



---

**Universidad de Valladolid**

FACULTAD DE EDUCACIÓN DE SORIA

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

TRABAJO FIN DE GRADO

**Efectos de dos programas de entrenamiento bilateral y unilateral de fuerza  
sobre el rendimiento y las asimetrías en salto y cambio de dirección en  
futbolistas semiprofesionales**

Presentado por D. Óscar Andrés Chaín

Tutelado por: Dr. Daniel Castillo Alvira

Soria, Junio 2024



## RESUMEN

En este trabajo fin de grado se examinaron los efectos de dos programas de entrenamiento de fuerza (bilateral vs unilateral) sobre el rendimiento en salto vertical y horizontal, y el cambio de dirección, así como la asimetría funcional entre piernas. Un total de 13 jugadores de fútbol se asignaron aleatoriamente a uno de los dos grupos experimentales (Bilateral, G. Bil., n=5 y Unilateral, G. Uni., n=8). Cada programa de fuerza constaba de cuatro ejercicios, los cuales incluían, por un lado, un ejercicio de la musculatura anterior y otro de la posterior del muslo, y, por el otro lado, un ejercicio de salto vertical y otro horizontal. Estos se llevaron a cabo durante un total de seis semanas en las que se realizaron dos sesiones en cada una de ellas. Los principales resultados mostraron una reducción significativa de la asimetría en el CMJ para el G. Bil. con respecto al G. Uni. ( $p = 0,026$ ). No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento del CMJ, SH y COD para ninguno de los grupos. El rendimiento del CMJ D y del SH ND mejoró significativamente tanto en el G. Bil. ( $p = 0,007 - 0,009$ ) como en el G. Uni. ( $p = 0,003 - 0,042$ ). A su vez, el G. Bil. también mejoró el rendimiento del CMJ ND ( $p = 0,037$ ) y del SH D ( $p = 0,033$ ) y mostró una reducción significativa de la asimetría en el COD ( $p = 0,05$ ). Por ello, sería interesante que los preparadores físicos incluyeran en las rutinas de entrenamiento programas de fuerza con orientación bilateral y unilateral para mejorar el rendimiento físico y las asimetrías entre piernas, aspecto que puede estar asociado a una disminución de la incidencia lesional en futbolistas semiprofesionales.

**Palabras clave:** programa de fuerza; bilateral; unilateral; rendimiento; asimetría

## ABSTRACT

In this final degree project, we examined the effects of two resistance training programs (bilateral vs unilateral) on vertical and horizontal jump performance and change of direction, as well as functional asymmetry between legs. A total of 13 soccer players were randomly assigned to one of the two experimental groups (Bilateral, G. Bil., n=5 and Unilateral, G. Uni., n=8). Each resistance program consisted of four exercises, which included, on the one hand, an exercise of the anterior and posterior thigh musculature, and, on the other hand, a vertical and a horizontal jump exercise. These were carried out for a total of six weeks in which two sessions were performed

in each of them. The main results showed a significant performed of the asymmetry in the CMJ for the G. Bil. with respect to the G. Uni. ( $p = 0.026$ ). No significant differences were found in CMJ, SH and COD performance for any of the groups. CMJ D and SH ND performance was significantly improved in both G. Bil. ( $p = 0.007 - 0.009$ ) and G. Uni. ( $p = 0.003 - 0.042$ ). At the same time, G. Bil. also improved the performance of CMJ ND ( $p = 0.037$ ) and SH D ( $p = 0.033$ ) and showed a significant reduction in COD asymmetry ( $p = 0.05$ ). Therefore, it would be interesting for physical trainers to include in training routines resistance programs with bilateral and unilateral orientation to improve physical performance and asymmetries between legs, an aspect that may be associated with a decrease in injury incidence in semi-professional soccer players.

**Key words:** resistance program; bilateral; unilateral; performance; asymmetry

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b><i>Introducción y Justificación</i></b> .....	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b><i>Marco Teórico</i></b> .....	<b>9</b>
<b>2.1.</b>	<b>Introducción al fútbol</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2.</b>	<b>Demandas fisiológicas, físicas y neuromusculares del fútbol</b> .....	<b>9</b>
<b>2.3.</b>	<b>Manifestaciones de la fuerza</b> .....	<b>10</b>
<b>2.4.</b>	<b>Asimetrías funcionales en fútbol</b> .....	<b>11</b>
<b>2.5.</b>	<b>Métodos de entrenamiento de fuerza que se emplean en el mundo del fútbol</b> .....	<b>13</b>
<b>2.6.</b>	<b>Direccionalidad de la aplicación de fuerza en el entrenamiento de fútbol</b> .....	<b>15</b>
<b>3.</b>	<b><i>Objetivos e Hipótesis</i></b> .....	<b>17</b>
<b>4.</b>	<b><i>Método</i></b> .....	<b>19</b>
<b>4.1.</b>	<b>Participantes</b> .....	<b>19</b>
<b>4.2.</b>	<b>Procedimiento</b> .....	<b>20</b>
4.2.1.	Sprint Lineal (10 metros) .....	21
4.2.2.	CMJ (Bilateral y Unilateral) .....	21
4.2.3.	Salto Horizontal (Bilateral y Unilateral) .....	22
4.2.4.	COD-505 .....	22
<b>4.3.</b>	<b>Programa de Entrenamiento</b> .....	<b>23</b>
<b>4.4.</b>	<b>Análisis Estadístico</b> .....	<b>24</b>
<b>5.</b>	<b><i>Resultados</i></b> .....	<b>26</b>
<b>6.</b>	<b><i>Discusión</i></b> .....	<b>28</b>
<b>7.</b>	<b><i>Conclusiones y Aplicaciones Prácticas</i></b> .....	<b>33</b>
<b>8.</b>	<b><i>Limitaciones y Futuras Líneas de Investigación</i></b> .....	<b>35</b>
<b>9.</b>	<b><i>Referencias Bibliográficas</i></b> .....	<b>37</b>
<b>10.</b>	<b><i>Anexos</i></b> .....	<b>47</b>



## **1. Introducción y Justificación**

Desde que era pequeño, el fútbol ha formado parte de mi vida ya que lo he practicado durante muchos años a nivel amateur. En primer lugar, lo hice mediante la práctica de fútbol sala para después, a partir de los 12 años, comenzar a practicarlo en la modalidad de fútbol 11.

Además de ello, también he sido espectador del fútbol profesional siendo socio del C.D. Numancia desde hace más de una década; afición que ha sido inculcada por mis padres, pues ellos han sido seguidores de este club desde que jugara en el campo de Garray.

Por otro lado, tras llevar a cabo la formación de Técnico Superior en Animación de Actividades Físicas y Deportivas, llevo vinculado durante algo más de una década al mundo del entrenamiento de fuerza como monitor de sala en un gimnasio de Soria; lo que pasó a ser otra de mis pasiones desde ese momento.

Y durante estos últimos cuatro años, gracias a la realización del grado en Ciencias de las Actividad Física y el Deporte (CAFyD), he podido unificar las que considero algunas de mis mayores pasiones, el fútbol y el entrenamiento de fuerza, por un lado, gracias a la realización de las prácticas en el C.D. Numancia, y, por otro lado, mediante la realización del presente Trabajo Fin de Grado. De este modo, la temática que se aborda en este trabajo es el efecto de una intervención basada en entrenamiento de fuerza sobre variables de rendimiento en futbolistas semiprofesionales.

Por todo ello, decidí aprovechar mi estancia en este club para poner en práctica varios conocimientos adquiridos a lo largo de estos últimos cuatro años, como pueden ser: la realización de tests físicos para valorar el rendimiento de los jugadores de fútbol, la búsqueda y puesta en práctica de evidencias científicas, la aplicación de programas de entrenamiento de fuerza que, a priori, permitan mejorar u optimizar dicho rendimiento, la capacidad para variar la carga de entrenamiento mediante el conocimiento de los diferentes principios del entrenamiento, entre otros conocimientos.

Atendiendo a todo lo expuesto anteriormente, decidí que mi Trabajo Fin de Grado consistiera en analizar el efecto de dos programas de entrenamiento de fuerza con orientación bilateral o unilateral sobre el rendimiento del salto vertical y horizontal, sprint y cambio de dirección, y sus asimetrías en futbolistas semiprofesionales; con el objetivo de aportar mi granito de arena al ámbito del entrenamiento de fuerza.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1. Introducción al fútbol**

En la actualidad, el fútbol es uno de los deportes más populares debido al alto número de personas que lo practican en todo el mundo (Hasan, 2023; Roso-Moliner et al., 2023). Según la Federación Internacional de Fútbol Asociado (FIFA), un total de 250 millones de personas practican este deporte en el mundo (Burch et al., 2020) ,y concretamente en España se pueden registrar hasta casi un millón de personas federadas en los últimos años (Memoria de Actividades, 2022).

El impulso tanto mediático como económico que está teniendo este deporte en los últimos años ha hecho que aumenten las necesidades para mejorar el proceso de entrenamiento y el análisis de la competición (Roso-Moliner et al., 2023). Hoy en día, los cuerpos técnicos, a nivel profesional y semiprofesional, están formados por un equipo multidisciplinar donde cada vez adquiere mayor relevancia la necesidad de un preparador físico con conocimientos de amplia índole.

En este sentido, el preparador físico debe conocer las demandas de la competición de su modalidad deportiva mediante el uso de diferentes herramientas de cuantificación de la carga, para establecer las estrategias de recuperación más idóneas y periodizar los contenidos de entrenamiento buscando la optimización del rendimiento deportivo y minimizando el riesgo lesional (Gabbett, 2016; Roso-Moliner et al., 2023).

### **2.2. Demandas fisiológicas, físicas y neuromusculares del fútbol**

Con el paso del tiempo, el fútbol es un deporte que está demandando que los jugadores sean cada vez más fuertes y atléticos (Castillo et al., 2019; Mujika et al., 2009). Estudios previos ya han demostrado que la velocidad del juego es cada vez más alta y, por tanto, que los jugadores necesitan adaptarse al ritmo de los partidos (Lago-Peñas et al., 2010). Por ello, resulta imprescindible conocer cuáles son las demandas físicas, fisiológicas y neuromusculares de esta modalidad deportiva.

En cuanto a sus exigencias fisiológicas, el fútbol es un deporte intermitente en el que los jugadores realizan en torno a 150 – 250 acciones y recorren una distancia media que oscila entre los 8.200 y los 11.000 metros durante un partido de 90 minutos, de los cuales alrededor de 200 metros los hacen a velocidad de sprint ( $\geq 25,1$  km/h);

teniendo en cuenta que el 95% de ellos son inferiores a 10 metros y que se producen cada 90 segundos (Chelly et al., 2010; Datson et al., 2017; Mohr et al., 2003; Winther et al., 2022). Por ello, la capacidad cardiorrespiratoria es un aspecto fundamental de la condición física de los jugadores (Stølen et al., 2005).

Sin embargo, el fútbol se caracteriza por su carácter intermitente, donde se realizan acciones cortas y repetidas de alta intensidad tales como entrar, golpear, patear, saltar, esprintar, acelerar y desacelerar, en muchas ocasiones con cambio de dirección (COD), las cuales son cruciales para obtener el éxito en este deporte (Hasan, 2023; Lockie et al., 2018; Michailidis et al., 2013; Sáez de Villarreal et al., 2015). Por lo tanto, también permiten valorar el nivel de rendimiento de los jugadores ya que, pese a que estas acciones explosivas solamente representen un pequeño porcentaje del tiempo de juego, pueden determinar el éxito o el fracaso en multitud de acciones propias del juego (Reilly et al., 2000; Roso-Moliner et al., 2023).

Para llevar a cabo todas estas acciones, los jugadores de fútbol necesitan una combinación armónica entre la potencia y la fuerza que pueden llegar a generar los músculos del tren inferior (Aslan et al., 2012; Buchheit, Mendez-Villanueva, Simpson, et al., 2010; Michailidis et al., 2013). De hecho, diferentes estudios han demostrado que los jugadores de alto nivel deben presentar elevados niveles de fuerza muscular y potencia en las acciones anteriormente mencionadas (Ade et al., 2016; Stølen et al., 2005). Por este motivo, desarrollar estos componentes de la condición física en jugadores de menor nivel es crucial para alcanzar el éxito en su carrera deportiva (Negra et al., 2018).

### **2.3. Manifestaciones de la fuerza**

La fuerza es la manifestación externa que se hace de la tensión interna generada en el músculo o grupo de músculos a una velocidad de desplazamiento determinada (Knuttgen & Kraemer, 1987).

Según diferentes autores, podemos clasificar las manifestaciones de la fuerza de la siguiente manera (Balsalobre-Fernández & Jiménez-Reyes, 2014; Cometti, 2000):

- Manifestaciones asociadas a las curvas Fuerza-Tiempo y Fuerza-Velocidad:
  - Fuerza Máxima: Cantidad máxima de fuerza que un sujeto puede aplicar ante una determinada carga y en una determinada acción deportiva. A su vez, esta puede clasificarse en:

- Fuerza Isométrica Máxima (FIM): Es la fuerza manifestada cuando la velocidad es cero y el tiempo ilimitado; teniendo en cuenta que no hay variación en el ángulo articular y que la resistencia es insuperable.
  - Fuerza Dinámica Máxima (FDM): Es la fuerza máxima aplicada en un ejercicio concreto durante una acción concéntrica cuando la resistencia que se opone a la acción muscular solamente se puede superar una vez.
  - Fuerza Explosiva: Actualmente, el término más adecuado para hacer alusión a esta manifestación es RFD (Rate of Force Development), la cual se refiere a la producción de fuerza por unidad de tiempo.
  - Resistencia a la Fuerza: Es la capacidad que tiene el organismo para oponerse al cansancio muscular ante acciones que requieren mantener una velocidad de contracción determinada durante un periodo de tiempo prolongado.
- Manifestaciones asociadas al ciclo estiramiento-acortamiento:
  - Fuerza Elástico-Explosiva: Es una manifestación reactiva de la fuerza que se fundamenta en la ayuda del componente elástico de los músculos durante el CEA (Ciclo de Estiramiento-Acortamiento).
  - Fuerza Reflejo-Elástico-Explosiva: Es otra manifestación reactiva de la fuerza que, además de apoyarse en el componente elástico de los músculos implicados en la acción, se beneficia del reflejo miotático del CEA.

#### **2.4. Asimetrías funcionales en fútbol**

La asimetría entre extremidades inferiores se define como el desequilibrio o deficiencia que puede existir entre las mismas (i. e., izquierda y derecha, dominante y no dominante, sana o lesionada); teniendo en cuenta que no se refiere a los desequilibrios existentes en una misma extremidad (i.e., cuádriceps e isquiosurales) (Bishop, Read, Lake, et al., 2018; Maloney, 2018; Virgile & Bishop, 2021).

La etiología de estas asimetrías puede deberse a múltiples factores como pueden ser la realización de programas de rehabilitación inadecuados o incompletos, las demandas motoras específicas de la modalidad deportiva, la diferencia de los niveles

de fuerza entre músculos agonistas y antagonistas o incluso la selección de los propios métodos de entrenamiento (Hodges et al., 2011; Menzel et al., 2013).

Numerosos estudios han investigado estas asimetrías del tren inferior a través de la realización de diferentes tests de campo (i.e., CMJ unilateral, salto horizontal unilateral y cambio de dirección) concluyendo que las asimetrías funcionales conducen tanto a una mayor probabilidad de lesión como a una disminución del rendimiento (Bettariga et al., 2022; Bishop et al., 2019; Lockie et al., 2014; Menzel et al., 2013; Pardos-Mainer et al., 2020).

De hecho, utilizar movimientos de cadena cinética cerrada, como pueden ser los saltos, son una herramienta de evaluación de las asimetrías muy interesante ya que este tipo de actos motores se asemejan mucho más con el rendimiento deportivo específico del fútbol (Impellizzeri et al., 2007). En este sentido, un estudio publicado por Raya-González et al. (2021) sugirió que asimetrías superiores al 10% entre extremidades inferiores en pruebas como el salto vertical y horizontal podían inducir tanto un mayor riesgo de lesión como una disminución del rendimiento deportivo; teniendo en cuenta que este umbral debería ser individual para cada jugador. A su vez, investigaciones anteriores demostraron mayores magnitudes de asimetrías en el salto vertical (entre 10-15%) con respecto al horizontal (alrededor del 4%) (Bishop, Read, Mccubbine, et al., 2018; Lockie et al., 2014).

En cuanto al cambio de dirección, la magnitud de las asimetrías encontradas en el estudio de Raya-González et al. (2021) para el cambio de dirección en la prueba COD-505 fueron menores con respecto a las pruebas de salto. Esto puede deberse a la relevancia de las principales cualidades físicas que influyen en dicha prueba, como son la aceleración y la velocidad lineal, las cuales podrían enmascarar deficiencias en la habilidad para cambiar de dirección; haciendo que el tiempo total de la prueba no represente con exactitud la capacidad de los jugadores para cambiar de dirección de manera efectiva (Dos'Santos et al., 2019). En este contexto, investigaciones previas propusieron el COD déficit (Codd) como una medida más aislada de la capacidad de cambiar de dirección de un futbolista que no está influenciada por las cualidades físicas mencionadas anteriormente (Nimphius et al., 2013, 2016).

Por todo ello, el análisis de las asimetrías debe llevarse a cabo mediante la utilización de diferentes pruebas con el objetivo de facilitar la orientación de los programas de entrenamiento para la disminución del riesgo lesional (Raya-Gonzalez et al., 2021).

## **2.5. Métodos de entrenamiento de fuerza que se emplean en el mundo del fútbol**

En la última década, el entrenamiento de fuerza ha cobrado gran importancia en el fútbol con el objetivo de mejorar las acciones específicas que los jugadores deben realizar durante el juego (Falces Prieto et al., 2020).

En este sentido, se han utilizado diferentes métodos de entrenamiento para mejorar el rendimiento físico, tales como programas basados en ejercicios tradicionales, entrenamiento excéntrico, utilización de ejercicios olímpicos, entrenamiento pliométrico, programas basados en el entrenamiento neuromuscular, método basado en ejercicios con autocarga, o incluso proponiendo combinaciones de diferentes métodos (Falces Prieto et al., 2020; Raya-González & Sánchez, 2018; Suarez-Arrones et al., 2019).

Un estudio realizado por Lindblom et al. (2012) basado en la implantación de un programa de entrenamiento de fuerza con ejercicios tradicionales, tales como sentadilla, puente de glúteo o zancadas alternas, y el cual se desarrolló durante 11 semanas incluyendo dos sesiones en cada una de ellas, mostró que el rendimiento en diferentes pruebas (i.e., CMJ, sprint lineal 20m y test de agilidad de Illinois) se mantenía igual.

Otro estudio realizado por Torres Martín et al. (2021) que consistió en implantar un programa de entrenamiento de fuerza, durante un total de 15 semanas con dos sesiones en cada una de ellas, y que incluyó ejercicios convencionales pero que no requerían de ningún tipo de material, es decir, eran ejercicios basados en el propio peso corporal, demostró, por un lado, un aumento en el rendimiento del CMJ, y por el otro lado, una reducción del rendimiento en pruebas como el sprint lineal 30m y el COD 90° (10 + 10 metros).

Sin embargo, otro estudio realizado por Hasan (2023) que consistió en comparar los efectos de un programa de fuerza convencional frente a otro basado en ejercicios pliométricos, los cuales se llevaron a cabo durante 8 semanas incluyendo tres sesiones en cada una de ellas, demostró que, pese a obtener mejoras en el rendimiento con ambos programas en diferentes pruebas (i.e. fuerza isométrica del

cuádriceps, sprint lineal 50m y salto horizontal), éstas fueron superiores en aquellos sujetos que habían realizado el programa de entrenamiento de fuerza convencional.

Siguiendo esta línea, otro estudio realizado por Fiorilli et al. (2020) que comparó los efectos de dos programas de entrenamiento, de seis semanas de duración con dos sesiones en cada una de ellas, uno basado en la sobrecarga excéntrica isoinercial y otro en la pliometría, en diferentes pruebas (i.e., SJ, DJ, salto horizontal repetido, test de agilidad Y, test de agilidad de Illinois, sprint lineal 60m y prueba de disparo de fútbol de Loughborough), demostró que se obtuvieron mejoras en todas las pruebas independientemente del programa que se realizara pero que fueron mayores en aquellos sujetos que estuvieron incluidos en el grupo que llevó a cabo el programa de entrenamiento de sobrecarga excéntrica isoinercial.

Por otro lado, un estudio realizado por Hoffman et al. (2004) que guardaba relación con el entrenamiento de fuerza basado en la utilización de ejercicios olímpicos, tales como la arrancada y la cargada, con sus múltiples variantes, comparó los efectos de este tipo de entrenamiento frente a otro que utilizaba ejercicios más convencionales como son la sentadilla, el peso muerto o el press de banca. El estudio tuvo una duración de 21 semanas, dividido en cuatro fases, durante las cuales los sujetos se sometieron a cuatro sesiones de fuerza semanales; combinándolo con otras dos sesiones semanales destinadas al trabajo de la velocidad y la agilidad. Para medir y comparar los efectos de ambos programas de entrenamiento se utilizaron diferentes pruebas: 1RM sentadilla y press banca, sprint lineal 40 yardas, test de agilidad, altura máxima y pico de potencia alcanzado en salto vertical. El principal resultado que se obtuvo de este estudio fue la sugerencia de que el entrenamiento con ejercicios olímpicos pudiera mejorar en mayor medida las variables del salto vertical con respecto al entrenamiento de fuerza convencional.

Por todo lo expuesto anteriormente y debido a la relevancia que tienen en el fútbol las acciones cortas y repetidas de alta intensidad tanto en el rendimiento deportivo como en la aparición de lesiones, una de las nuevas vertientes del entrenamiento plantea realizar programas de entrenamiento que combinen ejercicios de movilidad, estabilidad, pliometría y cambios de dirección con el fin de mejorar la coordinación neuromuscular (Roso-Moliner et al., 2023). De hecho, ya existen protocolos como el Sportsmetrics™, el Harmoknee y el FIFA 11+ que han demostrado resultados

interesantes en la reducción de lesiones tanto en jugadores de fútbol masculino como femenino (Noyes et al., 2013).

Este tipo de programas han demostrado mejorar el rendimiento en el sprint lineal, en el salto y en la capacidad de cambiar de dirección (Liu et al., 2021; Noyes et al., 2013). Sin embargo, también se ha visto que, programas de entrenamiento que no incluyen todos los componentes de un entrenamiento neuromuscular, muestran resultados similares (Pardos-Mainer et al., 2020).

Por ejemplo, el entrenamiento pliométrico ha resultado ser uno de los métodos de entrenamiento más eficaces para mejorar el sprint, la agilidad, la potencia y la fuerza de los músculos de las extremidades inferiores (De Hoyo et al., 2016; Turner et al., 2003; Vescovi & McGuigan, 2008). Esto se debe a que, cuando se realizan acciones muy rápidas, la contracción excéntrica que se produce previamente ayuda a producir mayores niveles de potencia y fuerza en la contracción concéntrica posterior (Hammami et al., 2016; Markovic & Mikulic, 2010; Taube et al., 2012; Wang & Zhang, 2016). Este fenómeno se conoce comúnmente como ciclo de estiramiento – acortamiento (CEA) (Chelly et al., 2010; Michailidis et al., 2013; Ozbar et al., 2014). Además, este método de entrenamiento es empleado con frecuencia en el fútbol no solo porque aumente el rendimiento deportivo sino porque también se ha visto que disminuye el riesgo de lesión y mejora el control neuromuscular (Chappell & Limpisvasti, 2008; Lephart et al., 2005; Mandelbaum et al., 2005).

## **2.6. Direccionalidad de la aplicación de fuerza en el entrenamiento de fútbol**

Uno de los componentes que determinan el rendimiento en los jugadores de fútbol es su capacidad de esprintar en múltiples direcciones (Sheppard & Young, 2006; Young & Farrow, 2006); la cual engloba, por un lado, la velocidad lineal, que implica correr a la máxima velocidad posible en línea recta, y por el otro lado, la velocidad con cambio de dirección, que requiere de acelerar y desacelerar rápidamente para producir dicho cambio de dirección (Lockie et al., 2012; Young & Farrow, 2006). Pese a ser una acción cíclica, el rendimiento en la misma vendrá determinado por la potencia unilateral del tren inferior (Sheppard & Young, 2006; Young & Farrow, 2006).

Por otro lado, son muchos los estudios que han investigado las asimetrías del tren inferior tras la implantación de programas de entrenamiento de fuerza que combinaban ejercicios bilaterales y unilaterales (Baroni et al., 2016; Bazyler et al.,

2014; Bishop et al., 2017; Brown et al., 2017; Maloney, 2018; Virgile & Bishop, 2021). Sin embargo, ninguno de ellos ha sido capaz de realizar intervenciones en las que se diferenciaron programas de fuerza que incluyeran únicamente ejercicios bilaterales frente a otros que solamente lo hicieran con ejercicios unilaterales con el fin de conocer si alguno de ellos puede producir mayores reducciones en la asimetría de las extremidades inferiores.

Así pues, según lo expuesto anteriormente, surge la necesidad de orientar nuevas investigaciones en esta dirección con el objetivo de analizar qué tipo de programa de entrenamiento (bilateral vs unilateral) podría disminuir más las asimetrías funcionales entre la pierna dominante y no dominante así como mejorar el rendimiento en acciones específicas del juego tales como esprintar, saltar y cambiar de dirección; atendiendo al rendimiento obtenido en diferentes tests de campo (i.e., sprint lineal, CMJ, salto horizontal y COD-505).

### 3. Objetivos e Hipótesis

El principal objetivo de este estudio es analizar el efecto de dos programas de entrenamiento de fuerza con orientación bilateral o unilateral sobre el rendimiento del salto vertical y horizontal, sprint y cambio de dirección, y sus asimetrías en futbolistas semiprofesionales.

Atendiendo a la literatura consultada y explicada previamente (Gonzalo-Skok et al., 2019; Oliver et al., 2023; Pardos-Mainer et al., 2020; Roso-Moliner et al., 2023), la hipótesis de partida es que el grupo que realice el programa de entrenamiento bilateral mejorará más en el CMJ y en el salto horizontal bilateral mientras que el grupo de entrenamiento unilateral lo hará en el CMJ unilateral, en el salto horizontal unilateral, en el cambio de dirección (COD-505) y en el sprint lineal (10m); disminuyendo también las asimetrías entre piernas.

Además, este estudio también pretende conseguir los siguientes objetivos específicos:

- **Objetivo específico 1:** Comprobar qué programa de entrenamiento de fuerza y pliometría (bilateral o unilateral) es más efectivo en la mejora del rendimiento del salto vertical y horizontal, sprint y cambio de dirección en futbolistas semiprofesionales.
  - **Hipótesis 1:** Ambos programas de entrenamiento mejorarán, en mayor o menor medida, el rendimiento de los futbolistas en las diferentes pruebas planteadas.
- **Objetivo específico 2:** Analizar qué programa de entrenamiento disminuye más las asimetrías funcionales entre la pierna dominante y no dominante atendiendo al rendimiento en un test de salto vertical.
  - **Hipótesis 2:** El programa de entrenamiento que incluye ejercicios unilaterales reducirá en mayor medida la asimetría entre piernas en la prueba del salto vertical.
- **Objetivo específico 3:** Analizar qué programa de entrenamiento disminuye más las asimetrías funcionales entre la pierna dominante y no dominante atendiendo al rendimiento en un test de salto horizontal.

- **Hipótesis 3:** El programa de entrenamiento que incluye ejercicios unilaterales reducirá en mayor medida la asimetría entre piernas en la prueba del salto horizontal.
- **Objetivo específico 4:** Analizar qué programa de entrenamiento disminuye más las asimetrías funcionales entre la pierna dominante y no dominante atendiendo al rendimiento en un test de cambio de dirección.
  - **Hipótesis 4:** El programa de entrenamiento que incluye ejercicios unilaterales reducirá en mayor medida la asimetría entre piernas en la prueba de cambio de dirección.
- **Objetivo específico 5:** Examinar qué programa de entrenamiento es capaz de reducir más el déficit de cambio de dirección.
  - **Hipótesis 5:** El grupo que realice el programa de entrenamiento con ejercicios unilaterales tendrá la capacidad de disminuir más el déficit de cambio de dirección en comparación con el grupo de ejercicios bilaterales.

## 4. Método

### 4.1. Participantes

En el estudio participaron 20 jugadores de fútbol, pertenecientes al equipo filial del C.D. Numancia, que competían en la 1ª División Regional de Aficionados de Castilla y León y cuyas edades estaban comprendidas entre los 19 y 22 años. Durante el mismo, todos los participantes continuaron con sus entrenamientos habituales (4 sesiones semanales de 2 horas, además del partido oficial durante los fines de semana).

Para poder participar en el estudio, todos los participantes cumplían los siguientes requisitos: 1) un mínimo de 2 años de experiencia en entrenamientos y competición de fútbol; 2) entrenamiento y competición regulares durante los 4 meses previos a la primera recogida de datos; y 3) no haber sufrido ninguna lesión durante el último mes.

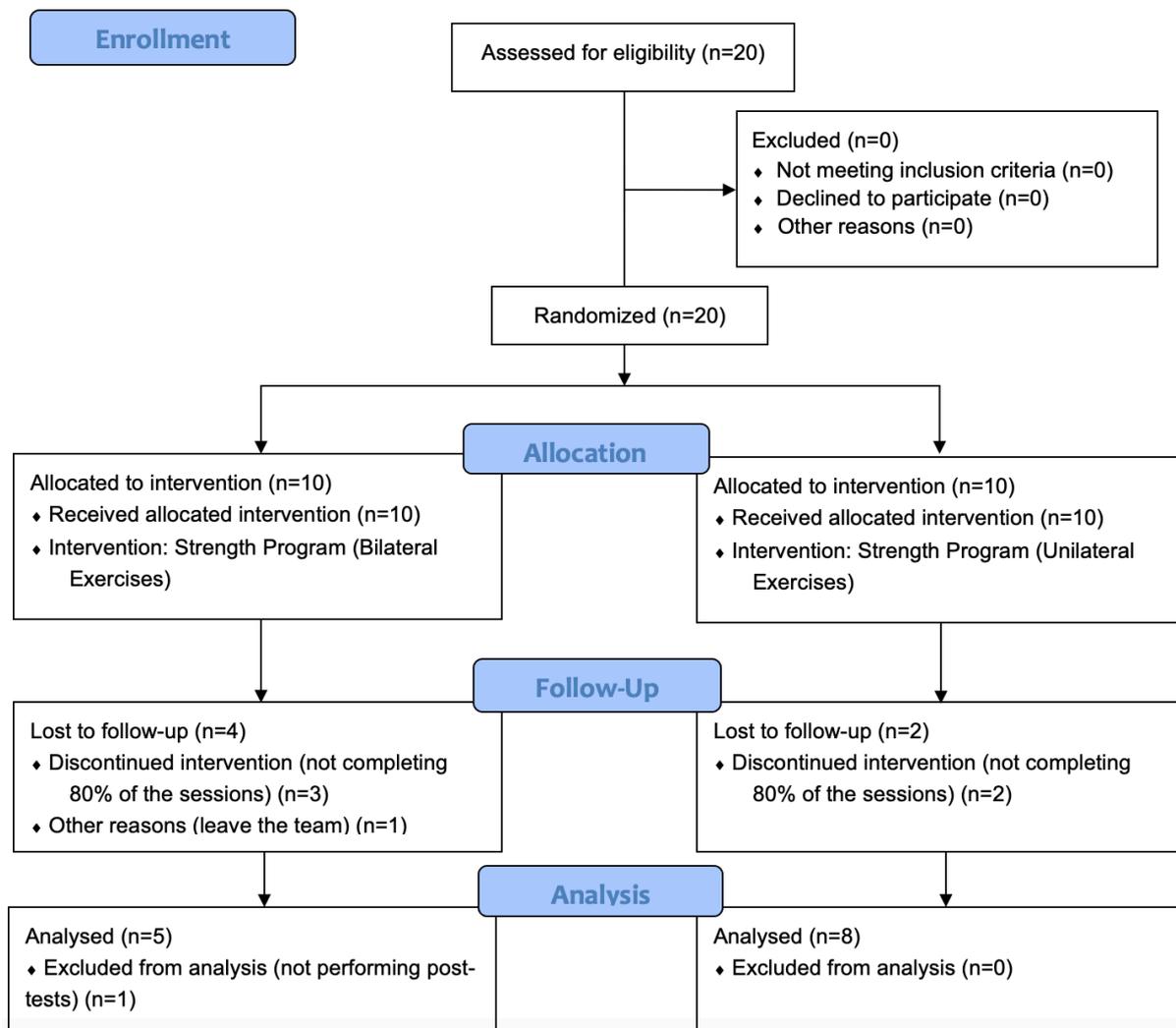
Además de ello, también se cumplieron los siguientes criterios de exclusión: 1) faltar a más del 20% de las sesiones del programa de entrenamiento de fuerza planteado (i.e., no acudir a 3 sesiones); y 2) faltar a alguna de las pruebas que permitían la recogida de datos.

Los jugadores fueron asignados aleatoriamente a dos grupos experimentales. El primero llevó a cabo un programa de entrenamiento de fuerza que consistía en ejercicios bilaterales (G. Bil., n=10) mientras que el segundo lo hacía con ejercicios unilaterales (G. Uni., n=10). Ambos grupos realizaban su programa de fuerza además de continuar con el entrenamiento habitual con el equipo.

En un principio, todos los participantes comenzaron con su programa de fuerza correspondiente pero no se pudieron utilizar los datos de todos ellos para el posterior análisis ya que algunos no cumplieron con alguno de los requisitos previamente establecidos (Figura 1).

Todos los participantes fueron informados de los procedimientos y beneficios de formar parte de la investigación y firmaron un consentimiento informado (Anexo 1). En cualquier momento los jugadores podían abandonar el estudio si lo consideraban oportuno. La investigación cumplió con los requerimientos establecidos en la Declaración de Helsinki (2013), y se siguieron los procedimientos éticos para la investigación con seres humanos.

**Figura 1.** Diagrama de Flujo CONSORT



## 4.2. Procedimiento

Todos los participantes realizaron las mismas sesiones de entrenamiento con balón propuestas por el entrenador del equipo. Previo al comienzo del programa de entrenamiento de fuerza, los jugadores se familiarizaron con los ejercicios incluidos en el mismo durante la semana previa a la primera recogida de datos (pre-intervención). Las dos mediciones de datos (pre- y post- intervención) se realizaron tras el día de descanso del microciclo de entrenamiento a la misma hora (16:30 – 17:30), con el objetivo de que los jugadores no hubieran hecho actividad física vigorosa en las 48 horas previas a la recogida de datos (Roso-Moliner et al., 2023). Para ello, los jugadores se sometieron previamente a un calentamiento, de 10 minutos de duración, que incluía carrera continua a baja intensidad, ejercicios de movilidad dinámica y algunos ejercicios (saltos y cambios de dirección) que guardaban mayor

relación con las pruebas que se iban a realizar. En ambos casos, las pruebas (Sprint Lineal 10m, CMJ, Salto Horizontal y COD-505) se realizaron en un único día y siguiendo el mismo orden; teniendo en cuenta que se dejó un descanso de 90 segundos entre tests. Dichas pruebas se llevaron a cabo en el propio campo de fútbol en donde los jugadores estaban acostumbrados a realizar sus sesiones de entrenamiento. Además, todos los jugadores llevarían tanto su ropa habitual de entrenamiento como sus botas de fútbol para la realización de estas.

#### **4.2.1. Sprint Lineal (10 metros)**

Los participantes realizaron dos sprints en línea recta con una recuperación entre las mismas de dos minutos (Dos'Santos et al., 2019; Ozbar et al., 2014). Para calcular el tiempo que tardaban en recorrer los 10 metros, se utilizó un sistema de fotocélulas (Microgate Witty-system, Microgate™, Bolzano, Italy) colocadas a un metro del suelo (Roso-Moliner et al., 2023).

Los sujetos comenzaron la prueba a 0,5 metros de separación con respecto a la primera puerta de fotocélulas, y sin la necesidad de recibir ninguna señal previa (Dos'Santos et al., 2019; Ramirez-Campillo et al., 2018; Torres Martín et al., 2021). Se seleccionó el mejor resultado obtenido para su posterior análisis.

#### **4.2.2. CMJ (Bilateral y Unilateral)**

Los jugadores realizaron dos saltos CMJ (bilaterales y unilaterales) separados por un descanso de 30 segundos (Roso-Moliner et al., 2023; Torres Martín et al., 2021). Para llevar a cabo la prueba, los jugadores tenían que realizar previamente una flexión de rodilla (hasta los 90°) para después extender rápidamente las piernas e intentar saltar lo más alto posible. Se les indicó que, durante el salto, debían mantener las piernas completamente extendidas y las manos apoyadas sobre las caderas (Torres Martín et al., 2021).

La obtención de la altura (en cm) de los diferentes saltos se extrajo a través de la aplicación MyJump 2.0 ya que esta herramienta demostró ser altamente válida ( $r = 0,995$ ) y fiable (coeficiente de correlación intraclase = 0,997) para evaluar la altura en el CMJ (Balsalobre-Fernández et al., 2015). El mayor rendimiento obtenido para cada modalidad de salto (CMJ bilateral y unilateral) fue seleccionado para su posterior análisis.

A su vez, también se calculó el índice de asimetría (%) entre la pierna dominante y no dominante utilizando la siguiente fórmula:  $[(\text{altura pierna dominante (cm)} - \text{altura pierna no dominante (cm)}) / \text{altura pierna dominante (cm)}] \times 100$  (Impellizzeri et al., 2007). La pierna dominante fue considerada como aquella con la que se logró un mejor rendimiento en el salto vertical.

#### **4.2.3. Salto Horizontal (Bilateral y Unilateral)**

Los jugadores realizaron dos saltos horizontales (bilaterales y unilaterales) separados por un descanso de 30 segundos (Gonzalo-Skok et al., 2019; Roso-Moliner et al., 2023). Se les indicó que, para llevar a cabo los saltos, podían utilizar el movimiento de los brazos libremente y que, en el caso del salto unilateral, debían comenzar desde apoyo unipodal; pudiendo utilizar también el impulso de la pierna que se encuentra suspendida en el aire y teniendo en cuenta que debían aterrizar con la misma pierna con la que habían saltado (Gonzalo-Skok et al., 2019).

La obtención de la distancia alcanzada (en cm) en los diferentes saltos se midió desde la punta del pie al inicio de la prueba hasta el talón en el momento del aterrizaje, utilizando una cinta métrica (Gonzalo-Skok et al., 2019; Hasan, 2023).

A su vez, también se calculó el índice de asimetría (%) entre la pierna dominante y no dominante utilizando la siguiente fórmula:  $[(\text{distancia pierna dominante (cm)} - \text{distancia pierna no dominante (cm)}) / \text{distancia pierna dominante (cm)}] \times 100$  (Impellizzeri et al., 2007). La pierna dominante fue considerada como aquella con la que se logró un mejor rendimiento en el salto horizontal.

#### **4.2.4. COD-505**

La agilidad de los jugadores de fútbol se evaluó mediante la prueba COD-505 utilizando un sistema de fotocélulas (Microgate Witty-system, Microgate™, Bolzano, Italy) colocadas a un metro del suelo. Para llevar a cabo la prueba, los jugadores debían correr de forma progresiva una carrera previa de 10 metros para después pasar por el sistema de cronometraje electrónico, recorrer 5 metros y realizar un giro de 180° (pisando la línea), para finalmente volver a recorrer esos 5 metros (Roso-Moliner et al., 2023).

La prueba debía realizarse con ambas piernas (dominante y no dominante); teniendo dos intentos para cada una de ellas con un intervalo de recuperación pasiva de 30

segundos. La pierna dominante fue considerada como aquella con la que se logró completar el test COD-505 en menor tiempo. Se seleccionó el mejor resultado de cada pierna para el posterior análisis.

Además de ello, se calculó el índice de asimetría (%) entre la pierna dominante y no dominante utilizando la fórmula:  $[(\text{tiempo pierna dominante (s)} - \text{tiempo pierna no dominante (s)}) / \text{tiempo pierna dominante (s)}] \times 100$ ; y el déficit de cambio de dirección (Codd) a través de la siguiente fórmula:  $\text{tiempo COD-505 (s)} - \text{tiempo Sprint Lineal 10m (s)}$  (Dos'Santos et al., 2019). El cálculo del déficit en COD basado en porcentaje (Codd%), se calculó mediante la fórmula (Freitas et al., 2022):  $[(\text{tiempo COD-505 (s)} - \text{tiempo de Sprint Lineal 10m (s)}) / \text{tiempo de Sprint Lineal 10m (s)}] \times 100$ .

### **4.3. Programa de Entrenamiento**

El programa de fuerza planteado para cada uno de los grupos se llevó a cabo durante 6 semanas consecutivas en las que se incluían 2 sesiones de entrenamiento semanales de una duración aproximada de 20 minutos y separadas al menos por 24 horas; siguiendo las recomendaciones de diferentes autores (Falces Prieto et al., 2020; Rosas et al., 2017; Torres Martín et al., 2021).

Para todas ellas, se realizó un calentamiento previo, de 10 minutos de duración, que incluía carrera continua a baja intensidad, ejercicios de movilidad de las diferentes articulaciones del tren inferior, así como ejercicios de fuerza básicos con carácter pliométrico.

Durante este periodo de tiempo, todos los participantes continuaron con sus entrenamientos de fútbol habituales, los cuales incluían un total de 4 sesiones semanales de 2 horas de duración.

Todos los ejercicios fueron seleccionados con base en la revisión de diferentes estudios en los que llevaron a cabo programas de fuerza con diferentes métodos de entrenamiento (Buchheit et al., 2010; Chelly et al., 2010; Falces Prieto et al., 2020; Lindblom et al., 2012; Ramirez-Campillo et al., 2018; Rosas et al., 2017; Rubley et al., 2011; Torres Martín et al., 2021).

Cada uno de los programas de fuerza incluyó un total de 4 ejercicios; los cuales se basaban en el trabajo de la cadena muscular anterior y posterior del muslo, así como

en el aprovechamiento de los componentes elásticos de la musculatura del tren inferior tanto en saltos verticales como horizontales.

La dinámica de trabajo consistió en ejecutar los ejercicios en forma de circuito teniendo 30 segundos de recuperación entre estos y 90 segundos al finalizar cada circuito (Buchheit et al., 2010; Falces Prieto et al., 2020; Michailidis et al., 2013).

Durante la intervención, se aplicó una sobrecarga progresiva para cada uno de los ejercicios (Torres Martín et al., 2021); teniendo en cuenta que el volumen total del entrenamiento sería siempre el mismo para ambos grupos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Detalles de los programas de entrenamiento.

Group	Exercise	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6
		S1 – S2	S3 – S4	S5 – S6	S7 – S8	S9 – S10	S11 – S12
G. Bil.	Squat (40 Kg)	2 x 8	2 x 10	2 x 10	2 x 12	2 x 12	3 x 10
	CMJ Repeat	2 x 6	2 x 8	2 x 8	2 x 10	2 x 10	3 x 8
	Pelvic Lift (20 Kg)	2 x 8	2 x 10	2 x 10	2 x 12	2 x 12	3 x 10
	Horizontal Jumps	2 x 6	2 x 8	2 x 8	2 x 10	2 x 10	3 x 8
G. Uni.	Bulgarian Squat (20 Kg)	2 x 8	2 x 10	2 x 10	2 x 12	2 x 12	3 x 10
	One – Leg Box Jump (20 cm)	2 x 6	2 x 8	2 x 8	2 x 10	2 x 10	3 x 8
	Unilateral Pelvic Lift (10 Kg)	2 x 8	2 x 10	2 x 10	2 x 12	2 x 12	3 x 10
	One – Leg Horizontal Jumps	2 x 6	2 x 8	2 x 8	2 x 10	2 x 10	3 x 8

\* Nota. G. Bil., Grupo Experimental con Ejercicios Bilaterales; G. Uni., Grupo Experimental con Ejercicios Unilaterales; S, Sesión; Series x Repeticiones. Recuperación de 30'' entre ejercicios. Recuperación de 90'' al finalizar cada circuito.

#### 4.4. Análisis Estadístico

Los datos se presentan como la media  $\pm$  desviación estándar. Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad de la distribución de los datos. Se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) para detectar posibles diferencias entre grupos, asumiendo los valores de la prueba pre-intervención como covariables. Dado que todas las variables cumplieron el principio de normalidad, se utilizó una prueba t para muestras dependientes para evaluar las diferencias pre-post dentro de cada grupo. Se calculó el tamaño del efecto de Cohen's d para examinar las diferencias a efectos prácticos (Cohen, 1988). Los resultados obtenidos se interpretaron como pequeños ( $0,00 \leq d \leq 0,49$ ), moderados ( $0,50 \leq d \leq 0,79$ ) y grandes ( $d \geq 0,80$ ). El análisis de datos se realizó utilizando el paquete estadístico JASP 0.16.3.0 software (Universidad

de Ámsterdam, Ámsterdam, Países Bajos). Para todos los análisis, el nivel de significación se estableció en  $p < 0,05$ .

## 5. Resultados

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la capacidad de salto de los jugadores antes y después de realizar su programa de fuerza correspondiente. La prueba estadística ANCOVA solamente ha revelado diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los grupos analizados en el porcentaje de asimetría del CMJ, en donde se observa una reducción favorable de la misma para el G. Bil.

Por otro lado, no se observan diferencias significativas en cada grupo (G. Bil. y G. Uni.) en el rendimiento del CMJ y del SH ( $p = 0,089 - 0,179$ ); si bien se observa un tamaño del efecto grande para el G. Bil. en el rendimiento del CMJ ( $d = -0,933$ ). Sin embargo, si se observan diferencias significativas en ambos grupos (G. Bil. y G. Uni.) en el rendimiento del CMJ D ( $p < 0,01$ ); mostrándose en ambos casos un tamaño del efecto grande ( $d = 1,535 - 2,151$ ). Además de ello, existen diferencias significativas en cada grupo en el rendimiento del SH ND; siendo el nivel de significancia mayor para el G. Bil. ( $p < 0,01$ ) que para el G. Uni. ( $p < 0,05$ ). Además, el G. Bil. también muestra diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) tanto en el rendimiento del CMJ ND como del SH D; observándose un tamaño del efecto grande para ambos casos ( $d = 1,373 - 1,429$ ).

**Tabla 2.** Cambios en el rendimiento de la capacidad de salto de los jugadores tras el periodo de intervención de 12 sesiones de entrenamiento de fuerza en el grupo experimental con ejercicios bilaterales (G. Bil.,  $n=5$ ) y en el grupo experimental con ejercicios unilaterales (G. Uni.,  $n=8$ ).

Variables	G. Bil.					G. Uni.					Diferencia entre Grupos	
	Pre	Post	%Dif	p	d	Pre	Post	%Dif	p	d	p	F
CMJ (cm)	44,18 ± 1,74	46,16 ± 3,27	4,42	0,105	-0,933	45,60 ± 4,43	47,79 ± 5,74	4,76	0,089	-0,698	0,986	0,000
CMJ D (cm)	22,38 ± 2,03	25,62 ± 2,08	14,75	0,009**	-2,151	23,80 ± 2,32	28,24 ± 2,51	19,41	0,003**	-1,535	0,173	2,157
CMJ ND (cm)	21,08 ± 2,48	24,12 ± 0,93	15,47	0,037*	-1,373	21,63 ± 2,49	23,93 ± 3,29	11,67	0,141	-0,587	0,867	0,030
Asim CMJ (%)	5,97 ± 2,94	5,53 ± 5,63	-0,44	0,909	0,055	8,95 ± 8,07	15,46 ± 6,88	6,52	0,133	-0,600	0,026*	6,875
SH (cm)	249 ± 11,47	256,60 ± 7,44	3,18	0,179	-0,729	256,88 ± 19,59	262,50 ± 16,63	2,32	0,103	-0,663	0,922	0,010
SH D (cm)	216,20 ± 10,28	228,20 ± 8,44	5,65	0,033*	-1,429	220,13 ± 15	229,63 ± 17,89	4,41	0,083	-0,716	0,827	0,050
SH ND (cm)	199,80 ± 3,70	218 ± 5,70	9,16	0,007**	-2,308	210,75 ± 13,98	222,13 ± 16,45	5,50	0,042*	-0,878	0,627	0,252
Asim SH (%)	7,45 ± 3,94	4,34 ± 4,92	-3,10	0,147	0,803	4,21 ± 2,80	3,20 ± 3,03	-1,01	0,452	0,282	0,792	0,074

\* Nota. CMJ, Salto con contramovimiento; CMJ D, Salto con contramovimiento con pierna dominante; CMJ ND, Salto con contramovimiento con pierna no dominante; Asim CMJ, Porcentaje de asimetría

entre piernas en el salto con contramovimiento; SH, Salto horizontal; SH D, Salto horizontal con pierna dominante; SH ND, Salto horizontal con pierna no dominante; Asim SH, Porcentaje de asimetría entre piernas en el salto horizontal; %Dif, Porcentaje de diferencia en el rendimiento de los tests entre la pre- y la post- intervención; p, Nivel de significancia; d, tamaño del efecto. \*p < 0.05. \*\*p < 0.01. \*\*\* p < 0.001.

En la Tabla 3 se muestran los resultados en el rendimiento del sprint y de la capacidad para cambiar de dirección de los jugadores antes y después de realizar su programa de fuerza correspondiente. En este caso, la prueba estadística ANCOVA no ha revelado diferencias significativas (p > 0,05) entre los grupos para ninguna de las variables analizadas.

Por otro lado, se han observado diferencias significativas (p < 0,05) para el G. Bil. en el porcentaje de asimetría entre piernas para la prueba del COD-505; unido a un tamaño del efecto grande (d = -1,244). A su vez, el G. Uni. muestra una disminución significativa (p < 0,05) en el rendimiento del sprint con un efecto del tamaño grande (d = -0,913).

**Tabla 3.** Cambios en el rendimiento del sprint y de la capacidad de cambiar de dirección tras el periodo de intervención de 12 sesiones de entrenamiento de fuerza en el grupo experimental con ejercicios bilaterales (G. Bil., n=5) y en el grupo experimental con ejercicios unilaterales (G. Uni., n=8).

Variables	G. Bil.					G. Uni.					Diferencia entre Grupos	
	Pre	Post	%Dif	p	d	Pre	Post	%Dif	p	d	p	F
Sprint (s)	1,71 ± 0,06	1,70 ± 0,06	-0,64	0,675	0,202	1,69 ± 0,05	1,70 ± 0,04	0,83	0,036*	-0,913	0,463	0,581
COD D (s)	2,20 ± 0,04	2,22 ± 0,05	0,84	0,565	-0,280	2,18 ± 0,05	2,17 ± 0,06	0,19	0,841	-0,074	0,461	0,588
COD ND (s)	2,26 ± 0,06	2,25 ± 0,04	-0,47	0,745	0,156	2,23 ± 0,06	2,24 ± 0,07	0,63	0,717	-0,133	0,785	0,079
Asim COD (%)	-2,64 ± 1,75	-1,28 ± 1,05	1,36	0,050*	-1,244	-2,38 ± 2,40	-2,76 ± 1,94	-0,39	0,785	0,100	0,167	2,221
CODD (s)	0,52 ± 0,08	0,53 ± 0,04	4,84	0,763	-0,144	0,52 ± 0,04	0,51 ± 0,06	-0,61	0,801	0,093	0,564	0,355
CODD% (%)	30,18 ± 5,38	31,21 ± 3,21	1,02	0,736	-0,162	30,54 ± 2,46	29,96 ± 1,29	-0,58	0,709	0,137	0,562	0,360

\* Nota. COD D, Cambio de dirección con pierna dominante; COD ND, Cambio de dirección con pierna no dominante; Asim COD, Porcentaje de asimetría entre piernas en el cambio de dirección; CODD, Déficit en el cambio de dirección; CODD%, Déficit en el cambio de dirección basado en porcentaje; %Dif, Porcentaje de diferencia en el rendimiento de los tests entre la pre- y la post- intervención; p, Nivel de significancia; d, tamaño del efecto. \*p < 0.05. \*\*p < 0.01. \*\*\* p < 0.001.

## 6. Discusión

Numerosos estudios han propuesto diferentes programas de fuerza con distintas orientaciones para mejorar el rendimiento de los futbolistas sobre diferentes capacidades y habilidades físicas, mostrando hallazgos muy diversos (Hasan, 2023; Lindblom et al., 2012; Pardos-Mainer et al., 2020; Ramirez-Campillo et al., 2018; Rosas et al., 2017; Roso-Moliner et al., 2023; Torres Martín et al., 2021); por ello, el principal objetivo de este trabajo fin de grado fue analizar el efecto de dos programas de entrenamiento de fuerza con diferentes orientaciones (i.e., bilateral y unilateral) sobre la capacidad de salto vertical y horizontal, la velocidad en línea recta y la habilidad para cambiar de dirección, y sus asimetrías, en futbolistas semiprofesionales. La novedad de este trabajo radica en diferenciar programas de fuerza que incluyan únicamente ejercicios bilaterales o, por el contrario, ejercicios unilaterales ya que todos los estudios revisados seleccionan indistintamente ejercicios de ambas orientaciones en sus programas de entrenamiento. Los principales resultados de este trabajo muestran que aquellos jugadores que realizan un programa de fuerza con ejercicios bilaterales reducen la asimetría entre piernas tanto en la capacidad de salto vertical como en la habilidad para cambiar de dirección. Además, este grupo también muestra una mejora significativa en el rendimiento del salto unilateral tanto vertical como horizontal.

El rendimiento obtenido por los futbolistas en pruebas de salto vertical y horizontal puede ser una herramienta muy útil para valorar su competencia futbolística ya que, por un lado, se ha observado que aquellos equipos en los que sus jugadores lograban un mayor rendimiento en la altura del salto vertical se situaban en posiciones más altas de la tabla clasificatoria (Arnason et al., 2004), y por otro lado, es interesante valorar también el salto horizontal ya que la dirección de las fuerzas generadas en el mismo guardan una mayor relación con acciones específicas del juego, tales como esprintar y acelerar (Michailidis et al., 2013). En nuestro trabajo se observa que, tras un periodo de seis semanas, en las cuales se realizaron dos sesiones de fuerza por semana, y en el que un grupo lo realizó con ejercicios bilaterales mientras que el otro lo hizo con ejercicios unilaterales, el G. Bil. mejoró más que el G. Uni. en las variables CMJ ND, SH, SH D y SH ND mientras que el G. Uni. lo hizo en las variables CMJ y CMJ D con respecto al G. Bil. Esto puede ser debido a la naturaleza de los ejercicios

ya que, en el caso del programa bilateral, el ejercicio incluido para el salto vertical no disponía de un obstáculo a superar, como era el caso del programa unilateral (cajón), lo que podía hacer que los jugadores no generasen toda la fuerza posible en cada uno de los saltos; provocando que las adaptaciones neuromusculares no fueran del todo las esperadas (i.e., mejorar la activación de las fibras musculares, aumentar la producción de fuerza vertical o la potencia muscular de los principales grupos implicados) (Behm et al., 2017). Además, en estudios previos se ha observado que incluir programas de fuerza, independientemente de la orientación de los ejercicios (bilateral vs unilateral) en los entrenamientos de fútbol mejora la capacidad de salto vertical (CMJ) y horizontal (Hop Test) en futbolistas jóvenes (Buchheit, Mendez-Villanueva, Delhomel, et al., 2010; Pardos-Mainer et al., 2020; Torres Martín et al., 2021). Por tanto, podría ser interesante incluir programas de fuerza con ejercicios tanto bilaterales como unilaterales durante periodos iguales o superiores a seis semanas, con una o dos sesiones en cada una de ellas, para mejorar el rendimiento del salto vertical y horizontal.

Otro aspecto importante por considerar para la evaluación de la capacidad de salto vertical y horizontal con orientación unilateral de los futbolistas es que permite valorar la asimetría entre extremidades del tren inferior. Su relevancia viene determinada por las conclusiones que extrajeron varios estudios anteriores, las cuales afirmaban que porcentajes más elevados de asimetrías funcionales pueden conducir, por un lado, a una mayor probabilidad de lesión, y, por otro lado, a una disminución del rendimiento (Bettariga et al., 2022; Bishop et al., 2019; Lockie et al., 2014; Menzel et al., 2013; Pardos-Mainer et al., 2020). En nuestro trabajo se observa que, tras la realización de un programa de fuerza de seis semanas en el que un grupo lo realizó con ejercicios bilaterales mientras que el otro lo hizo con ejercicios unilaterales, el G. Bil. redujo la asimetría entre piernas tanto en el CMJ como en el SH mientras que el G. Uni. solamente lo consiguió en el SH ya que el porcentaje de esta se vio aumentado para el CMJ; mostrándose también mayores magnitudes de asimetría en el CMJ (entre 6-15%) que en el SH (entre 3-7%) para ambos grupos. Esto último puede deberse a la direccionalidad de las fuerzas ya que es habitual que las acciones ejecutadas por los jugadores incluyan en mayor medida desplazamientos horizontales (i.e., esprintar y cambiar de dirección); haciendo que su realización sea más repetitiva y estén más acostumbrados a ellos (Bettariga et al., 2022). De hecho, un estudio anterior lo

corroborar ya que demostró mayores magnitudes de asimetrías en el salto vertical (entre 10-15%) con respecto al horizontal (alrededor del 4%) en futbolistas femeninas jóvenes (Bishop, Read, Mccubbine, et al., 2018). Así pues, teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, podría resultar útil aplicar programas de fuerza que incluyan únicamente ejercicios bilaterales en futbolistas para reducir las asimetrías en el salto vertical y horizontal.

El fútbol es un deporte en el que priman los esfuerzos intermitentes de alta intensidad y duración corta. Esto quiere decir que, durante el juego, los jugadores ejecutan un gran número de acciones cortas y de máxima intensidad, tales como esprintar y cambiar de dirección, las cuales se realizan en multitud de direcciones, y pueden llegar a ser cruciales para obtener el éxito deportivo (Hasan, 2023; Lockie et al., 2018; Michailidis et al., 2013; Sáez de Villarreal et al., 2015). Por tanto, puede resultar de especial interés para los preparadores físicos el estudio de la capacidad de esprintar y la habilidad para cambiar de dirección. Nuestros resultados mostraron que, tanto el G. Bil. como el G. Uni., mantenían el rendimiento en cuanto a la habilidad para cambiar de dirección independientemente de si realizaban un programa de fuerza con ejercicios bilaterales o unilaterales. Esto podría deberse a la falta de especificidad en la selección de los ejercicios de los programas de fuerza ya que, a excepción de los cambios de dirección que se producían en las propias tareas de los entrenamientos de fútbol, no se programó ningún otro ejercicio para tal fin (Torres Martín et al., 2021). Sin embargo, en el caso del sprint, el G. Bil. presentó una pequeña mejora mientras que el G. Uni. disminuyó significativamente su rendimiento. Teniendo en cuenta que el G. Bil. mejoró significativamente tanto en el SH D como en el SH ND y que la dirección de las fuerzas, así como la propia acción motriz tanto en el SH como en el sprint son similares, podrían ser las causas de que el G. Bil. mejore en la capacidad para esprintar. En un estudio anterior, en el cual se propuso un programa de fuerza en el que primaban ejercicios bilaterales, se observó que el rendimiento tanto en la capacidad de esprintar (20 metros) como en la habilidad para cambiar de dirección (Illinois Agility Test) se mantenía igual tras la intervención en futbolistas femeninas jóvenes (Lindblom et al., 2012); a diferencia de lo que sucedía en otro estudio en el que el programa de fuerza estaba compuesto mayoritariamente por ejercicios unilaterales ya que el rendimiento en el sprint (20 metros) y en el cambio de dirección (V-Cut Test) mejoró en jugadores masculinos de categoría sub-16 (Torres Martín et

al., 2021). Por todo ello, podría ser interesante incluir programas de fuerza tanto con ejercicios bilaterales como unilaterales, en los cuales se incluya algún ejercicio que implique cambio de dirección, para mantener o mejorar el rendimiento tanto en la capacidad para esprintar como en la habilidad para cambiar de dirección.

Del mismo modo que sucedía con el salto vertical y horizontal unilateral, puede resultar de especial utilidad la valoración de la asimetría funcional entre extremidades inferiores en la habilidad para cambiar de dirección ya que, tal y como se ha comentado anteriormente en varias ocasiones, porcentajes menores de esta pueden minimizar el riesgo de lesión (Raya-Gonzalez et al., 2021). Además de ello, existen otras variables relacionadas con el cambio de dirección, como es el caso del CODD, que pueden representar con mayor exactitud la capacidad de los jugadores para cambiar de dirección (Dos'Santos et al., 2019). Los resultados de nuestro trabajo mostraron que el G. Bil. disminuyó significativamente el porcentaje de asimetría entre extremidades mientras que el G. Uni. la mantuvo muy similar. Esto podría deberse a que el G. Bil. mostró mejoras en el rendimiento en la mayoría de las pruebas en donde las acciones se ejecutaban principalmente en dirección horizontal (i.e., SH, SH D, SH ND y sprint). A su vez, ambos grupos mantuvieron muy parecido tanto el CODD como el CODD% en las pruebas pre- y post-; teniendo en cuenta que el G. Uni. mostró una disminución muy leve en ambas variables. Esto último se contrapone con la hipótesis expuesta en el estudio de Dos'Santos et al. (2019) en el que se considera que aquellos deportistas que alcanzan mayores velocidades lineales, en nuestro caso el G. Uni., podrían tener una peor capacidad para cambiar de dirección y, por tanto, mostrar mayores valores en el CODD. Por todo ello, podría ser de utilidad incluir programas de fuerza con ejercicios bilaterales para reducir la asimetría entre extremidades inferiores en la habilidad para cambiar de dirección.

Este trabajo no está exento de limitaciones, siendo la primera el número total de futbolistas distribuidos en cada grupo. Aunque se inició con 10 participantes en cada grupo, no se pudieron analizar los datos de todos ellos ya que algunos de ellos no cumplieron con alguno de los criterios de inclusión establecidos; provocando una diferencia de número entre las muestras de cada grupo (G. Bil., n=5 y G. Uni., n=8). A pesar de que todos los jugadores pertenecían al mismo equipo y entrenaban mismo volumen e intensidad de entrenamiento, no se ha controlado la carga externa y/o interna que ha supuesto a los jugadores el periodo de intervención. Además de ello,

tampoco se ha controlado el número total de entrenamientos regulares de fútbol al que han asistido ya que, al tratarse de fútbol semiprofesional, la mayor parte de los jugadores compaginan este deporte con otras labores (i.e., estudios superiores o trabajo). Por otro lado, el diseño de los programas de entrenamiento en cuanto a la selección de ejercicios y cargas se ha visto limitado por el material del que disponía el club en el que se ha llevado a cabo la intervención; el cual no contaba con material muy sofisticado (e.g., dispositivos inerciales, máquinas de fuerza, número de discos...).

## 7. Conclusiones y Aplicaciones Prácticas

Los principales resultados de este trabajo muestran que tanto un programa de fuerza con ejercicios bilaterales como unilaterales permite mejorar el rendimiento del salto vertical y horizontal de manera bilateral y unilateral. Sin embargo, la mejora en el salto unilateral vertical y horizontal es mayor en aquellos jugadores que lo realizan con un programa de ejercicios bilaterales. Por ello, este trabajo fin de grado podría ser de gran interés y utilidad para que los preparadores físicos incluyan programas de fuerza con ejercicios bilaterales con la finalidad de mejorar el rendimiento del salto vertical y horizontal de los futbolistas.

Por otro lado, los resultados de este trabajo también demuestran que ambos grupos (i.e., bilateral y unilateral) mantienen el rendimiento en la habilidad para cambiar de dirección pero que los jugadores que realizaron el programa de fuerza con ejercicios unilaterales disminuyeron su rendimiento en el sprint. Así pues, incluir un programa de fuerza con ejercicios bilaterales podría ser interesante para mantener el rendimiento de los jugadores tanto en el cambio de dirección como en el sprint.

Atendiendo a las asimetrías funcionales entre extremidades inferiores para la prueba del salto vertical, los resultados muestran una disminución de esta en aquellos jugadores que realizaron el programa con ejercicios bilaterales. En el caso del salto horizontal, los resultados muestran una reducción de la asimetría tanto en el grupo que realizó el programa de fuerza con ejercicios bilaterales como unilaterales; aunque fue mayor para el grupo bilateral. De este modo, para valorar las asimetrías de las extremidades inferiores en futbolistas semiprofesionales sería preciso atender a la orientación de los ejercicios prescritos.

En cuanto a la asimetría funcional del tren inferior en la habilidad para cambiar de dirección, los resultados de este trabajo muestran una reducción solamente para el grupo que realizó el programa de fuerza con ejercicios bilaterales. Por tanto, utilizar programas de fuerza que incluyan únicamente ejercicios bilaterales podría resultar útil para reducir la asimetría en el cambio de dirección.

Por último, los resultados de este trabajo también muestran que el grupo que realizó el programa de fuerza con ejercicios unilaterales disminuyó ligeramente el déficit de cambio de dirección. Es por ello por lo que incluir programas de fuerza con ejercicios unilaterales podría servir para disminuir el déficit de cambio de dirección en

futbolistas, cualidad determinante en el rendimiento en fútbol. Además, la combinación de ejercicios bilaterales y unilaterales también podría ayudar a mitigar las asimetrías en futbolistas.

## **8. Limitaciones y Futuras Líneas de Investigación**

Este trabajo fin de grado no está exento de limitaciones ya que es el primer trabajo en materia de investigación que realizo. Por ello, una de las principales dificultades que me he encontrado ante la realización de este es el escaso conocimiento que poseo sobre la forma de proceder metodológicamente en una investigación.

Además, la escasez de tiempo disponible para la realización de las pruebas físicas ha hecho que necesitara de la ayuda de mi tutor, lo que hizo que tuviéramos que dividir a los participantes en dos grupos para su desarrollo. Esto supuso que unos jugadores hicieran primero unas pruebas (sprint y COD) mientras que los otros debían hacer las restantes (salto vertical y horizontal). Esto podría haber afectado a los resultados obtenidos para comparar las diferencias entre grupos debido a la diferente fatiga que puede suponer cada una de las pruebas. Sin embargo, se estandarizó que cada grupo realizara el mismo orden de las pruebas para las mediciones pre- y post-intervención. De esta forma, se conseguiría al menos comparar con mayor rigurosidad las diferencias en el rendimiento de los tests para cada grupo.

Por otro lado, este trabajo fin de grado se ha llevado a cabo durante las prácticas del grado y el haber tenido la posibilidad de compartir cada uno de los entrenamientos con mi tutor, en vez de en momentos puntuales, podría haberme ayudado a la mejor selección de ejercicios y progresión de la carga de entrenamiento de los programas de fuerza.

Por último, otra limitación que se ha encontrado para este trabajo es la escasa muestra que, finalmente, se ha podido utilizar para obtener los resultados ya que debido a la plantilla corta de la que disponía este equipo y las lesiones que han sufrido algunos jugadores a lo largo de la intervención solamente se ha podido contar con el 65% (n=13) de los participantes que en un principio habían aceptado participar en este trabajo de investigación.

Pese a todo ello, el presente trabajo fin de grado muestra que aplicar un programa de fuerza que incluya ejercicios bilaterales y en el que se realicen dos sesiones semanales durante al menos seis semanas podría mejorar el rendimiento en el salto vertical y horizontal, tanto bilateral como unilateralmente, así como en el sprint lineal; además de reducir la asimetría entre extremidades inferiores en el salto vertical y

horizontal y en el COD, mientras que aplicarlo con ejercicios unilaterales podría mejorar el rendimiento en el salto vertical y horizontal, de manera bilateral y unilateral, así como reducir la asimetría entre piernas en el salto horizontal y el CODD.

Sin embargo, sería de utilidad realizar más estudios que sigan esta línea de investigación (programas de fuerza bilaterales vs programas de fuerza unilaterales) debido a la escasez de estos en la literatura científica y a las limitaciones encontradas en este trabajo.

## 9. Referencias Bibliográficas

- Ade, J., Fitzpatrick, J., & Bradley, P. S. (2016). High-intensity efforts in elite soccer matches and associated movement patterns, technical skills and tactical actions. Information for position-specific training drills. *Journal of Sports Sciences*, *34*(24), 2205–2214. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1217343>
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical Fitness, Injuries, and Team Performance in Soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *36*(2), 278–285. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000113478.92945.CA>
- Aslan, A., Açıkada, C., Güvenç, A., Gören, H., Hazır, T., & Özkara, A. (2012). Metabolic demands of match performance in young soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, *11*, 170–179.
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, *33*(15), 1574–1579. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Balsalobre-Fernández, C., & Jiménez-Reyes, P. (2014). *Entrenamiento de Fuerza: Nuevas Perspectivas Metodológicas* (Primera Edición). [http://www.carlos-balsalobre.com/Entrenamiento\\_de\\_Fuerza\\_Balsalobre&Jimenez.pdf](http://www.carlos-balsalobre.com/Entrenamiento_de_Fuerza_Balsalobre&Jimenez.pdf)
- Baroni, B. M., Franke, R. DE, Rodrigues, R., Geremia, J. M., Schimidt, H. L., Carpes, F. P., & Vaz, M. A. (2016). Are The Responses to Resistance Training Different Between The Preferred and Nonpreferred Limbs? *Journal of Strength and Conditioning Research*, *30*(3), 733–738. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001148>
- Bazyler, C., Bailey, C., Chiang, C.-Y., Sato, K., & Stone, M. H. (2014). The effects of strength training on isometric force production symmetry in recreationally trained males. *Journal of Trainology*, *3*(1), 6–10. [https://doi.org/10.17338/trainology.3.1\\_6](https://doi.org/10.17338/trainology.3.1_6)
- Behm, D. G., Young, J. D., Whitten, J. H. D., Reid, J. C., Quigley, P. J., Low, J., Li, Y., Lima, C. D., Hodgson, D. D., Chaouachi, A., Prieske, O., & Granacher, U. (2017).

Effectiveness of Traditional Strength vs. Power Training on Muscle Strength, Power and Speed with Youth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, 8(423). <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00423>

Bettariga, F., Turner, A., Maloney, S., Maestroni, L., Jarvis, P., & Bishop, C. (2022). The Effects of Training Interventions on Interlimb Asymmetries: A Systematic Review with Meta-analysis. *Strength and Conditioning Journal*, 44(5), 69–86. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000701>

Bishop, C., Brashill, C., Abbott, W., Read, P., Lake, J., & Turner, A. (2019). Jumping Asymmetries Are Associated with Speed, Change of Direction Speed, and Jump Performance in elite Academy Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 0(0), 1–7. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003058>

Bishop, C., Read, P., Lake, J., Chavda, S., & Turner, A. (2018). Interlimb asymmetries: Understanding how to calculate differences from bilateral and unilateral tests. *Strength and Conditioning Journal*, 40(4), 1–6. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000371>

Bishop, C., Read, P., Mccubbine, J., & Turner, A. (2018). Vertical and Horizontal Asymmetries Are Related to Slower Sprinting and Jump Performance in Elite Youth Female Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(1), 56–63. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002544>

Bishop, C., Turner, A., & Read, P. (2017). Training methods and considerations for practitioners to reduce interlimb asymmetries. *Strength and Conditioning Journal*, 40(2), 40–46. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000354>

Brown, S. R., Feldman, E. R., Cross, M. R., Helms, E. R., Marrier, B., Samozino, P., & Morin, J. B. (2017). The potential for a targeted strength-Training program to decrease asymmetry and increase performance: A proof of concept in sprinting. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(10), 1392–1395. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0590>

Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M., & Ahmaidi, S. (2010). Improving Repeated Sprint Ability in Young Elite Soccer Players: Repeated Shuttle Sprint vs Explosive Strength Training. *Journal of Strength and*

- Conditioning Research*, 24(10), 2715–2722.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181bf0223>
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010). Match running performance and fitness in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31(11), 818–825. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1262838>
- Burch, M., Wallner, G., Angelescu, S. L., & Lakatos, P. (2020). Visual Analysis of FIFA World Cup Data. *Proceedings of the International Conference on Information Visualisation*, 2020-September, 114–119.  
<https://doi.org/10.1109/IV51561.2020.00028>
- Castillo, D., Raya-GonzálezGonz, J., Weston, M., & Yanci, J. (2019). Distribution of External Load During Acquisition Training Sessions and Match Play of a Professional Soccer Team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 0(0), 1–6. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003363>
- Chappell, J. D., & Limpisvasti, O. (2008). Effect of a neuromuscular training program on the kinetics and kinematics of jumping tasks. *American Journal of Sports Medicine*, 36(6), 1081–1086. <https://doi.org/10.1177/0363546508314425>
- Chelly, M. S., Ghenem, M. A., Abid, K., Hermassi, S., Tabka, Z., & Shephard, R. J. (2010). Effects of In-Season Short-Term Plyometric Training Program on Leg Power, Jump and Sprint Performance of Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2670–2676.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e2728f>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Cometti, Gilles. (2000). *Los métodos modernos de musculación*. Editorial Paidotribo.
- Datson, N., Drust, B., Weston, M., Jarman, I. H., Lisboa, P. J., & Gregson, W. (2017). Match Physical Performance of elite Female Soccer Players During International Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(9), 2379–2387.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001575>
- De Hoyo, M., Gonzalo-Skok, O., Sanudo, B., Sanudo, S., Carrascal, C., Plaza-Armas, J. R., Camacho-Candil, F., & Otero-Esquina, C. (2016). Comparative Effects of In-Season Full-Back Squat, Resisted Sprint Training, and Plyometric

- Training on Explosive Performance in U-19 Elite Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 368–377. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001094>
- Dos'Santos, T., Thomas, C., Jones, P. A., & Comfort, P. (2019). Assessing Asymmetries in Change of Direction Speed Performance: Application of Change of Direction Deficit. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(11), 2953–2961. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002438>
- Falces Prieto, M., González Fernández, F. T., Baena Morales, S., Benítez-Jiménez, A., Martín Barrero, A., Conde Fernández, L., Suárez Arrones, L., & Sáez de Villareal, E. (2020). Effects of a Strength training program with program with self loading on countermovement jump performance and body composition in young soccer players. *Journal of Sport and Health Research*, 12(1), 112–125.
- Fiorilli, G., Mariano, I., Iuliano, E., Giombini, A., Ciccarelli, A., Buonsenso, A., Calcagno, G., & Di Cagno, A. (2020). Eccentric-Overload Training in Young Soccer Players: Effects on Strength, Sprint, Change of Direction, Agility and Soccer Shooting Precision. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19, 213–223.
- Freitas, T. T., Pereira, L. A., Alcaraz, P. E., Azevedo, P. H. S. M., Bishop, C., & Loturco, I. (2022). Percentage-Based Change of Direction Deficit: A New Approach to Standardize Time- and Velocity-Derived Calculations. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(12), 3521–3526. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000004118>
- Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273–280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- Gonzalo-Skok, O., Moreno-Azze, A., Arjol-Serrano, J. L., Tous-Fajardo, J., & Bishop, C. (2019). A Comparison of 3 Different Unilateral Strength Training Strategies to Enhance Jumping Performance and Decrease Interlimb Asymmetries in Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(9), 1256–1264. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0920>
- Hammami, M. Z., Negra, Y., Aouadi, R., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2016). Effects of an In-Season Plyometric Training Program on Repeated Change of

- Direction and Sprint Performance in The Junior Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(12), 3312–3320. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001470>
- Hasan, S. (2023). Effects of plyometric vs. strength training on strength, sprint, and functional performance in soccer players: a randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 13(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31375-4>
- Hodges, S. J., Patrick, R. J., & Reiser, R. F. (2011). Effects of Fatigue on Bilateral Ground reaction Force Asymmetries During The Squat Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3107–3117. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318212de7b>
- Hoffman, J. R., Cooper, J., Wendell, M., Kang, J., Hoffman, A., Cooper, J., Wendell, M., & Kang, J. (2004). Comparison of Olympic vs Traditional Power Lifting Training Programs in football Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(1), 129–135. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)018<0129:coovtp>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)018<0129:coovtp>2.0.co;2)
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Maffiuletti, N., & Marcora, S. M. (2007). A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(11), 2044–2050. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31814fb55c>
- Knuttgen, H. G., & Kraemer, W. J. (1987). Terminology and Measurement in Exercise Performance. *Journal of Applied Sport Science Research*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.1519/00124278-198702000-00001>
- Lago-Peñas, C., Lago-Ballesteros, J., Dellal, A., & Gómez, M. (2010). Game-related statistics that discriminated winning, drawing and losing teams from the Spanish soccer league. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 288–293.
- Lephart, S. M., Abt, J. P., Ferris, C. M., Sell, T. C., Nagai, T., Myers, J. B., & Irrgang, J. J. (2005). Neuromuscular and biomechanical characteristic changes in high school athletes: A plyometric versus basic resistance program. *British Journal of Sports Medicine*, 39(12), 932–938. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.019083>
- Lindblom, H., Waldén, M., & Häggglund, M. (2012). No effect on performance tests from a neuromuscular warm-up programme in youth female football: A randomised

controlled trial. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 20(10), 2116–2123. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1846-9>

Liu, R., Liu, J., Ma, X., Li, Q., & An, R. (2021). Effect of FIFA 11+ intervention on change of direction performance in soccer and futsal players: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 16(3), 862–872. <https://doi.org/10.1177/1747954121991667>

Lockie, R. G., Callaghan, S. J., Berry, S. P., Cooke, E. R. A., Jordan, C. A., Luczo, T. M., & Jeffriess, M. D. (2014). Relationship Between Unilateral Jumping Ability and Asymmetry on Multidirectional Speed in Team-Sport Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3557–3566. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000588>

Lockie, R. G., Dawes, J. J., & Jones, M. T. (2018). Relationships between linear speed and lower-body power with change-of-direction speed in national collegiate athletic association divisions I and II women soccer athletes. *Sports*, 30(6), 1–12. <https://doi.org/10.3390/sports6020030>

Lockie, R. G., Schultz, A. B., Jeffriess, M. D., & Callaghan, S. J. (2012). The relationship between bilateral differences of knee flexor and extensor isokinetic strength and multi-directional speed. *Isokinetics and Exercise Science*, 20(3), 211–219. <https://doi.org/10.3233/IES-2012-0461>

Maloney, S. J. (2018). The Relationship Between Asymmetry and Athletic Performance: A Critical Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(9), 2579–2593. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002608>

Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., Kirkendall, D. T., & Garrett, W. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-Year follow-up. *American Journal of Sports Medicine*, 33(7), 1003–1010. <https://doi.org/10.1177/0363546504272261>

Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-Musculoskeletal and Performance Adaptations to Lower-Extremity Plyometric Training. *Sports Medicine*, 40(10), 859–895. <https://doi.org/10.2165/11318370-000000000-00000>

*Memoria de actividades*. (2022). [www.rfef.es](http://www.rfef.es)

- Menzel, H.-J., Chagas, M. H., Szmuchrowski, L. A., Araujo, S. R., De Andrade, A. G., & Resende Jesus-moraleida, F. DE. (2013). Analysis of Lower Limb Asymmetries by Isokinetic and Vertical Jump Tests in Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(5), 1370–1377. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318265a3c8>
- Michailidis, Y., Fatouros, I. G., Primpa, E., Michailidis, C., Avloniti, A., Chatzinikolaou, A., Barbero-A, J. C., Lvarez, ´, Tsoukas, D., Douroudos, I. I., Draganidis, D., Leontsini, D., Margonis, K., Berberidou, F., & Kambas, A. (2013). Plyometrics´ Trainability in Preadolescent Soccer Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 38–49. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182541ec6>
- Mohr, M., Krustup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519–528. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071182>
- Mujika, I., Santisteban, J., Impellizzeri, F. M., & Castagna, C. (2009). Fitness determinants of success in men’s and women’s football. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 107–114. <https://doi.org/10.1080/02640410802428071>
- Negra, Y., Chaabene, H., Fernandez-Fernandez, J., Sammoud, S., Bouguezzi, R., Prieske, O., & Granacher, U. (2018). Short-Term Plyometric Jump Training Improves Repeated-Sprint Ability in Prepuberal Male Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(11), 3241–3249. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002703>
- Nimphius, S., Callaghan, S. J., Spiteri, T., & Lockie, R. G. (2016). Change of Direction Deficit: A More Isolated Measure of Change of Direction Performance than Total 505 Time. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(11), 3024–3032. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001421>
- Nimphius, S., Spiteri, T., Geib, G., & Carlisle, D. (2013). “Change of direction deficit” measurement in Division I American football players. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 21(2), 115–117. <https://www.researchgate.net/publication/281318994>
- Noyes, F. R., Barber-Westin, S. D., Tutalo Smith, S. T., & Campbell, T. (2013). A Training Program to Improve Neuromuscular and Performance Indices in Female

- High School Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 340–351. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825423d9>
- Oliver, J. L., Ramachandran, A. K., Singh, U., Ramirez-Campillo, R., & Lloyd, R. S. (2023). The Effects of Strength, Plyometric and Combined Training on Strength, Power and Speed Characteristics in High-Level, Highly Trained Male Youth Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01944-8>
- Ozbar, N., Ates, S., & Agopyan, A. (2014). The Effect of 8-Week Plyometric Training on Leg Power, Jump and Sprint Performance in Female Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2888–2894. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000541>
- Pardos-Mainer, E., Casajús, J. A., Bishop, C., & Gonzalo-Skok, O. (2020). Effects of Combined Strength and Power Training on Physical Performance and Interlimb Asymmetries in Adolescent Female Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(8), 1147–1155. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2019-0265>
- Ramirez-Campillo, R., García-Pinillos, F., García-Ramos, A., Yanci, J., Gentil, P., Chaabene, H., & Granacher, U. (2018). Effects of different plyometric training frequencies on components of physical fitness in amateur female soccer players. *Frontiers in Physiology*, 9, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00934>
- Raya-Gonzalez, J., Clemente, F. M., & Castillo, D. (2021). Analyzing the magnitude of interlimb asymmetries in young female soccer players: A preliminary study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020475>
- Raya-González, J., & Sánchez, J. S. (2018). Strength training methods for improving actions in football. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 132, 72–93. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2018/2\).132.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2018/2).132.06)
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669–683. <https://doi.org/10.1080/02640410050120050>

- Rosas, F., Ramírez-Campillo, R., Martínez, C., Caniuqueo, A., Cañas-Jamet, R., McCrudden, E., Meylan, C., Moran, J., Nakamura, F. Y., Pereira, L. A., Loturco, I., Diaz, D., & Izquierdo, M. (2017). Effects of Plyometric Training and Beta-Alanine Supplementation on Maximal-Intensity Exercise and Endurance in Female Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, *58*(1), 99–109. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0072>
- Roso-Moliner, A., Mainer-Pardos, E., Cartón-Llorente, A., Nobari, H., Pettersen, S. A., & Lozano, D. (2023). Effects of a neuromuscular training program on physical performance and asymmetries in female soccer. *Frontiers in Physiology*, *14*, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1171636>
- Rublely, M. D., Haase, A. C., Holcomb, W. R., Girouard, T. J., & Tandy, R. D. (2011). The Effect of Plyometric Training on Power and kicking Distance in Female Adolescent Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *25*(1), 129–134. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b94a3d>
- Sáez de Villarreal, E., Suarez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G. G., & Ferrete, C. (2015). Effects of Plyometric and Sprint Training on Physical and Technical Skill Performance in Adolescent Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *29*(7), 1894–1903. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000838>
- Sheppard, J., & Young, W. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. In *Journal of Sports Sciences* (Vol. 24, Issue 9, pp. 919–932). <https://doi.org/10.1080/02640410500457109>
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of Soccer An Update. *Sports Medicine*, *35*(6), 501–536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Suarez-Arrones, L., Lara-Lopez, P., Torreno, N., de Villarreal, E. S., Di Salvo, V., & Mendez-Villanueva, A. (2019). Effects of strength training on body composition in young male professional soccer players. *Sports*, *7*(5), 1–10. <https://doi.org/10.3390/sports7050104>
- Taube, W., Leukel, C., & Gollhofer, A. (2012). How Neurons Make Us Jump: The Neural Control of Stretch-Shortening Cycle Movements. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *40*(2), 106–115. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e31824138da>

- Torres Martín, L., Raya-González, J., Ramirez-Campillo, R., Chaabene, H., & Sánchez-Sánchez, J. (2021). Effects of body mass-based resistance training on measures of physical fitness and musculotendinous injury incidence and burden in U16 male soccer players. *Research in Sports Medicine*, 31(5), 574–587. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.2010205>
- Turner, A. M., Owings, M., & Schwane, J. A. (2003). Improvement in Running Economy After 6 Weeks of Plyometric Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 60–67. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0060:iireaw>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0060:iireaw>2.0.co;2)
- Vescovi, J. D., & McGuigan, M. R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 97–107. <https://doi.org/10.1080/02640410701348644>
- Virgile, A., & Bishop, C. (2021). A Narrative Review of Limb Dominance: Task Specificity and the Importance of Fitness Testing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(3), 846–858. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003851>
- Wang, Y. C., & Zhang, N. (2016). Effects of plyometric training on soccer players. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 12(2), 550–554. <https://doi.org/10.3892/etm.2016.3419>
- Winther, A. K., Baptista, I., Pedersen, S., Randers, M. B., Johansen, D., Krstrup, P., & Pettersen, S. A. (2022). Position specific physical performance and running intensity fluctuations in elite women's football. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 1(S1), 105–114. <https://doi.org/10.1111/sms.14105>
- Young, W., & Farrow, D. (2006). A Review of Agility: Practical Applications for Strength and Conditioning. *Strength and Conditioning Journal*, 28(5), 24–29. <https://doi.org/10.1519/00126548-200610000-00004>

## 10. Anexos

**Anexo 1.** Documento de consentimiento informado para investigación clínica que no implique muestras biológicas

### HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID

**SERVICIO:**

**INVESTIGADOR RESPONSABLE:**

**TELÉFONO DE CONTACTO:**

**EMAIL:**

**NOMBRE DE LA LÍNEA DE TRABAJO:**

**VERSIÓN DE DOCUMENTO: (Número de versión, fecha):**

-----

#### **I) Finalidad de la línea de trabajo propuesta:**

El objetivo del presente estudio es observar si existen diferencias en el rendimiento del salto vertical y del cambio de dirección en función de realizar un programa de entrenamiento de fuerza que incluya ejercicios bilaterales o unilaterales. Para ello, los participantes tendrán que someterse a unos tests físicos antes y después de la intervención, la cual consiste en llevar a cabo un programa de entrenamiento de fuerza 2 días a la semana durante un total de 6 semanas.

*Los resultados de este estudio ayudarán probablemente a programar entrenamientos de fuerza que permitan mejorar el rendimiento condicional de los jugadores de fútbol.*

#### **II) Algunas consideraciones sobre su participación:**

Es importante que Vd., como participante en esta línea de trabajo, conozca varios aspectos importantes:

A) Su participación es totalmente voluntaria.

B) Puede plantear todas las dudas que considere sobre su participación en este estudio.

C) No percibirá ninguna compensación económica o de otro tipo por su participación en el estudio. No obstante, la información generada en el mismo podría ser fuente de beneficios comerciales. En tal caso, están previstos mecanismos para que estos beneficios reviertan en la salud de la población, aunque no de forma individual en el participante.

D) Los datos personales serán tratados según lo dispuesto en la normativa que resulte de aplicación, como es el Reglamento (UE) 2016/679, de 27 de abril, General de Protección de Datos Personales, y su normativa de desarrollo tanto a nivel nacional como europeo.

E) La información obtenida se recogerá por el responsable del tratamiento en un registro de actividad, según la legislación vigente.



F) Los datos registrados serán tratados estadísticamente de forma codificada. En todo momento el participante tendrá derecho de acceso, modificación, oposición, rectificación o cancelación de los datos depositados en la base de datos siempre que expresamente lo solicite. Para ello deberá ponerse en contacto con el investigador principal. Los datos quedarán custodiados bajo la responsabilidad del Investigador Principal del Estudio, D. \_\_\_\_\_. Para ejercer sus derechos puede ponerse en contacto con el delegado de protección de datos del Sacyl [dpd@saludcastillayleon.es](mailto:dpd@saludcastillayleon.es) o dirigirse a la Agencia de Protección de Datos.

G) Los datos serán guardados de forma indefinida, lo que permitirá que puedan ser utilizados por el grupo del investigador principal en estudios futuros de investigación relacionados con la línea de trabajo arriba expuesta. Dichos datos podrán ser cedidos a otros investigadores designados por el Investigador Principal para trabajos relacionados con esta línea, siempre al servicio de proyectos que tengan alta calidad científica y respeto por los principios éticos. En estos dos últimos casos, se solicitará antes autorización al CEIm (Comité de Ética de la Investigación con Medicamentos) Área de Salud Valladolid Éste.

H) La falta de consentimiento o la revocación de este consentimiento previamente otorgado no supondrá perjuicio alguno en la asistencia sanitaria que Vd. recibe/recibirá.

I) Es posible que los estudios realizados aporten información relevante para su salud o la de sus familiares. Vd. tiene derecho a conocerla y trasmitirla a sus familiares si así lo desea.

J) Sólo si Vd. lo desea, existe la posibilidad de que pueda ser contactado en el futuro para completar o actualizar la información asociada al estudio.

## CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PACIENTE POR ESCRITO

### Estudio:

Yo, \_\_\_\_\_

(Nombre y apellidos de paciente o representante legal)

He leído la información que me ha sido entregada.

He recibido la hoja de información que me ha sido entregada.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado del estudio con \_\_\_\_\_.

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

1.- Cuando quiera.

2.- Sin tener que dar explicaciones.

3.- Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Por la presente, otorgo mi consentimiento informado y libre para participar en esta investigación.

Accedo a que los médicos del HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID contacten conmigo en el futuro en caso de que se necesite obtener nuevos datos. SINO (marcar con una X lo que proceda)

Accedo a que los médicos del HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID contacten conmigo en caso de que los estudios realizados sobre mis datos aporten información relevante para mi salud o la de mis familiares SI NO (marcar con una X lo que proceda)

Una vez firmada, me será entregada una copia del documento de consentimiento.

---

FIRMA DEL PACIENTE / REPRESENTANTE LEGAL      NOMBRE Y APELLIDOS  
FECHA

Yo he explicado por completo los detalles relevantes de este estudio al paciente nombrado anteriormente y/o la persona autorizada a dar el consentimiento en nombre del paciente.

---

FIRMA DEL INVESTIGADOR      NOMBRE Y APELLIDOS  
FECHA

**APARTADO PARA LA REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO (CONTACTAR CON EL  
INVESTIGADOR PRINCIPAL)**

Yo \_\_\_\_\_ revoco el consentimiento de participación en el estudio, arriba firmado con fecha \_\_\_\_\_.

**Firma:**