



**Universidad**  
Zaragoza

# **Trabajo Fin de Grado**

**PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA Y PLAN PREVENTIVO  
DE DETECCIÓN DE LESIONES EN JUGADORES ALEVINES DE FÚTBOL**

**STRENGTH TRAINING PROGRAM AND INJURY DETECTION  
PREVENTIVE PLAN IN ALEVIN FOOTBALL PLAYERS**

**Autor/es**

**D. Martín León Alvira**

**Director/es**

**D. David Falcón Miguel**

**Facultad / Escuela**

**Facultad de Ciencias de la Salud y el Deporte**

**Curso 2019/2020**

## **AGRADECIMIENTOS**

Tras este período de trabajo, debo darles las gracias por su ayuda a las personas que han hecho posible que esto saliera adelante.

Me gustaría, en primer lugar, agradecer a los entrenadores de la categoría alevín en el Monreal C.F y el Calamocha C.F su predisposición y colaboración a la hora de realizar las evaluaciones, permitiendo que les robara tiempo de sus entrenamientos y ayudándome en las mediciones cuando era preciso.

Así mismo, también me gustaría mostrar mi agradecimiento a cada una de las familias de los jugadores evaluados, que grabaron a sus hijos en casa durante el confinamiento para que yo pudiera tener todos los datos necesarios para mi estudio.

Y, por último, agradecer a mi tutor D. David Falcón Miguel por guiarme desde el primer día en la realización del estudio, aportándome consejos y herramientas clave para su realización. Además de ayudarme a reorientar el trabajo y estar disponible en todo momento para dudas y tutorías, a pesar de la situación excepcional a nivel social y personal que todos estábamos atravesando durante el confinamiento.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. RESUMEN/ABSTRACT .....	4
2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN .....	5
3. OBJETIVOS.....	6
4. MARCO TEÓRICO .....	7
5. METODOLOGÍA .....	13
6. RESULTADOS .....	17
7. PROPUESTA .....	19
8. CONCLUSIONES .....	27
9. PERSPECTIVAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN .....	28
10. LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....	28
11. BIBLIOGRAFÍA .....	30
12. ANEXOS.....	34

### Lista de tablas

Tabla 1. Programación de las fases para la elaboración del estudio.	13
Tabla 2. Resultados de la evaluación.	17
Tabla 3. Datos descriptivos.	18
Tabla 4. Entrenamiento de fuerza.	20
Tabla 5. Propuesta inicial de trabajo correctivo.	23
Tabla 6. Propuesta adaptada de trabajo correctivo.	25

### Lista de figuras

Figura 1. Salto horizontal a pies juntos.	14
Figura 2. Single Hop.	14
Figura 3. Triple Hop.	15
Figura 4. Countermovement Jump.	15
Figura 5. Sentadilla lateral unilateral.	23
Figura 6. Bandas Thera-Band.	25

## **1. RESUMEN/ABSTRACT**

El objetivo de este estudio fue desarrollar una propuesta que englobara un programa de entrenamiento de fuerza en el tren inferior y un plan preventivo de evaluación y detección de lesiones para jugadores alevines de fútbol.

Se realizó una evaluación de fuerza y asimetrías a los sujetos a través de pruebas de salto y se llevó a cabo una revisión de diferentes estudios para establecer las condiciones de ambos programas. Finalmente, se propuso un plan de entrenamiento de fuerza de 8 semanas compuesto por los ejercicios de Drop Jump y Hurdle Jump, y se estableció un porcentaje igual o superior al 10% en las asimetrías para comenzar un plan preventivo de 10 semanas compuesto por sentadillas unilaterales realizadas con una polea cónica o cintas TheraBand.

The objective of this study was to develop a proposal that included a training program for strength in the lower body and a preventive plan for evaluation and detection of injuries for young soccer players.

An assessment of strength and asymmetries was made to the subjects through jump tests and a review of different studies was carried out to establish the conditions of both programs. Finally, an 8-week strength training plan was proposed consisting of the Drop Jump and Hurdle Jump exercises, and a percentage equal to or greater than 10% in asymmetries was established to start a 10-week preventive plan consisting of one-sided squats. made with a conical pulley or TheraBand tapes.

## **2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN**

En mi último curso para terminar el Grado de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, la realización del Trabajo de Fin de Grado es un requisito imprescindible para obtener la titulación. Por ello he intentado orientar bajo la supervisión de mi tutor este trabajo al ámbito que mejor conozco, el fútbol, para seguir mi formación en este campo y sacar el máximo provecho de mi experiencia en este deporte.

El objetivo inicial de este estudio iba a ser proponer dos entrenamientos diferentes a los alevines del Monreal C.F y el C.F Calamocha, con el fin de comparar los efectos de ambos en la mejora de la fuerza y la disminución de las asimetrías del tren inferior. Sin embargo, debido a la extraordinaria situación que se ha dado este año con la declaración del Estado de Alarma, mi tutor y yo nos vimos obligados a buscar otra salida, al resultar imposible la realización de la intervención. Finalmente decidimos aprovechar la evaluación previa realizada a los jugadores (complementada con vídeos enviados por ellos durante el confinamiento) para proponer un plan preventivo de detección de lesiones a través de la evaluación de la asimetría en el tren inferior, así como un programa de entrenamiento de fuerza a partir de las investigaciones consultadas.

El presente documento se divide en diferentes apartados, comenzando por los objetivos y el marco teórico para contextualizar el estudio con información recogida principalmente a través del gestor bibliográfico de PUBMED. A continuación, le sigue la metodología llevada a cabo para la evaluación y los resultados de la misma. Después se detalla la propuesta de entrenamiento de fuerza y plan preventivo, así como las conclusiones obtenidas a partir del presente trabajo. Por último, se abordan las perspectivas futuras de investigación, además de las limitaciones que ha habido para llevar a cabo el presente estudio.

En la actualidad estoy estudiando la titulación de entrenador de fútbol y creo que este trabajo puede aportarme información y herramientas aplicables a la hora de llevar a cabo trabajo de fuerza y prevención de lesiones en un equipo de fútbol base. Además de servirme para aprender a utilizar los gestores bibliográficos con mayor soltura y conocer diferentes autores y líneas de investigación muy interesantes tanto en este ámbito en concreto como en el campo de las actividades físico-deportivas en general.

### 3. OBJETIVOS

A continuación, se exponen los objetivos que persigue el presente estudio y que han determinado los pasos a seguir para su consecución:

- **Objetivo general**

Desarrollar una propuesta que englobe un programa de entrenamiento de fuerza en el tren inferior y un plan preventivo de evaluación y detección de lesiones para jugadores alevines de fútbol.

- **Objetivos específicos**

- Evaluar las asimetrías en el tren inferior a través de pruebas de salto y su posterior análisis por medio de apps móviles.
- Determinar la metodología de trabajo de fuerza más indicada para aplicar en jugadores alevines de fútbol y desarrollarla en un programa de entrenamiento.
- Determinar la relación entre asimetrías en el tren inferior y riesgo de lesión.
- Establecer las mejores pruebas de evaluación de asimetrías en el tren inferior para jugadores alevines y elaborar un plan preventivo de evaluación y detección de lesiones.

## 4. MARCO TEÓRICO

### ❖ La fuerza en el fútbol

Para entender el papel de la fuerza en el fútbol, es importante conocer los factores de rendimiento que influyen en este deporte. Según Legaz (2012), entre los diferentes factores de rendimientos propios de una modalidad como el fútbol se encuentran la fuerza explosiva específica, la resistencia a la fuerza explosiva específica y la fuerza resistencia. Kobal et al. (2016) también destaca el papel de la fuerza en deportes intermitentes como el fútbol, junto con la potencia y la velocidad, como factores considerados esenciales para el rendimiento atlético.

Esta relevancia que otorgan los autores a la fuerza se debe a que hay diferentes acciones individuales en el partido en las que va a resultar determinante. Según Stolen et al. (2005) los jugadores profesionales de fútbol realizan alrededor de 50 intervenciones en el partido, que comprenden contracciones fuertes y sostenidas, para mantener el equilibrio y el control del balón contra la presión defensiva. Así mismo, para ganar una carrera o salto dividido o para obtener la pelota antes que el oponente, los jugadores de fútbol necesitan una óptima combinación de fuerza y potencia en sus músculos de las extremidades inferiores. (Hammami et al. 2018). Cabe destacar que la potencia depende directamente de la fuerza, ya que es la capacidad de producir la máxima fuerza en el menor tiempo posible (Stolen et al. 2005).

A partir de las conclusiones de todos estos autores podemos concluir la relevancia de la fuerza en el fútbol. No obstante, hay que añadir que el trabajo de fuerza es clave en más aspectos que el del puro rendimiento deportivo, ya que diferentes estudios como el de Lloyd et al. (2015) ha descrito recientemente la importancia de la fuerza muscular y la potencia para la prevención de lesiones.

### ❖ Fuerza y prevención de lesiones

Son varios los estudios que sugieren una relación entre los desequilibrios de fuerza en el tren inferior y un mayor riesgo de lesión (Bishop et al., 2019; Gonzalo-Skok et al., 2019 y Peek et al., 2017).

Lloyd et al. (2015) resalta la importancia de un adecuado balance de fuerza en los músculos estabilizadores para la prevención de lesiones. Afirma que un nivel deficiente

de fuerza en los músculos estabilizadores resulta en una ejecución técnica ineficiente que predispone a un incremento del riesgo de lesión.

En la misma línea están las conclusiones de otro estudio en el que se realizó una evaluación isocinética para la detección de desequilibrios de fuerza del tren inferior en la pretemporada. En este caso aseguran que es un factor que aumenta el riesgo de lesión en los isquiotibiales y concluye que restaurar un perfil de fuerza normal disminuye la incidencia de lesiones musculares. (Croisier et al. 2008). Otra investigación relaciona la fuerza isométrica reducida del abductor de la cadera con la producción de esguinces laterales de tobillo sin contacto en jugadores profesionales masculinos. (Powers et al. 2017).

De las conclusiones de todos estos artículos podríamos extraer la idea de que el trabajo de fuerza enfocado a la reducción de desequilibrios musculares puede ayudar a la prevención de lesiones. Estos desequilibrios de fuerza entre extremidades se denominan asimetrías, de las cuales hablaremos más adelante.

#### ❖ **Entrenamiento de la fuerza en jugadores jóvenes**

Los jugadores jóvenes exhiben un alto nivel de capacidad de entrenamiento de fuerza y potencia muscular durante la adolescencia temprana (Chatzinikolau et al. 2018), pero a la hora de entrenar la fuerza hay diferentes posibles metodologías a implementar. La pliometría (Gonzalo-Skok et al. 2018), el entrenamiento de contraste de fuerza (Hammami et al. 2018), el entrenamiento combinado de resistencia y pliometría (Ita & Guntoro, 2018) o los levantamientos de peso olímpicos (Chatzinikolau et al. 2018) han demostrado ser eficaces para la mejora de la fuerza, cada uno en cierta medida y condicionando su elección a las características de los deportistas.

Por ejemplo, en un estudio en el que se comparó el entrenamiento de pliometría y de resistencia, se concluyó que la pliometría es más efectiva para mejorar la potencia muscular y la velocidad en jugadores jóvenes, pero el ejercicio de resistencia es más efectivo para mejorar la fuerza muscular (Ita & Guntoro, 2018). En otra investigación de Hammami et al. (2018) se compararon los efectos de un programa de entrenamiento pliométrico y un programa de entrenamiento de contraste de fuerza durante 8 semanas en temporada en 40 jugadores de fútbol (15,8±0,4 años). Ambos programas mejoraron la velocidad de sprint y el cambio de dirección, pero la mejora en el rendimiento fue mayor en el grupo que realizó el entrenamiento de contraste de fuerza. El autor concluye que se

debe alentar a los entrenadores a incluir entrenamiento de contraste de fuerza como elemento de acondicionamiento en temporada. Sin embargo, si se aplica un programa de entrenamiento combinado de pliometría y pesas las características del entrenamiento (principalmente volumen, intensidad y tipo de ejercicio) deben modificarse en relación con el estado de madurez y el nivel de fuerza inicial. (Rodríguez et al. 2016).

Al margen del entrenamiento pliométrico, de resistencia y de contraste hay otras posibles metodologías a aplicar. Los levantamientos de estilo olímpico se caracterizan por una mayor seguridad en grupos de edad similar a la de los sujetos de nuestro estudio (14-15 años) y parecen muy efectivos, además los que incorporan un empuje de cadera resultan en una mayor fuerza de extensores y flexores de rodilla. (Chatzinikolau et al. 2018). Otro estudio desarrolló un programa de entrenamiento con diferentes combinaciones y secuencias de media sentadilla (60-80%RM) y drop jump (30-45 cm) durante 8 semanas, dándose mejoras de rendimiento similares en fuerza y salto en futbolistas jóvenes de élite (18,9+-0,6 años) (Kobal et al. 2016).

De todas estas opciones para desarrollar un programa de entrenamiento de la fuerza, el entrenamiento pliométrico parece el más adecuado para nuestra propuesta.

#### ❖ **La pliometría como método de entrenamiento de fuerza**

Los pliometría consta de ejercicios que implican ciclos repetidos de estiramiento y acortamiento, se da un estiramiento muscular rápido (fase excéntrica) seguido inmediatamente por un acortamiento rápido del músculo (fase concéntrica). La rápida contracción muscular excéntrica facilita un aumento de la fuerza y potencia de salida durante la contracción concéntrica subsiguiente, siempre que los movimientos se realicen rápidamente. (Hammami et al., 2018).

Este tipo de entrenamiento nos permitirá mejorar la funcionalidad del ciclo de estiramiento-acortamiento (SSC) y la capacidad de potencia muscular (Kobal et al. 2016). Estas mejoras repercutirán en un aumento del rendimiento del deportista aumentando la capacidad de tolerar mayores fuerzas musculares excéntricas y el potencial de la fuerza concéntrica inicial en las acciones. (Ita et al. 2018). Los mismos autores aseguran que este tipo de entrenamientos es más beneficioso para deportes que impliquen velocidad y potencia como el fútbol, baloncesto o voleibol.

Esta metodología de trabajo es recomendable no solo para mejorar el rendimiento deportivo, sino también para reducir el riesgo de lesión musculoesquelética. (Kobal et al. 2016)

#### ❖ **Entrenamiento de fuerza y maduración biológica**

A la hora de aplicar entrenamiento de fuerza en jugadores jóvenes, el estado madurativo de estos jugadores parece ser determinante en la planificación. Las relaciones de equilibrio, fuerza y potencia pueden contener información importante de cara a las diferentes etapas de maduración para determinar las prioridades de entrenamiento (Hammami et al. 2018). Podemos ver un ejemplo en la relación isométrica cuádriceps/isquiotibial, que se reduce con el avance de la edad durante la adolescencia, lo que puede tener implicaciones importantes para el desarrollo de los atletas juveniles y la prevención de lesiones a largo plazo en el fútbol (Peek et al. 2017)

En un estudio realizado por Peña-González et al. (2019) se analizaron las adaptaciones de 130 jugadores de fútbol prepuberales con diferente estado de madurez a un programa combinado de ejercicios pliométricos y de resistencia con dos sesiones semanales de 20 minutos, durante 8 semanas. Los investigadores concluyeron que el entrenamiento fue positivo para la fuerza resistencia en jugadores que se encontraban en un estado previo o en el pico madurativo. En otro estudio en el que se realizó la aplicación de entrenamiento pliométrico, los jugadores que estaban en su pico madurativo y aquellos que aún no habían alcanzado el mismo mejoraron el salto vertical y el sprint, pero con menores ganancias que los que ya habían pasado su pico madurativo. (Asadi et al. 2018)

Por tanto, las diferencias en las adaptaciones de entrenamiento para jugadores con diferente estado de madurez sugieren la individualización del estímulo de entrenamiento para el correcto desarrollo a largo plazo de los jugadores. (Peña-González, et al. 2019).

La implementación del entrenamiento neuromuscular (es decir, entrenamiento de fuerza, pliométrico, sprint) en los años relativos al pico madurativo es bastante eficaz para promover el desarrollo atlético de la juventud debido a la mayor plasticidad del sistema neuromuscular antes, durante y después de alcanzar el pico madurativo. (Chatzinikolaou, et al. 2018)

## ❖ **Las asimetrías en el fútbol**

Cuando hablamos de las asimetrías en el fútbol, nos referimos a los desequilibrios musculares entre los dos miembros del tren inferior.

Fort-Vanmeerhaege et al. (2020) asegura en un estudio sobre asimetrías en el tren inferior que, en cualquier tarea dada, la capacidad física reducida de la extremidad más débil para producir y absorber fuerza, es probable que aumente el riesgo de lesiones. Esto se debe a que es probable que exceda su "capacidad de tolerancia" antes que la extremidad más fuerte cuando se consideran acciones repetidas de alta intensidad.

Las asimetrías entre las extremidades parecen ser un sólido apoyo para detectar jugadores con alto riesgo (el cuádruple en jugadores con > 10% de asimetría) de lesiones en las extremidades inferiores, así como para volver al deporte con éxito después de una lesión de LCA (Gonzalo-Skok, et al, 2019 & Bishop, 2019).

Además de influir en el riesgo de lesión, las asimetrías también parecen ser determinantes para el rendimiento en el fútbol. Bishop (2019) realizó un estudio con la intención de establecer la relación entre la asimetría, velocidad y cambio de dirección en jugadores de fútbol adultos y los resultados mostraron que las asimetrías más grandes están asociadas con tiempos más lentos durante las pruebas de velocidad y velocidad de cambio de dirección. Gonzalo-Skok et al. (2019) llegó a conclusiones similares tras evaluar las asimetrías a través del salto (altura de caída del salto y altura del CMJ con una sola pierna) relacionándolas con un cambio reducido de dirección y un menor rendimiento de carrera lineal, respectivamente.

En otra reciente investigación realizaron una evaluación en 81 jugadores de élite entre 14 y 18 años con el fin de examinar la relación entre asimetrías y rendimiento. Concluyeron que las asimetrías de salto están asociadas con disminuciones en la velocidad de sprint y en el rendimiento en el salto. (Bishop, Gonzalo-Skok et al, 2020). Recomiendan evaluar las asimetrías entre extremidades para mejorar las intervenciones de capacitación para jóvenes atletas de élite en deportes de equipo.

## ❖ Evaluación de las asimetrías

Las evaluaciones de asimetría del tren inferior en los atletas pueden proporcionar información de diagnóstico / pronóstico valioso. (Hewit et al., 2012). En un estudio de Dos Santos et al. (2019) en el que se evaluaron las asimetrías de 115 jugadores de deportes de equipo, los atletas de deportes de equipo masculinos y femeninos mostraron asimetrías significativas y dominio direccional durante tareas de velocidad de cambio de dirección de 180 ° de alta velocidad de aproximación. Los autores concluyen que los resultados de este estudio muestran que los atletas de deportes de equipo presentan un déficit de rendimiento significativo en el cambio de dirección y recomiendan realizar evaluaciones del cambio de dirección en ambas direcciones para establecer el dominio direccional y crear un perfil de simetría.

La necesidad de establecer evaluaciones de asimetría queda reflejada en multitud de artículos científicos. En un reciente estudio de Bishop et al. (2019) se cuantificó la asimetría entre extremidades a partir de pruebas de salto, pruebas de velocidad de cambio de dirección y dispositivos iso-inerciales. Este artículo concluye que el uso de dispositivos iso-inerciales para detectar asimetría entre extremidades puede ser más efectivo que las pruebas de cambio de dirección tradicionales. Además, los autores afirman que la asimetría tiene naturaleza individual y excluyen el uso de una sola prueba para la evaluación de la asimetría.

Por tanto, parece recomendable realizar diferentes pruebas para valorar las asimetrías. Evaluar las diferencias entre extremidades en tareas de fuerza y de salto puede dar lugar a diferentes niveles de asimetría; así, las diferencias entre extremidades parecen depender de la tarea. En consecuencia, se justifica la realización de ambos tipos de evaluación y se sugiere la selección de pruebas para medir las asimetrías en tareas basadas tanto en la fuerza como en el salto. (Bishop et al., 2017).

A la hora de elegir las herramientas de evaluación, parece que una manera efectiva es realizando el Salto Unilateral (Hewit et al., 2012). El Countermovement Jump también resulta fiable para evaluar las asimetrías en el tren inferior (Fort et al., 2015)

## 5. METODOLOGÍA

**Tabla 1.** Programación de las fases para la elaboración del estudio.

SUCESOS	FECHAS
Evaluación alevines C.F Calamocha	15 -22 Enero 2020
Evaluación alevines Monreal C.F	25-27 Febrero 2020
Envío vídeos CMJ y recopilación de resultados	20-30 Marzo
Elaboración del marco teórico	1-15 Abril 2020
Análisis de los resultados	15-28 Abril 2020
Elaboración del programa de fuerza	30 Abril – 4 Junio
Elaboración del plan de detección de lesiones	4-8 Junio
Redacción de las conclusiones finales	10-11 Junio

### 5.1 Muestra

En la realización de este estudio participaron un total de 28 participantes ( $11,15 \pm 0,65$  años). Se trataba de jugadores de la categoría alevín del C.F Calamocha y el Monreal C.F. En un principio la muestra iba a ser dividida en dos grupos con niveles similares de fuerza y asimetrías, pero dado que finalmente no pudimos realizar la intervención no fue necesario.

### 5.2 Diseño del estudio

Al ser menores de edad, a cada padre se le pasó un consentimiento informado donde se explicaban los objetivos del estudio y se pedía la autorización para realizar a los jugadores la evaluación.

La evaluación se llevó a cabo en los entrenamientos habituales de los equipos, tras el calentamiento y con un espacio de tiempo previo para la demostración y práctica de los diferentes tests. Las pruebas que se llevaron a cabo fueron las siguientes:

- Salto horizontal a pies juntos

Para medir el salto horizontal, se colocó una cinta métrica pegada en el suelo y saltando en tres ocasiones con las dos piernas juntas, se cogía la medida que quedaba a la altura de los talones.

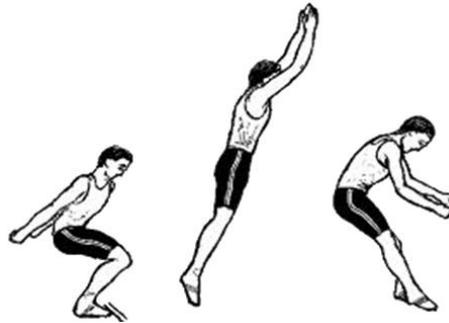


Figura 1. Salto horizontal a pies juntos.

- Salto horizontal a una pierna

Los sujetos partieron del apoyo sobre una sola pierna y saltaron lo más lejos posible, aterrizando con la misma pierna. Las manos se colocaron detrás de la espalda y los jugadores recibieron instrucciones de realizar un aterrizaje equilibrado controlado y manteniendo el pie de aterrizaje en el lugar de aterrizaje hasta que se hubiera registrado esta posición. De lo contrario, el salto resultaba no válido. La distancia se midió en centímetros desde la punta del pie en la posición de partida hasta el talón donde aterrizó el sujeto. Se permitieron tres saltos con cada pierna, tomando la mejor marca con cada una de ellas. La recuperación entre saltos y piernas fue de 30 segundos y 2 minutos, respectivamente.

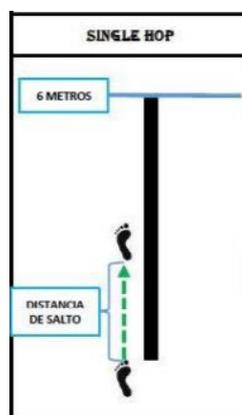


Figura 2. Single Hop.

- Triple salto horizontal a una pierna

Mismo procedimiento que en la prueba a una pierna, pero realizando 3 saltos consecutivos. Las manos se colocaron detrás de la espalda. Los jugadores recibieron instrucciones de realizar un aterrizaje equilibrado controlado y de mantener el pie de aterrizaje en su lugar. De lo contrario, el salto no se cuantificaba como válido. La distancia se midió en centímetros desde la punta del pie en la posición de partida hasta el talón donde aterrizó el sujeto. La recuperación entre saltos y piernas fue de 30 segundos y 2 minutos, respectivamente.

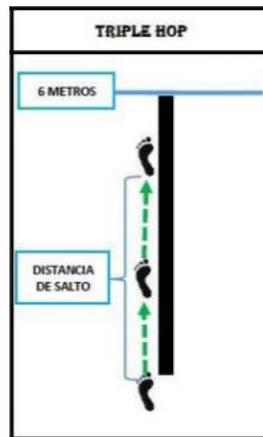


Figura 3. Triple Hop.

- Salto CMJ bilateral

La capacidad de salto vertical se evaluó usando un CMJ vertical, anotado en centímetros, con el tiempo de vuelo medido por la aplicación MyJump 2 para calcular la altura del salto. Los jugadores fueron instruidos para mantener sus manos en las caderas durante el CMJ. Cada prueba se realizó tres veces, separadas por 30 segundos de recuperación pasiva, y se registró el mejor salto.

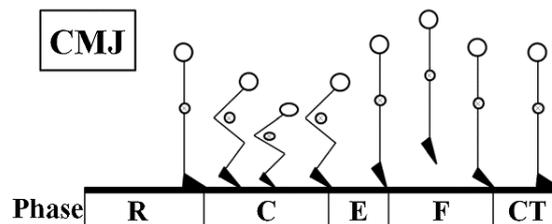


Figura 4. Countermovement Jump.

- Salto CMJ unilateral

Cada sujeto partió del apoyo sobre una única pierna, manteniendo las manos en las caderas durante el CMJ unilateral y la pierna alternativa flexionada a 90 ° en la cadera y la rodilla. Los jugadores recibieron instrucciones de realizar un aterrizaje equilibrado controlado y mantener el pie de aterrizaje en su lugar. Si no se mantenía la técnica adecuada, se determinaba el salto como no válido. Cada salto se realizó tres veces, separados por 30 segundos de recuperación pasiva, registrándose el mejor salto. Se permitieron dos minutos de recuperación pasiva entre las piernas.

A la hora de realizar el CMJ se instruyó a los deportistas para la realización de un salto partiendo el sujeto desde una posición erguida y con las manos en las caderas, por medio de una flexión seguida lo más rápidamente de una extensión de piernas. Hay que añadir que las grabaciones de los saltos CMJ unilaterales se interrumpieron por la emergencia sanitaria y tuvieron que ser enviadas por los sujetos durante el confinamiento vía Whatsapp para posteriormente ser evaluados por medio de apps móviles.

### **5.3 Instrumentos**

Dada la falta de acceso a materiales más fiables y sofisticados para llevar a cabo la toma de datos, el cálculo del CMJ se llevó a cabo a través de la aplicación MyJump 2. La app ofrece la posibilidad de grabar los saltos de los sujetos y, manualmente, seleccionar los fotogramas de despegue y contacto con el suelo para obtener datos sobre el mismo. Nos permite calcular con relativa facilidad datos de salto, fuerza, velocidad, potencia, tiempo de contacto, índice de fuerza reactiva, asimetrías o perfiles de fuerza-velocidad con precisión elevada.

Respecto a la fiabilidad de esta aplicación utilizada para recoger los valores de salto, Yingling et al. (2018) evaluaron la fiabilidad de la aplicación MyJump en relación a las medidas obtenidas con el equipo VERTEC en el test Sargent de salto vertical y determinaron que la aplicación MyJump puede proporcionar una medida fiable de la altura del salto vertical sin la necesidad de equipos costosos como el VERTEC. En otro análisis llevado a cabo por Rago et al. (2018) para analizar la validez de diferentes dispositivos portátiles, se afirma que la aplicación MyJump, ofrece una fiabilidad considerable para medir el tiempo de vuelo y la altura de salto.

## 5. RESULTADOS

La evaluación nos proporcionó datos de fuerza y asimetrías en 28 sujetos. Se establecieron correlaciones entre las diferentes pruebas de salto para evaluar la fuerza y las asimetrías.

**Tabla 2.** *Resultados de la evaluación.*

JUGADOR	FECHA NACIMIENTO	SH	HTDCHA	HTIZDA	TRIHTDCHA	TRIHTDCHA	CMJ	CMJDCHA	CMJIZDA	ASIM CMJ	ASIM HT	ASIM 3HT
1	17/11/2009	153	123	129	348	374	16,88	7,54	6,37	15,517	-4,878	-7,471
2	26/04/2009	158	127	134	438	331	20,11	15,19	8,04	47,070	-5,511	24,429
3	16/04/2009	164	141	140	478	408	22,25	12,56	6,71	46,576	0,709	14,644
4	28/12/2009	171	139	136	421	413	16,88	8,81	6,37	27,695	2,158	1,900
5	13/05/2009	169	136	146	435	465	18,75	13,35	8,81	34,007	-7,352	-6,896
6	02/05/2009	164	125	142	420	431	16,97	11,71	8,81	24,765	-13,6	-2,619
7	16/01/2009	134	122	108	388	328	11,78	5,2	6,32	-21,538	11,475	15,463
8	16/11/2009	121	90	76	301	214	11,48	5,25	6,37	-21,333	15,555	28,903
9	09/02/2009	148	136	110	418	378	16,88	8,81	8,87	-0,681	19,117	9,569
10	25/02/2009	156	140	131	416	451	18,84	15,02	11,71	22,037	6,428	-8,413
11	13/01/2009	168	135	128	448	488	20,21	8,04	8,04	0	5,185	-8,928
12	20/05/2009	174	134	134	462	462	27,2	12,17	12,09	0,657	0	0
13	21/05/2009	158	120	105	360	332	9,81	8,87	5,2	41,375	12,5	7,777
14	17/03/2008	171	164	168	483	523	22,25	10,89	12,56	-15,335	-2,439	-8,281
15	23/06/2008	138	123	129	420	384	20,01	6,15	6,21	-0,975	-4,878	8,571
16	10/03/2008	121	112	106	388	432	14,26	4,04	5,22	-29,207	5,357	-11,340
17	30/04/2008	161	114	131	385	394	19,13	6,6	6,6	0	-14,912	-2,337
18	09/02/2008	158	118	114	353	380	16,16	5,56	6,77	-21,762	3,389	-7,648
19	04/11/2008	152	120	117	386	382	15,35	5,2	4,24	18,461	2,5	1,036
20	26/08/2008	166	148	156	392	458	15,02	6,32	7,48	-18,354	-5,405	-16,836
21	09/04/2008	143	97	86	341	310	15,89	7,47	7,41	0,803	11,340	9,090
22	27/06/2008	165	134	132	408	396	13,43	5,25	4,24	19,238	1,492	2,941
23	23/07/2008	138	124	135	366	389	12,56	4,52	5,56	-23,008	-8,870	-6,284
24	30/11/2008	136	91	107	382	352	18,08	4,66	6,23	-33,690	-17,582	7,853
25	29/09/2008	169	146	143	468	466	12,24	4,52	5,56	-23,008	2,054	0,427
26	02/05/2009	171	128	139	392	438	16,77	8,41	7,54	10,344	-8,593	-11,734
27	01/06/2008	140	128	120	448	436	4,54	3,46	2,34	32,369	6,25	2,678
28	22/02/2008	190	154	139	475	461	16,16	5,56	4,52	18,705	9,740	2,947

Nota. SH: Salto horizontal, HTDCHA: Salto horizontal con pierna derecha, HTIZDA: Salto horizontal con pierna izquierda, 3HTDCHA: Triple salto horizontal con pierna derecha, 3HTIZDA: Triple salto horizontal con pierna izquierda, CMJ: Countermovement jump, CMJDCHA: Countermovement jump con pierna derecha, CMJIZDA: Countermovement jump con pierna izquierda, ASIMCMJ: Asimetría en el CMJ, ASIMHT: Asimetría en el salto a una pierna, ASIM3HT: Asimetría en el triple salto a una pierna.

**Tabla 3. Datos descriptivos**

	Mínimo estadístico	Máximo estadístico	Media	Desviación típica
EDAD	9,4	12,12	11,1563	0,65449
SH	114	203	154,92	22,66962
HTDCHA	85	164	127,82	21,02835
HTIZDA	76	168	126,1	21,02598
3HTDCHA	298	498	409,64	55,43216
3HTIZDA	214	523	399,96	67,56915
CMJ	4,54	27,2	16,4246	4,42115
CMJDCHA	3,46	15,19	7,8975	3,41522
CMJIZDA	2,34	12,56	7,0068	2,34703
ASIMCMJ	-33,69	47,07	5,3831	24,17425
ASIMHT	-24,71	27,27	0,9185	10,20186
ASIM3HT	-16,84	28,9	2,5566	8,88573

Nota. SH: Salto horizontal, HTDCHA: Salto horizontal con pierna derecha, HTIZDA: Salto horizontal con pierna izquierda, 3HTDCHA: Triple salto horizontal con pierna derecha, 3HTIZDA: Triple salto horizontal con pierna izquierda, CMJ: Countermovement jump, CMJDCHA: Countermovement jump con pierna derecha, CMJIZDA: Countermovement jump con pierna izquierda, ASIMCMJ: Asimetría en el CMJ, ASIMHT: Asimetría en el salto a una pierna, ASIM3HT: Asimetría en el triple salto a una pierna.

## 5.1 Correlaciones

Las principales correlaciones se dieron entre la prueba de salto horizontal con pierna derecha (HTDCHA) y las pruebas de salto horizontal con la izquierda (HTIZDA) y triple salto tanto con la izquierda (TRIHTIZDA) como con la derecha (TRIHTDCHA). También se dio una correlación considerable entre el salto horizontal a dos piernas (SH) y las pruebas de salto horizontal a una pierna (HTDCHA y HTIZDA) y triple salto horizontal a una pierna (TRIHTDCHA y TRIHTIZDA), tanto con la izquierda como con la derecha en ambos casos.

Se encontró correlación significativa entre el salto horizontal con la pierna izquierda (HTIZDA) y los saltos triples a una pierna (TRIHTIZDA y TRIHTDCHA).

En cuanto al CMJ bilateral, mostró cierta correlación con el CMJ a una pierna, tanto con la izquierda como con la derecha (CMJIZDA Y CMJDCHA) y de menor relevancia con el SH, HTIZDA Y TRIHTDCHA.

## **7. PROPUESTA**

### **7.1 Propuesta de entrenamiento de fuerza**

Entre todos los ejercicios pliométricos existentes se ha decidido realizar el Drop Jump y el Hurdle Jump (salto de vallas). Está demostrado que estos ejercicios son adecuados para incrementar la fuerza, potencia y velocidad en jugadores jóvenes (Hammami, 2018).

Estudios como los de Kobal (2016) e Ita y Guntoro (2018) han mostrado que este tipo de entrenamiento está indicado para jugadores en proceso madurativo. Por ello, teniendo en cuenta las características de la muestra hemos elegido este tipo de entrenamiento. Concretamente nos hemos basado en el estudio de Hammami (2018), dada su efectividad y actualidad.

Su programa de entrenamiento consistió en 2 sesiones semanales y tendrá una duración de 8 semanas. Las sesiones constaron de un calentamiento de 15 minutos y una parte principal que durará en torno a 20 minutos.

Los participantes fueron previamente instruidos para realizar el Drop Jump, realizando el rebote al máximo posible con el mínimo tiempo de contacto con el suelo, y el Hurdle Jump. Ambos saltos se realizaron con una mínima flexión de rodilla.

Los sets de Drop Jump constaron de 7-10 rebotes máximos tras caer de un cajón a 0,6-0,7 metros con 5 segundos de pausa entre cada rebote. Los sets de saltos de valla tuvieron entre 7 y 10 saltos continuos sobre obstáculos espaciados a intervalos de 1 metro.

**Tabla 4.** *Entrenamiento de fuerza.*

<b>SEMANA</b>	<b>EJERCICIO</b>	<b>SETS</b>	<b>REPETICIONES</b>
1	0,4 m Hurdle Jump	5	7
2	0,4 m Hurdle Jump	7	10
3	0,5 m Hurdle Jump	10	7
4	0,5 m Hurdle Jump	5	10
5	0,5 m Drop Jump	4	7
6	0,5 m Drop Jump	4	10
7	0,6 m Drop Jump	4	7
8	0,6 m Drop Jump	4	10

Dicho entrenamiento se realizó al inicio de la sesión, tras el calentamiento y previo al entrenamiento específico. Los saltos se realizaron sobre tartán, aunque en su defecto se pueden ejecutar en el césped. Hay que recalcar que el entrenamiento pliométrico en césped provoca la misma mejora que en otras superficies. (Slimani et al., 2016).

Según los resultados de la revisión realizada por Slimani (2016) el entrenamiento pliométrico de 6-7 semanas es demasiado corto para mejorar la potencia muscular en jugadores de élite. Sin embargo, también nos dice que este tipo de entrenamiento aplicado durante menos de 8 semanas tiene el potencial de mejorar en un amplio rango la fuerza y el rendimiento atlético en niños y jóvenes jugadores aficionados, como en el caso de la muestra de nuestro estudio.

Además, el mismo autor recomienda que los entrenadores de equipo implementen el entrenamiento pliométrico durante la temporada.

Basándonos en las recomendaciones de los autores, la programación anual del entrenamiento de fuerza constará de dos bloques, cada uno de 8 semanas, que constarán de los ejercicios expuestos en la tabla anterior. El primer bloque se realizará en los meses de septiembre y de octubre, coincidiendo con la pretemporada y el inicio de la competición. El segundo bloque se realizará en enero y febrero, tras el parón navideño y de cara al final de la temporada. Este segundo bloque es susceptible de ser modificado en repeticiones, sets y/o alturas, pero dependerá del estado de fuerza de los jugadores tras las vacaciones de navidad, que deberá ser reevaluado de cara a planificar el segundo bloque.

## **7.2 Plan preventivo de detección de lesiones**

En cualquier tarea que involucre al tren inferior, la capacidad física reducida de la extremidad más débil para producir y absorber fuerza, hará probable que aumente el riesgo de lesiones (Fort-Vanmeerhaege et al., 2020; Bishop., 2019 & 2020; Gonzalo-Skok., 2019 & 2020).

La siguiente propuesta tiene como objetivos la evaluación y detección de asimetrías que supongan un riesgo de lesión, así como el desarrollo de un trabajo preventivo de corrección de las mismas.

El criterio que vamos a tomar como referencia para considerar la asimetría en el tren inferior como indicador de riesgo de una posible lesión será un porcentaje igual o superior al 10% (Gonzalo-Skok, et al, 2019 & Bishop, 2019).

### **7.2.1 Evaluación de las asimetrías**

A la hora de llevar a cabo la evaluación para detectar posibles asimetrías iguales o superiores al 10%, en consonancia con los estudios de Bishop (2017) y Gonzalo-Skok (2019), hemos seleccionado las siguientes pruebas de rendimiento funcional:

- Prueba de salto horizontal de una pierna
- Prueba de salto horizontal de triple salto
- Prueba de salto de contramovimiento bilateral
- Prueba de salto de contramovimiento unilateral.

Estas pruebas de evaluación y detección de asimetrías se realizarán al comienzo de la temporada y tras el parón invernal, coincidiendo con la finalización de los dos bloques anuales de entrenamiento de fuerza. De esta manera, podremos ver el estado de las asimetrías tras producirse las adaptaciones del entrenamiento de fuerza, puesto que si realizáramos antes la evaluación es posible que los datos recogidos variaran como consecuencia del entrenamiento.

Previamente a la realización de estas pruebas se llevará a cabo un calentamiento estandarizado de 10 minutos (trote durante 5 minutos, estiramiento dinámico, 10 sentadillas bilaterales, 10 sentadillas unilaterales y 3 saltos unilaterales verticales).

En todas las pruebas se definirá la pierna débil y la pierna más fuerte, de cara a la estructuración del plan de trabajo correctivo.

## **7.2.2 Plan de trabajo correctivo**

### **1. PROPUESTA INICIAL**

Para el siguiente plan de trabajo correctivo de las asimetrías en el tren inferior, hemos tomado como referencia la intervención de Gonzalo-Skok (2019).

En esta investigación se dividió la muestra en tres grupos que realizaron el mismo entrenamiento variando el volumen y la pierna con la que comenzaban el trabajo. El primer grupo ejecutó el mismo volumen con ambas piernas comenzando con la pierna más débil, el segundo grupo realizó el doble de volumen con la pierna más débil y también comenzando con la pierna más débil, y el tercer grupo realizó el mismo volumen con ambas piernas comenzando con la pierna más fuerte

El estudio concluyó que las asimetrías se redujeron principalmente al realizar el doble de volumen con la pierna más débil. Además, se demostró que los programas de entrenamiento de fuerza unilateral mejoraron sustancialmente el rendimiento de salto bilateral, mientras que el salto unilateral se mejoró de manera notoria en aquellos grupos que comenzaron la sesión de entrenamiento con la pierna más débil.

- **Intervención**

La intervención se llevará a cabo inmediatamente después de realizar las evaluaciones, tras finalizar los dos bloques anuales de contenido de fuerza.

Los participantes realizarán 1 sesión de entrenamiento de sobrecarga excéntrica por semana, además de su entrenamiento normal de fútbol, durante 10 semanas consecutivas. Dicha sesión se realizará al menos 48 h después del partido. La intervención consistirá en 2 series de sentadilla lateral unilateral.

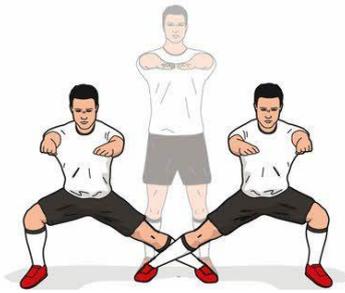


Figura 5. Sentadilla lateral unilateral.

En el estudio de Gonzalo-Skok (2019) se utiliza una polea cónica portátil. Este dispositivo supone la manera más óptima de cuantificar la carga.

Al inicio de la sesión se realizará un calentamiento estándar que se compondrá de trote durante 5 minutos, estiramientos dinámicos y 2 series de sentadillas laterales unilaterales con cada pierna de 8 repeticiones haciendo la última 3 repeticiones lo más rápido posible

El ejercicio seleccionado para el entrenamiento es la sentadilla lateral debido a que los jugadores de fútbol frecuentemente realizan patrones de movimiento multidireccionales; por lo tanto, el desarrollo de la fuerza fuera del plano sagital se considera apropiado dados los mecanismos de lesión que a menudo se asocian con los jugadores de fútbol en el plano frontal (Gonzalo-Skok, 2019).

- Carga de entrenamiento

La carga de entrenamiento se periodizará de la siguiente manera:

**Tabla 5.** *Propuesta inicial de trabajo correctivo.*

<b>SEMANAS</b>	<b>REPETICIONES SERIE</b>	<b>x VELOCIDAD DE EJECUCIÓN</b>
1 y 2	6	Relación de fuerza 1
3 y 4	8	Relación de fuerza 1
5 y 6	8	Relación de fuerza 2
7 y 8	10	Relación de fuerza 2
9 y 10	10	Relación de fuerza3

Atendiendo a las conclusiones del estudio de Gonzalo-Skok (2019), los sujetos comenzarán el trabajo con la pierna más débil y realizarán el doble de volumen con la misma, ya que se ha demostrado la manera más efectiva para disminuir asimetrías.

La recuperación entre piernas y series será de 30 s y 3 min, respectivamente.

Se instruirá a los jugadores en el ejercicio de la sentadilla lateral previamente al entrenamiento, indicado a los jugadores que realicen la fase concéntrica lo más rápido posible e intenten ralentizar la acción de frenado hasta el último tercio de la fase excéntrica.

## 2. PROPUESTA ADAPTADA

Los precios de una polea cónica portátil son considerablemente elevados (véase Anexo 1), por lo que sería razonable establecer una adaptación de la propuesta anterior con algún tipo de material alternativo que pudieran permitirse los clubes que han participado en el presente estudio.

En este caso, hemos decidido proponer la utilización de bandas Thera-Band. El índice de fuerza Thera-Band constituye un indicador objetivo del trabajo relativo realizado durante un ejercicio. Comparado con una prueba manual de músculos, el índice de fuerza indica la fuerza y la resistencia en una amplitud de movimiento determinada. Las técnicas para evaluar la fuerza muscular tienen correlaciones importantes que varían de 0,48 a 0,93 y presentan un alto grado de confiabilidad (Manor et al. 2006; Mikesky et al. 1996).

		KILOGRAMOS DE FUERZA			
		50% (~45°)	100% (~90°)	150% (~135°)	200% (~180°)
Color de banda o tubo Thera-Band	Amplitud del movimiento de elongación				
	Amarillo	2	3	4	5
	Rojo	2,5	4	5	6
	Verde	3	5	6,5	8
	Azul	4,5	7	9	11

Figura 6. Características de las bandas Thera-Band.

El índice de fuerza puede usarse como un indicador de la progresión del ejercicio. Al multiplicar la fuerza (en base a la elongación) por las repeticiones, el índice de fuerza mide objetivamente el trabajo y documenta la progresión con cifras en lugar de colores.

Las bandas elásticas podrían cumplir una función similar a la polea cónica en caso de que los clubes no dispongan de presupuesto para adquirir una polea, aunque sería más complicado el control y ajuste de la carga excéntrica. Al igual que la polea, las bandas elásticas no solamente agregan carga extra en toda la fase concéntrica, sino que también aumentan la carga en la fase excéntrica, especialmente en el inicio de la fase.

- Carga de entrenamiento

A la hora de controlar la carga de entrenamiento, nos guiamos por el color de la banda, que determinará la resistencia a vencer. En este caso los grupos comenzarían con un color u otro en función de los resultados obtenidos en el CMJ.

La media de la muestra en la evaluación del CMJ fue de 16,42 centímetros. Este dato nos sirve para dividir al grupo en 2 niveles de entrenamiento tomando como referencia la fuerza demostrada en el CMJ. Aquellos jugadores con una marca inferior a 16 cm (G1) en el CMJ comenzarían las dos primeras semanas con las bandas amarillas, mientras que los que hubieran obtenido un resultado superior a 16 cm (G2), empezaría directamente con el color rojo.

**Tabla 6.** *Propuesta adaptada de trabajo correctivo*

<b>SEMANAS</b>	<b>REPETICIONES SERIE</b>	<b>x TIPO DE BANDA (G1/G2)</b>
1 y 2	6	Amarillo / Rojo
3 y 4	8	Rojo / Verde
5 y 6	8	Verde / Verde
7 y 8	10	Verde / Azul
9 y 10	10	Azul / Azul

La dinámica es la misma que en la propuesta anterior, realizando una jornada semanal de entrenamiento durante 10 semanas, compuesta por dos series de sentadillas laterales unilaterales.

La recuperación entre piernas y series será de 30 s y 3 min, respectivamente. Al igual que en la propuesta inicial, los jugadores comenzarán el ejercicio con la pierna más débil y realizarán el doble de repeticiones con ella.

Se instruirá a los jugadores en el ejercicio de la sentadilla lateral previamente al entrenamiento, indicado a los jugadores que realicen la fase concéntrica lo más rápido posible e intenten ralentizar la acción de frenado hasta el último tercio de la fase excéntrica.

Además, se les realizará una sesión de familiarización y contacto con las bandas elásticas y sus propiedades. Trataremos de que la amplitud del movimiento sea la máxima posible en cada una de las repeticiones para que la resistencia ejercida por la banda sea proporcional en cada uno de los colores.

## 8. CONCLUSIONES

En base al estudio realizado, considerando la evaluación y el trabajo teórico llevados a cabo, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El entrenamiento de fuerza y la evaluación de asimetrías son elementos clave a la hora del desarrollo físico y la prevención de lesiones en jugadores alevines de fútbol.
- A la hora de desarrollar un protocolo de trabajo de fuerza y evaluación asimetrías se deben tener en cuenta las características específicas de este grupo de edad, dando gran importancia al estado madurativo de cada sujeto.
- El entrenamiento pliométrico parece una metodología de trabajo de fuerza adecuada para jugadores de este grupo de edad.
- La detección de asimetrías en el tren inferior que supongan un porcentaje igual o superior al 10% resulta indispensable a la hora de prevenir lesiones.
- Tanto el salto horizontal bilateral y unilateral como el CMJ bilateral y unilateral son tests recomendables para la evaluación de las asimetrías en el tren inferior.

## **9. PERSPECTIVAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN**

Tanto el entrenamiento de fuerza como la evaluación de asimetrías con el objetivo de prevenir lesiones son recomendables en jugadores preadolescentes. Sin embargo, a la hora de llevar a cabo intervenciones de esta naturaleza es necesario ahondar en las características específicas de este grupo de edad.

En el futuro, nuevas investigaciones deberían tratar de centrarse en aspectos más concretos como la intensidad, volumen, frecuencia, carga de entrenamiento y velocidad de ejecución para poder diseñar intervenciones más eficaces que arrojen resultados contundentes. Es preciso que en estos estudios se tenga en cuenta la influencia del estado madurativo de la población preadolescente, ya que puede ser determinante a la hora de diseñar la intervención y no abundan los estudios en este campo.

## **10. LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

A la hora de comentar las limitaciones del presente estudio hay que abordar el principal condicionante del mismo, la inesperada situación de emergencia sanitaria que comenzó a mediados de marzo en nuestro país y en la que todavía nos encontramos. La necesidad de medidas de distanciamiento social y el confinamiento establecido como consecuencia del Estado de Alarma hizo imposible la intervención en los sujetos evaluados previamente, impidiendo que pudiéramos comparar dos entrenamientos de fuerza y obligándonos a enfocar el trabajo en otra dirección.

Además, la declaración del Estado de Alarma coincidió con las fechas en las que estaba llevando a cabo la evaluación previa y muchas mediciones quedaron incompletas. Nos vimos obligados a pedir a los sujetos de la muestra vía Whatsapp vídeos realizando los 3 saltos de CMJ, para evaluarlos posteriormente a través de apps móviles. Tampoco se pudieron realizar las medidas relativas al cálculo del pico madurativo, cuyo análisis hubiéramos incluido en el estudio dada su importancia en sujetos de la edad de nuestros participantes.

Al margen de estos contratiempos, también debemos mencionar el hecho de que para la evaluación previa se utilizaron aplicaciones móviles con una fiabilidad aceptable, pero los resultados podrían haber sido más precisos si se hubiera tenido acceso a métodos

más sofisticados y eficaces como las células fotoeléctricas o las plataformas de infrarrojos.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

Asadi, A., Ramirez-Campillo, R., Arazi, H. & Sáez de Villarreal, E. (2018). The effects of maturation on jumping ability and sprint adaptations to plyometric training in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*. DOI:10.1080/02640414.2018.1459151

Bishop, C., Turner, A., & Read, P. (2018). Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: a systematic review. *Journal of sports sciences*, 36 (10), 1135-1144.

Bishop, C., Turner, A., Jarvis, P., Chavda, S. & Read, P. (2017). Considerations for selecting field-based strength and power fitness tests to measure asymmetries. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 31(9): 2635–2644

Bishop, C., Turner, A., Maloney, S., Lake, J., Loturco, I., Bromley, T., & Read, P. (2019) Drop Jump Asymmetry is Associated with Reduced Sprint and Change of Direction Speed Performance in Adult Female Soccer Players. *Sports*. 29 (7), 1-10

Chatzinikolaou, A., Michaloglou K., Avloniti, A., Leontsini, D., Deli, K., Vlachopoulos, D... Fatouros, I. (2018). The Trainability of Adolescent Soccer Players to Brief Periodized Complex Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0763>

Croisier, J.L., Ganteaume, S., Binet, J., Gently, M & Ferret J.M. (2008) Strength Imbalances and Prevention of Hamstring Injury in Professional Soccer Players: A Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*. 36 (8): 1469-75

Di Giminiani, R., Visca, C. (2017). Explosive strength and endurance adaptations in Young elite soccer players during two soccer seasons, *PLoS ONE*. 12 (2) DOI: 10.1371/journal.pone.0171734

Dos Santos, T., Thomas, C., Comfort, P. & Jones, P. A. (2018). Performance and Asymmetries between Team-Sport Athletes: Application of Change of Direction Deficit. *Sports*. 174 (6) DOI: 10.3390/sports6040174

Fort-Vanmeerhaeghe, A., Montalvo, A. M., Sitjà-Rabert, M., Kiefer, A. W., & Myer, G. D. (2015). Neuromuscular asymmetries in the lower limbs of elite female youth basketball players and the application of the skillful limb model of comparison. *Physical Therapy in Sport*, 16(4), 317–323.

Fort-Vanmeerhaege, A., Bishop, C., Busca, B., Aguilera-Castells, J., Vicens-Bordas, J., & Gonzalo-Skok, O. (2020) Inter-limb assymetries are associated with decrements in physical performance in youth elite team sports athletes. *PLoS ONE*. 15 (3) DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229440>

Gil, S.M., Badiola, A., Bidaurrezaga-Letona, I., Zabala-Lili, J., Gravina, L., Santos-Concejero, L., Lekue, J.A. & Granados, C. (2013). Relationship between the relative effect and anthropometry, maturity and performance in young soccer players. *Journal of Sports Sciences*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2013.832355>

Gómez, A., Matute, A., González, A., Casajús, J.A. & Vicente, G. (2017). Plyometric exercise and bone health in children and adolescents: a systematic review. *World Journal of Pediatrics*. DOI: 10.1007/s12519-016-0076-0

Gómez-Campos, R., De Arruda, M., Hobold, E., Abella, C.P., Camargo, C., Martínez Salazar, C., & Cossio-Bolaños M.A. (2013) *Rev Andal Med Deporte*. 6 (4) 151-160

Gonzalo-Skok, O., Moreno-Azze, A., Arjol-Serrano, J. L., Tous-Fajardo, J., & Bishop, C. (2019). A Comparison of Three Different Unilateral Strength Training Strategies to Enhance Jumping Performance and Decrease Inter-Limb Asymmetries in Soccer Players. *International journal of sports physiology and performance*, 1-26.

Gonzalo-Skok, O., Sánchez-Sabaté, J., Izquierdo-Lupón, L., & Sáez de Villareal, E. (2018). Influence of force-vector and force application plyometric training in young elite basketball players. *European Journal of Sport Science*. DOI:10.1080/17461391.2018.1502357

Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Valero-Campo, C., Berzosa, C., Bataller, A., Arjol-Serrano, J. L., Moras, G., & Mendez-Villanueva, A. (2017) Eccentric-Overload Training in Team-Sport Functional Performance: Constant Bilateral Vertical Versus Variable Unilateral Multidirectional Movements. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 12 (7), 951-958.

Hammami, M., Gaamouri, N., Sheppard, R.J., & Chelly, M.S. (2018) Effects of Contrast Strength vs Plyometric Training on Lower Limb Explosive Performance, Ability to Change Direction and Neuromuscular Adaptation in Soccer Players. *J Strength Cond Res*. 33 (8), 2094-2103

Hammami, R., Chaouachi, A., Makhlouf, I., Granacher, U. & Behm, D.G. (2016) Associations Between Balance and Muscle Strength, Power Performance in Male Youth Athletes of Different Maturity Status. *Pediatric Exercise Science*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1123/pes.2015-0231>

Hewit, J. K., Cronin, J. B., & Hume, P. A. (2012). Asymmetry in multi-directional jumping tasks. *Physical Therapy in Sport*, 13(1), 238-242.

Ita, S. & Guntoro, T. S. (2018) The Effect of Plyometric and Resistance Training on Muscle Power; Strenght, and Speed in Young Adolescent Soccer Players. *Indian Journal of Public Health Research and Development*. 9 (8), 1450-1455

Kobal, R., Loturco, I., Barroso, R., Gil, S., Cuniyochi, R., Ugrinowitsch, C., Roschel, H., & Tricoli, V. (2017) Effects of different combinations of strenght, power and plyometric training on the physical performance of elite young soccer players. *J Strenght Cond Res*. 31 (6), 1468-1476

Legaz-Arrese, A. (2012). Manual de entrenamiento deportivo. Editorial Paidotribo

Lloyd R.S., Oliver J.L., Faigenbaum, A.D., Howard, R., De Ste Croix, M.B., Williams, C.A., Best, T.M., Alvar, B.A., Micheli, L.J., Thomas, D.P., Hatfield, D.L., Cronin, J.B., Myer, G.D. (2015) Long-term athletic development- part 1: a pathway for all youth. *Journal of Strength and Conditional Research*. 29:1439-1450.

Madruga-Parera, M., Bishop, C., Beato, M., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Gonzalo-Skok, O., & Romero-Rodríguez, D. (2019). Relationship Between Interlimb Asymmetries and Speed and Change of Direction Speed in Youth Handball Players. *J Strenght Cond Res*. 1-30.

Mirwald, R. M., Baxter-Jones, A.D.G., Bailey, D.A., & Beunen, G. P. (2001) An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 34 (4), 689-694

Murtagh, C.F., Brownlee, T.E., O'Boyle, A., Morgans, R., Drust, B. & Erskinel, R.M. (2018). The importance of speed and power in elite youth soccer depends on maturation status. *Journal of Strenght and Conditioning Research*. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002367

Peek, K., Gatherer, D., Bennett, J.M., Franssen, J. & Watsford, M. (2017) Muscle strength characteristics of the hamstrings and quadriceps in players from a high-level youth football academy. *Research in Sports Medicine*. DOI: 10.1080/15438627.2018.1447475

Peitz, M., Behringer, M., Granacher, U. (2018) A systematic review on the effects of resistance and plyometric training on physical fitness in youth-What do comparative studies tell us? *PLoS ONE*. 13(10) DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205525>

Peña-González, I. Fernández-Fernández, J., Carvello, E. & Moya-Ramón, M. (2019). Effect of biological maturation on strength-related adaptations in Young soccer players. *PLoS ONE*. 14 (7) DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219355>

[Powers, C.M., Ghoddosi, N., Straub, R.K. & Khayambashi, K. \(2017\). Hip Strength as a Predictor of Ankle Sprains in Male Soccer Players: A Prospective Study. \*Journal of Athletic Training\*. 52\(11\):1048-1055](#)

Rago, V., Brito, J., Figueiredo, P., Carvalho, T. & Fernandes, T. (2018) Countermovement Jump Analysis Using Different Portable Devices: Implications for Field Testing. *Sports*. 91 (6) DOI: 10.3390/sports6030091

Rodríguez-Rossel, D., Franco-Márquez, F., Mora-Custodio, R. & González Badillo, J. (2016). The effect of high-speed strength training on physical performance in Young soccer players of different ages. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001706

Stolen T.O., Chamari, K., Castagna, C & Wilsoff, U. (2005). Physiology of Soccer. *Sports Medicine*. 36 (5): 501-36

Yingling, V.R., Castro, D.A., Duong, J.T., Malpartida, F., Usher, J.R & Oingling, J. (2018). The reliability of vertical jump tests between the Vertec and My Jump pone application. *PeerJ*. DOI 10.7717/peerj.4669

## 12. ANEXOS

### Anexo 1. Relación de precios de poleas cónicas.

		
POLEA CONICA PRO C1...	POLEA CONICA PRO C2...	POLEA CONICA PRO C3...
3 206,50€	2 843,50€	3 569,50€