

BENEFICIOS DEL ENTRENAMIENTO EXCÉNTRICO EN LA PREVENCIÓN DE LESIONES EN EL FÚTBOL

Curso Especialista en Entrenamiento de Fuerza en Fútbol



Universidad de
Castilla-La Mancha



UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

REAL FEDERACIÓN DE FÚTBOL DE MADRID

ASOCIACIÓN DE PREPARADORES FÍSICOS DE FÚTBOL

NATIONAL STRENGTH AND CONDITIONING ASSOCIATION

Autores: **Javier Vidal Terror** y **Jorge Gómez Cuervo**

Director: **Jose Ángel García Redondo**

Promoción académica: **2021**

ÍNDICE

Página

1. Resumen y palabras clave.....	3
2. Introducción.....	4
3. Objetivos.....	5
4. Metodología.....	5
4.1. Participantes.....	5
4.2. Procedimiento.....	6
4.3. Material utilizado.....	9
4.4. Método.....	10
5. Resultados.....	15
6. Discusión.....	16
7. Conclusiones.....	20
8. Limitaciones de estudio.....	20
9. Futuras líneas de investigación	21
10. Referencias bibliográficas.....	22

1.- RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Introducción

El entrenamiento de fuerza excéntrica es un tipo de trabajo con numerosos beneficios para el futbolista. El sumatorio de las utilidades prácticas que aporta este distinguido trabajo de fuerza, ayuda a los profesionales del fútbol a reducir la probabilidad de riesgo lesional en el futbolista. Por ello, el objetivo de este estudio observacional ha sido analizar la influencia del entrenamiento de fuerza excéntrica en el índice lesional en un contexto homogéneo de fútbol profesional masculino, además de su influencia en el rendimiento deportivo.

Metodología

Para realizar este estudio, se comparó a dos equipos de la 1ª división de fútbol de Armenia (<<Armenian Premiere League>>), en el cual se estableció un programa de entrenamiento de fuerza excéntrica para uno de los equipos (grupo de control) y, para el otro equipo, no se estableció ningún tipo de protocolo o trabajo específico, es decir, sólo observamos los resultados durante y después del proceso de intervención con el grupo de control. De esta forma, comparamos el índice de riesgo lesional, entre otros beneficios relacionados con el rendimiento del futbolista.

Conclusiones

Los resultados del estudio han demostrado que el entrenamiento de fuerza excéntrica es, aparentemente, un trabajo eficaz para reducir el riesgo de lesión en el futbolista en comparación a otro tipo de trabajos con otro régimen y/o tipo de contracción muscular. Además, la relación de la prevención de lesiones con el rendimiento de las diferentes muestras se observó influenciada para ambos equipos, pues el equipo que realizó el protocolo de trabajo excéntrico presentó mejor desempeño en la temporada, en comparación al otro equipo con distinto tipo de trabajo.

Palabras clave: adaptaciones musculares; rendimiento; riesgo lesional; mecanismo lesional; longitud del fascículo; sarcómeros.

2.- INTRODUCCIÓN

El fútbol es un deporte de equipo, donde existe el contacto físico y es por esto, entre otros factores, por lo que se producen una gran cantidad de lesiones y patologías. Diversas investigaciones informan de que la práctica de deportes de equipo, mayoritariamente en los que existe contacto físico, produce un mayor índice lesional entre sus participantes (Olmedilla et al. 2006; Reverter & Plaza, 2002). Por ello, los equipos de fútbol deberían promover la prevención e intentar minimizar los factores de riesgo, con el objetivo de disminuir el número de lesiones en sus jugadores. Desde la preparación física, podemos incidir e intentar reducir tanto el número de lesiones y los tiempos de recuperación como la posibilidad de recidivas, siempre presentes después de una lesión.

En un antiguo estudio de Cancela y Ramos (2014), nos explican tras la realización de una exhaustiva revisión de bibliografía científica relacionada con la epidemiología y los factores de riesgo existentes en las lesiones de miembro inferior ocurridas en el fútbol, destacaron que las lesiones en el miembro inferior suponen más del 80% de las totales que se registran en el fútbol, en las que las mujeres y población juvenil tienen menor incidencia lesional, pero tienen un mayor riesgo de lesiones articulares específicas como roturas del ligamento cruzado anterior (LCA) y que, al parecer, los factores de riesgo con mayor porcentaje de aparición en las lesiones de jugadores de fútbol son la presencia de un amplio historial de lesiones previas y las descompensaciones musculares.

Por otro lado, según Thacker et al. (2004), otro de los motivos de las lesiones en el fútbol con un alto porcentaje, son las lesiones que se producen tras la realización de acciones musculares excéntricas. Por ello, parece aconsejable adaptar a la musculatura y a las estructuras tendinosas a esas demandas de carácter excéntrico que se producen durante el juego para poder evitarlas o minimizar su gravedad. Las principales características biomecánicas del trabajo excéntrico es que consiste en un estiramiento/alargamiento muscular mientras se produce una tensión que implica la presencia de un estiramiento musculotendinoso, además de aumentar los niveles de fuerza muscular y de mejorar las propiedades musculares funcionales a alta velocidad de movimiento (Bueno y Porqueres, 2008).

3.- OBJETIVOS

-Objetivo principal: determinar el nivel de eficacia del entrenamiento de fuerza excéntrica en la prevención de lesiones en el fútbol.

-Objetivo secundario: analizar la influencia del entrenamiento de fuerza excéntrica en el rendimiento deportivo del equipo en el fútbol.

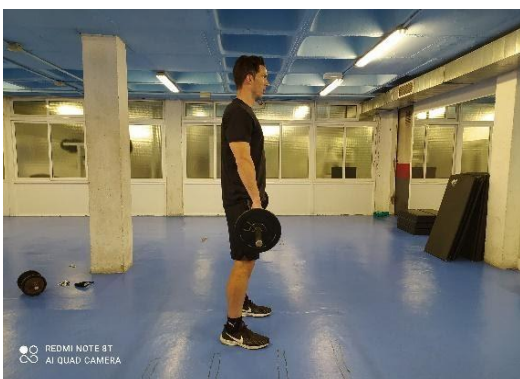
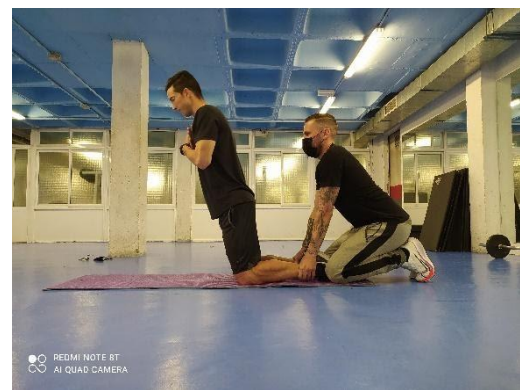
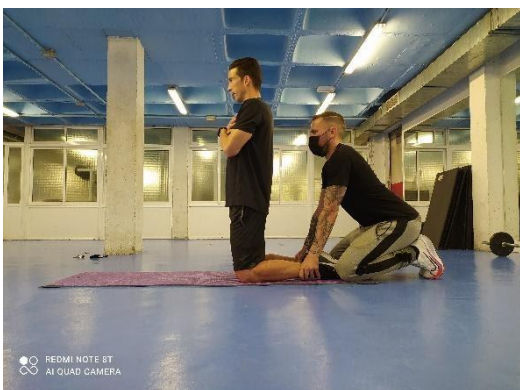
4.- METODOLOGÍA

4.1. Participantes. Dos equipos: F.C. Ararat Armenia y F.C. Urartu. Competición: 1ª división de fútbol de Armenia, Armenian Premiere League. El primer equipo es el FC Ararat- Armenia en el que, uno de nosotros, ha trabajado como preparador físico esta temporada 2020/21. La plantilla está formada por 25 jugadores con edades comprendidas entre los 17-34 años. El otro equipo es el FC Urartu que también milita en la primera división de fútbol de Armenia, formado por 26 jugadores cuyas edades van desde los 17 hasta los 31 años y en el cual su fisioterapeuta Enrique Fernández nos ha proporcionado los datos lesionales y los protocolos de fuerza preventivos que han realizado. Los dos equipos contaban con un gran número de jugadores de diferentes nacionalidades, 40-50% jugadores armenios, 30% jugadores de países del Este de Europa (Rusia, Ucrania, Moldavia, Georgia...) y, por último, un 20% de jugadores de origen sudamericano, africano y Europa occidental. Esta gran mezcla cultural ha supuesto una riqueza en el aprendizaje y desarrollo de mi trabajo como preparador físico. Muchos de los jugadores no estaban familiarizados con estos tipos de trabajos de fuerza (ejercicios, ejecución correcta de la técnica, materiales, daño muscular...) pero su esfuerzo, constancia y dedicación ha sido de admirar.

4.2. Procedimiento. Una vez establecidos los grupos de trabajo, se aplicó únicamente un protocolo de fuerza excéntrica al grupo de control: F.C. Ararat-Armenia. El otro equipo únicamente tuvo un seguimiento de carácter observacional sin una intervención de carácter preventiva u otros.

Durante la temporada hemos aplicado a todos los integrantes de la plantilla del F.C. Ararat-Armenia un protocolo de fuerza preventivo basado en el trabajo

excéntrico en los músculos isquiotibiales, para prevenir y reducir el número de lesiones en esta zona en todos los integrantes de la plantilla. Dicho protocolo se ha aplicado una vez por semana o microciclo durante toda la temporada (29 semanas), normalmente tres o cuatro días antes de la competición. Lo hemos realizado a través de circuitos de fuerza, ya sea en gimnasio o al aire libre en el terreno de juego. Los ejercicios que seleccionamos como principales y, a través de los cuales, hemos trabajado el componente excéntrico de la fuerza han sido: *nordic hamstring*, *dead lift* y *leg curl*. En los ejercicios que se produce una flexión de rodilla (*nordic hamstring* y *leg curl*) hay una mayor activación del músculo semitendinoso. En los ejercicios de extensión de cadera (*dead lift*) existe una mayor activación de la cabeza larga del bíceps femoral y el semimembranoso (Bourne et al, 2017). Según el estudio de Van der Horst, Smits, Petersen, Goedhart & Backx (2014), solamente con la inclusión del *nordic hamstring* dentro de un programa preventivo podríamos reducir entre un 50-70% el riesgo de lesión en esta zona. La evolución en la técnica de los ejercicios ha ido encaminada hacia el apoyo unipodal debido a nuestro deporte excepto en el *nordic hamstring* que solo variamos el volumen de carga y no su técnica.







Por otro lado, el calentamiento previo a este trabajo de fuerza es muy importante puesto que va a preparar al futbolista para una correcta práctica deportiva. El calentamiento ha de tener una especificidad, por ello, nos centramos en las zonas musculares que posteriormente vamos a trabajar. El calentamiento consta de los siguientes bloques:

- 1) Activación con carrera: 5 minutos
- 2) Movilidad articular: 5 minutos
- 3) Ejercicios basados en trabajos de control lumbo-pélvico: 5 minutos

En total unos 15 minutos de activación para el trabajo de fuerza. En las sesiones que hemos hecho en gimnasio cambiaríamos la carrera en campo por bici, o cinta de correr y mantendríamos el resto de los bloques mencionados. En estos circuitos de fuerza no solo hay ejercicios de carácter excéntrico, también están compuestos por ejercicios de equilibrio pélvico, propiocepción y trabajos de fuerza focalizados en el tren inferior (cuádriceps, glúteo, gemelo). Es muy importante no olvidarnos del resto de la musculatura adyacente a la zona isquiotibial puesto que eso derivaría en una descompensación muscular y sus posibles riesgos de lesión.

EJEMPLO DEL CIRCUITO:

- a) Sentadilla monopodal
 - Equilibrio lumbo-pélvico
- b) *Leg Curl* fitball monopodal
 - Equilibrio lumbo-pélvico
- c) *Hip trust*
 - Equilibrio lumbo-pélvico

- d) *Dead lift* monopodal
 - Equilibrio lumbo-pélvico
- e) ABD con gomas elásticas en apoyo monopodal
- f) ADD con gomas elásticas en apoyo monopodal
- g) *Nordic Hamstring*
- h) Propiocepción sobre bosu con golpes de balón
- i) Gemelo TRX monopodal

Como hemos mencionado antes, el F.C. Urartu no realizó ningún protocolo preventivo de fuerza excéntrica para la prevención de lesiones. Según palabras de su fisioterapeuta Enrique Fernández el preparador físico de este club rechazaba estos tipos de trabajos de fuerza y no los aplicaba con sus jugadores alegando que había más riesgo de lesión debido al daño muscular que beneficios en la prevención de lesiones. Por lo tanto, tenemos dos grupos, uno en el que intervenimos con estos protocolos preventivos de fuerza y otro el cual no ha llevado a cabo ningún tipo de trabajo específico de fuerza excéntrica y lo ha basado todo en el trabajo de campo con situaciones jugadas con balón.

4.3. Material utilizado.

El 90% de las sesiones de fuerza las realizamos en el terreno de juego y sus alrededores y solamente durante la primera parte de la pretemporada de enero utilizamos el gimnasio debido al duro invierno armenio y sus bajas temperaturas. El material utilizado en ambos emplazamientos fue el mismo. El FC Ararat-Armenia entrena en las instalaciones deportivas de la Federación Armenia de fútbol (FFA). Esta instalación es compartida con otros clubs de primera división y con las selecciones nacionales de Armenia. El uso del gimnasio es complicado por disponibilidad horaria y espacio, y no posee ninguna máquina para el entrenamiento excéntrico. A mi llegada al club encontré muy poco equipamiento y material para el trabajo de fuerza, tuve que adaptarme y elaborar el plan de entrenamiento con lo que tenía. El tener poco a veces hace que desarrolles más tus habilidades incluso por encima de tus limitaciones. Si nos centramos en los tres ejercicios concretos de trabajo excéntrico el material utilizado sería:

-Nordic Hamstring: Resistencia del compañero en la sujeción y una esterilla en el suelo para amortiguar la fuerza de los apoyos y la caída.

-Dead lift: Picas (aprendizaje de la técnica), barra halterofilia 10 kg y discos de 5kg (foto 1), mancuernas de 4,6 y 8 kg (foto 2)

-Leg curl: Fitball (foto 3) y TRX (foto 4)



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

4.4. Modo.

Nuestro método de entrenamiento se basa en la repetición semanal de estímulos de fuerza excéntricos para los músculos isquiotibiales. Este tipo de entrenamiento lo llevaremos a cabo siempre en el día -4, -3 de la semana con suficiente margen de recuperación para llegar en las mejores condiciones al partido estableciendo unos niveles de progresión en los ejercicios en relación al volumen de carga, a la complejidad y a nuestro propio deporte, el fútbol. Hemos seguido el método de entrenamiento excéntrico de la fuerza de González Badillo y Gorostiaga (1990), número de repeticiones, series y descansos, realizando una progresión en volumen e intensidad de la carga en cada ejercicio. A continuación, podemos observar el protocolo del trabajo excéntrico y su progresión durante el periodo de intervención:

EJERCICIO	VOLUMEN CARGA (SERIES/REP/RECUP)	VARIANTES	PERIODO TEMPORADA
Nordic hamstring	1x3 1x5 2x3x1' 2x5x1' 3x5x2' 3x6x2'		(MESOCICLO 1) microciclo 1 microciclo 2 microciclo 3 microciclo 4 microciclo 5 microciclo 6
	4X5X3' 4X5X3' 4X6X3' 4X6X3' 5X5X3' 5X5X3'		(MESOCICLO 2) microciclo 7 microciclo 8 microciclo 9 microciclo 10 microciclo 11 microciclo 12
	4x5x3' 4x5x3' 4x6x3' 4x6x3' 5x5x3' 5x5x3'		(MESOCICLO 3) microciclo 13 microciclo 14 microciclo 15 microciclo 16 microciclo 17 microciclo 18
	1x5 2x5x1' 3x5x1'		(MESOCICLO 4) microciclo 21 microciclo 22 microciclo 22
	3x6x2' 4x5x3' 4x5x3' 4x6x3' 5x5x3'		(MESOCICLO 5) microciclo 23 microciclo 24 microciclo 25 microciclo 26 microciclo 27
	5x5x3' 5x5x3'		(MESOCICLO 6) microciclo 28 microciclo 29

Tabla 1. Representación específica del protocolo de fuerza realizado en la intervención con el F.C. Ararat-Armenia.

EJERCICIO	VOLUMEN CARGA (SERIES/REP/RECUP)	VARIANTES	PERIODO TEMPORADA
Dead Lift	1x5 2x5x1' 3x5x1'	Pica (técnica) Pica (técnica) Pica (técnica)	(MESOCICLO 1) microciclo 1 microciclo 2 microciclo 3
	1x5 2x5'x1' 3x5x1'		Barra de 10kg Barra de 10kg Barra de 10kg microciclo 4 microciclo 5 microciclo 6

	2x5x1' 3x5x1' 1x5x1' 2x5x1' 3x5x1' 1x5x1'	Barra + 10 kg Barra + 10 kg monopodal monopodal monopodal monop. + manc. 4kg	<u>(MESOCICLO 2)</u> microciclo 7 microciclo 8 microciclo 9 microciclo 10 microciclo 11 microciclo 12
	2x5x1' 3x5x1' 2x5x1' 3x5x1' 3x5x1' 2x5x1'	monop. + manc. 4kg monop. + manc. 4kg monop. + manc. 6kg monop. + manc. 6kg monop. + manc. 6kg monop. + manc. 8kg	<u>(MESOCICLO 3)</u> microciclo 13 microciclo 14 microciclo 15 microciclo 16 microciclo 17 microciclo 18
	1x5 2x5x1' 3x5x1'	monopodal monopodal monopodal	<u>(MESOCICLO 4)</u> microciclo 21 microciclo 22 microciclo 22
	1x5x1' 2x5x1' 3x5x1' 2x5x1' 3x5x1'	monop. + manc. 4kg monop. + manc. 4kg monop. + manc. 4kg monop. + manc. 6kg monop. + manc. 6kg	<u>(MESOCICLO 5)</u> microciclo 23 microciclo 24 microciclo 25 microciclo 26 microciclo 27
	3x5x1' 2x5x1'	monop. + manc. 6kg monop. + manc. 8kg	<u>(MESOCICLO 6)</u> microciclo 28 microciclo 29

Tabla 2. Representación específica del protocolo de fuerza realizado en la intervención con el F.C. Ararat-Armenia.

EJERCICIO	VOLUMEN CARGA (SERIES/REP/RECUP)	VARIANTES	PERIODO TEMPORADA
Leg Curl	1x8 2x8x1' 3x8x1' 1x8 2x8x1' 3x8x1'	fitball bipodal fitball bipodal fitball bipodal fitball unipodal fitball unipodal fitball unipodal	<u>(MESOCICLO 1)</u> microciclo 1 microciclo 2 microciclo 3 microciclo 4 microciclo 5 microciclo 6
	1x8 2x8x1' 3x8x1' 1x8 2x8x1' 3x8x1'	TRX bipodal TRX bipodal TRX bipodal TRX unipodal TRX unipodal TRX unipodal	<u>(MESOCICLO 2)</u> microciclo 7 microciclo 8 microciclo 9 microciclo 10 microciclo 11 microciclo 12

	2x8x1' 2x8x1' 3x8x1' 3x8x1' 3x8x1' 3x8x1'	fitball unipodal TRX unipodal fitball unipodal TRX unipodal fitball unipodal TRX unipodal	<u>(MESOCICLO 3)</u> microciclo 13 microciclo 14 microciclo 15 microciclo 16 microciclo 17 microciclo 18
			<u>(MESOCICLO 4)</u> microciclo 21 microciclo 22
	1x8 2x8x1' 3x8x1' 1x8 2x8x1'	fitball bipodal fitball bipodal fitball bipodal fitball unipodal fitball unipodal	<u>(MESOCICLO 5)</u> microciclo 23 microciclo 24 microciclo 25 microciclo 26 microciclo 27
	3x8x1' 1x8	fitball unipodal TRX unipodal	<u>(MESOCICLO 6)</u> microciclo 27 microciclo 28

Tabla 3. Representación específica del protocolo de fuerza realizado en la intervención con el F.C. Ararat-Armenia.

Cuando llegamos al club no tuvimos una pretemporada normal puesto que tras la pandemia mundial del COVID-19 no disponíamos de mucho tiempo hasta la disputa del primer partido oficial que fue la supercopa de Armenia. Empezamos la pretemporada el 23 de julio y el 9 de agosto ya disputamos nuestro primer partido oficial y el primer título en juego. El trabajo preventivo durante esta primera etapa sirvió para asentar las bases en cuanto a conocimiento y ejecución de la técnica de los ejercicios que posteriormente desarrollaríamos durante la temporada.

En ese primer mesociclo, compuesto por 6 microciclos (pretemporada) que fue desde el 23 de Julio hasta el 11 de septiembre realizamos un total de 44 sesiones de entrenamiento de las cuales en 8 sesiones hubo un trabajo de fuerza excéntrico preventivo lo que representa el 18% total de las sesiones.

En el segundo mesociclo, comprendido desde el 12 de septiembre hasta el 24 de octubre y consta de 6 microciclos tuvimos un total de 30 sesiones de entrenamiento de las cuales 6 fueron destinadas a este trabajo de fuerza preventivo representando el 20% del total de las sesiones.

En el tercer mesociclo, comprendido entre el 25 de octubre y el 5 de diciembre que marca el parón invernal a causa del frío y permite al jugador un periodo

vacacional de un mes al terminar dicho mesociclo. Realizamos 29 sesiones de entrenamiento repartidas en 6 microciclos y de las cuales 7 fueron de fuerza preventiva (24% del total).

Durante el periodo vacacional, correspondiente con el cuarto mesociclo, mes en el cual al jugador inicio con un descanso vacacional de 15 días, en el cual estuvo sin realizar trabajo preventivo, y las últimos dos semanas retomó el trabajo preventivo de forma autónoma.

En el quinto mesociclo volvimos a tener una pretemporada, esta vez mucho más relajada y con tiempo para poder trabajar hasta reiniciar el periodo competitivo. Durante dicha pretemporada formada por 5 microciclos semanales pudimos realizar 34 sesiones de entrenamiento de las cuales 5 fueron destinadas a ese trabajo preventivo suponiendo el 14,7% del total. He de decir que durante la segunda pretemporada tuvimos un gran número de partidos amistosos y había que regular muy bien ese trabajo excéntrico con su correspondiente daño muscular y los minutos jugados por parte del jugador puesto que jugábamos 2 partidos por semana contra equipos de nivel superior al nuestro y su correspondiente exigencia competitiva.

Por último, tras la pretemporada entraríamos el sexto mesociclo, en el cual retomamos la competición y tras 3 jornadas disputadas el club decidió prescindir del entrenador y yo presente mi dimisión quedando desvinculado de dicho club el domingo 7 de marzo.

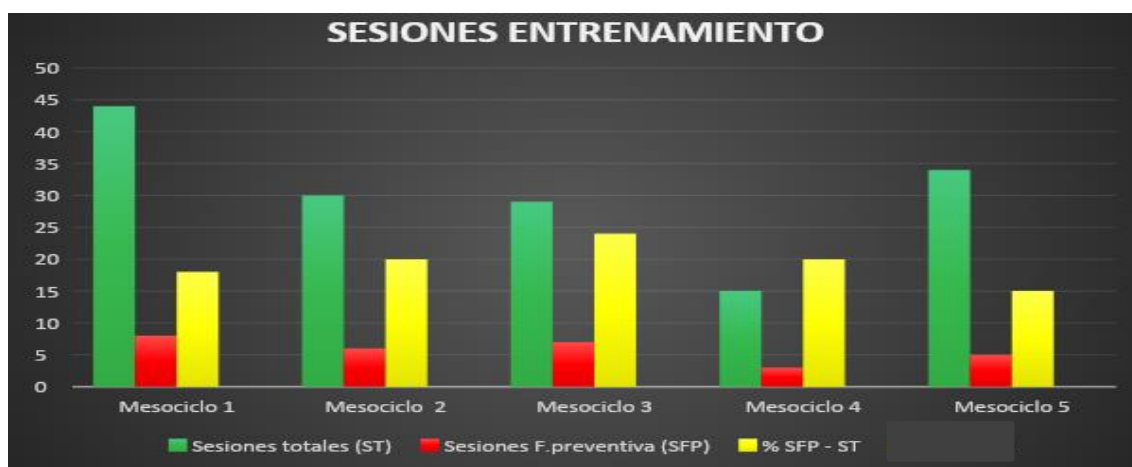


Figura 1. Representación gráfica comparativa de las sesiones de entrenamientos y la intervención de fuerza excéntrica.

5.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la prevención de lesiones tras la aplicación del trabajo de fuerza excéntrico durante un periodo de 26 semanas han sido muy significativos en cuanto al número de lesiones en esta zona muscular entre los dos equipos. Mientras que en el F.C. Ararat Armenia solamente hemos tenido cuatro jugadores lesionados debido a una distensión, microrrotura o rotura muscular de los músculos isquiotibiales durante todo este periodo, en el FC Urartu han tenido trece jugadores lesionados. Cuando hablamos de jugadores lesionados tenemos en cuenta la incapacidad del jugador para entrenar o competir durante un mínimo de 3-4 días junto con el grupo.

Durante el primer mesociclo (pretemporada), el FC Ararat-Armenia solamente tuvo un jugador lesionado y el FC Urartu tres jugadores lesionados. En el segundo mesociclo, la diferencia se redujo mínimamente a una lesión en nuestro equipo por dos lesiones en el suyo. En el tercer mesociclo, es en el único periodo en el que el FC Urartu no tiene ninguna lesión en los músculos isquiotibiales y el FC Ararat-Armenia si, una lesión. Tras el parón invernal (mesociclo 4) retomamos la segunda pretemporada en el mesociclo 5 y es en este periodo en el que ha existido una mayor diferencia entre el número de jugadores lesionados. Nosotros no tuvimos ningún jugador lesionado y ellos tuvieron cinco jugadores lesionados. En el último periodo de la temporada que estuvimos allí (mesociclo 6) tuvimos la lesión más grave y de mayor duración en esta zona muscular en un jugador de nuestro equipo, con una rotura del músculo semimembranoso derecho en el tercio proximal y que le tuvo apartado de los terrenos de juego durante más de un mes, coincidiendo también la lesión con el virus COVID-19. En este mismo periodo, el F.C. Urartu tuvo tres jugadores lesionados, uno de ellos con la lesión más grave y de mayor duración (40 días) por una rotura parcial del bíceps femoral derecho. Como hemos podido ver en los datos (figura 2) en las dos etapas donde existe mayor diferencia en el número de lesionados ha sido en las dos pretemporadas (mesociclos 1 y 5) sobre todo en la pretemporada de invierno. Es curioso que, a su vez sea en este quinto mesociclo donde el porcentaje de sesiones de fuerza preventiva (15%) haya sido el menor con respecto a los otros mesociclos (figura 1). La relación de lesionados fue de cero por parte del FC Ararat-Armenia a 5 en el FC Urartu. Esto demuestra que el

control de la carga en pretemporadas con dobles sesiones y de 1-2 partidos amistosos por semana junto con la coordinación de ese trabajo preventivo es crucial para poder comenzar la temporada con el mayor número de jugadores disponibles y en las mejores condiciones posibles. Los datos lesionales de cada equipo nos muestran la efectividad que este trabajo de fuerza excéntrica ha tenido durante la temporada. Se ha disminuido notablemente el número de lesiones en la zona isquiotibial (50-70%) reduciendo los jugadores lesionados con respecto al otro equipo (FC Urartu).



Figura 2. Representación gráfica comparativa del número de lesiones durante los mesociclos de intervención entre los grupos.

6.- DISCUSIÓN

Las distensiones de los músculos isquiotibiales, las distensiones de los cuádriceps y las contusiones de los músculos de la parte superior de la pierna constituyen casi la mitad de todas las lesiones en el fútbol (Ekstrand, Hägglund & Waldén, 2009). Las distensiones de los músculos isquiotibiales, en sí mismas, son las distensiones musculares más comunes en el fútbol. La investigación sobre el mecanismo lesional de las distensiones de los músculos isquiotibiales muestra que puede darse desde posiciones extremas de las articulaciones, en las que se observa una flexión de cadera y extensión de rodilla o, durante la

carrera, cuando los músculos isquiotibiales se contraen excéntricamente justo antes de la pisada durante la fase de balanceo terminal, actuando como antagonistas de los músculos cuádriceps, los principales impulsores del sprint (Ekstrand et al., 2009, 2011). Concretamente, en el caso de los isquiotibiales, la cabeza larga del bíceps femoral está en aproximadamente el 80% de las lesiones involucradas (Peetrons, 2001; Van Linschoten, 2015). Por ello, estos datos destacan la necesidad de enfocar y mejorar la prevención de lesiones de esta región muscular. Se ha demostrado que los programas de entrenamiento de fuerza excéntrica reducen las lesiones de los isquiotibiales en varios deportes de campo, incluido el fútbol amateur y profesional (Arnason, Andersen, Holme, Engebretsen & Bahr, 2007; Petersen, Thorborg, Nielsen, Budtz-Jørgensen & Hölmich P, 2011; Van der Horst, Smits, Petersen, Goedhart & Backx, 2014).

En una revisión sistemática y metaanálisis de las últimas décadas realizada por Gérard, Gojon, Declève & Van Cant (2020), se concluyó que el entrenamiento de fuerza excéntrica produce adaptaciones anatómicas en la cabeza larga del bíceps femoral e incrementa la fuerza excéntrica de los isquiotibiales. Los investigadores de dicha revisión observaron que los isquiotibiales que presentaban una mayor fuerza excéntrica se asociaba a una reducción en el índice lesional de dicha región muscular en atletas. El resultado después del entrenamiento excéntrico manifestaba una mejora en la arquitectura del músculo y otros factores neurales asociados. Por un lado, el entrenamiento excéntrico se asoció con un aumento de la longitud del fascículo semitendinoso (aumentos del 7,44% al 20%), en este caso se creó que el alargamiento del fascículo da como resultado un mayor número de sarcómeros en serie, lo cual, reduce la disposición heterogénea de estos sarcómeros (Alonso-Fernández, Docampo-Blanco & Martínez-Fernández, 2018). También, se asoció con un aumento en el grosor de las fibras musculares. La producción de fuerza se logra mediante una mayor excitabilidad muscular, que está influenciado por el tamaño (es decir, el tipo de fibra muscular) y el número de unidades motoras reclutadas. Los investigadores hacen mención de que el grosor del músculo no se reconoce como un factor de riesgo de lesión en isquiotibiales, sin embargo, es un fuerte determinante de la fuerza muscular. También se cree que el aumento en el grosor del músculo está relacionado con la formación de sarcómeros, que

pueden influir positivamente en la capacidad de un músculo esquelético para generar la máxima fuerza. Y por otro lado, el entrenamiento excéntrico provoca un aumento del ángulo de penación (el ángulo formado por los fascículos y la aponeurosis interna). Concretamente, en el estudio de Ikegawa et al. (2008) indicó que un mayor ángulo de penación se asoció con una producción de fuerza más baja en relación con el área de la sección transversal del músculo de los atletas entrenados en fuerza, esto se debe a la hipertrofia, pues un ángulo de penación excesivo puede mermar la capacidad de producir fuerza debido a la limitación del estiramiento del propio músculo. La efectividad del entrenamiento excéntrico en la prevención de lesiones de los isquiotibiales posiblemente sea mediada por la capacidad de lograr fuerzas superiores y una capacidad mejorada para soportar el estiramiento durante las acciones musculares excéntricas. En resumen, las estrategias para prevenir las lesiones de los músculos isquiotibiales, incluido el entrenamiento excéntrico, deben considerar tanto la fuerza excéntrica de los isquiotibiales como las adaptaciones estructurales anatómicas y neurales.

Por otro lado, la prevención de lesiones está íntimamente ligada al rendimiento del equipo. En el estudio de Hägglund et al. (2013), los autores destacan la incidencia de lesiones para explicar la frecuencia de lesiones en relación con la cantidad de exposición deportiva. Los resultados del estudio sugirieron que las lesiones que causan una gran carga lesional y, en consecuencia, dan lugar a más partidos perdidos y menor disponibilidad para la disputa en partidos, es más probable que tengan un impacto negativo en el rendimiento del equipo. De esta forma, se mostró que las lesiones tenían una significativa influencia en el rendimiento en el desempeño de liga y en competición europea en el fútbol profesional masculino. Los hallazgos enfatizan la importancia de prevención de lesiones para aumentar las posibilidades de éxito del equipo.

Por ello, en el mismo estudio de Hägglund et al. (2013), se realizó un seguimiento de 11 años del mismo grupo de equipos en competición europea (UCL), en los cuales se mostró que las lesiones musculares y/o tendinosas de los isquiotibiales y la zona de ingle, y los esguinces de ligamentos y las lesiones de las articulaciones de la rodilla y el tobillo, representan la mayor parte de la carga de

las lesiones (Ekstrand, Häggglund, Kristenson, Magnusson & Waldén, 2013). En el caso de los isquiotibiales, los estudios han demostrado que es posible el prevenir las lesiones de esta región muscular a través de entrenamientos defuerza específicos (Petersen et al., 2011), como hemos visto al inicio del apartado en relación al entrenamiento excéntrico.

Tras el análisis de los datos recogidos a cerca del índice lesional y desempeño competitivo de ambos grupos (grupo de control y grupo no controlado) tras la intervención realizada en el grupo de control, hemos observado la patente diferencia en el índice lesional entre el Ararat Armenia F.C. y el Urartu F.C., y el desempeño de ambos equipos en la Armenian Premeire League en la actual temporada 2020/21. En el caso de los grupos analizados durante la intervención, podemos observar la clara diferencia en cuanto al desempeño en liga entre el grupo de control (F.C. Ararat-Armenia) y el grupo no controlado (F.C. Urartu), véase en la siguiente figura:



Figura 3. Representación gráfica comparativa de la posición en liga (temporada 2020/21) durante los mesociclos de intervención entre los grupos.

Tras analizar la gráfica, podemos asegurar que el rendimiento del grupo de control (F.C. Ararat-Armenia) ha sido mejor que el grupo no controlado (F.C. Urartu). El F.C. Urartu se situó en primera posición durante el primer mes debido a que el resto de equipos presentaban numerosos partidos aplazados, estos son

porque, en el caso del F.C. Ararat-Armenia debía disputar partidos preliminares en otras competiciones europeas durante el inicio de la temporada. A partir de los siguientes mesociclos, observamos una tendencia diferencial por parte de ambos equipos con un desarrollo positivo en el grupo de control (F.C. Ararat-Armenia) y negativo en el grupo no controlado (F.C. Urartu).

Por ello, los resultados del protocolo de fuerza excéntrica han sido, en suma, positivos en cuanto a prevención de lesiones se refiere en el grupo de control en comparación al grupo no controlado y, por ende, el rendimiento se ha visto beneficiosamente influenciado.

7.- CONCLUSIONES

Tras realizar el análisis de los resultados obtenidos en el estudio y, contrastar la información obtenida apoyándonos en literatura científica diversa de las últimas décadas en el apartado anterior de la discusión (apartado 5), hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- 1) La inclusión del protocolo de fuerza excéntrica en la metodología de trabajo disminuye el riesgo lesional y, por ende, el índice lesional del equipo.
- 2) El índice lesional condiciona el rendimiento del equipo. Sin embargo, la mayor disponibilidad de jugadores en la plantilla está ligado con un mejor rendimiento del equipo.

8.- LIMITACIONES DE ESTUDIO

Con respecto a las limitaciones que hemos tenido para llevar a cabo el estudio, se han presentado los siguientes condicionantes:

-Falta de recursos materiales. En este aspecto, tuvimos que descartar diferentes ejercicios del protocolo establecido, debido a la ausencia de elementos externos necesarios para la realización y/o ejecución de ejercicios concretos (máquinas isoinerciales como poleas cónicas o cilíndricas, etc.). Además, este tipo de ejercicios presentaba un claro reconocimiento a nivel científico.

Por otro lado, como hemos mencionado anteriormente en el apartado de “Discusión”, hemos visto que el trabajo de fuerza excéntrica presenta diversos beneficios para el deportista, así como... Así pues, en relación a la valoración de este tipo de beneficios en el futbolista, no hemos podido llevar a cabo una valoración real y/o cuantificada debido a la ausencia de recursos tecnológicos y/o programas software (plataformas de fuerza, encoders, softwares como “*chronojump*”...) que permitan mostrar datos estadísticos reales sobre la situación física-condicional que presenta el jugador.

9.- FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Como hemos podido observar en los apartados anteriores, el entrenamiento excéntrico es una metodología que presenta gran eficacia en cuanto a la reducción del riesgo lesional en el futbolista, sin embargo, no existe una gran evidencia científica sobre este tipo de metodología concreta. La información sobre los diferentes protocolos de fuerza que se han llevado a cabo, el volumen, la frecuencia y el momento de ejecución de los trabajos realizados, dentro del microciclo, parece no ser suficiente como para asegurar la existencia de un modelo de trabajo excéntrico más concreto que resulte tener más evidencia científica en cuanto a la fiabilidad y eficiencia en la prevención de lesiones. Por ello, debería seguirse investigando a cerca de la temática, en cuestión, con objeto de cerrar y concretar más esta modalidad específica del trabajo de fuerza, en relación a la prevención de lesiones y, seguir implementarse protocolos que muestren una evidencia en la eficacia tras su aplicación, para conseguir la formación de un modelo metodológico capaz de combatir con éxito las lesiones más comunes del deporte rey.

Por otro lado, también creemos conveniente que, si la evidencia científica respalda esta tipología de trabajo de fuerza con objeto de prevención de lesiones, entre otros factores positivos, sería conveniente profundizar en el desarrollo y observación de los ejercicios que más eficiencia, eficacia, seguridad y fiabilidad presenten en esta área. Además, también sería interesante seguir investigando y desarrollando tipos de ejercicios que empleen poco material, que sea barato o bien que no requieran material para su ejecución. De esta forma, el trabajo de fuerza excéntrica y sus beneficios, podrán tener cabida en los contextos más humildes.

10.- BIBLIOGRAFÍA

- Alonso-Fernández, D., Docampo-Blanco, P., & Martínez-Fernández, J. (2017). Changes in muscle architecture of biceps femoris induced by eccentric strength training with nordic hamstring exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(1), 88–94.
- Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2007). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(1), 40–48.
- Bourne, M. N., Timmins, R. G., Opar, D. A., Pizzari, T., Ruddy, J. D., Sims, C., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2017). An Evidence-Based Framework for Strengthening Exercises to Prevent Hamstring Injury. *Sports Medicine*, 48(2), 251–267.
- Bueno, A. J., & Porqueres, I. M. (2008). TENDÓN. *Valoración y tratamiento en fisioterapia*. Editorial Paidotribo.
- Cancela, A. y Ramos, F. (2014). Epidemiología y factores de riesgo de las lesiones de miembro inferior en futbolistas. *X Congreso Internacional de Ciencias del Deporte y Educación Física. Pontevedra: Concello de Pontevedra*
- Ekstrand, J., Hägglund, M., Kristenson, K., Magnusson, H., & Waldén, M. (2013). Fewer ligament injuries but no preventive effect on muscle injuries and severe injuries: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 732–737.
- Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2009). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 553–558.
- 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.

- Gérard, R., Gojon, L., Decleve, P., & Van Cant, J. (2020). The Effects of Eccentric Training on Biceps Femoris Architecture and Strength: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Journal of Athletic Training*, 55(5), 501–514.
- González-Badillo, J. J. & Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. Barcelona: 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.
- Ikegawa, S., Funato, K., Tsunoda, N., Kanehisa, H., Fukunaga, T., & Kawakami, Y. (2008). Muscle Force per Cross-sectional Area is Inversely Related with Pennation Angle in Strength Trained Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 128–131.
- Olmedilla Zafra, A., Andreu Álvarez, MD, Abenza Cano, L., Ortín Montero, FJ, & Blas Redondo, A. (2006). LESIONES Y FACTORES DEPORTIVOS EN FUTBOLISTAS JÓVENES. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 2 (5), 59-66.
- Pettrons, P. (2001). Ultrasound of muscles. *European Radiology*, 12(1), 35–43.
- 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. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(11), 2296–2303.
- Reverter-Masià, J., & Plaza-Montero, D. (2002). Injury incidence in football. First league. Season 1999-2000. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 70, 50-54.
- Thacker, S., Gilchrist, J., Stroup, D. y Kimsey, C. (2004). The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, 3, 371-378.
- Van der Horst, N., Smits, D. W., Petersen, J., Goedhart, E. A., & Backx, F. J. (2014). The Preventive Effect of the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in Amateur Soccer Players. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(6), 1316–1323.
- Van Linschoten, R. (2015). Soccer Injuries. *Nuclear Medicine and Radiologic Imaging in Sports Injuries*, 1045–105

