el tiempo. Esto es, que los efectos crónicos del programa preventivo puedan influir en los resultados de la intervención.

En tercer lugar, podríamos encontrarnos con problemas relacionados con la supervisión y el seguimiento de la investigación. En cada equipo, va a ser un cuerpo técnico diferente los encargados de supervisar el cumplimiento de la propuesta, y en función de su experiencia, familiarización con la propuesta y profesionalidad, pueden darse situaciones en las que no se realice de manera correcta la implementación, además que, debido a la individualidad de cada uno de los supervisores, la intervención nunca sería la misma.

Por último, podría ser una limitación para tener en cuenta el hecho de la individualidad propia de los jugadores. Cada persona es un mundo y su forma de afrontar la intervención, la motivación que presentasen a la hora de realizar las tareas y su experiencia previa, podrían llegar a ser hándicaps a la hora de lograr una intervención válida y eficaz que nos aportase datos relevantes para la investigación.

8. Conclusiones

Una vez finalizado la elaboración de este TFG, puede considerarse que he cumplido con los objetivos y las competencias a adquirir que se deberían desarrollar durante su elaboración, todo ello a través de un proceso de análisis, reflexión y concreción de las ideas que tenía antes de comenzar y que me han permitido diseñar una propuesta de intervención interesante.

En consonancia con ello, creo firmemente que la propuesta de intervención realizada cumple con creces con los objetivos propios de este TFG, tanto del objetivo general de crear un protocolo de prevención de lesiones de LCA efectivo, como de los objetivos específicos que guardan relación con el anteriormente mencionado. Por ello, todos los objetivos propuestos en este TFG se cumplen de manera satisfactoria.

Como he podido observar a lo largo de todo el proceso de elaboración de este TFG, la creación desde cero de un protocolo de prevención de lesiones específico para el LCA, que pueda sustituirse por el calentamiento y no requiera de un esfuerzo extra para los jugadores, no es una tarea fácil, al revés, es una tarea bastante compleja que requiere de dedicación y tiempo de investigación para conseguir veracidad en su elaboración. En cualquier caso, humildemente considero que la propuesta puede ser efectiva para reducir la IL de estas lesiones, e incluso puede mejorar el rendimiento deportivo y prolongar las carreras deportivas, además de asentar ciertas bases acerca de la importancia de prevenir y cuidar la salud.

Aunque esta propuesta sea dirigida a jugadores masculinos jóvenes, podría ser perfectamente aplicable con jugadoras femeninas jóvenes, aunque haya diferencias en la biomecánica de las estructuras de ambos sexos y en la morfología. Es un protocolo básico pero que cubre de forma concreta las necesidades más acuciantes de la lesión de LCA, y podría ser un punto de partida interesante para la realización de investigaciones futuras.

En definitiva, estoy bastante satisfecho con el análisis de los diferentes programas previos que se encuentran destinados a prevenir lesiones y con haber extraído ideas de ellos y discriminar cuáles son eficaces y cuáles no para esta

línea de investigación. Con tal fin, he podido plasmar esas ideas y convicciones propias en una propuesta de protocolo de prevención de lesiones de LCA que, bajo mi humilde opinión, puede ser de gran utilidad para los deportistas y entrenadores amateurs que quieran ayudar a prevenir las lesiones de sus jugadores jóvenes. Aunque bien es cierto, que el hecho de no haber podido llevarlo a la práctica y poder haber observado y obtenido resultados, que posteriormente habría analizado, para asegurarme a ciencia cierta de su utilidad, es un punto negativo de esta propuesta. No obstante, creo que aún con ello, es una propuesta interesante y muy útil para los equipos amateurs que quieran beneficiarse de este tipo de programas preventivos.

9. Referencias bibliográficas

- Al Attar, W. S. A., Bizzini, M., Alzahrani, H., Alarifi, S., Ghulam, H., Alyami, M., Alzhrani, M., & Sanders, R. H. (2023). The FIFA 11+ Kids Injury Prevention Program Reduces Injury Rates Among Male Children Soccer Players: A Clustered Randomized Controlled Trial. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 15(3), 397-409. <https://doi.org/10.1177/19417381221109224>
- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., & Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 17, 705-729.
- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., & Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: A review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, 17(8), 859-879. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0823-z>
- Álvarez, R., Gómez, G., & Pachano, A. (2018). Actualización bibliográfica del mecanismo de lesión sin contacto del LCA. *Revista de la Asociación Argentina de Traumatología del Deporte*, 25(1), 50-58.

- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24(7), 665–674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- Belanger, L., Burt, D., Callaghan, J., Clifton, S., & Gleberzon, B. J. (2013). Anterior cruciate ligament laxity related to the menstrual cycle: An updated systematic review of the literature. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 57(1), 76-86.
- Bizzini, M., Junge, A., & Dvorak, J. (2013). Implementation of the FIFA 11+ football warm up program: How to approach and convince the Football associations to invest in prevention. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 803-806. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-092124>
- Boden, B. P., Dean, G. S., Feagin, J. A., Jr, & Garrett, W. E., Jr. (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*, 23(6), 573–578. <https://doi.org/10.3928/0147-7447-20000601-15>
- Calleja-González, J., Mallo, J., Cos, F., Sampaio, J., Jones, M. T., Marqués-Jiménez, D., Lago-Peñas, C. (2023). A commentary of factors related to player availability and its influence on performance in elite team sports. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, 1077934. <https://doi.org/10.3389/FSPOR.2022.1077934>
- Campbell, M. K., Piaggio, G., Elbourne, D. R., Altman, D. G., & CONSORT Group. (2012). Consort 2010 statement: Extension to cluster randomised trials. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 345, e5661. <https://doi.org/10.1136/bmj.e5661>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed). L. Erlbaum Associates.
- Drust, B., Atkinson, G., & Reilly, T. (2007). Future Perspectives in the Evaluation of the Physiological Demands of Soccer: *Sports Medicine*, 37(9), 783-805. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737090-00003>
- Dvorak, J., & Junge, A. (2000). Football injuries and physical symptoms. A review of the literature. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(5 Suppl), S3-9. https://doi.org/10.1177/28.suppl_5.s-3

- 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., & Gillquist, J. (1983). Soccer injuries and their mechanisms: a prospective study. *Medicine and science in sports and exercise*, 15(3), 267–270. <https://doi.org/10.1249/00005768-198315030-00014>
- Eliakim, E., Morgulev, E., Lidor, R., & Meckel, Y. (2020). Estimation of injury costs: financial damage of English Premier League teams' underachievement due to injuries. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 6(1), e000675. <https://doi.org/10.1136/BMJSEM-2019-000675>
- Everhart, J. S., Best, T. M., & Flanigan, D. C. (2015). Psychological predictors of anterior cruciate ligament reconstruction outcomes: A systematic review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(3), 752-762. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2699-1>
- Faude, O., Rößler, R., & Junge, A. (2013). Football injuries in children and adolescent players: are there clues for prevention?. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(9), 819–837. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0061-x>
- Feller, J., & Webster, K. E. (2013). Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. *International Orthopaedics*, 37(2), 285-290. <https://doi.org/10.1007/s00264-012-1690-7>
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., Hägglund, M., McCrory, P., & Meeuwisse, W. H. (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/bjsem.2005.025270>
- González-Badillo, J. J., & Serna, J. R. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. INDE.
- Hägglund, M., Waldén, 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. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 738-742.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092215>
- Hägglund, M., Waldén, M., & Ekstrand, J. (2009). Injuries among male and female elite football players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(6), 819-827.
- Hägglund, M., Atroshi, I., Wagner, P., & Waldén, M. (2013). Superior compliance with a neuromuscular training programme is associated with fewer ACL injuries and fewer acute knee injuries in female adolescent football players: secondary analysis of an RCT. *British Journal of Sports Medicine*, 47(15), 974–979. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2013-092644>
- Hägglund, M., Waldén, M., Bahr, R., & Ekstrand, J. (2005). Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: Developing the UEFA model. *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 340. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.018267>
- Hagmeijer, M. H., Hevesi, M., Desai, V. S., Sanders, T. L., Camp, C. L., Hewett, T. E., Stuart, M. J., Saris, D. B. F., & Krych, A. J. (2019). Secondary Meniscal Tears in Patients With Anterior Cruciate Ligament Injury: Relationship Among Operative Management, Osteoarthritis, and Arthroplasty at 18-Year Mean Follow-up. *The American journal of sports medicine*, 47(7), 1583–1590. <https://doi.org/10.1177/0363546519844481>
- Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O. J., & Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *International Journal of Sports Medicine*, 32(9), 677–682. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1275742>
- Holmberg, P. (2009). Agility Training for Experienced Athletes: A Dynamical Systems Approach. *Strength & Conditioning Journal*, 31, 73-78.
<https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181b988f1>
- Impellizzeri, F. M., Bizzini, M., Dvorak, J., Pellegrini, B., Schena, F., & Junge, A. (2013). Physiological and performance responses to the FIFA 11+ (part 2): A randomised controlled trial on the training effects. *Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1491-1502.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2013.802926>

- Junge, A., & Dvorak, J. (2000). Influence of Definition and Data Collection on the Incidence of Injuries in Football. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(5_suppl), 40–46. https://doi.org/10.1177/28.suppl_5.s-40
- Khurshid, F., Ghazanfar, T., Ayesha, U., Khurshid, A., & Chattha, A. (2024). A Systematic Review of Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injuries in Soccer Players. *American Journal of Biomedical Science & Research*, 26, 634-641. <https://doi.org/10.34297/AJBSR.2024.21.002900>
- Krist, M. R., van Beijsterveldt, A. M. C., Backx, F. J. G., & Ardine de Wit, G. (2013). Preventive exercises reduced injury-related costs among adult male amateur soccer players: A cluster-randomised trial. *Journal of Physiotherapy*, 59(1), 15-23. [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(13\)70142-5](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(13)70142-5)
- Lekue Gallano, J. A. (2022). Lesiones, disponibilidad y factores de riesgo en fútbol profesional: estudio epidemiológico de seis temporadas en el Athletic Club (Tesis doctoral). Universidad del País Vasco.
- Lim, B.-O., Lee, Y. S., Kim, J. G., An, K. O., Yoo, J., & Kwon, Y. H. (2009). Effects of sports injury prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school female basketball players. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(9), 1728-1734. <https://doi.org/10.1177/0363546509334220>
- Lloyd, R. S., Meyers, R. W., & Oliver, J. L. (2011). The Natural Development and Trainability of Plyometric Ability During Childhood. *Strength & Conditioning Journal*, 33(2), 23. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182093a27>
- López-Carrillo, G., & Robles-Palazón, F. J. (2021). Efecto agudo del programa Knäkontroll sobre parámetros del rendimiento físico en jugadores de fútbol de categoría juvenil. *JUMP*, 4, Article 4. <https://doi.org/10.17561/jump.n4.4>
- Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., Kirkendall, D. T., & Garrett, W. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *The*

American Journal of Sports Medicine, 33(7), 1003-1010.
<https://doi.org/10.1177/0363546504272261>

McKay, A. K. A., Stellingwerff, T., Smith, E. S., Martin, D. T., Mujika, I., Goosey-Tolfrey, V. L., Sheppard, J., & Burke, L. M. (2022). Defining Training and Performance Caliber: A Participant Classification Framework. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(2), 317-331.
<https://doi.org/10.1123/ijspp.2021-0451>

Montalvo, A. M., Schneider, D. K., Webster, K. E., Yut, L., Galloway, M. T., Heidt, R. S., Kaeding, C. C., Kremcheck, T. E., Magnussen, R. A., Parikh, S. N., Stanfield, D. T., Wall, E. J., & Myer, G. D. (2019). Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Sport: A Systematic Review and Meta-Analysis of Injury Incidence by Sex and Sport Classification. *Journal of Athletic Training*, 54(5), 472-482. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-407-16>

Noya, J., & 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*, 47(176), 115-123. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2011.10.001>

Patel, N. K., Sabharwal, S., Hadley, C., Blanchard, E., & Church, S. (2019). Factors affecting return to sport following hamstrings anterior cruciate ligament reconstruction in non-elite athletes. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 29(8), 1771-1779.
<https://doi.org/10.1007/s00590-019-02494-4>

Pfrrmann, D., Herbst, M., Ingelfinger, P., Simon, P., & Tug, S. (2016). Analysis of Injury Incidences in Male Professional Adult and Elite Youth Soccer Players: A Systematic Review. *Journal of athletic training*, 51(5), 410–424.
<https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.6.03>

Pollard, C. D., Sigward, S. M., & Powers, C. M. (2017). ACL Injury Prevention Training Results in Modification of Hip and Knee Mechanics During a Drop-Landing Task. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(9), 2325967117726267. <https://doi.org/10.1177/2325967117726267>

- Reilly, T., & Gilbourne, D. (2003). Science and football: a review of applied research in the football codes. *Journal of sports sciences*, 21(9), 693–705. <https://doi.org/10.1080/0264041031000102105>
- Robert, H., Es-Sayeh, J., Heymann, D., Passuti, N., Eloit, S., & Vaneenoge, E. (2003). Hamstring insertion site healing after anterior cruciate ligament reconstruction in patients with symptomatic hardware or repeat rupture: a histologic study in 12 patients. *Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery*, 19(9), 948–954. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2003.09.007>
- Robles Palazón, F. J., & Sainz de Baranda, P. (2017). Programas de entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones en jóvenes deportistas. Revisión de la literatura. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 6, 115. <https://doi.org/10.6018/300451>
- Romero Rodríguez, D., & Tous Fajardo, J. (2011). *Prevención de lesiones en el deporte. Claves para un rendimiento deportivo óptimo*. Médica Panamericana.
- Roos, H. (1998). Are there long-term sequelae from soccer? *Clinics in sports medicine*, 17(4), 819-831.
- Ross, A. G., Agresta, B., McKay, M., Pappas, E., Cheng, T., & Peek, K. (2023). Financial burden of anterior cruciate ligament reconstructions in football (soccer) players: An Australian cost of injury study. *Injury Prevention*, 29(6), 474-481. <https://doi.org/10.1136/ip-2023-044885>
- Silvers, H. J., & Mandelbaum, B. R. (2007). Prevention of anterior cruciate ligament injury in the female athlete. *British Journal of Sports Medicine*, 41(Suppl 1), i52-i59. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.037200>
- Soligard, T., Myklebust, G., Steffen, K., Holme, I., Silvers, H., Bizzini, M., Junge, A., Dvorak, J., Bahr, R., & Andersen, T. E. (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: Cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 337(dec09 2), a2469-a2469. <https://doi.org/10.1136/bmj.a2469>

- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports medicine*, 35(6), 501–536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Szymiski, D., Achenbach, L., Weber, J., Huber, L., Memmel, C., Kerschbaum, M., Alt, V., & Krutsch, W. (2023). Reduced performance after return to competition in ACL injuries: An analysis on return to competition in the ‘ACL registry in German Football’. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 31(1), 133-141. <https://doi.org/10.1007/s00167-022-07062-8>
- Szymiski, D., Achenbach, L., Zellner, J., Weber, J., Koch, M., Zeman, F., Huppertz, G., Pfeifer, C., Alt, V., & Krutsch, W. (2022). Higher risk of ACL rupture in amateur football compared to professional football: 5-year results of the ‘Anterior cruciate ligament-registry in German football’. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 30(5), 1776-1785. <https://doi.org/10.1007/s00167-021-06737-y>
- Taghizadeh Kerman, M., Brunetti, C., Yalfani, A., Atri, A. E., & Sforza, C. (2023). The Effects of FIFA 11+ Kids Prevention Program on Kinematic Risk Factors for ACL Injury in Preadolescent Female Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *Children*, 10(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/children10071206>
- Walden, M., Atroshi, I., Magnusson, H., Wagner, P., & Hagglund, M. (2012). Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: Cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 344(may03 1), e3042-e3042. <https://doi.org/10.1136/bmj.e3042>
- White, K. K., Lee, S. S., Cutuk, A., Hargens, A. R., & Pedowitz, R. A. (2003). EMG power spectra of intercollegiate athletes and anterior cruciate ligament injury risk in females. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(3), 371-376.
- Windt, J., Ekstrand, J., Khan, K. M., McCall, A., & Zumbo, B. D. (2018). Does player unavailability affect football teams’ match physical outputs? A two-season study of the UEFA champions league. *Journal of Science and*

Medicine in Sport, 21(5), 525–532.
<https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2017.08.007>

World Medical Association (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*, 310(20), 2191–2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>

Yanguas Leyes, J., Til Pérez, L., & Cortés de Olano, C. (2011). Lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino. Estudio epidemiológico de tres temporadas. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 46(171), 137-143. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2011.02.006>

Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: a prospective biomechanical-epidemiologic study. *The American journal of sports medicine*, 35(7), 1123–1130. <https://doi.org/10.1177/0363546507301585>