

Trabajo Fin de Grado

**EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO PARA
TRABAJAR EL SALTO VERTICAL Y EL SPRINT EN JUGADORES DE
FÚTBOL DE CATEGORÍA JUVENIL**

**EFFECTS OF A PLYOMETRIC TRAINING PROGRAM ON VERTICAL JUMP
AND SPRINT PERFORMANCE IN YOUTH SOCCER PLAYERS**

Autor: Joel Castro Ibarz

Tutora: Marta Rapún

Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte

Curso 2023/2024

ÍNDICE

1.- RESUMEN Y ABSTRACT	3
2.- INTRODUCCIÓN	4
3.- MARCO TEÓRICO	5
3.1. FÚTBOL	5
3.2. TREN INFERIOR EN FÚTBOL	6
3.3. QUÉ ES EL ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO	7
3.4. SALTO VERTICAL	7
3.5. SPRINT	9
3.6. ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO COMO INTERVENCIÓN PARA MEJORAR EL SALTO VERTICAL Y EL SPRINT	10
4.- OBJETIVOS E HIPÓTESIS	11
5.- METODOLOGÍA	12
5.1. PARTICIPANTES Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA	12
5.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PARTICIPANTES	13
5.3. DISEÑO Y PROTOCOLO	13
5.4. INSTRUMENTOS PARA MEDIR LAS VARIABLES DEPENDIENTES	14
5.5. INTERVENCIÓN	15
5.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	18
6.- RESULTADOS	18
7.- DISCUSIÓN	21
8.- CONCLUSIONES	24
9.- LIMITACIONES DEL ESTUDIO	25
10.- BIBLIOGRAFÍA	25
11.- ANEXOS	33

1.- RESUMEN Y ABSTRACT

El propósito de este trabajo ha sido valorar el impacto de un programa de entrenamiento pliométrico sobre el rendimiento en el salto vertical y el sprint en futbolistas de categoría juvenil. Dieciocho jugadores de fútbol de entre 15 y 18 años participaron en este estudio y fueron asignados de forma aleatoria en dos grupos: el grupo intervención y el grupo control. El grupo intervención realizó dos sesiones de entrenamiento semanales durante 6 semanas antes del entrenamiento principal, mientras que el grupo control solo realizaba los entrenamientos específicos del deporte. Las mediciones del salto vertical y el sprint fueron tomadas una semana antes y después de la intervención. Como resultados podemos encontrar una mejora en la altura del salto vertical en ambos grupos, siendo de 10,25% del grupo intervención y 1,87% del grupo control, Sin embargo, en el sprint solo encontramos mejoras en el G.I. con un -1,01% mientras que el G.C. no consiguió reducir el tiempo.

Palabras clave: entrenamiento pliométrico, fútbol, salto vertical, sprint.

The purpose of this study was to evaluate the impact of a plyometric training program on vertical jump and sprint performance in youth soccer players. Eighteen football players aged 15 to 18 years participated in this study and were randomly assigned to two groups: the intervention group and control group. The intervention group performed two training per week for six weeks before main training, while the control group only performed sport-specific training sessions. Measurements of vertical jump and sprint performance were taken one week before and after the intervention. The results showed an improvement in vertical jump height in both groups, with a 10,25% increase in the intervention group and 1,87% in control group. However, in the sprint, improvements were only observed in the intervention group, with a -1,01% reduction in time, while the control group did not manage to reduce their time.

Keywords: plyometric training, soccer, vertical jump, sprint.

2.- INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de fin de grado tiene como objetivo valorar el impacto de un programa de entrenamiento pliométrico sobre el rendimiento en el salto vertical y el sprint en futbolistas adolescentes. Esta elección no es casual, sino que se debe a mi interés por profundizar en métodos de entrenamiento que puedan tener un impacto positivo en el rendimiento físico de los jugadores. A pesar de no estar familiarizado con este tipo de entrenamiento, considero que puede llegar a ser una herramienta de gran valor para el desarrollo físico de un deportista.

En primer lugar, el fútbol es un deporte que practico desde hace muchos años y me apasiona. Como jugador, he experimentado en primera persona como cada vez más, se le da mayor importancia al entrenamiento físico específico para mejorar aspectos clave del rendimiento, como la velocidad, la potencia y la capacidad de salto, todos ellos determinantes en el fútbol de hoy en día. Por esta razón, bajo mi punto de vista, independientemente de la categoría o el nivel de la competición, se ha de disponer de unas cualidades óptimas para poder rendir al máximo nivel personal, además de reducir el riesgo de lesión. Por ello considero relevante explorar cómo podría implementarse este tipo de entrenamiento de manera efectiva en el contexto futbolístico.

Paralelamente, mi rol como entrenador me ha ayudado a observar y aplicar diversos métodos de entrenamiento en un contexto práctico, puesto que los jugadores a los que entreno no están acostumbrados a realizar entrenamientos que no estén directamente relacionados con la práctica del fútbol. Por esta razón tengo la oportunidad de explorar si la pliometría puede influir en su rendimiento.

Finalmente, desde una perspectiva académica, la pliometría ha sido objeto de numerosos estudios en el ámbito de la preparación física deportiva, pero considero que existe un margen para seguir explorando sus aplicaciones en poblaciones específicas, como los futbolistas juveniles, en quienes una correcta aplicación de un entrenamiento específico puede marcar una diferencia en su evolución deportiva.

En resumen, este TFG no solo presenta una oportunidad para ampliar mi conocimiento sobre el entrenamiento pliométrico, sino también tener la oportunidad de llevar estos conceptos a la práctica como entrenador y comprobar

si la pliometría puede ser una buena herramienta para el desarrollo integral de los futbolistas, particularmente en contextos en los que la preparación física estructurada aún es limitada.

3.- MARCO TEÓRICO

El fútbol es un deporte altamente dinámico que requiere una combinación única de habilidades físicas y técnicas, incluida la potencia muscular, la velocidad, la agilidad y la capacidad de cambio de dirección. En el contexto del fútbol juvenil, donde los jugadores están en pleno proceso de desarrollo físico y técnico, la implementación de programas de entrenamiento específicos puede ser crucial para maximizar su potencial atlético y minimizar el riesgo de lesiones (Firmansyah, 2024).

Uno de los enfoques de entrenamiento que ha ganado popularidad en los últimos años es el entrenamiento pliométrico. El entrenamiento pliométrico se ha demostrado eficaz para mejorar una serie de variables de rendimiento relevantes para el fútbol, incluido el salto vertical, la velocidad, la agilidad y la capacidad de cambio de dirección (Lloyd et al., 2011)

Estas habilidades son esenciales para el éxito en el fútbol, ya que permiten a los jugadores realizar acciones explosivas como saltos para cabecear el balón, sprints para ganar la posesión del balón y cambios de dirección rápidos para evadir a los oponentes.

3.1. FÚTBOL

El fútbol es un deporte catalogado como intermitente en el que se producen muchas acciones durante 90 minutos. La capacidad para producir dichas acciones se asocia mayoritariamente con la capacidad aeróbica. Sin embargo, la capacidad para producir un esfuerzo explosivo tiene la misma importancia como la capacidad aeróbica en este deporte (Stølen et al. 2005). Debido a las características del propio deporte la mayoría de distancia se recorre a baja intensidad, ahora bien, hay situaciones de juego que se producen de forma explosiva como saltar, esprintar o golpear un balón que pueden ser determinantes para el resultado del partido (Bangsbo et al. 2006, Stølen et al. 2005, Bradley et al. 2010).

Según varios autores los jugadores de fútbol recorren entre 10-13 kilómetros, ocurren entre 1000 y 1400 acciones en las que la mayoría son inferiores a 5 segundos y pocas veces superan los 10 segundos de duración. En cuanto a la distancia total (DT) de los jugadores, el 70% se consideran de baja intensidad y la distancia que se recorre a máxima intensidad representa el 1-12% de la DT realizada durante un partido. (Bangsbo et al. 2006, Di Salvo et al. 2007, Faude et al. 2012, Mohr et al. 2003, Stølen et al. 2005).

3.2. TREN INFERIOR EN FÚTBOL

El tren inferior, que incluye las piernas y la pelvis, es crucial en el fútbol debido a su papel en la ejecución de movimientos técnicos como el sprint, el salto, los cambios de dirección y la estabilidad durante el juego (Stølen et al., 2005; Meckel et al., 2009). Estos movimientos son fundamentales para la eficiencia física y técnica de los jugadores, influyendo directamente en la velocidad, la potencia y la agilidad sobre el campo.

Los componentes del tren inferior relevantes en el fútbol son

- **Músculos:** Los músculos del tren inferior, como los cuádriceps, isquiotibiales, gemelos y glúteos, son responsables de generar la fuerza necesaria para la aceleración, el frenado y la estabilización (Stølen et al., 2005).
- **Articulaciones:** Las articulaciones de las piernas y la pelvis, incluyendo la rodilla, el tobillo y la cadera, son cruciales para la biomecánica eficiente durante movimientos explosivos y cambios de dirección (Hewett et al., 1996).
- **Fuerza y Potencia:** La capacidad de generar fuerza rápidamente (potencia) es esencial para la ejecución de acciones explosivas como el sprint y el salto vertical, las cuales son comunes en situaciones de juego en el fútbol (Hoff et al., 2002).

El entrenamiento pliométrico se enfoca en el desarrollo de la potencia muscular del tren inferior a través de la utilización del ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) de los músculos, mejorando así la capacidad de generación rápida de

fuerza (Johnson, 2011). Este tipo de entrenamiento es especialmente relevante en el fútbol juvenil debido a su capacidad para mejorar la explosividad, la agilidad y la capacidad de respuesta neuromuscular, factores determinantes en el rendimiento deportivo (Lloyd et al., 2011; Ramirez-Campillo et al., 2018).

3.3. QUÉ ES EL ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO

El término "pliométrico" fue acuñado por primera vez por el investigador ruso Zaciorski en 1966. Zaciorski propuso este término al considerar que en los ejercicios que involucran el SSC (*Steady State Cycle*), la tensión expresada por un grupo muscular medida externamente ("metron") es mayor ("plio") que la tensión muscular expresada al utilizar otros métodos, como el ejercicio isométrico (Zanon, 1989).

El entrenamiento pliométrico es una forma de entrenamiento que se centra en el desarrollo de la potencia muscular y la capacidad de explosión a través de ejercicios que implican contracciones musculares rápidas y potentes después de una fase de estiramiento. Estos ejercicios suelen implicar saltos, lanzamientos y ejercicios de amortiguación que ayudan a mejorar la capacidad de los músculos para generar fuerza de manera rápida y eficiente. La esencia del entrenamiento pliométrico es aprovechar el ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) del músculo, que es fundamental para la producción de fuerza explosiva. (Ramirez-Campillo et al., 2018; Lloyd et al., 2016; Moran et al., 2019). La efectividad del CEA se relaciona con varios mecanismos, como la acumulación de energía elástica, la precarga, la mejora del tiempo de activación muscular, los reflejos de estiramiento e interacciones musculotendinosas, que facilitan una mayor producción de trabajo mecánico en acciones musculares concéntricas subsiguientes (Ache-Dias et al., 2016; Andrade et al., 2018; Fouré et al., 2012).

3.4. SALTO VERTICAL

El salto vertical es una medida fundamental del rendimiento atlético que evalúa la capacidad de un individuo para elevar su cuerpo verticalmente desde una posición de pie (Pérez-Castilla et al., 2021).

En esta investigación se ha utilizado la aplicación My Jump para medir el salto vertical midiendo la altura de salto (en cm) mediante el Countermovement Jump

(CMJ). Esta aplicación fue validada mediante el estudio de Balsalobre et al. (2015).

Según la revisión sistemática de Kons et al. (2023), varios estudios investigaron los efectos del entrenamiento pliométrico. Los atletas de deportes de equipo, como el fútbol, presentaron en su mayoría efectos moderados a grandes (Slimani et al., 2017; van de Hoef et al., 2019; Ramirez-Campillo et al., 2020; Sanchez et al., 2020). Esto se debe a:

- Mejora en la eficiencia neuromuscular: El entrenamiento pliométrico puede mejorar la coordinación entre el sistema nervioso y los músculos, lo que resulta en una mayor activación de las unidades motoras y una respuesta más rápida de los músculos durante el salto (Markovic et al., 2007).
- Aumento de la fuerza muscular: El entrenamiento pliométrico implica ejercicios de alta intensidad que requieren una contracción muscular rápida y potente. Con el tiempo, esto puede llevar a un aumento en la fuerza muscular, especialmente en los músculos implicados en el salto vertical, como los cuádriceps, los isquiotibiales y el tríceps sural (Bobbert et al., 1987).
- Mejora en la elasticidad muscular y tendinosa: Los ejercicios pliométricos implican estiramientos rápidos seguidos de contracciones musculares explosivas, lo que puede mejorar la capacidad del tejido muscular y tendinoso para almacenar y liberar energía elástica de manera eficiente durante el salto (Young et al., 1999).
- Adaptaciones neuromusculares específicas: El entrenamiento pliométrico puede conducir a adaptaciones específicas en la capacidad de los músculos para producir fuerza rápidamente en patrones de movimiento específicos asociados con el salto vertical, lo que lleva a una mejora en el rendimiento del salto (Pérez-Castilla et al., 2021).

3.5. SPRINT

El sprint es una disciplina atlética que implica correr una distancia corta en el menor tiempo posible. Requiere de una combinación de velocidad, potencia y técnica. El rendimiento en el sprint está determinado por varios factores fisiológicos y mecánicos. Entre los más importantes se encuentran la fuerza muscular, la técnica de carrera, y la capacidad de aplicar fuerza de manera eficiente. La fase de aceleración, donde el corredor aumenta su velocidad desde un punto de partida, es crucial y depende en gran medida de la fuerza y potencia explosiva de los músculos (Haugen et al., 2019).

Para evaluar y mejorar el rendimiento en sprint, los entrenadores y atletas utilizan una variedad de métodos, incluyendo pruebas de velocidad máxima y sprints repetidos. Además, los estudios han mostrado que diferentes tipos de entrenamiento, como los ejercicios pliométricos y el entrenamiento de fuerza, pueden mejorar significativamente la capacidad de aceleración y la velocidad máxima de los atletas jóvenes (Haugen et al., 2016).

Para medir el rendimiento en el sprint, los investigadores emplean diversas metodologías y tecnologías que incluyen cintas de correr, sistemas de cronometraje y análisis cinemáticos (Morin et al., 2012).

En este estudio se ha medido la velocidad de sprint mediante la aplicación My Sprint. Está diseñada para registrar datos relacionados con el rendimiento atlético utilizando el acelerómetro y otros sensores del iPhone. El acelerómetro es un sensor que mide la aceleración del dispositivo en diferentes direcciones y se puede utilizar para inferir la aceleración y la velocidad del sujeto durante el sprint. Esta aplicación fue validada mediante el estudio de Romero-Franco et al. (2016).

Según la umbrella review de Kons et al. (2023) se identificaron efectos positivos del entrenamiento pliométrico en el tiempo de sprint en 9 meta-análisis. Al analizar metaanálisis que incluían solo atletas, se observó un efecto moderado para atletas en deportes en general (Kayantas et al., 2020). Se observó un efecto moderado para jugadoras de fútbol (Sanchez et al., 2020).

Un estudio específico sobre el entrenamiento pliométrico en jugadores de fútbol de 13 a 15 años mostró mejoras significativas en la velocidad de sprint en 30 metros después de un programa de 8 semanas. Los jugadores que participaron en el entrenamiento pliométrico experimentaron un aumento notable en su capacidad de sprint y en su rendimiento de salto (Blechschiemied et al., 2024).

Otro estudio analizó los efectos agudos de ejercicios pliométricos específicos, como los saltos horizontales con una pierna, en el rendimiento de aceleración en sprints de 30 metros. Se encontró que el uso de ejercicios como el salto alterno de pierna mejoró significativamente los tiempos de sprint en los primeros 5 y 10 metros, aumentando también la frecuencia de zancada y la velocidad de carrera en los primeros metros del sprint (Zisi et al., 2023)

Además, se ha observado que programas de entrenamiento pliométrico de corta duración durante la temporada pueden incrementar la fuerza de las piernas, el rendimiento en saltos y la capacidad de sprint en jugadores de fútbol. Estos programas se centran en ejercicios de alta intensidad que mejoran la utilización del ciclo de estiramiento-acortamiento del músculo, lo cual es crucial para acciones explosivas como los sprints (Plummer et al., 2019)

3.6. ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO COMO INTERVENCIÓN PARA MEJORAR EL SALTO VERTICAL Y EL SPRINT

Según la investigación disponible, parece que una dosis de 7 semanas (1 a 2 sesiones por semana), con ~80 saltos (específicos de tipos combinados) por sesión, usando una intensidad casi máxima o máxima, con una recuperación adecuada entre repeticiones (<15 s), series (≥ 30 s) y sesiones ($\geq 24-48$ h), utilizando estrategias de sobrecarga progresiva y reducción gradual, utilizando superficies apropiadas (p. ej., césped) y aplicado en un estado de buen descanso, cuando se combina con otros métodos de entrenamiento, aumentarían el resultado de intervenciones de entrenamiento de salto pliométrico efectivas y seguras destinadas a mejorar la condición física de los jugadores de fútbol (Ramirez-Campillo et al., 2022).

Después de analizar diferentes estudios, se observó que la mayoría de los programas de entrenamiento pliométrico tenían una duración de entre 6 y 8

semanas, con un total de 2 a 3 sesiones por semana. Por ejemplo, dos investigaciones aplicaron un plan de entrenamiento pliométrico durante ocho semanas (Thaqi et al., 2020), mientras que otro estudio lo implementó durante seis semanas (Bal et al., 2012). Además, se encontraron dos estudios que llevaron a cabo el entrenamiento durante diez semanas (Chelly et al., 2015), y uno que se centró en un periodo más breve de dos semanas (Ostiak, 2015). La mayoría de estos programas seguían un enfoque progresivo, comenzando con movimientos de baja intensidad y aumentando gradualmente la intensidad a lo largo del tiempo. En cuanto a la frecuencia de las sesiones, generalmente se realizaron de 2 a 3 veces por semana, con un descanso mínimo de 48 horas entre cada sesión. La duración de cada sesión variaba entre 30 y 60 minutos. Antes de comenzar el entrenamiento, se llevaba a cabo un calentamiento de al menos 10-20 minutos, y se enfatizaba en la ejecución rápida de los movimientos pliométricos, con un contacto mínimo con el suelo y maximizando la fuerza en cada salto.

Además de mejorar el rendimiento físico, el entrenamiento pliométrico también puede desempeñar un papel importante en la prevención de lesiones en jugadores juveniles de fútbol. Al fortalecer los músculos y mejorar la estabilidad articular, puede ayudar a reducir el riesgo de lesiones musculares y articulares durante la práctica y competición (Hewett et al., 1996).

Dado el potencial del entrenamiento pliométrico para mejorar el rendimiento atlético y reducir el riesgo de lesiones en jugadores juveniles de fútbol, es importante investigar su efectividad y aplicabilidad en este contexto específico. Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo explorar los efectos de un programa de entrenamiento pliométrico en variables clave de rendimiento, como el salto vertical y la velocidad de sprint, en jugadores juveniles de fútbol.

4.- OBJETIVOS E HIPÓTESIS

- Valorar la efectividad de la pliometría como método de entrenamiento en jóvenes futbolistas.
- Observar si se producen cambios en el salto vertical.
- Comprobar si hay una disminución de velocidad en el sprint.

Tras observar varios estudios donde el método de entrenamiento escogido es cada vez más común en los deportes y específicamente en el fútbol, la principal hipótesis, teniendo en cuenta los estudios analizados al realizar el marco teórico, es que el entrenamiento pliométrico produce la mejora de las variables estudiadas, es decir, aumentar la altura de salto y reducir el tiempo en el sprint.

5.- METODOLOGÍA

Se realizó un estudio científico, descriptivo, de intervención, prospectivo, longitudinal. Se realizó un análisis estadístico cuantitativo para evaluar los objetivos del estudio, mediante el programa Excel. Se evaluaron incluyendo técnicas de análisis descriptivo, y se muestran los resultados mediante la diferencia y el % de cambio.

5.1. PARTICIPANTES Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Se reclutó a participantes pertenecientes a un equipo de fútbol de categoría juvenil de Mequinenza C.D. Este reclutamiento lo realizó el investigador de este estudio, el cual es también el entrenador de este equipo de fútbol. El tamaño muestral es de 20 participantes, pertenecientes a dicho equipo. La asignación de los grupos (grupo experimental y grupo control) se realizó aleatoriamente y fueron grupos homogéneos, formados por 10 participantes cada uno. El grupo experimental (GE) realizaba el entrenamiento pliométrico y posteriormente empezaban el entrenamiento de fútbol, mientras que los jugadores del grupo control (GC) solo participaban en la sesión de fútbol. Dos jugadores fueron excluidos del estudio por lesión o por ausencia durante el estudio, como consecuencia el estudio fue completado por 18 jugadores, 9 en el grupo control y 9 en el grupo experimental.

Las características de los participantes se presentan en la Tabla 1. La media de edad del grupo experimental fue de 17 años, mientras que del grupo control fue de 16,66 años. La altura media (en centímetros) del grupo experimental fue de 175,05 y del grupo control 173,88. El peso (en kilogramos) fue de 73,32 de media en el grupo experimental y de 60,33 en el grupo control.

Tabla 1: media y desviación típica de las variables independientes de los participantes.

VARIABLES INDEPENDIENTES			
Participantes	Edad	Altura (cm)	Peso (kg)
Grupo experimental	17 ± 1	175,05 ± 7,47	73,32 ± 12,56
Grupo control	16,66 ± 1,58	173,88 ± 9,45	60,33 ± 12,38

Una vez informados del propósito de la investigación y del procedimiento del trabajo, se les proporcionó un documento para que diesen el consentimiento por escrito. El consentimiento informado se adjunta en el **ANEXO 1**, y se recoge firmado antes de iniciar la intervención, por parte de los participantes o de los padres/madres/tutores legales, en caso de ser menores de edad.

5.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PARTICIPANTES

Criterios de inclusión:

- Adolescentes y jóvenes de entre 15 y 19 años.
- Participar al menos en el 80% de las sesiones de entrenamiento.

Criterios de exclusión:

- Complicaciones médicas que no les permitan realizar el entrenamiento con seguridad.
- Lesionarse en el periodo en el que se realiza el estudio.

5.3. DISEÑO Y PROTOCOLO

Primeramente, se habló con el equipo y se hizo una breve explicación del trabajo y como se iba a realizar. Se preguntó si querían participar en él, una vez aceptada la propuesta, se les pasó el consentimiento informado (Anexo 1) donde se explica el proyecto de intervención, la duración del trabajo y el documento que tienen que firmar para poder trabajar con ellos. Al ser un equipo juvenil donde hay variedad de edad, algunos podían firmar ellos mismos y los que eran menores de edad, este consentimiento tenía que ser firmado por los padres. Dicho documento había de ser entregado antes de la primera recogida de datos, donde se obtienen las variables independientes (edad, peso y altura) y las

dependientes (altura del salto vertical y el tiempo de velocidad en el sprint). La altura fue medida por un metro, descalzos, pegados a la pared, lo más erguido posible y con la mirada al frente; y el peso mediante una báscula digital.

La recogida de las variables dependientes se llevó a cabo en dos días distintos, donde primero se evaluó el salto vertical y al siguiente día de entrenamiento, el sprint. Lo cual fue una estrategia para minimizar la fatiga y asegurar la precisión en la medición de cada prueba. Antes de la recogida de datos, se realizó un calentamiento en el que se incluyó carrera continua, movilidad articular y un calentamiento específico, enfatizando en este para preparar a los participantes y evitar lesiones.

Para la realización de los tests, se dividió a los participantes en grupos de 5 personas donde se les explicaba la correcta ejecución de estos y seguidamente pasaban de uno en uno para hacer el test, de esta forma obtenían un tiempo de descanso adecuado para volver a ejecutarlo en las mejores condiciones posibles. Cada participante repitió la prueba tres veces y se escogió la que estuviera ejecutada correctamente y, entre ellas, en la que se obtuviera la mejor marca.

5.4. INSTRUMENTOS PARA MEDIR LAS VARIABLES DEPENDIENTES

En la valoración inicial y final se llevaron a cabo dos test, el “Counter Movement Jump (CMJ)” para la variable salto vertical y el “Sprint 30 metros” para la variable velocidad de sprint. Ambas variables se midieron con la ayuda de dos aplicaciones de móvil: MY JUMP 2 (para la variable salto vertical) y MY SPRINT (para la variable velocidad de sprint).

Salto vertical: la medición de esta variable se realizó mediante el test CMJ (Counter Movement Jump), el cual se midió con la aplicación MY JUMP 2. El procedimiento a seguir fue una grabación sobre un fondo blanco a cámara lenta mientras el sujeto realizaba el salto. El salto lo realizó colocando las manos en la cintura, flexionando el tronco hacia delante y despegando. El video fue grabado a 240 fps, lo cual ayudó a obtener mejores resultados. La medida del salto (en cm) fue calculada por la aplicación. Se introdujeron también los datos de peso y altura del sujeto y cantidad de carga externa (en kg). Según el estudio de

Balsalobre se demuestra que esta aplicación ofrece evaluaciones de manera fácil, precisa y confiable. Por lo tanto, esta aplicación podría ayudar a entrenadores y preparadores físicos a monitorizar el salto vertical y otras variables (perfil fuerza-velocidad, salto horizontal, test de asimetría o saltos repetidos) de una forma válida y simple.

Sprint: para la medición de esta variable se utilizó la aplicación My Sprint que nos permite el control y la evaluación de la velocidad. Para el uso de la app se marcó la línea de salida aprovechando las líneas del campo y cada 5 metros se colocó una referencia (en nuestro caso una pica) hasta llegar a la distancia de 30 metros. La grabación se realizó justo a la mitad del recorrido a una distancia de 10 metros y con la cámara apoyada en un trípode. El video se grabó a 240 fps y posteriormente fue introducido en la aplicación donde se obtuvo el tiempo exacto (en segundos) en el que se realizan los 30 metros a máxima velocidad.

Según el estudio de Romero-Franco et al (2016) se demostró que esta aplicación sirve para evaluar el sprint de una manera válida y confiable.

5.5. INTERVENCIÓN

El presente estudio se realizó para analizar los efectos de un programa de entrenamiento pliométrico sobre el salto vertical y el sprint en jugadores de fútbol en etapa juvenil. Para ello se dividió a un equipo en dos grupos (GC y GE) y la intervención se llevó a cabo durante 6 semanas en calendario de competición. Ambos grupos realizaban 3 sesiones de entrenamiento a la semana con una duración de 1 hora y 30 minutos, además del partido de 90 minutos el fin de semana. Cada sesión de entrenamiento estaba estructurada con su parte inicial, parte principal, donde se trabajaba a diferentes volúmenes e intensidades según el día de la semana, y su vuelta a la calma. Ambos grupos tenían la misma carga durante el entrenamiento habitual.

Para el GE el entrenamiento pliométrico estaba compuesto por dos sesiones a la semana, con 48 horas de descanso entre sesiones y dejando dos días de reposo después del partido del fin de semana. Estas sesiones duraban en torno a 30-45 min y tenían lugar antes del entrenamiento habitual. Las principales acciones que se utilizaron dentro del programa de entrenamiento fueron saltos

verticales, horizontales y laterales sin una carga externa. Entre ejercicios el tiempo de descanso era de 1 minuto y entre series 3 minutos.

Este programa de entrenamiento consta de 5 ejercicios básicos dentro de la pliometría y están adaptados a este grupo de jugadores debido a que no han realiza nunca un entrenamiento pliométrico. Todos los participantes realizaban el mismo ejercicio a la vez y hacían el mismo tiempo de descanso. Durante dos semanas, cada día de entrenamiento se aumentó una o dos repeticiones (según ejercicio) en cada serie. A las dos semanas aumentó el nivel del ejercicio buscando una mayor intensidad y volviendo a las mismas repeticiones por serie de la semana 1, de esta forma aumentamos la intensidad del ejercicio sin aumentar en número de repeticiones. A continuación, podemos ver las progresiones realizadas durante la intervención en la Tabla 2:

Tabla 2: ejercicios realizados durante toda la intervención.

SEMANA 1 Y 2	SEMANA 3 Y 4	SEMANA 5 Y 6
Salto vertical	Salto a cajón	Salto a cajón unipodal
Salto horizontal	Salto horizontal unipodal	Triple hop frontal
Skater jump	Skater jump con mayor amplitud	Triple hop lateral
Saltos pogo	Saltos pogo unilateral	
Drop jump	Drop jump con salto	Drop jump con salto unilateral

En las siguientes tablas (Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5) se exponen las series y repeticiones de cada ejercicio. Cada tabla corresponde al entrenamiento realizado durante dos semanas. El total de saltos que aparece en la fila inferior de la tabla corresponde a la suma de saltos que se realiza con cada pierna, por tanto, en la ejecución de los saltos bilaterales se contabilizan las dos piernas y

en los saltos unilaterales el total es el número de saltos que realiza cada extremidad inferior. En la semana 1 se hacen un total de 162 saltos y en la semana 2 se realizan 234 saltos, en las dos semanas posteriores se repite el mismo número de saltos respectivamente. En la semana 5 se realizan 132 saltos y en la última semana, 180 saltos.

Tabla 3: ejercicios (con sus series y repeticiones) de la semana 1 y 2.

Ejercicios	Sesiones			
	1	2	3	4
Salto vertical	3x5	3x6	3x7	3x8
Salto horizontal	3x5	3x6	3x7	3x8
Skater Jump	3x5	3x6	3x7	3x8
Saltos pogo	3x6	3x8	3x10	3x12
Drop Jump	3x6	3x8	3x10	3x12
Total	72	90	108	126

Tabla 4: ejercicios (con sus series y repeticiones) de la semana 3 y 4.

Ejercicios	Sesiones			
	1	2	3	4
Salto a cajón	3x5	3x6	3x7	3x8
Salto horizontal unilateral	3x5	3x6	3x7	3x8
Skater Jump mayor amplitud	3x5	3x6	3x7	3x8
Saltos pogo unilateral	3x6	3x8	3x10	3x12
Drop Jump con salto	3x6	3x8	3x10	3x12

Total	72	90	108	126
--------------	-----------	-----------	------------	------------

Tabla 5: ejercicios (con sus series y repeticiones) de la semana 5 y 6.

Ejercicios	Sesiones			
	1	2	3	4
Salto a cajón unilateral	3x5	3x6	3x7	3x8
Triple hop frontal	3x5	3x6	3x7	3x8
Triple hop lateral	3x5	3x6	3x7	3x8
Drop jump unilateral	3x5	3x6	3x7	3x8
Total	60	72	84	96

En el Anexo 2 se muestra el cuadro con las fotografías de los ejercicios.

5.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se ha llevado a cabo una estadística descriptiva. El análisis de datos de las variables salto vertical y velocidad de sprint, teniendo en cuenta que son variables cuantitativas, se presentan como media \pm desviación típica y porcentaje de cambio con la fórmula:

$$\% \text{ de cambio} = \left(\frac{\text{valoración final} - \text{valoración inicial}}{\text{valoración inicial}} \right) \times 100$$

Seguidamente se analizan las variables del estudio comparándolas, teniendo en cuenta que las dos son cuantitativas. El análisis estadístico se realiza a partir del programa Excel.

6.- RESULTADOS

En las siguientes tablas (Tabla 6 y Tabla 7) se exponen los resultados obtenidos de cada participante en las variables salto vertical y sprint. La primera muestra los del grupo experimental y la segunda los del grupo control. Estos se exponen

mediante la diferencia entre la valoración inicial y final (en centímetros o en segundos) y el % de cambio.

Tabla 6: resultados del grupo experimental.

GRUPO EXPERIMENTAL				
SUJETOS	SALTO VERTICAL		SPRINT	
	DIFERENCIA (cm)	% CAMBIO	DIFERENCIA (seg)	% CAMBIO
E1	1,3	4,25%	-0,026	-0,58%
E2	4,4	17,53%	-0,033	-0,69%
E3	2,7	10,71%	0,191	4,41%
E4	4,2	11,76%	-0,052	-1,21%
E5	0,7	2,53%	0,176	3,92%
E6	1,01	2,69%	-0,045	-1,05%
E7	5,9	24,18%	-0,358	-7,48%
E8	3,7	12,59%	-0,225	-4,51%
E9	3,7	11,01%	-0,04	-0,89%

En la tabla de resultados del grupo experimental podemos observar una diferencia del salto vertical de entre 0,7 y 5,9 centímetros, lo que supone entre un 2,53% y un 24,18% de cambio. En este grupo se puede ver que todos los participantes han conseguido mejorar la marca del salto vertical. En cuanto al sprint hubo una diferencia en segundos de entre -0,358 y 0,19, siendo los resultados negativos indicativos de un mejor tiempo en la prueba del sprint. El porcentaje de cambio fue de entre -7,48% y 4,41%. En este caso 7 participantes obtuvieron una mejor marca del sprint, por el contrario, 2 participantes no consiguieron reducir el tiempo de la prueba.

Tabla 7: resultados del grupo control.

GRUPO CONTROL				
SUJETOS	SALTO VERTICAL		SPRINT	
	DIFERENCIA (cm)	% CAMBIO	DIFERENCIA (seg)	% CAMBIO
C1	2,6	10,53%	0,309	7,12%
C2	0,6	2,51%	-0,149	-2,72%
C3	3	8,90%	-0,202	-4,44%
C4	0,7	2,51%	0,246	5,25%
C5	-2	-7,55%	0,086	1,82%
C6	3	10,31%	-0,069	-1,57%
C7	-3,9	-13,68%	0,116	2,46%
C8	-2,39	-8,57%	0,117	2,66%
C9	2,9	14,95%	-0,369	-7,49%

En la tabla de resultados del grupo control podemos apreciar una diferencia en centímetros del salto vertical de entre -3,9 y 2,9cm, lo que conlleva un porcentaje de cambio de entre -13,68% y 14,94%. En esta variable mejoraron un total de 6 participantes mientras que 3 no consiguieron aumentar la altura de salto. En los resultados del sprint observamos una diferencia en segundos de entre -0,369 y 0,309s obteniendo entre un -7,49% y 7,12% de cambio. Por tanto, podemos decir que 4 participantes mejoraron la marca del sprint y los 5 restantes no consiguieron reducir el tiempo de la prueba.

La Tabla 8 muestra la media y desviación típica de la valoración inicial y final de la variable salto vertical y de la variable sprint, tanto del grupo experimental como del grupo control.

Tabla 8: media y desviación típica de los resultados del G.E. y G.C.

	GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL		
	Valoración inicial	Valoración final	% Cambio	Valoración inicial	Valoración final	% Cambio
CMJ	29,92 ± 4,84	32,99 ± 4,54	10,25%	26,84 ± 3,96	27,34 ± 4,53	1,87%
SPRINT	4,55 ± 0,24	4,50 ± 0,19	-1,01%	4,68 ± 0,35	4,69 ± 0,31	0,20%

Si comparamos los resultados obtenidos por el grupo experimental y el grupo control podemos observar que, en la prueba del CMJ, ambos grupos consiguieron mejorar los resultados con respecto a la valoración inicial, aunque el G.E. obtuvo una diferencia de 3,07 cm y un porcentaje de cambio de 10,25%, frente al G.C que obtuvo únicamente 0,5 cm de diferencia y un porcentaje de cambio de 1,87%. En cuanto a los resultados de la prueba del sprint, el grupo experimental consiguió disminuir el tiempo de la prueba con una diferencia de -0,05 segundos respecto a la valoración inicial y un porcentaje de cambio de -1,01%, sin embargo, el grupo control disminuyó la velocidad en 0,01 segundos con un porcentaje de cambio de 0,20%.

7.- DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue observar si el entrenamiento pliométrico producía cambios en el salto vertical y el sprint en un equipo de fútbol en etapa juvenil, comparando un grupo experimental versus un grupo control.

Al finalizar la intervención, los resultados mostraron una mejora en relación al salto vertical en ambos grupos, aunque en el G.E. la media de la altura de salto en la valoración final fue superior en comparación con el G.C. Asimismo podemos corroborar estas mejoras observando la diferencia en el porcentaje de cambio, siendo 10,25% en el G.E. y 1,87% en el G.C. Sin embargo, al analizar la variable sprint, el grupo experimental también obtuvo mejoras con un -1,01%, mientras que el grupo control, no consiguió reducir el tiempo de carrera durante los 30 metros.

En cuanto al tipo de saltos realizados durante la intervención, se encontraron varios artículos que explican que la dirección de la aplicación de la fuerza puede afectar a diferentes aptitudes físicas. En los entrenamientos donde predominan los ejercicios de salto vertical se hallaron resultados en los que mejoraba el rendimiento físico de mayor componente vertical (como el salto vertical), sin embargo, los entrenamientos con saltos predominantemente horizontales, pueden tener un mayor impacto en los resultados de mayor componente horizontal como puede ser el sprint lineal (Ramirez- Campillo et al., 2015; Moran, J. et al., 2021). La mejora en las dos variables estudiadas podría deberse, tal y como señalan en su artículo Ramirez-Campillo et al. (2015), a un entrenamiento pliométrico donde se combinan tanto los saltos verticales como los horizontales. Es por ello que en este estudio se han incluido ejercicios de ambos tipos de salto.

En lo referente al número de saltos por sesión, según el estudio de Ramirez-Campillo et al. (2020) parece que un volumen de bajo a moderado de saltos (de 132 a 236 por semana) sería eficaz para mejorar la condición física del jugador en el corto plazo de aproximadamente 7 semanas. En el presente estudio se ha utilizado una metodología similar, incluyendo de entre 132 a 234 saltos por semana durante un total de 6 semanas, obteniendo con ello resultados favorables en el G.E.

Si hablamos de la progresión de ejercicios, según un modelo propuesto anteriormente por Lloyd et al. (2011), la progresión en el entrenamiento de salto relacionada con la intensidad podría incluir un aumento en la complejidad y competencia del ejercicio, manteniendo el esfuerzo máximo. En este estudio se utiliza una metodología parecida, en la que se introduce un aumento de volumen de los ejercicios y cuando se aumenta la intensidad (modificando la complejidad de los ejercicios) se reduce el volumen. Aun así, al aplicar una sobrecarga progresiva basada en el volumen como podemos ver en los estudios de Chaabene, H. et al. (2017); Ramirez-Campillo, R. et al. (2015) y Yanci, J. et al. (2016), se observó que la tasa de progresión oscilaba entre 10 y 60 saltos por semana, lo cual resultó ser un método eficaz y seguro para mejorar la condición física de los jugadores de fútbol. Sin embargo, otras formas de progresión, como el aumento en la intensidad, la mejora técnica o enfoques combinados, merecen una mayor investigación más allá de la simple modificación del volumen.

En referencia al tiempo de descanso entre series Ramirez-Campillo et al. (2019) concluyen que, en jugadores de futbol jóvenes, tanto intervalos de descanso más cortos (30 s) como más largos (120 s) permiten mejoras significativas en los diferentes componentes del rendimiento físico. Sin embargo, a edades más avanzadas sería conveniente aumentar el tiempo de descanso para maximizar las adaptaciones inducidas por el entrenamiento pliométrico. En línea con este estudio, el tiempo de descanso escogido durante la intervención fue de 3 minutos entre series, ya que son jugadores de entre 15 y 18 años y además no estaban acostumbrados a este tipo de entrenamientos.

Si hablamos del descanso entre sesiones, algunos de los estudios incluidos en la revisión sistemática de Ramirez-Campillo et al. (2022), demuestran que los intervalos de recuperación efectivos varían entre 24 y 168 horas, siendo el más común de 48 a 72 horas, en los estudios que incluían dos o tres sesiones por semana. En el estudio actual, se han realizado descansos de 48 horas sabiendo que pueden producir beneficios coincidiendo con el estudio de Ramirez-Campillo et al. (2015).

En cuanto a los resultados estudiados tras las 6 semanas de intervención, según el metaanálisis de Ramirez-Campillo et al. (2020), para obtener resultados mayores en el rendimiento del sprint, se necesitaron intervenciones de entrenamiento pliométrico de más de 7 semanas y con más de 14 sesiones. Por ello cabe pensar que la presente intervención no ha reportado tantas mejoras en el sprint como en el salto vertical. Sin embargo, en el salto vertical, los programas más largos (>7 semanas y >14 sesiones) no fueron más eficaces para provocar mejoras en el rendimiento del salto vertical. Esto podría respaldar los resultados de nuestro estudio, ya que sí se han registrado mejoras mayores, con aproximadamente un 10,81%, comparando la valoración final con la inicial del test CMJ en el grupo experimental. En comparación con otros estudios, el estudio de Michailidis et al. (2013) ha encontrado mejores resultados (alrededor del 28%), el estudio de Sáez de Villareal et al. (2015) resultados similares (alrededor del 9%) y el estudio de Faude et al. (2013) un porcentaje de mejora menor (alrededor del 3%). Para entender la diferencia en estos porcentajes de mejora, se tienen que tener en cuenta las diferencias en las características de los participantes, como es la edad; o la diferencia en la programación de los

entrenamientos pliométricos (número de semanas, frecuencia, duración o la intensidad de las sesiones).

Según los artículos de Markovic et al (2010) y Slimani et al. (2016) las mejoras observadas en el salto vertical y el sprint tras el programa de entrenamiento pliométrico pueden deberse a varios factores. Entre ellos se incluyen un incremento en el impulso neural hacia los músculos agonistas, cambios en la rigidez musculotendinosa, una mejor coordinación intermuscular (como una mayor inhibición de los músculos antagonistas), una mayor excitabilidad del reflejo de estiramiento, modificaciones en la mecánica de las fibras musculares, así como cambios en el tamaño y la arquitectura muscular.

En lo referente a la edad de los participantes, el metaanálisis de Ramirez-Campillo et al. (2020) incluye 7 artículos en los que participan jóvenes futbolistas con edades similares a las de la investigación actual (entre 15 y 18 años) (Asadi et al., (2018); Beato et al., (2018); Hammami et al., (2016); Hammami et al., (2019); Ramirez-Campillo et al., (2018); Sedano et al., (2011) y Spinetti et al., (2016)). A su vez, el estudio de Moran et al. (2017) explica que la mayor magnitud de mejora en el rendimiento en el salto vertical se encontró en el grupo de participantes con edades medias entre 16 y 18 años, en comparación con grupos entre 10 y 12,9 años o 13 y 15,9 años. Por tanto, se podría decir que en jóvenes de entre 15 y 18 años se obtienen los resultados más óptimos después de realizar un programa de entrenamiento pliométrico.

8.- CONCLUSIONES

Como conclusión, destacar que el entrenamiento pliométrico obtiene efectos positivos en el rendimiento físico de futbolistas adolescentes, específicamente en las variables del salto vertical y del sprint.

Estos resultados están en línea con investigaciones previas que sugieren que la combinación de diferentes tipos de saltos y una duración de aproximadamente 6 semanas, pueden generar mejoras en los jugadores. Sin embargo, para mejorar los resultados del sprint, sería recomendable incorporar otros tipos de ejercicios para ver si producen un impacto más favorable.

Por último, un programa de entrenamiento pliométrico de 6 semanas puede ser útil para mejorar el salto vertical y el sprint, aunque extender la duración del programa podría ofrecer mejoras más consistentes en ambas capacidades.

9.- LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Las limitaciones del estudio se encuentran, principalmente, en las herramientas disponibles para realizar las mediciones de las variables, pues no se dispone de plataformas de salto ni softwares para medir el sprint, que proporcionarían resultados más rigurosos. Asimismo, se tiene en cuenta la superficie del campo de fútbol, siendo esta de tierra lo cual podría influir en los datos. Además, si el número de la muestra hubiera sido mayor, podría haber proporcionado resultados más precisos y con mayor validez

10.- BIBLIOGRAFÍA

- Ache-Dias J, Dellagrana RA, Teixeira AS, Dal Pupo J, Moro ARP. (2016). Effect of jumping interval training on neuromuscular and physiological parameters: a randomized controlled study. *Appl Physiol Nutr Metab*, 41(1):20–5.
- Andrade DC, Beltrán AR, Labarca-Valenzuela C, Manzo-Botarelli O, Trujillo E, Otero-Farias P, et al. (2018). Effects of plyometric training on explosive and endurance performance at sea level and at high altitude. *Front Physiol*, 9(9):1415
- Asadi A, Ramirez-Campillo R, Arazi H, Saez de Villarreal E. (2018). The effects of maturation on jumping ability and sprint adaptations to plyometric training in youth soccer players. *J Sports Sci*, 36(21):2405–11.
- Bal, B. S., Singh, S., Dhesi, S. S., & Singh, M. (2012). Effects of 6-week plyometric training on biochemical and physical fitness parameters of Indian jumpers. *Journal of Physical Education and Sport Management*, 3(2), 35–40
- Balsalobre-Fernández C, Glaister M, Lockey RA. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *J Sports Sci*, 33(15):1574-9.)

- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665-674.
- Beato M, Bianchi M, Coratella G, Merlini M, Drust B. (2018). Effects of plyometric and directional training on speed and jump performance in elite youth soccer players. *J Strength Cond Res*, 32(2):289–96.
- Blechschiemied, R., Hermse, M., Gäbler, M. et al. (2024). Sequencing Effects of Concurrent Strength and Endurance Training on Selected Measures of Physical Fitness in Young Male Soccer Players: A Randomized Matched-Pairs Trial. *Sports Med – Open*, 10, 62.
- Bobbert MF, Huijing PA, van Ingen Schenau GJ. (1987). Drop jumping. II. The influence of dropping height on the biomechanics of drop jumping. *Med Sci Sports Exerc*, 19(4):339-46.
- Bradley PS, Di Mascio M, Peart D, Olsen P, Sheldon B. (2010). High-intensity activity profiles of élite soccer players at different performance levels. *J Strength Cond Res*, 24(9):2343-2351.
- Chaabene, H., & Negra, Y. (2017). The Effect of Plyometric Training Volume on Athletic Performance in Prepubertal Male Soccer Players. *International journal of sports physiology and performance*, 12(9), 1205–1211.
- Chelly, M. S., Hermassi, S., & Shephard, R. J. (2015). Effects of In-Season Short-term Plyometric Training Program on Sprint and Jump Performance of Young Male Track Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(8), 2128–2136.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222-227.
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 625-63.

- Faude, O., Roth, R., Di Giovine, D., Zahner, L., & Donath, L. (2013). Combined strength and power training in high-level amateur football during the competitive season: a randomised-controlled trial. *Journal of sports sciences*, 31(13), 1460–1467.
- Firmansyah, A., Reza Aziz Prasetya, M., Arif Al Ardha, M., Ayubi, N., Bayu Putro, A., Cholik Mutohir, T., V Garcia Jimenez, J. ., & Nanda Hanief, Y. (2024). Entrenamiento pliométrico en jugadores de fútbol: Una Revisión Sistemática (The Football Players on Plyometric Exercise: A Systematic Review). *Retos*, 51, 442–448.
- Fouré A, Nordez A, Cornu C. (2012). Effects of plyometric training on passive stiffness of gastrocnemii muscles and Achilles tendon. *Eur J Appl Physiol*, 112(8):2849–57.
- Hammami M, Negra Y, Aouadi R, Shephard RJ, Chelly MS. (2016). Effects of an in-season plyometric training program on repeated change of direction and sprint performance in the junior soccer player. *J Strength Cond Res*, 30(12):3312–20.
- Hammami M, Gaamouri N, Shephard RJ, Chelly MS. (2019). 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):2094–103.
- Haugen T, Buchheit M. (2016). Sprint Running Performance Monitoring: Methodological and Practical Considerations. *Sports Med*, 46(5):641-56.
- Haugen T, Seiler S, Sandbakk Ø, Tønnessen E. (2019). The Training and Development of Elite Sprint Performance: an Integration of Scientific and Best Practice Literature. *Sports Med Open*, 21;5(1):44.
- Hewett TE, Myer GD, Ford KR. (2006). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med*, 34(2):299-311.

- Hoff J, Wisløff U, Engen LC, Kemi OJ, Helgerud J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *Br J Sports Med*, 36(3):218-21.
- Johnson BA, Salzberg CL, Stevenson DA. (2011). A systematic review: plyometric training programs for young children. *J Strength Cond Res*, 25(9):2623-33.
- Kayantaş I, Söyler M. (2020). Effect of plyometric training on speed parameters (a meta-analysis study). *Int J Appl Exerc*, 9(8):117–30
- Kons, R. L., Orssatto, L. B. R., Ache-Dias, J., De Pauw, K., Meeusen, R., Trajano, G. S., Dal Pupo, J., & Detanico, D. (2023). Effects of Plyometric Training on Physical Performance: An Umbrella Review. *Sports medicine - open*, 9(1), 4.
- Lloyd, R. S., Meyers, R. W., & Oliver, J. L. (2011). The natural development and trainability of plyometric ability during childhood. *Strength & Conditioning Journal*, 33(2), 23-32.
- Lloyd RS, Radnor JM, De Ste Croix MB, Cronin JB, Oliver JL. (2026). Changes in Sprint and Jump Performances After Traditional, Plyometric, and Combined Resistance Training in Male Youth Pre- and Post-Peak Height Velocity. *J Strength Cond Res*, 30(5):1239-47.
- Markovic G, Jaric S. (2007). Positive and negative loading and mechanical output in maximum vertical jumping. *Med Sci Sports Exerc*, 39(10):1757-64.
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 40(10), 859–895.
- Meckel Y, Doron O, Eliakim E, Eliakim A. (2018). Seasonal Variations in Physical Fitness and Performance Indices of Elite Soccer Players. *Sports (Basel)*, 13;6(1):14.
- Michailidis, Y., Fatouros, I. G., Primpa, E., Michailidis, C., Avloniti, A., Chatzinikolaou, A., Barbero-Álvarez, J. C., 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.
- Mohr, M., Krstrup, 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.
- Moran J, Sandercock G, Rumpf MC, Parry DA. (2017). Variation in responses to sprint training in male youth athletes: a meta-analysis. *Int J Sports Med*, 38(1):1–11.
- Moran J, Clark CCT, Ramirez-Campillo R, Davies MJ, Drury B. (2019). A Meta-Analysis of Plyometric Training in Female Youth: Its Efficacy and Shortcomings in the Literature. *J Strength Cond Res*, 33(7):1996-2008.
- Moran, J., Ramirez-Campillo, R., Liew, B., Chaabene, H., Behm, D. G., García-Hermoso, A., Izquierdo, M., & Granacher, U. (2021). Effects of Vertically and Horizontally Orientated Plyometric Training on Physical Performance: A Meta-analytical Comparison. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 51(1), 65–79.
- Morin JB, Bourdin M, Edouard P, Peyrot N, Samozino P, Lacour JR. (2012). Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *Eur J Appl Physiol*, 112(11):3921-30.
- Ostiak, M. A. F. (2015). A e p i — p i r c s g v. 1956–1965.
- Pérez-Castilla A, Rojas FJ, Gómez-Martínez F, García-Ramos A. (2021). Vertical jump performance is affected by the velocity and depth of the countermovement. *Sports Biomech*, 20(8):1015-1030.
- Plummer A, Mugele H, Steffen K, Stoll J, Mayer F, et al. (2019) General versus sports-specific injury prevention programs in athletes: A systematic review on the effects on performance. *PLOS ONE* 14(8): e0221346.

- Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henríquez-Olguín, C., Meylan, C. M., Martínez, C., Álvarez, C., Caniuqueo, A., Cadore, E. L., & Izquierdo, M. (2015). Effect of Vertical, Horizontal, and Combined Plyometric Training on Explosive, Balance, and Endurance Performance of Young Soccer Players. *Journal of strength and conditioning research*, 29(7), 1784–1795.
- Ramírez-Campillo, R., Henríquez-Olguín, C., Burgos, C., Andrade, D. C., Zapata, D., Martínez, C., Álvarez, C., Baez, E. I., Castro-Sepúlveda, M., Peñailillo, L., & Izquierdo, M. (2015). Effect of Progressive Volume-Based Overload During Plyometric Training on Explosive and Endurance Performance in Young Soccer Players. *Journal of strength and conditioning research*, 29(7), 1884–1893.
- Ramírez-Campillo, R., Meylan, C. M., Álvarez-Lepín, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Andrade, D. C., Castro-Sepúlveda, M., Burgos, C., Baez, E. I., & Izquierdo, M. (2015). The effects of interday rest on adaptation to 6 weeks of plyometric training in young soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 29(4), 972–979.
- Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., García-Hermoso, A., Ramírez-Vélez, R., Gentil, P., Asadi, A., Chaabene, H., Moran, J., Meylan, C., García-de-Alcaraz, A., Sanchez-Sanchez, J., Nakamura, F. Y., Granacher, U., Kraemer, W., & Izquierdo, M. (2018). Methodological Characteristics and Future Directions for Plyometric Jump Training Research: A Scoping Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(5), 1059–1081.
- Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., Gentil, P., Moran, J., García-Pinillos, F., Alonso-Martínez, A. M., et al. (2018). Inter-individual variability in responses to 7 weeks of plyometric jump training in male youth soccer players. *Front Physiol*, 9:1156.
- Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., Sanchez-Sanchez, J., Slimani, M., Gentil, P., Chelly, M. S., & Shephard, R. J. (2019). Effects of plyometric jump training on the physical fitness of young male soccer players: Modulation of response by inter-set recovery interval and maturation status. *Journal of sports sciences*, 37(23), 2645–2652.

- Ramirez-Campillo R, Sanchez-Sanchez J, Romero-Moraleda B, Yanci J, Garcia-Hermoso A, Manuel CF. (2020). Effects of plyometric jump training in female soccer player's vertical jump height: a systematic review with meta-analysis. *J Sports Sci*, 38:1475–87.
- Ramirez-Campillo, R., Pereira, L. A., Andrade, D. C., Mendez-Rebolledo, G., De La Fuente, C. I., Castro-Sepulveda, M., Garcia-Pinillos, F., Freitas, T. T., & Loturco, I. (2021). Tapering strategies applied to plyometric jump training: a systematic review with meta-analysis of randomized-controlled trials. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 61(1), 53–62.
- Ramirez-Campillo, R., Moran, J., Oliver, J. L., Pedley, J. S., Lloyd, R. S., & Granacher, U. (2022). Programming Plyometric-Jump Training in Soccer: A Review. *Sports (Basel, Switzerland)*, 10(6), 94.
- Romero-Franco, Natalia & Jimenez-Reyes, Pedro & Castaño, Adrián & Capelo-Ramírez, Fernando & Juan, Juan José & González-Hernández, Jorge & Bendala, Francisco & Cuadrado, Victor & Balsalobre-Fernández, Carlos. (2016). Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: Comparison with existing reference methods. *European Journal of Sport Science*. 17. 1-7.
- 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.
- Sánchez M, Sanchez-Sanchez J, Nakamura FY, Clemente FM, RomeroMoraleda B, Ramirez-Campillo R. (2020). Effects of plyometric jump training in female soccer player's physical fitness: a systematic review with metaanalysis. *Int J Environ Res Public Health*, 17:8911.
- Sedano S, Matheu A, Redondo JC, Cuadrado G. (2011). Effects of plyometric training on explosive strength, acceleration capacity and kicking speed in young elite soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 51(1):50–8.

- Slimani M, Chamari K, Miarka B, Del Vecchio FB, Chéour F. (2016). Effects of plyometric training on physical fitness in team sport athletes: a systematic review. *J Hum Kinetics*, 53(1):231–47
- Slimani M, Paravlić A, Bragazzi NL. (2017). Data concerning the effect of plyometric training on jump performance in soccer players: a meta-analysis. *Data Brief*, 30(15):324–34.
- Spinetti J, Figueiredo T, Bastos De Oliveira V, Assis M, Fernandes De Oliveira L, Miranda H, et al. (2016). Comparison between traditional strength training and complex contrast training on repeated sprint ability and muscle architecture in elite soccer players. *J Sports Med Phys Fit*, 56(11):1269–78.
- Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Med*, 35(6):501-36.
- Thaqi, A., Berisha, M., & Hoxha, S. (2020). The effect of plyometric training on the power-related factors of children aged 16 years-old. *Progress in Nutrition*, 22.
- van de Hoef PA, Brauers JJ, van Smeden M, Backx FJG, Brink MS. (2019). The effects of lower-extremity plyometric training on soccer-specific outcomes in adult male. *Int J Sports Physiol Perform*, 4:1–15
- Yanci, J., Los Arcos, A., Camara, J., Castillo, D., García, A., & Castagna, C. (2016). Effects of horizontal plyometric training volume on soccer players' performance. *Research in sports medicine (Print)*, 24(4), 308–319.
- Young W, Wilson G, Byrne C. (1999). Relationship between strength qualities and performance in standing and run-up vertical jumps. *J Sports Med Phys Fitness*, 39(4):285-93.
- Zanon S. (1989). Plyometrics: past and present. *New studies in athletics*, 1(4):7–17.

Zisi M, Stavridis I, Bogdanis G, Terzis G, Paradisis G. (2023). The Acute Effects of Plyometric Exercises on Sprint Performance and Kinematics. *Physiologia*, 3(2):295-304.

11.- ANEXOS

Anexo 1: Consentimiento informado

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN PARA EL PARTICIPANTE

Título de la investigación: Efectos de un programa de entrenamiento pliométrico para trabajar el salto vertical y el sprint en jugadores de fútbol de categoría juvenil.

Responsable: Universidad de Zaragoza.

Tutora: Marta Rapún.
mrapun@unizar.es

Mail:

Investigador Principal: Joel Castro Ibarz
Mail: 742390@unizar.es

Tfno: 651375595

Centro: Universidad de Zaragoza

1. Introducción:

Nos dirigimos a usted para solicitar su participación en un trabajo académico que estamos realizando en la Universidad de Zaragoza. Su participación es absolutamente voluntaria, en ningún caso debe sentirse obligado a participar, pero es importante para obtener el conocimiento que necesitamos. Este proyecto ha sido aprobado por el Comité de Ética. Antes de tomar una decisión es necesario que:

- lea este documento entero
- entienda la información que contiene el documento
- haga todas las preguntas que considere necesarias
- tome una decisión meditada

- firme el consentimiento informado, si finalmente desea participar.

Si decide participar se le entregará una copia de esta hoja y del documento de consentimiento firmado. Por favor, consérvelo por si lo necesitara en un futuro.

2. ¿Por qué se le pide participar?

Se le solicita su colaboración porque forma parte de un equipo de fútbol en categoría juvenil. En el presente estudio se va a aplicar una intervención que consiste en un entrenamiento pliométrico (en caso de formar parte del grupo intervención) o seguirá realizando los entrenamientos habituales (en caso de formar parte del grupo control).

3. ¿Cuál es el objeto de este estudio?

Este estudio es una investigación con la cual se pretende valorar la efectividad del entrenamiento pliométrico en jóvenes futbolistas y observar si existen cambios en el salto vertical y el sprint.

4. ¿Qué tengo que hacer si decido participar?

Para esta esta intervención se van a solicitar datos personales (edad, altura y peso). Tanto los participantes del grupo control como los del grupo intervención serán evaluados mediante la valoración inicial y final la primera y última semana de intervención.

Grupo control: Los participantes del grupo control realizarán la valoración inicial (la primera semana de entrenamiento), durante las 6 próximas semanas seguirán los entrenamientos habituales y por último la valoración final (la octava semana).

Grupo intervención: Los participantes del grupo intervención también serán evaluados con la valoración inicial y final la primera y última semana de la intervención. Además de los entrenamientos habituales, realizarán un entrenamiento pliométrico, con una duración de 6 semanas.

La duración total del estudio será de 8 semanas (valoración inicial, 6 semanas de entrenamiento y valoración final).

Valoración de las variables: En estas valoraciones se medirán las variables de salto vertical y sprint mediante dos tests. Para la medición de estas variables se utilizarán 2 aplicaciones de móvil (My Jump 2 y My Sprint) y se realizarán grabaciones para medir la altura de salto y la velocidad de sprint. Para la altura de salto la grabación no incluirá

la cara del participante. Para la velocidad de sprint se realizará una grabación a 10 metros del participante en la que se grabará todo el recorrido del sprint. Estas grabaciones serán eliminadas tras la finalización del estudio.

Intervención (entrenamiento pliométrico): Durante las 6 semanas centrales tendrá lugar la intervención, con una duración de 30 minutos 2 días a la semana, es decir, en total se llevarán a cabo 12 sesiones de entrenamiento. El entrenamiento pliométrico consiste en un método de entrenamiento que utiliza varios tipos de saltos para entrenar el tren inferior. Este método activa el sistema nervioso central del cuerpo y mejora su elasticidad. La pliometría trabaja el ciclo estiramiento-acortamiento. Algunos de los beneficios del entrenamiento pliométrico son:

- Mejora la estabilidad del cuerpo.
- Aumenta la altura del salto.
- Mejora el sprint.
- Mejora la agilidad general del deportista.
- Mejora la capacidad de coordinar movimientos.
- Mejora el rendimiento en los cambios de dirección.

El entrenamiento se realizará de manera progresiva, realizando distintos ejercicios en las diferentes 12 sesiones de la intervención.

Tanto las valoraciones iniciales y finales como el entrenamiento se realizarán en las instalaciones del campo de fútbol “Las Rías” de Mequinenza

Los datos se recogerán mediante una encuesta y dos test para recoger las variables.

La decisión de a qué grupo pertenece usted se decide al azar. Es la única forma de poder valorar la utilidad real de la intervención. Los participantes se dividirán en grupo experimental y grupo control.

5. ¿Qué riesgos o molestias supone?

Los riesgos asociados a este estudio pueden llegar a ser agujetas, dolor/cansancio de la musculatura de las extremidades inferiores o alguna leve lesión.

6. ¿Obtendré algún beneficio por mi participación?

Al tratarse de un estudio de investigación orientado a generar conocimiento usted no obtendrá ningún beneficio por su participación si bien contribuirá al avance científico y al beneficio social.

Usted no recibirá ninguna compensación económica por su participación.

7. ¿Cómo se van a tratar mis datos personales?

Información básica sobre protección de datos.

Responsable del tratamiento: Universidad de Zaragoza.

Responsable interno: Marta Rapún.

Encargado interno: Joel Castro.

Finalidad: Sus datos personales serán tratados exclusivamente para el trabajo de investigación a los que hace referencia este documento.

Legitimación: El tratamiento de los datos de este estudio queda legitimado por su consentimiento a participar.

Destinatarios: No se cederán datos a terceros salvo obligación legal.

Duración: Los datos personales serán destruidos una vez se haya cumplido con la finalidad para la que se recogieron y para posibles revisiones o determinación de responsabilidad.

Derechos: Podrá ejercer sus derechos de acceso, rectificación, supresión y portabilidad de sus datos, de limitación y oposición a su tratamiento, de conformidad con lo dispuesto en la LO 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD 2016/679) ante el delegado de protección de datos de la institución, dirigiendo un correo electrónico a la dirección dpd@unizar.es.

Así mismo, en cumplimiento de lo dispuesto en el RGPD, se informa que, si así lo desea, podrá acudir a la Agencia de Protección de Datos (<https://www.aepd.es>) para presentar una reclamación cuando considere que no se hayan atendido debidamente sus derechos.

El tratamiento de sus datos personales se realizará utilizando técnicas para mantener la confidencialidad mediante el uso de códigos que no permitan su identificación (datos seudonimizados), con el fin de que su identidad personal quede completamente oculta durante el proceso de investigación.

A partir de los resultados del trabajo de investigación, se podrán elaborar comunicaciones científicas para ser presentadas en congresos o revistas científicas, pero se harán siempre con datos agrupados y nunca se divulgará nada que le pueda identificar.

En este estudio se van a realizar grabaciones de vídeo con el fin de medir las variables de la valoración inicial y final. Estas grabaciones serán eliminadas en octubre de 2024 y tendrá acceso a las mismas el investigador responsable del estudio.

9. ¿Quién financia el estudio?

Este proyecto no cuenta con financiación.

10. ¿Se me informará de los resultados del estudio?

Usted tiene derecho a conocer los resultados del presente estudio, tanto los resultados generales como los derivados de sus datos específicos. También tiene derecho a no conocer dichos resultados si así lo desea. Por este motivo en el documento de consentimiento informado le preguntaremos qué opción prefiere. En caso de que desee conocer los resultados, el investigador le hará llegar los resultados.

11. ¿Puedo cambiar de opinión?

Su participación es totalmente voluntaria, puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento sin tener que dar explicaciones. Basta con que manifieste su intención al investigador principal del estudio. En caso de que decida retirarse del estudio puede solicitar la destrucción de los datos, muestras u otra información recogida sobre usted. Debe quedar claro que esta decisión no repercutirá en su relación con el investigador (en este caso el entrenador).

12. ¿Qué pasa si me surge alguna duda durante mi participación?

En la primera página de este documento está recogido el nombre y el teléfono de contacto del investigador responsable del estudio. Puede dirigirse a él en caso de que le surja cualquier duda sobre su participación.

Muchas gracias por su atención, si finalmente desea participar le rogamos que firme el documento de consentimiento que se adjunta y le reiteramos nuestro agradecimiento por contribuir a generar conocimiento científico.

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del PROYECTO: Efectos de un programa de entrenamiento pliométrico para trabajar el salto vertical y el sprint en jugadores de fútbol de categoría juvenil.

D./Dña, (nombre y apellidos del participante), declaro que

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.

He hablado con: Joel Castro Ibarz.

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 mi relación con el investigador

Presto libremente mi consentimiento para participar en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos conforme se estipula en la hoja de información que se me ha entregado.

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: sí no (marque lo que proceda)

He recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

Firma del participante:

Fecha:

.....
.....

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio al paciente mencionado

Firma del Investigador:

Fecha:

.....

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO TUTOR O REPRESENTANTE

Título del PROYECTO: Efectos de un programa de entrenamiento pliométrico para trabajar el salto vertical y el sprint en jugadores de fútbol de categoría juvenil.

Yo, (nombre y apellidos del padre/madre/tutor o representante)

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.

He hablado con: Joel Castro Ibarz.

Estoy de acuerdo con la participación de mi Hijo/hija/tutelado/representado:

.....(nombre y apellidos)

Comprendo que su participación es voluntaria.

Comprendo que puede retirarse del estudio:

- 1) cuando quiera
- 2) sin tener que dar explicaciones
- 3) sin que esto repercuta en su relación con el investigador

Presto libremente mi consentimiento para que mi Hijo/hija/tutelado/representado participe en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de sus datos conforme se estipula en la hoja de información que se me ha entregado.

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: sí no (marque lo que proceda)

He recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

.....

Firma _____ del
padre/madre/tutor/representante:

Fecha:
.....

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio al paciente mencionado

Firma del Investigador:

Fecha:

Anexo 2: Fotografías ejercicios

EJERCICIOS SEMANA 1 Y 2

SALTO VERTICAL



SALTO HORIZONTAL



SKATER JUMP



SALTOS POGO



DROP JUMP



EJERCICIOS SEMANA 3 Y 4

SALTO A CAJÓN



SALTO HORIZONTAL UNIPODAL



SKATER JUMP CON MAYOR AMPLITUD



SALTOS POGO UNILATERAL



DROP JUMP CON SALTO



EJERCICIOS SEMANA 5 Y 6

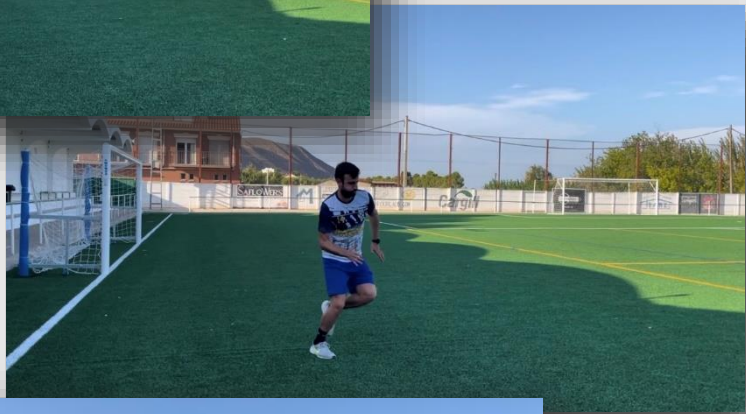
SALTO A CAJÓN UNIPODAL



TRIPLE HOP FRONTAL



TRIPLE HOP LATERAL



DROP JUMP CON SALTO UNIPODAL

