



**Universidad de Valladolid**

**educación SORIA** | FACULTAD DE EDUCACIÓN  
Campus Duques de Soria

**CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FISICA Y DEL DEPORTE**

***TRABAJO FIN DE GRADO:***

***“Impacto del *Complex Training* en el Rendimiento y en las Capacidades de Fuerza, Salto y Velocidad de Sprint en Futbolistas Jóvenes: Una Revisión Sistemática”***

2023/2024

Diego Sampedro Estrada

**Tutor académico:** Dr. Diego Fernández Lázaro



# RESUMEN / ABSTRACT

## Introducción

El entrenamiento deportivo ha evolucionado significativamente, destacando el complex training (CT), que combina ejercicios de fuerza y pliometría para mejorar el rendimiento físico. Este método es especialmente relevante en deportes como el fútbol, donde las habilidades de fuerza, salto y velocidad de sprint son cruciales.

## Objetivo

El objetivo del estudio es investigar el impacto del complex training en las capacidades de fuerza, salto de altura y velocidad de sprint en futbolistas jóvenes varones de entre 14 y 20 años.

## Metodología

La revisión sistemática siguiendo las directrices de los Elementos de Información Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Meta análisis (PRISMA), seleccionó 5 estudios con un total de 119 participantes masculinos. Los estudios variaron en duración (6-12 semanas) y frecuencia (1-3 sesiones semanales) de las intervenciones de complex training. Los participantes fueron clasificados como futbolistas juveniles de élite y amateurs. Las intervenciones se compararon en términos de fuerza máxima, altura de salto y velocidad de sprint.

## Resultados

1. **Fuerza:** Intervenciones de 8 semanas con 2 sesiones semanales aumentaron significativamente los niveles de fuerza máxima (1RM) de la musculatura inferior.
2. **Salto de Altura:** Períodos de 6 a 12 semanas con 1-2 sesiones semanales mejoraron significativamente la altura de salto en pruebas de salto vertical (SJ) y contra movimiento (CMJ).
3. **Velocidad de Sprint:** Intervenciones de 12 semanas con 2 sesiones semanales mejoraron la velocidad de sprint en distancias de 5 a 30 metros.

4. **Agilidad:** Hubo mejoras en la agilidad, especialmente cuando se incluyeron ejercicios específicos de agilidad en el entrenamiento.

## **Conclusiones**

- Intervenciones de complex training de 6-12 semanas con 1-3 sesiones semanales mantienen o mejoran el rendimiento en fuerza, salto y velocidad de sprint.
- El complex training incrementa significativamente la fuerza máxima (1RM) y la potencia muscular al combinar ejercicios de fuerza pesados (80-95% RM) con actividades pliométricas.
- Mejora las capacidades de salto y velocidad de sprint debido a aumentos en fuerza y potencia, así como mejoras en la coordinación y técnica de carrera.
- Las intervenciones más largas (12 semanas) y con mayor frecuencia semanal (mínimo 2 sesiones) inducen mayores mejoras.

## **Palabras Clave:**

"Complex Training", "Football", "Soccer", "Power", "Jump", "Sprint", "Post Activation Potentiation", "Strength Training", "Youth".

# Índice de contenido

Glosario de abreviaturas.....	9
1. INTRODUCCIÓN .....	10
1.1 Importancia de la Preparación Física en el Fútbol .....	10
1.2 Entrenamiento de Fuerza Complejo (Complex Training).....	11
1.3 Potenciación Post-Activación en el Deporte .....	12
1.3.1 Mecanismos Fisiológicos de la Potenciación Post- Activación .....	12
1.3.2 Variables que Influyen en la Potenciación Post- Activación .....	12
1.3.3 Aplicaciones de la Potenciación Post- Activación en el Rendimiento Deportivo.....	13
2. JUSTIFICACIÓN.....	14
3. OBJETIVOS .....	15
3.1 Objetivo general .....	15
3.2 Objetivos específicos.....	15
4. MATERIAL Y MÉTODOS:.....	16
4.1 Estrategia de Búsqueda .....	16
4.1.1 Selección de Estudios:.....	17
4.2 Criterios de Inclusión / Exclusión .....	17
4.3 Evaluación de la calidad metodológica.....	18
4.4 Evaluación del riesgo de sesgo.....	18
4.5 Extracción de datos .....	18
5. RESULTADOS.....	19
5.1 Selección de estudios .....	19
5.2 Evaluación de la calidad metodológica.....	21
5.3 Evaluación del riesgo de sesgo.....	22
5.4 Características de los estudios incluidos en la revisión sistemática .....	22
5.5 Contextualización de las capacidades físicas estudiados en la revisión sistemática .....	23
5.6 Resumen de los resultados de los estudios incluidos en la revisión sistemática .....	25
5.7 Estudios incluidos en la revisión sistemática .....	26

6.	DISCUSIÓN .....	32
6.1	Interpretación General de los Resultados .....	32
6.3	Consistencia y Discrepancias .....	33
6.4	Aplicaciones para el Ámbito de la Actividad Física y el Deporte .....	34
6.5	Limitaciones del Estudio .....	35
7.	CONCLUSIONES .....	35
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37
9.	ANEXOS.....	43
9.1	Anexo I.....	43
9.1.1	Búsqueda en bases de datos.....	43
9.2	Anexo II .....	43
9.2.1	Palabras libres y MeSH .....	43

# Índice de tablas

Tabla 1.....	21
Tabla 2.....	22
Tabla 3 .....	25

# Índice de figuras

<a href="#">Figura 1.....</a>	<a href="#">18</a>
-------------------------------	--------------------

## **Glosario de abreviaturas**

- 1RM: One-Repetition Maximum (Máximo de Una Repetición)
- CCT: Complex Contrast Training (Entrenamiento de Contraste Complejo)
- CMJ: Countermovement Jump (Salto con Contra movimiento)
- CT: Complex Training (Entrenamiento Complejo)
- EPHPP: Effective Public Health Practice Project (Proyecto de Práctica Efectiva de Salud Pública)
- GC: Grupo Control
- GE: Grupo Experimental
- G0: Grupo 0 (control)
- G2: Grupo 2 (experimental)
- G3: Grupo 3 (experimental)
- PAP: Potentiation Post Activation (Potenciación Post Activación)
- PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (Elementos Preferidos para Informes en Revisiones Sistemáticas y Meta-Análisis)
- RCT: Randomized Controlled Trial (Ensayo Controlado Aleatorio)
- SJ: Squat Jump (Salto en Sentadilla)

# 1. INTRODUCCIÓN

En el fútbol moderno, la preparación física ha evolucionado hasta convertirse en un componente esencial para el éxito de los jugadores y equipos. La capacidad de rendir al más alto nivel exige un desarrollo óptimo de diversas cualidades físicas como la velocidad, la fuerza, la resistencia y la agilidad. Según estudios recientes, en el “*Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal*” (Ionică, 2013), la preparación física representa aproximadamente el 47% de las habilidades totales que debe poseer un futbolista de élite, lo que subraya su importancia en el rendimiento deportivo.

## 1.1 Importancia de la Preparación Física en el Fútbol

La preparación física influye significativamente en la capacidad de los jugadores para ejecutar movimientos rápidos y potentes, mantener la intensidad del juego y resistir lesiones. Esto resalta la necesidad de entrenamientos bien estructurados que aborden todas estas áreas críticas. La implementación de programas de entrenamiento físico efectivos es crucial desde las etapas tempranas del desarrollo de los jugadores, ya que establece una base sólida para su crecimiento y éxito futuro (Mato-Medina et al., 2023).

En el contexto del desarrollo de futbolistas jóvenes, la preparación física adecuada es esencial. Los jóvenes deportistas que reciben entrenamiento físico especializado y bien estructurado tienen más probabilidades de alcanzar niveles de rendimiento superiores y de progresar a equipos de élite. La creciente tendencia de promover a jugadores jóvenes a los primeros equipos de los clubes profesionales subraya la importancia de una base física robusta. Ejemplos notables de esta tendencia incluyen a jugadores como Endrick Xavi Simons, Zaire - Emery, quienes han dado o van a dar el salto al primer equipo a edades muy tempranas, destacando la efectividad de una preparación física integral desde edades juveniles (Peñalosa et al., 2022). Sin dejar de lado, por supuesto, el componente técnico que poseen de por sí.

Estudios han mostrado que los programas de entrenamiento bien estructurados en etapas tempranas son cruciales para el desarrollo de jugadores completos. Un artículo de “*PLOS ONE*” destaca cómo el entrenamiento específico en velocidad y aceleración mejora significativamente el rendimiento en jóvenes futbolistas, permitiéndoles competir al más alto nivel desde edades tempranas (Silva et al., 2015). Otro estudio en “*Frontiers in Sports*

*and Active Living*” subraya la importancia del entrenamiento de fuerza y potencia en el desarrollo de capacidades físicas esenciales para el éxito en el fútbol profesional (Thapa et al., 2021) . Estos hallazgos respaldan la idea de que comenzar el entrenamiento adecuado desde joven prepara mejor a los jugadores para las demandas del fútbol moderno.

## **1.2 Entrenamiento de Fuerza Complejo (Complex Training)**

El entrenamiento de fuerza complejo, conocido como complex training (CT), se ha identificado como una metodología particularmente efectiva para optimizar la preparación física de los futbolistas (Spinetti et al., 2019). Este método combina ejercicios de alta carga con ejercicios pliométricos, basándose en el principio de potenciación post-activación (PAP). La PAP es un fenómeno en el cual la fuerza y la potencia muscular se incrementan temporalmente después de realizar un ejercicio de alta carga. Al alternar ejercicios de resistencia con ejercicios explosivos, el CT maximiza la activación de las unidades motoras y mejora la coordinación intra e intermuscular, resultando en mejoras significativas en el rendimiento físico.

El CT es especialmente beneficioso para los jóvenes futbolistas, ya que potencia varias capacidades físicas esenciales para el juego moderno:

1. **Potencia Explosiva:** Incrementa la capacidad para realizar movimientos rápidos y potentes, esenciales en sprints y saltos (Silva et al., 2015).
2. **Fuerza Máxima:** Mejora la fuerza muscular, permitiendo a los jugadores mantener un rendimiento alto durante los partidos y mejorar la estabilidad en duelos físicos.
3. **Velocidad y Aceleración:** Aumenta la velocidad de sprint y la capacidad de acelerar rápidamente, cruciales en situaciones de juego decisivas (Haugen et al., 2015).
4. **Agilidad y Cambio de Dirección:** Mejora la agilidad y la capacidad de cambiar de dirección rápidamente, habilidades críticas en el fútbol (Wang et al., 2022).

### **1.3 Potenciación Post-Activación en el Deporte**

La Potenciación post – activación es un fenómeno fisiológico en el cual se observa un aumento temporal en la capacidad de generar fuerza explosiva o potencia muscular luego de realizar una actividad de alta intensidad. Este aumento temporal de la fuerza se atribuye a la facilitación neuromuscular inducida por la activación previa de los músculos pertinentes. La PAP implica cambios a nivel neuromuscular, incluyendo una mayor activación de unidades motoras, incremento en la sensibilidad de los receptores neuromusculares, y posibles modificaciones en la activación enzimática y estructura de las fibras musculares. Este fenómeno tiene implicaciones significativas en la optimización del rendimiento deportivo, especialmente en disciplinas que requieren explosividad y potencia muscular.

#### ***1.3.1 Mecanismos Fisiológicos de la Potenciación Post- Activación***

El principal mecanismo fisiológico detrás de la PAP es la fosforilación de las cadenas livianas de miosina reguladoras (FCLMr). Este proceso aumenta la cantidad de puentes cruzados actino-miosina activos en las fibras musculares, lo que resulta en un incremento de la fuerza y la velocidad de desarrollo de la fuerza muscular. La concentración de calcio en el citoplasma también juega un papel crucial, ya que su liberación y posterior unión a la calmodulina activan la kinasa de las cadenas livianas de miosina (KCLM), catalizando la fosforilación de las FCLMr (Hodgson et al., 2005).

#### ***1.3.2 Variables que Influyen en la Potenciación Post- Activación***

Varios factores pueden influir en la efectividad de la PAP (Fischer & Paternoster, 2024):

- **Tipo de fibra muscular:** Las fibras de contracción rápida (IIb) muestran una mayor PAP debido a sus propiedades contráctiles superiores.
- **Nivel de entrenamiento:** Los deportistas con mayor experiencia en entrenamientos de fuerza y explosividad muestran una mejor respuesta a la PAP.
- **Fatiga:** Un alto nivel de fatiga puede disminuir significativamente la respuesta de la PAP.
- **Temperatura corporal:** Músculos con mayor temperatura responden mejor a la PAP.

- **Edad y Género:** Los jóvenes tienen una mejor respuesta en comparación con los adultos mayores debido a la mayor proporción de fibras rápidas. No hay diferencias significativas entre géneros en la respuesta a la PAP.
- **Tipo de contracción y ejercicio:** La PAP se puede inducir mediante contracciones concéntricas, isométricas o excéntricas, y es más beneficiosa para acciones acíclicas como saltos y lanzamientos

### ***1.3.3 Aplicaciones de la Potenciación Post- Activación en el Rendimiento Deportivo***

La PAP es especialmente relevante en deportes que requieren acciones explosivas y de alta velocidad, como el fútbol, atletismo y deportes de combate. Los entrenadores pueden utilizar métodos de entrenamiento que incorporen PAP para mejorar la potencia y el rendimiento atlético. Un ejemplo común es el método de complex training, donde se alternan ejercicios de alta carga con ejercicios pliométricos para maximizar la activación muscular y la producción de fuerza. (Comyns et al., 2006)

1. **Mejora de la Potencia Explosiva:** La PAP permite a los atletas realizar movimientos más rápidos y potentes, mejorando el rendimiento en sprints, saltos y lanzamientos.
2. **Entrenamiento de Fuerza y Velocidad:** La combinación de ejercicios de fuerza máxima con esfuerzos balístico-explosivos en una misma serie o sesión incrementa la densidad del entrenamiento y la capacidad de aplicar fuerza rápidamente.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La preparación física en el fútbol moderno es fundamental para el éxito tanto individual como colectivo de los jugadores. Dada la creciente intensidad y exigencia del juego, los futbolistas deben desarrollar una serie de cualidades físicas que les permitan rendir al máximo nivel. En este sentido, la implementación de métodos de entrenamiento efectivos y basados en evidencia científica es crucial para optimizar el rendimiento físico de los jugadores desde edades tempranas.

El entrenamiento de fuerza complejo, que combina ejercicios de alta carga con ejercicios pliométricos, se presenta como una metodología particularmente eficaz para mejorar diversas capacidades físicas esenciales en el fútbol. Los beneficios de este método abarcan múltiples áreas críticas para el rendimiento deportivo:

1. **Fuerza y Potencia:** El CT incrementa significativamente la fuerza máxima y la potencia explosiva. La realización de ejercicios de alta carga seguida de ejercicios pliométricos maximiza la activación muscular, permitiendo a los jugadores ejecutar acciones explosivas con mayor eficacia. Esto es crucial en el fútbol, donde la capacidad para realizar sprints rápidos, cambios de dirección y saltos altos puede determinar el resultado de un partido.
2. **Velocidad de Sprint:** La capacidad de acelerar rápidamente y mantener una alta velocidad de sprint es fundamental para superar a los oponentes en carreras cortas y contraataques. El CT mejora esta habilidad, lo cual es especialmente valioso en situaciones de juego decisivas donde la velocidad puede marcar la diferencia.
3. **Capacidad de Salto:** Aumentar la altura y la eficacia de los saltos es esencial para ganar duelos aéreos y realizar cabezazos precisos. La capacidad de salto no solo es importante para los delanteros y defensores en jugadas de balón parado, sino también para los mediocampistas en el control del juego aéreo.
4. **Agilidad y Cambio de Dirección:** El CT mejora la agilidad y la capacidad de cambiar de dirección rápidamente y con precisión. Estas habilidades son vitales tanto en situaciones defensivas como ofensivas, permitiendo a los jugadores reaccionar rápidamente a las dinámicas del juego y realizar movimientos ágiles y efectivos.

Además de mejorar el rendimiento en el campo, el CT también contribuye a la prevención de lesiones. Al fortalecer los músculos, tendones y ligamentos, se reduce el riesgo de lesiones comunes en el fútbol, como esguinces de tobillo y rodilla. La reducción del riesgo de lesiones es crucial para la longevidad de la carrera deportiva de los jóvenes futbolistas, quienes enfrentan cada vez más largas temporadas y múltiples competiciones.

Implementar programas de entrenamiento de fuerza complejo desde edades tempranas permite desarrollar una base física sólida, facilitando la transición a niveles de competición más altos y asegurando que los jugadores estén mejor preparados para las exigencias del fútbol profesional. La mejora en la fuerza, potencia, velocidad y agilidad obtenida a través del CT no solo optimiza el rendimiento físico, sino que también contribuye al desarrollo integral de los futbolistas jóvenes, preparando a los jugadores para competir eficazmente en el más alto nivel del deporte.

## 3. OBJETIVOS

### 3.1 Objetivo general

El presente estudio es una revisión sistemática desarrollada entre marzo y mayo de 2024, que tiene como objetivo principal realizar una búsqueda estructurada de la bibliografía disponible sobre la eficacia del método de entrenamiento de fuerza complejo en el rendimiento y las capacidades físicas de fuerza, salto y/o velocidad de sprint en futbolistas jóvenes masculinos de entre 14 y 20 años.

### 3.2 Objetivos específicos

- Analizar la Eficacia Comparativa del Entrenamiento de Fuerza Complejo Frente a Otros Métodos de Entrenamiento:
  - Comparar el impacto del entrenamiento de fuerza complejo con métodos tradicionales o alternativos de entrenamiento de fuerza en términos de:
    - ✓ **Fuerza Muscular:** Evaluar los cambios en la fuerza del tren inferior.
    - ✓ **Capacidad de Salto:** Medir la mejora en la altura del salto vertical.

- ✓ **Velocidad de Sprint:** Analizar el aumento en la velocidad en sprint de corta distancia.
- Describir los Métodos de Aplicación y Formas de Intervención del Entrenamiento de Fuerza Complejo:
  - Identificar y describir las diferentes metodologías utilizadas en los programas de entrenamiento de fuerza complejo, incluyendo la frecuencia, intensidad, duración de las sesiones y ejercicios específicos aplicados.

## **4. MATERIAL Y MÉTODOS:**

### **4.1 Estrategia de Búsqueda**

El presente estudio es una revisión sistemática que se centra en investigar si se puede a través de la metodología de complex training aumentar los niveles de rendimiento de los futbolistas jóvenes que así las capacidades físicas de fuerza, velocidad y agilidad. Se realizó conforme a las directrices de los Elementos Preferidos para la Notificación de Revisiones Sistemáticas y Meta-análisis “PRISMA” (Page et al., 2021) y utilizando el modelo PICOS (Brown et al., 2006) para la definición de criterios de inclusión: P (población); Futbolistas del género masculino de entre 14 y 20 años, I (intervención); Programa de complex training, C (comparación); Mismas condiciones entre grupos experimentales y control, O (salida); Indicadores de rendimiento en fútbol (fuerza, velocidad, agilidad) a través de test de campo, S (diseño de estudio); diseño aleatorio o cuasi-experimental y paralelo.

La presente revisión sistemática se llevó a cabo entre el 15 de abril y el 15 de mayo de 2024. La búsqueda se realizó en las bases de datos Medline (PubMed), Google Scholar y SportDiscus. A su vez se revisaron webs contrastadas como es el “American College of Sports Medicine” (Ratamess, 2021), para poder encontrar una mayor cantidad de información de calidad para el estudio. . Se incluyeron estudios publicados desde 2010 hasta 2024 inclusive. Con el propósito de refinar la búsqueda, se aplicaron diversos filtros en las bases de datos, incluyendo “Free Full Text”, “Clinical Trial”, y estudios publicados en inglés y español. Se compararon todos los estudios obtenidos en Pubmed, Google

Scholar y SportDiscus para delimitar la búsqueda al máximo y evitar la duplicación de estudios. Posteriormente, se revisaron todos los metas análisis y revisiones sistemáticas para asegurar que no se perdieran estudios debido a la falta de términos de búsqueda.

La estrategia de búsqueda empleada para cada base de datos se desarrolla en el *Anexo I*. Incluye una combinación de Medical Subject Headings (MeSH) y palabras libres relacionadas con el deporte y entrenamiento, en pares. A su vez se utilizaron operadores booleanos para asegurar una cobertura exhaustiva de la literatura relevante. (*Anexo II*).

#### ***4.1.1 Selección de Estudios:***

##### **1. Identificación de estudios:**

- Se revisaron los títulos y resúmenes de todos los estudios encontrados para eliminar duplicados y estudios irrelevantes.
- Se aplicó la estrategia de "bola de nieve" para revisar las referencias de los estudios relevantes y encontrar estudios adicionales.

##### **2. Revisión de texto completo:**

- Los estudios seleccionados se revisaron en su totalidad para asegurar que cumplieran con los criterios de inclusión específicos.

## **4.2 Criterios de Inclusión / Exclusión**

En el desarrollo de la revisión sistemática se aplicaron los siguientes criterios de inclusión para seleccionar estudios: estudios (I) escritos en castellano o inglés; (II) que incluyan futbolistas hombres como participantes;; (III) con participantes de entre 14 y 20 años de edad; (IV) que describan una intervención bien diseñada que utilice un programa de entrenamiento de fuerza complejo enfocado en el tren inferior de los futbolistas durante al menos 4 semanas, excluyendo semanas de familiarización con la metodología o de realización de pruebas; (V) con una división clara de los participantes en grupo control, grupo experimental o grupo placebo; (VI) que utilicen al menos 2 test para medir el rendimiento de los futbolistas en términos de fuerza, velocidad o agilidad después de la intervención; (VII) que proporcionen datos completos y accesibles, ensayos controlados aleatorizados (RCTs) o estudios cuasi-experimentales. Se excluyeron de la revisión

sistemática todos aquellos manuscritos que no cumplieron con los criterios de inclusión propuestos.

### **4.3 Evaluación de la calidad metodológica**

La calidad metodológica de los estudios ha sido evaluada mediante la herramienta: Quality Assessment Tool for Quantitative Studies del Effective Public Health Practice Project, desarrollada por la Universidad McMaster. (Armijo-Olivo et al., 2012).

### **4.4 Evaluación del riesgo de sesgo**

La evaluación del riesgo de sesgo de los estudios incluidos en esta revisión sistemática se ha llevado a cabo con la herramienta de Cochrane (Higgins et al., 2011).

### **4.5 Extracción de datos**

Los datos de los 5 estudios utilizados para esta revisión sistemática se sintetizan en una tabla de resultados (Tabla 3). En ella se presentan los principales aspectos de cada estudio, como el apellido del primer autor, el año de publicación, el país en el que se diseñó el estudio, las características del estudio (tipo), el tamaño muestral (principales características físicas de los participantes), el tipo de intervención, los parámetros evaluados, la comparación de los resultados (cuantitativos) antes y después de la intervención, y, por último, los resultados (cualitativos) obtenidos.

## 5. RESULTADOS

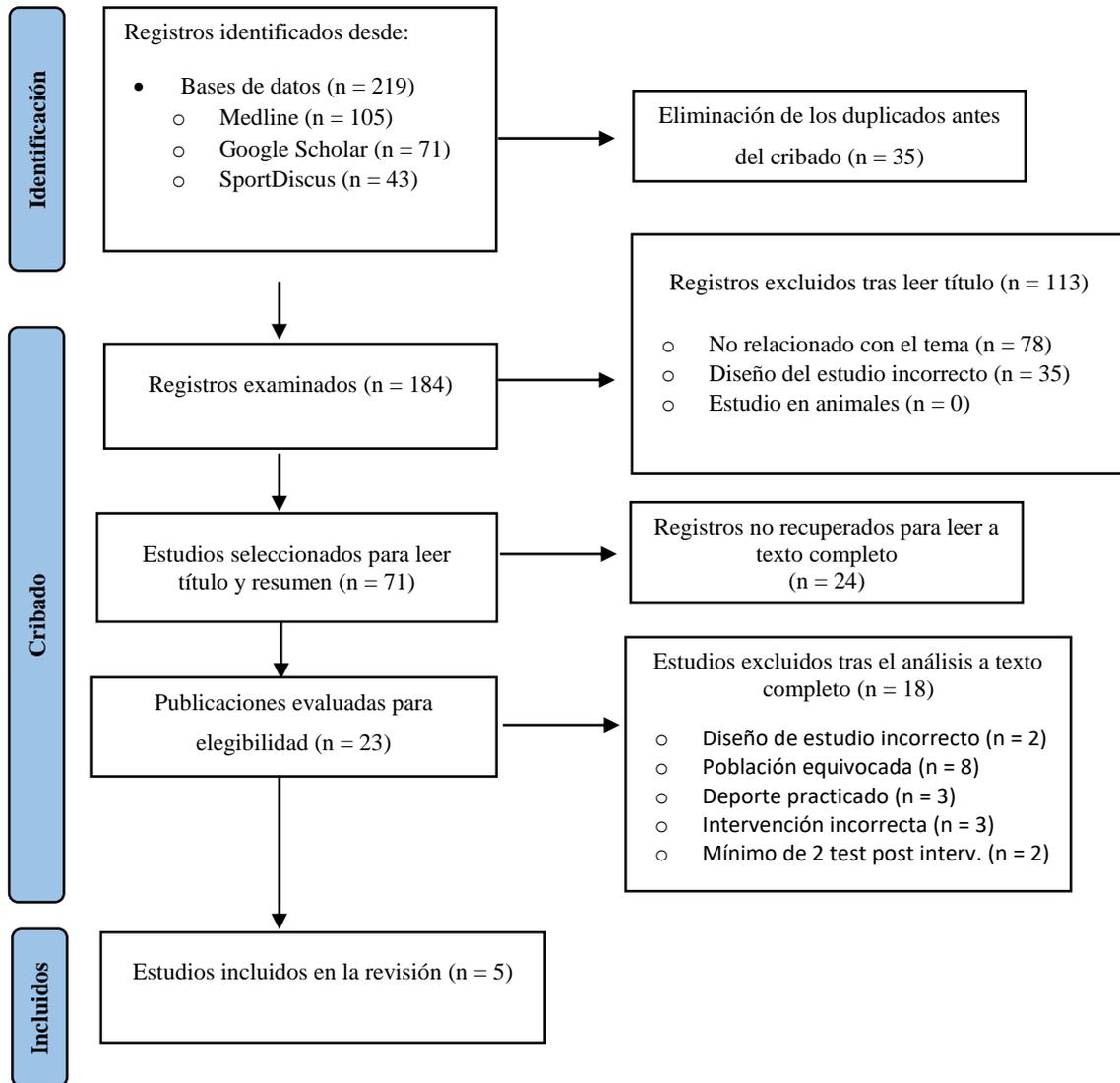
### 5.1 Selección de estudios

La búsqueda bibliográfica proporcionó un total de 219 estudios relacionados con los descriptores seleccionados. Tras una primera criba basada en la lectura del título y abstract, se seleccionaron 58 estudios. De estos, se eliminaron los duplicados, quedando un total de 23 estudios. Tras (Barra-Moura et al., 2024; Maio Alves et al., 2010)este riguroso proceso de selección, solo 5 manuscritos (Barra-Moura et al., 2024; García-Pinillos et al., 2014; Kobal et al., 2017; Maio Alves et al., 2010; Sánchez et al., 2014) cumplieron con todos los criterios de inclusión/exclusión establecidos (Figura 1).

El número de estudios a los que se les aplicó cada criterio de exclusión fue el siguiente: dos estudios fueron eliminados por el idioma, ya que no estaban escritos ni en inglés ni en castellano. Cinco estudios fueron excluidos debido a que la muestra no estaba compuesta únicamente por participantes del género masculino. Tres estudios fueron eliminados porque no incluían al menos una intervención de cuatro semanas con la metodología de complex training. Tres estudios fueron eliminados ya que los participantes de la muestra no eran únicamente jugadores de fútbol. Otros tres estudios fueron eliminados porque algunos participantes del estudio eran mayores de 20 años. Finalmente, dos estudios fueron desechados por no cumplir con la realización de al menos dos pruebas (test) para valorar el rendimiento de los futbolistas participantes.

Tras este riguroso proceso de selección, solo 5 manuscritos cumplieron con todos los criterios de inclusión/exclusión establecidos en la revisión sistemática (Figura 1).

Identificación de estudios a través de bases de datos y registros.



**Figura 1.** Diagrama de flujo que ilustra el proceso de identificación y selección de estudios de acuerdo con las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

## 5.2 Evaluación de la calidad metodológica

Tabla 1.

Puntuación según la escala Quality Assessment Tool for Quantitative Studies del EPHPP (Armijo-Olivo et al., 2012) para la evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión.

ESTUDIO Y AÑO	ÍTEMS																		T	CM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Barra-Moura et al. (Barra-Moura et al., 2024); 2024	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	F
Sánchez et al. (Sánchez et al., 2014); (2014)	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	M
García-Pinillos et al. (García-Pinillos et al., 2014); 2014	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	M
Maio Alves et al. (Maio Alves et al., 2010); 2010	1	1	1	1	2	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	M
Kobal et al. (Kobal et al., 2017); 2017	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	M

**Abreviaturas:** T: Total de ítems calificados como débil o con una nota de “3”; CM: Calidad Metodológica: (F) Fuerte: 0 ítems calificados como débiles; (M) Moderada: 1 ítem calificado como débil; (D) Débil:  $\geq 2$  ítems calificados como débiles.; Puntuaciones; 1: ítem calificado como “fuerte”; 2: ítem calificado como “moderado”; 3: ítem calificado como “débil”

**Ítems de la escala:** 1 = Representatividad de la muestra; 2 = Porcentaje de participación; 3 = Diseño del estudio; 4 = Descripción del método de aleatorización; 5 = Apropiación del método de aleatorización; 6 = Diferencias iniciales entre grupos; 7 = Control de confusores; 8 = Cegamiento del evaluador; 9 = Conocimiento de los participantes sobre el estudio; 10 = Validez de herramientas de recolección de datos; 11 = Fiabilidad de herramientas de recolección de datos; 12 = Reporte de abandonos y retiradas; 13 = Porcentaje de participantes que completaron el estudio; 14 = Recepción de la intervención asignada; 15 = Medición de la consistencia de la intervención; 16 = Presencia de intervenciones no intencionadas; 17 = Unidad de asignación y análisis; 18 = Adecuación de métodos estadísticos y análisis por intención de tratar.

### 5.3 Evaluación del riesgo de sesgo

Tabla 2.

Puntuación del sesgo de los estudios según la herramienta de Cochrane.

ESTUDIO Y AÑO	ÍTEMS								T
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Barra-Moura et al. (Barra-Moura et al., 2024); 2024									5
Sánchez et al. (Sánchez et al., 2014); 2014									5
García-Pinillos et al. (García-Pinillos et al., 2014); 2014									5
Maio Alves et al. (Maio Alves et al., 2010); 2010									5
Kobal et al. (Kobal et al., 2017); 2017									6

**Abreviaturas:** T: total de ítems cumplidos por estudio; “+”: sesgo de bajo riesgo; “-”: alto riesgo de sesgo; “?”: incertidumbre acerca del potencial de sesgo o falta de información al respecto.

**Ítems de la herramienta Cochrane:** 1 = generación de secuencias aleatorias; 2 = ocultamiento de la asignación; 3 = cegamiento de los participantes; 4 = cegamiento del evaluador; 5 = seguimiento incompleto; 6 = informe de datos; 7 = sesgo de publicación; 8 = sesgo del observador.

### 5.4 Características de los estudios incluidos en la revisión sistemática

Como se ha mencionado anteriormente, se incluyeron 5 ensayos clínicos controlados aleatorizados (Barra-Moura et al., 2024; García-Pinillos et al., 2014) y no aleatorizados (Kobal et al., 2017; Maio Alves et al., 2010; Sánchez et al., 2014) en esta revisión sistemática centrada en el impacto de una intervención con complex training en futbolistas hombres de entre 14-20 años sobre el rendimiento y capacidades como son la fuerza, salto y velocidad de sprint (Tabla 3). Los 5 estudios (Barra-Moura et al., 2024; García-Pinillos et al., 2014; Kobal et al., 2017; Maio Alves et al., 2010; Sánchez et al., 2014) constan de un diseño paralelo. Los estudios fueron desarrollados por 119 participantes, de los cuales el 100% fueron del género masculino. Entre ellos, 27

participantes (22,7%) podrían calificarse como futbolistas juveniles de élite (Kobal et al., 2017), y 92 participantes (77,3%) como futbolistas juveniles amateurs (García-Pinillos et al., 2014; Kobal et al., 2017; Maio Alves et al., 2010; Sánchez et al., 2014). En los 5 estudios se realizó una intervención mediante el método complex training en al menos 1 grupo, la duración de la intervención varió de tal forma que en dos estudios se realizó durante 6 semanas (Kobal et al., 2017; Sánchez et al., 2014), en otros dos durante 8 semanas (Barra-Moura et al., 2024; Maio Alves et al., 2010), y por último, en un estudio se llevó a cabo la intervención durante 12 semanas (García-Pinillos et al., 2014). En cuanto a la frecuencia semanal de sesiones de entrenamiento de complex training, hubo dos estudios que dividieron sus dos grupos experimentales, en 1 y 2 sesiones semanales de complex training respectivamente (Barra-Moura et al., 2024; Maio Alves et al., 2010); en otro estudio, el grupo experimental realizaba 1 sesión semanal de complex training (Sánchez et al., 2014); y en los dos últimos estudios, su grupo experimental realizaba 2 sesiones semanales de complex training (García-Pinillos et al., 2014; Kobal et al., 2017).

## **5.5 Contextualización de las capacidades físicas estudiados en la revisión sistemática**

### **5.5.1 Fuerza.**

La fuerza en el fútbol es una capacidad fundamental que influye directamente en el rendimiento de los jugadores. Es esencial para acciones como saltos, tiros, sprints y duelos cuerpo a cuerpo. En el fútbol moderno, entrenar la fuerza es crucial, ya que mejora la capacidad de realizar movimientos explosivos y resistir las demandas físicas del juego. Tener buenos niveles de fuerza influye en la velocidad, la agilidad y la capacidad de recuperación de los jugadores, permitiéndoles rendir mejor en el campo y reducir el riesgo de lesiones (Rivera Arturo, 2023). En los estudios incluidos en esta revisión sistemática, se ha medido la fuerza en dos de ellos (Kobal et al., 2017; Sánchez et al., 2014), a través de la metodología 1RM. La metodología de la fuerza 1RM se refiere a la determinación del "Repetición Máxima de una Repetición" (1RM), que es el peso máximo que una persona puede levantar para realizar una sola repetición de un ejercicio dado en condiciones controladas. Se utiliza principalmente para evaluar la fuerza máxima de un individuo en ejercicios específicos como el levantamiento de pesas. Esta información es crucial para el diseño de programas de entrenamiento personalizados y para medir el

progreso en la fuerza muscular a lo largo del tiempo (BLAZEVIICH & CANNAVAN, s. f.).

### **5.5.2 Salto vertical.**

La importancia del salto vertical en el fútbol se respalda por estudios que muestran su vínculo con el rendimiento atlético específico para este deporte. Investigaciones han demostrado que un mayor salto vertical está asociado con mejoras en la capacidad de cabecear balones, la fuerza de piernas necesaria para cambios de dirección rápidos, y una reducción en el riesgo de lesiones musculares durante el juego. Esto subraya la relevancia de incluir el entrenamiento de salto vertical en el programa de desarrollo físico de los jugadores de fútbol, optimizando así su desempeño general en el campo (Jiménez et al., 2009). Una buena forma de medir el rendimiento del salto de altura, es el test CMJ o SJ. CMJ significa "Counter Movement Jump" (Salto de Contra movimiento): Se trata de un método de evaluación de la capacidad de salto vertical donde el individuo realiza una flexión rápida de las piernas, seguida de una extensión explosiva para alcanzar la máxima altura posible. Este tipo de salto permite evaluar la capacidad de generar potencia muscular utilizando el ciclo estiramiento-acortamiento, esencial en movimientos deportivos como el salto para cabecear en el fútbol; y SJ significa "Squat Jump" (Salto de Sentadilla): Este tipo de salto vertical implica una flexión controlada de las piernas (sentadilla) antes de un lanzamiento explosivo hacia arriba. Evalúa principalmente la capacidad de generar fuerza explosiva desde una posición estática, lo cual es crucial para movimientos rápidos y saltos aéreos en deportes como el fútbol (Markovic et al., 2004).

### **5.5.3 Velocidad de sprint.**

La velocidad de sprint lineal en el fútbol es un componente crítico para el rendimiento de los jugadores, especialmente en situaciones de transición rápida y contragolpes. Esta capacidad se define como la máxima velocidad alcanzada durante un sprint en línea recta, generalmente medida en distancias cortas de 10 a 40 metros. Los factores que influyen en la velocidad de sprint lineal incluyen la fuerza muscular, la técnica de carrera, la longitud y frecuencia de zancada, y la capacidad de aceleración. El entrenamiento para mejorar esta habilidad a menudo involucra ejercicios de fuerza explosiva, pliometría y sprints repetidos con períodos de descanso controlados (Revuelta et al., 2022). Para medir la velocidad de los jugadores de fútbol, hay múltiples test y pruebas, pero una de las más contrastadas, son sprints lineales con fotocélulas. Las fotocélulas son dispositivos que

utilizan sensores ópticos para detectar el paso de un objeto o persona a través de un rayo de luz. En el contexto del fútbol, se emplean para medir la velocidad de sprint de los jugadores de manera precisa y objetiva. Al colocar fotocélulas en puntos estratégicos del recorrido, se puede registrar el tiempo exacto en que el jugador pasa por cada punto, permitiendo calcular su velocidad y analizar su rendimiento (García López et al., 2012).

## **5.6 Resumen de los resultados de los estudios incluidos en la revisión sistemática**

En la Tabla 3, se muestran los resultados y procedimientos de los 5 estudios incluidos en esta revisión sistemática. En la que se puede observar en la última columna de cada tabla, la interpretación cualitativa de los resultados obtenidos en los test de cada uno de los estudios. A continuación, se detallan los principales hallazgos:

En cuanto a la fuerza, podemos observar como intervenciones de complex training de 8 semanas con una frecuencia de 2 sesiones semanales (Barra-Moura et al., 2024), aumentaban significativamente los niveles de fuerza en la prueba de 1RM de la musculatura inferior.

Por otro lado, cuando observamos los resultados en la altura de salto, podemos decir que cuando se realiza una intervención de entre 6-12 semanas de duración con una frecuencia de 1-2 sesiones semanales de complex training (García-Pinillos et al., 2014; Kobal et al., 2017; Maio Alves et al., 2010), resulta en un aumento significativo de la altura de salto tanto en las pruebas de SJ como en CMJ.

En relación a la agilidad, podemos observar como intervenciones de 6-12 semanas de duración con una frecuencia semanal de al menos 1-2 sesiones de complex training (García-Pinillos et al., 2014; Sánchez et al., 2014), han demostrado inducir mejoras en la agilidad de los futbolistas en los test de Illinois y Balsom.

Por último, fijándonos en los resultados arrojados en relación a la velocidad de sprint, podemos observar como una intervención de 12 semanas con una frecuencia de 2 sesiones semanales de complex training (García-Pinillos et al., 2014), genera beneficios significativos tanto en la velocidad de sprint en distancias de 5 a 30 metros, como en el tiempo que tardan los futbolistas en completar esa distancia.

## **5.7 Estudios incluidos en la revisión sistemática**

A continuación, se presenta la Tabla 3, que detalla los resultados de todos los estudios incluidos en la revisión sistemática. Esta tabla ofrece una visión de los hallazgos obtenidos, permitiendo una comparación clara y precisa de los datos recogidos en cada investigación.

Tabla 3.

Resumen de los 5 estudios seleccionados.

PRIMER AUTOR, AÑO DE PUBLICACIÓN Y PAÍS	TIPO DE ESTUDIO	PARTICIPANTES (TAMAÑO Y CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA)	INTERVENCIÓN	PARÁMETROS EVALUADOS	COMPARACIÓN RESULTADOS PRE VS POST	RESULTADOS GC vs GE(s)
(Barra-Moura et al., 2024) Portugal	Estudio controlado aleatorizado (RCT) de diseño paralelo. 1 grupo control y 2 grupos experimentales	21 futbolistas hombres ♂	Semana 1: presentación método			
		6 participantes G2	Semana 2-3: familiarización protocolo CCT		<b>Tiempo de sprint 5 metros</b> G0 vs G2: 0,016 G0 vs G3: 0,031 G2 vs G3: 0,015	Tiempo de sprint 5 metros: ↔
		7 participantes G3	Semana 4: evaluación 1RM	Tiempo sprint 5 metros (seg)	<b>Tiempo sprint 15 metros</b> G0 vs G2: 0,107 G0 vs G3: 0,004 G2 vs G3: - 0,103	Tiempo sprint 15 metros: ↔
		8 participantes G0	Semana 5: pruebas rendimiento pre	Tiempo sprint 15 metros (seg)	<b>Tiempo test agilidad 505</b> G0 vs G2: 0,023 G0 vs G3: 0,094 G2 vs G3: 0,071	Tiempo test agilidad 505: ↔
		Edad media	Semana 6-12: intervención programa CCT	Test agilidad 505 (seg)	<b>Velocidad del balón tras tiro 11 metros</b> G0 vs G2: - 2,792 G0 vs G3: - 7,696 G2 vs G3: - 4,905	Velocidad del balón tras tiro 11 metros: ↑
		15,3 +/- 1,1 años	Semana 13: pruebas rendimiento post	Velocidad del balón tras tiro 11 metros (m/s)	<b>Altura salto CMJ</b> G0 vs G2: - 0,421 G0 vs G3: - 3,309 G2 vs G3: - 2,888	Altura salto CMJ: ↑
		Altura media	G2: 2 sesiones semanales de CCT	Altura salto CMJ (cm)	<b>Altura salto SJ</b> G0 vs G2: - 0,263 G0 vs G3: - 2,234 G2 vs G3: - 1,971	Altura salto SJ: ↔
		175,4 +/- 0,7 cm	G: 3 sesiones semanales de CCT	Altura salto SJ (cm)		
		Peso	G0: entrenamiento regular como control			
		64,9 +/- 0,7 Kg				
			*Ambos G2 y G3 mantuvieron también el entrenamiento regular fútbol			

PRIMER AUTOR, AÑO DE PUBLICACIÓN Y PAÍS	TIPO DE ESTUDIO	PARTICIPANTES (TAMAÑO Y CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA)	INTERVENCIÓN	PARÁMETROS EVALUADOS	COMPARACIÓN RESULTADOS PRE VS POST	RESULTADOS GC vs GE(s)
(Sánchez et al., 2014) España	Estudio controlado no aleatorizado con diseño paralelo. 1 grupo control y 1 grupo experimental	18 futbolistas hombres ♂	<u>Grupo experimental:</u>  Semana 1-4: 1 sesión por semana de acondicionamiento general fuerza		<b>1RM indirecto de musculatura flexora rodilla</b>	
		9 participantes GE	Semana 5-12: 1 sesión semanal de complex training (8 sesiones total)		GE: 78 vs 102	<b>1RM indirecto de musculatura flexora rodilla</b>
		9 participantes GC			GC: 82 vs 100	↑*
		Edad media	<u>Grupo control:</u>  Semana 1-4: 1 sesión por semana de acondicionamiento general fuerza	1RM indirecto de musculatura flexora rodilla (Kg)	<b>1RM indirecto de musculatura extensora rodilla</b>	
		16,29 + / - 0,47 años	Semana 5-12: 1 sesión semanal de entrenamiento fuerza convencional (8 sesiones total)	1RM indirecto de musculatura extensora rodilla (Kg)	GE: 138,5 vs 180	1RM indirecto de musculatura extensora rodilla
		Altura media		Test agilidad Illinois (seg)	GC: 140 vs 167,5	↑*
		175,76 + / - 0,06 cm			<b>Test agilidad Illinois</b>	Test agilidad Illinois (seg)
		Peso			GE: 16,6 vs 16,21	↓*
		65,41 + / - 7,17 Kg			GC: 16,69 vs 16,52	

PRIMER AUTOR, AÑO DE PUBLICACIÓN Y PAÍS	TIPO DE ESTUDIO	PARTICIPANTES (TAMAÑO Y CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA)	INTERVENCIÓN	PARÁMETROS EVALUADOS	COMPARACIÓN RESULTADOS PRE VS POST	RESULTADOS GC vs GE(s)	
(García-Pinillos et al., 2014) España	Estudio controlado aleatorizado con diseño paralelo. 1 grupo control y 1 grupos experimental	30 futbolistas hombres ♂	<p><i>Ambos Grupos realizaron 2 semanas con 2 sesiones de fuerza de adaptación (después se les separó en GC y GE). Ambos continuaron entrenando 3 veces por semana + 1 partido (entrenamiento común fútbol)</i></p> <p><u>Grupo experimental:</u></p> <p>Semana 1-6: 2 sesiones por semana de complex training (1 ej. isométrico + 1 ej. pliométrico)</p> <p>Semana 7-12: 2 sesiones por semana de complex training (1 ej. isométrico + 3 ej. pliométrico)</p> <p><i>*Disminuye el tiempo del ej. isométrico según aumenta el nº ej. pliométricos</i></p> <p><u>Grupo control:</u></p> <p>El grupo control continuo únicamente realizando las 3 sesiones de futbol semanales y el partido semanal habitual.</p>	CMJ (m)	<p><b>CMJ</b> GC: 0,45 vs 0,46 GE: 0,42 vs 0,45</p> <p><b>Tiempo sprint 5 metros</b> GC: 1,66 vs 1,46 GE: 1,67 vs 1,42</p> <p><b>Tiempo sprint 10 metros</b> GC: 2,4 vs 2,24 GE: 2,47 vs 2,14</p> <p><b>Tiempo sprint 20 metros</b> GC: 3,74 vs 3,53 GE: 3,83 vs 3,51</p> <p><b>Tiempo sprint 30 metros</b> GC: 4,96 vs 4,77 GE: 5,11 vs 4,79</p> <p><b>Test de agilidad de Balsom</b> GC: 11,93 vs 11,89 GE: 12,29 vs 11,66</p> <p><b>Velocidad del balón tras tiro</b> GC: 20,68 vs 20,57 GE: 19,53 vs 21,4</p>	<p>CMJ ↑*</p> <p>Tiempo sprint 5 metros ↓*</p> <p>Tiempo sprint 10 metros ↓*</p> <p>Tiempo sprint 20 metros ↓*</p> <p>Tiempo sprint 30 metros ↓*</p> <p>Test de agilidad de Balsom ↓*</p> <p>Velocidad del balón tras tiro ↓*</p>	
		17 participantes GE		Abandono del programa: <i>1 por lesión y 3 por ausencia al post test</i>	Tiempo sprint 5 metros (seg)		
		13 participantes GC			Tiempo sprint 10 metros (seg)		
		Edad media			Tiempo sprint 20 metros (seg)		
		15,9 +/- 1,43 años			Tiempo sprint 30 metros (seg)		
		Altura media			Test de agilidad de Balsom (seg)		
		171,0 +/- 0,06 cm			Velocidad del balón tras tiro (m/s)		
		Peso					
		65,4 +/- 10,84 Kg					

PRIMER AUTOR, AÑO DE PUBLICACIÓN Y PAÍS	TIPO DE ESTUDIO	PARTICIPANTES (TAMAÑO Y CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA)	INTERVENCIÓN	PARÁMETROS EVALUADOS	COMPARACIÓN RESULTADOS PRE VS POST	RESULTADOS GC vs GE(s)	
(Maio Alves et al., 2010) Portugal	Estudio controlado no aleatorizado con diseño paralelo. 1 grupo control y 2 grupos experimentales	23 futbolistas hombres ♂	<p><i>Todos los grupos realizaron 2 semanas con 3 sesiones de fuerza de adaptación (después se les separó en grupos) Ambos continuaron entrenando 3 veces por semana + 1 partido (entrenamiento común fútbol)</i></p> <p><u>Grupo 1:</u></p> <p>Semana 1-6: 1 sesión por semana de complex training (3 estaciones que constan de 1 ejercicio fuerza + 2 ej. pliométrico / cada una)</p> <p><u>Grupo 2:</u></p> <p>Semana 1-6: 2 sesiones por semana de complex training (3 estaciones que constan de 1 ejercicio fuerza + 2 ej. pliométrico / cada una)</p> <p><u>Grupo 3:</u></p> <p>El grupo control continuo únicamente realizando las 3 sesiones de futbol semanales y el partido semanal habitual.</p>		<p><b>CMJ</b></p> <p>G1: 42,84 vs 42,92</p> <p>G2: 41,78 vs 42,79</p> <p>G3: 42,63 vs 41,53</p>	<b>CMJ</b>	
		9 participantes G1				↔	
		6 participantes G2		CMJ (cm)	<p><b>SJ</b></p> <p>G1: 41,02 vs 46,19</p> <p>G2: 39,68 vs 43,50</p> <p>G3: 41,0 vs 40,70</p>	<b>SJ</b>	
		6 participantes G3		SJ (cm)		↑*	
		Edad media		Tiempo sprint 5 metros (seg)	<b>Tiempo sprint 5 metros</b>	G1: 1,09 vs 0,99	<b>Tiempo sprint 5 metros</b>
		17,4 +/- 0,6 años		Tiempo sprint 15 metros (seg)	G2: 1,13 vs 1,06		↔
		Altura media			G3: 1,13 vs 1,11	<b>Tiempo sprint 15 metros</b>	<b>Tiempo sprint 15 metros</b>
		175,3 +/- 6,3 cm		Test de agilidad 505 (seg)	G1: 2,56 vs 2,38		↔
		Peso			G2: 2,57 vs 2,49		
		70,3 +/- 8,3 Kg			G3: 2,59 vs 2,56	<b>Test de agilidad 505</b>	<b>Test de agilidad 505</b>
		G1: 2,34 vs 2,31		↔			
		G2: 2,32 vs 2,32					
		G3: 2,37 vs 2,39					

PRIMER AUTOR, AÑO DE PUBLICACIÓN Y PAÍS	TIPO DE ESTUDIO	PARTICIPANTES (TAMAÑO Y CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA)	INTERVENCIÓN	PARÁMETROS EVALUADOS	COMPARACIÓN RESULTADOS PRE VS POST	RESULTADOS GC vs GE(s)	
(Kobal et al., 2017) Brasil	Estudio controlado no aleatorizado con diseño paralelo. 1 grupo control y 2 grupos experimentales	27 futbolistas hombres ♂	<u>Semana 1-2:</u> 4 sesiones de fuerza de adaptación (después se les separó en grupos)				
		9 participantes GCP	<u>Semana 3:</u> Realización de todos los test a los participantes de todos los grupos (pre-test)		<b>CMJ</b> G1: 37,5 vs 43 G2: 37 vs 42,5 G3: 37 vs 43	<b>CMJ</b>	
		9 participantes GTD	<u>Semana 4-12:</u> Intervención del programa con los 3 grupos (después detallado el entrenamiento con cada grupo)	CMJ (cm)	<b>Velocidad sprint 10 metros</b> G1: 5,7 vs 5,5 G2: 5,7 vs 5,25 G3: 5,6 vs 5,6	↑*	
		9 participantes GCT	<u>Semana 8:</u> Realización de los test a todos los participantes de los grupos (mid- test)	Velocidad sprint 10 metros (m /seg)	<b>Velocidad sprint 20 metros</b> G1: 6,7 vs 6,5 G2: 6,7 vs 6,25 G3: 6,6 vs 6,5	↔	
		Edad media	18,9 +/- 0,6 años	Velocidad sprint 20 metros (m /seg)	<b>Test de agilidad 505</b> G1: 2,6 vs 2,48 G2: 2,57 vs 2,54 G3: 2,75 vs 2,52	↔	
		Altura media	176 +/- 7,5 cm	Test de agilidad 505 (seg)	<b>Half – squat 1RM</b> GCP: 115 vs 170 GTD: 110 vs 160 GCT: 115 vs 175	↔	
		Peso	69,1 +/- 7,6 Kg	<u>Grupo CP:</u> Método complejo: entrenamiento de fuerza pesado + pliometrico misma serie	1RM half- squat (kg)		↔
		% Grasa corporal	11 +/- 1,1 %	<u>Grupo TD:</u> Entrenamiento de fuerza. Primero serie ejercicio pliometrico + serie de ejercicio de fuerza		<b>Half – squat 1RM</b>	↑*
				<u>Grupo CT:</u> Método de contrastes: alterna ejercicios de carga pesada + ejercicios pliométricos			

## 6. DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión sistemática fue investigar el impacto del complex training en el rendimiento y las capacidades de fuerza, salto de altura y la velocidad de sprint en futbolistas jóvenes. Fueron seleccionados 5 estudios (Barra-Moura et al., 2024; García-Pinillos et al., 2014; Kobal et al., 2017; Maio Alves et al., 2010; Sánchez et al., 2014), que cumplieron los criterios de inclusión especificados. En general, los participantes que llevaron a cabo una intervención con complex training a la par que sus entrenamientos de fútbol habituales, notaron mejoras en cuanto a capacidades de fuerza, salto de altura y velocidad de sprint. Dependiendo de la duración de la intervención y de la frecuencia de la misma, se halla ese rango de variación de los resultados o esa similitud inicial – final.

### 6.1 Interpretación General de los Resultados

En cuanto a la fuerza, los estudios revisados indican que intervenciones de complex training de 8 semanas, con una frecuencia de 2 sesiones semanales, han demostrado aumentar significativamente los niveles de fuerza en la prueba de 1RM de la musculatura inferior (Barra-Moura et al., 2024). Este hallazgo sugiere que el CT puede ser efectivo para mejorar la fuerza muscular cuando se aplica de manera consistente y dentro de un marco temporal adecuado.

Por otro lado, los estudios analizados sobre la altura de salto revelan que intervenciones de CT realizadas durante períodos de 6 a 12 semanas, con una frecuencia de 1 a 2 sesiones semanales, producen aumentos significativos en la altura de salto tanto en pruebas de salto vertical (SJ) como en contra movimiento (CMJ) (García-Pinillos et al., 2014; Kobal et al., 2017; Maio Alves et al., 2010). Estos resultados indican que el CT puede ser particularmente efectivo para mejorar la capacidad de salto, crucial en deportes como el fútbol para acciones explosivas como cabeceos o remates.

En relación con la velocidad de sprint, se observó que una intervención de 12 semanas con 2 sesiones semanales de CT mejoró significativamente la velocidad de sprint en distancias de 5 a 30 metros, así como el tiempo empleado por los futbolistas en completar esas distancia (García-Pinillos et al., 2014). Estos resultados subrayan la utilidad del CT

para desarrollar la velocidad lineal, una habilidad fundamental en deportes de equipo como el fútbol.

Sin embargo, es importante señalar que la velocidad de sprint, así como la agilidad, no mostró mejoras significativas cuando se aplicó un protocolo de CT de 6-8 semanas con solo 1 sesión semanal (Kobal et al., 2017; Maio Alves et al., 2010).

## **6.2 Comparación con Otros Estudios**

Los hallazgos de esta revisión están en línea con estudios previos que también han encontrado beneficios del CT en la mejora del rendimiento físico. Por ejemplo, (Kotzamanidis et al., 2005) encontraron reducciones significativas en los tiempos de sprint y mejoras en el salto vertical en futbolistas jóvenes tras un programa de entrenamiento de fuerza combinado con sprints. Un estudio de (Seitz & Haff, 2016) también reportó que el complex training mejora la potencia muscular y la velocidad de sprint en atletas de diversas disciplinas, incluyendo el fútbol.

Sin embargo, algunos estudios, como el de (García-Pinillos et al., 2014), no reportaron mejoras significativas en la agilidad, lo que sugiere que el CT podría no ser igualmente efectivo para todas las habilidades físicas.

Además, un estudio de (Stasinaki et al., 2015) indicó que los beneficios del CT pueden variar dependiendo de la duración y la intensidad del programa de entrenamiento.

## **6.3 Consistencia y Discrepancias**

Aunque la mayoría de los estudios reportan mejoras en el rendimiento de sprint y en la fuerza explosiva, las mejoras en la agilidad no son consistentes en todos los estudios. Esto podría deberse a las diferencias en la metodología del entrenamiento, la duración de los programas, y la especificidad de los ejercicios utilizados. Por ejemplo, algunos estudios incluyen ejercicios específicos de cambio de dirección y frenado, mientras que otros no, lo cual podría explicar las diferencias en los resultados de agilidad (Barra-Moura et al., 2024).

Un estudio reciente de (Cavaco et al., 2014) encontró que los programas que combinan ejercicios específicos de agilidad con el CT tienen un mayor impacto en la mejora de esta habilidad.

Según un estudio realizado por (Kumar et al., 2023), los programas de CT se aplicaron con diferentes frecuencias semanales, observando que tres sesiones por semana generaron mayores mejoras en la agilidad en comparación con dos sesiones por semana. Sin embargo, ambos regímenes (2 vs. 3 sesiones por semana) mostraron mejoras similares en medidas de condición física general.

El estudio de (Cormie et al., 2011), destacó que los mejores resultados se obtienen cuando se utilizan ejercicios pliométricos de alta velocidad junto con ejercicios de resistencia pesada, con intervalos de recuperación de al menos 5 minutos entre las series para maximizar los efectos de PAP. Esta combinación no solo mejora la potencia neuromuscular sino también la eficiencia en la activación de unidades motoras de alto orden.

#### **6.4 Aplicaciones para el Ámbito de la Actividad Física y el Deporte**

Los resultados sugieren que el complex training puede ser una herramienta útil para los entrenadores de fútbol interesados en mejorar la potencia, fuerza y velocidad de sus jugadores. Sin embargo, para desarrollar habilidades de agilidad, sería necesario complementar el CT con ejercicios específicos diseñados para tal fin. Es crucial que los entrenadores consideren la inclusión de estos ejercicios en los programas de entrenamiento para maximizar los beneficios en todas las áreas del rendimiento físico. Además, futuras investigaciones deberían enfocarse en estudios longitudinales con mayores tamaños de muestra y en la estandarización de una metodología común de complex training. Esto permitiría observar la variabilidad de resultados debido a la duración de la intervención y la frecuencia de las sesiones, en lugar de variables como el nivel de condición física o el tipo de ejercicios utilizados. Sería beneficioso también investigar los mecanismos subyacentes que explican las mejoras en el rendimiento físico, así como explorar el impacto del CT en otras habilidades relevantes para el fútbol, como la resistencia y la coordinación.

## **6.5 Limitaciones del Estudio**

Algunas limitaciones de esta revisión incluyen el reducido tamaño de participantes, la variabilidad en los diseños de estudio y las metodologías de entrenamiento entre los estudios seleccionados, lo que puede afectar la comparabilidad de los resultados. Ya que no todos los estudios utilizan los mismos ejercicios en las sesiones de CT. Además, la mayoría de los estudios se centraron en periodos de entrenamiento relativamente cortos, por lo que se necesita más investigación para entender los efectos a largo plazo del CT.

Además, es crucial comparar la eficacia del método en función de la edad de los participantes, ya que esto es fundamental para determinar el momento óptimo en el desarrollo de los jóvenes futbolistas para introducir el CT y maximizar sus beneficios. Asimismo, es importante analizar la diferencia en los resultados de aplicar esta metodología en individuos con una base previa de fuerza o entrenamiento de fuerza en comparación con aquellos sin ningún tipo de base de fuerza o entrenamiento previo, con el fin de evaluar la significancia de los resultados obtenidos.

## **7. CONCLUSIONES**

Se describen las siguientes conclusiones para el impacto de intervenciones con complex training sobre el rendimiento y las capacidades físicas de fuerza, salto y velocidad de sprint en futbolistas hombres de entre 14-20 años:

- Cualquier tipo de intervención con complex training de 6-12 semanas con una frecuencia de 1-3 sesiones semanales, mantendrá o mejorará los niveles de rendimiento en las capacidades de fuerza, salto de altura y velocidad de sprint.
- El complex training mejora significativamente el rendimiento de fuerza en futbolistas jóvenes, aumentando la fuerza máxima (1RM) y la potencia muscular al combinar ejercicios de fuerza pesados (80-95% RM) con actividades de alta intensidad o pliométricas (ejercicios similares al primero, biomecanicamente).
- El CT incrementa las capacidades de salto en futbolistas jóvenes, mejorando la altura del salto con contra movimiento (CMJ) y en sentadilla (SJ) gracias a la

combinación de fuerza (80-95% RM) y ejercicios de pliometría (sin carga externa) que potencia la producción de fuerza explosiva.

- El CT tiene un impacto positivo en la velocidad de sprint, reduciendo los tiempos en distancias cortas (5-30 metros) debido a los aumentos en fuerza y potencia a causa de la utilización de ejercicios de fuerza pesados y tras ellos, ejercicios pliométricos o de biomecánica similar, sin carga externa. Así como a mejoras en la coordinación y técnica de carrera.
- El CT tiene un impacto positivo en términos de agilidad, reduciendo el tiempo total en completar test como son el de Illinois y Balsom. Pero si se desarrollan ejercicios específicos de agilidad en la intervención, los resultados son significativamente mayores.
- Intervenciones de 6 semanas de duración con una frecuencia semanal de al menos 1-2 sesiones de entrenamiento han demostrado mejoras significativas en valores de fuerza de la musculatura del tren inferior.
- Intervenciones de 12 semanas de duración con una frecuencia semanal de mínimo 2 sesiones de entrenamiento han demostrado inducir mejoras en la velocidad de sprint de los futbolistas en distancias de 5-30 metros.
- Intervenciones de 6-12 semanas de duración con una frecuencia semanal de al menos 2 sesiones de entrenamiento han demostrado inducir mejoras en la altura de salto vertical.
- Intervenciones de 6-12 semanas de duración con una frecuencia semanal de al menos 1-2 sesiones de entrenamiento han demostrado inducir mejoras en la agilidad.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armijo-Olivo, S., Stiles, C. R., Hagen, N. A., Biondo, P. D., & Cummings, G. G. (2012). Assessment of study quality for systematic reviews: A comparison of the Cochrane Collaboration Risk of Bias Tool and the Effective Public Health Practice Project Quality Assessment Tool: methodological research. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 18(1), 12-18. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2753.2010.01516.x>
- Barra-Moura, H., Guilherme Vieira, J., Zacaron Werneck, F., Wilk, M., Pascoalini, B., Queiros, V., Gomes de Assis, G., Bichowska-Pawęska, M., Vianna, J., & Vilaça-Alves, J. (2024). The effect of complex contrast training with different training frequency on the physical performance of youth soccer players: A randomized study. *PeerJ*, 12, e17103. <https://doi.org/10.7717/peerj.17103>
- BLAZEVIČH, A. J., & CANNAVAN, D. (s. f.). STRENGTH TESTING. En *Deporte y ejercicio Directrices de pruebas de fisiología: Volumen II - Ejercicio y pruebas clínicas*.
- Brown, P., Brunnhuber, K., Chalkidou, K., Chalmers, I., Clarke, M., Fenton, M., Forbes, C., Glanville, J., Hicks, N. J., Moody, J., Twaddle, S., Timimi, H., & Young, P. (2006). How to formulate research recommendations. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 333(7572), 804-806. <https://doi.org/10.1136/bmj.38987.492014.94>
- Cavaco, B., Sousa, N., dos Reis, V. M., Garrido, N., Saavedra, F., Mendes, R., & Vilaça-Alves, J. (2014). Short-Term Effects of Complex Training on Agility with the Ball, Speed, Efficiency of Crossing and Shooting in Youth Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 43, 105-112. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0095>

- Comyns, T. M., Harrison, A. J., Hennessy, L. K., & Jensen, R. L. (2006). THE OPTIMAL COMPLEX TRAINING REST INTERVAL FOR ATHLETES FROM ANAEROBIC SPORTS. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(3), 471.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing Maximal Neuromuscular Power. *Sports Medicine*, 41(2), 125-146. <https://doi.org/10.2165/11538500-000000000-00000>
- Fischer, J., & Paternoster, F. K. (2024). Post-Activation-Performance Enhancement: Possible Contributing Factors. *Journal of Sports Science & Medicine*, 23(1), 34-45. <https://doi.org/10.52082/jssm.2024.34>
- García López, J., Morante Rábago, J. C., Ogueta-Alday, A., González Lázaro, J., Rodríguez Marroyo, J. A., & Villa Vicente, J. G. (2012). El uso de fotocélulas de haz simple y doble para medir la velocidad en carreras. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 8(30), 324-333.
- García-Pinillos, F., Martínez-Amat, A., Hita-Contreras, F., Martínez-López, E. J., & Latorre-Román, P. A. (2014). Effects of a Contrast Training Program Without External Load on Vertical Jump, Kicking Speed, Sprint, and Agility of Young Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(9), Article 9. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000452>
- Haugen, T., Tønnessen, E., Øksenholt, Ø., Haugen, F. L., Paulsen, G., Enoksen, E., & Seiler, S. (2015). Sprint Conditioning of Junior Soccer Players: Effects of Training Intensity and Technique Supervision. *PLOS ONE*, 10(3), e0121827. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121827>
- Higgins, J. P. T., Altman, D. G., Gøtzsche, P. C., Jüni, P., Moher, D., Oxman, A. D., Savović, J., Schulz, K. F., Weeks, L., & Sterne, J. A. C. (2011). The Cochrane

- Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, 343, d5928. <https://doi.org/10.1136/bmj.d5928>
- Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-Activation Potentiation. *Sports Medicine*, 35(7), 585-595. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535070-00004>
- Ionică, C. (2013). Aspects Regarding the Role and the Importance of Physical Preparation in the Modern Football Game. *Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal*, 5(10), 61-65. <https://doi.org/10.2478/tperj-2013-0009>
- Jiménez, R., Parra, G., Pérez, D., & Grande Rodriguez, I. (2009). Valoración de la potencia de salto en jugadores semiprofesionales de fútbol y comparación de resultados por puestos. *Kronos: la revista científica de actividad física y deporte*, 8(15-16), Article 15-16.
- Kobal, R., Loturco, I., Barroso, R., Gil, S., Cuniyochi, R., Ugrinowitsch, C., Roschel, H., & Tricoli, V. (2017). Effects of Different Combinations of Strength, Power, and Plyometric Training on the Physical Performance of Elite Young Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(6), 1468. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001609>
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaiakovou, G., & Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), Article 2. <https://doi.org/10.1519/R-14944.1>
- Kumar, G., Pandey, V., Ramirez-Campillo, R., & Thapa, R. K. (2023). Effects of Six-Week Pre-Season Complex Contrast Training Intervention on Male Soccer Players' Athletic Performance. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 30(3), Article 3. Scopus. <https://doi.org/10.2478/pjst-2023-0017>

- Maio Alves, J. M. V., Rebelo, A. N., Abrantes, C., & Sampaio, J. (2010). Short-Term Effects of Complex and Contrast Training in Soccer Players' Vertical Jump, Sprint, and Agility Abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), Article 4. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c7c5fd>
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovement Jump Tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 551.
- Mato-Medina, O. E., Ambris-Sandoval, J. C., Matos-Ceballos, J. J., & Prieto-Noa, J. (2023). Programa de preparación física para futbolistas adolescentes. *Revista Mexicana de Investigación e Intervención Educativa*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.62697/rmiie.v2i1.28>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Peñalosa, A. S., López, E. R., Garrido, R. E. R., Baro, J. P. M., Diz, J. A. V., Mendo, A. H., & Sánchez, V. O. M. (2022). Funcionamiento cognitivo y rendimiento deportivo en jóvenes futbolistas: Una revisión sistemática. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 22(2), Article 2. <https://doi.org/10.6018/cpd.494741>
- Ratamess, N. (2021). *ACSM's foundations of strength training and conditioning*. Lippincott Williams & Wilkins. <https://scholar.google.com/scholar?cluster=10362569579712866522&hl=en&oi=scholar>

- Revuelta, M. del C., Osmani, F., & Fuentes, C. L. (2022). Revisión sistemática sobre la mejora de la velocidad en jugadores de fútbol sub-19. *MLS Sport Research*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.54716/mlssr.v2i2.1742>
- Rivera Arturo, D. A. (2023). Tendencias actuales en la preparación física del futbolista: Una revisión documental. *Podium. Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 18(3). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1996-24522023000300023&lng=es&nrm=iso&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1996-24522023000300023&lng=es&nrm=iso&tlng=pt)
- Sánchez, J., Huerta, R., & Petisco, C. (2014). Efecto de un entrenamiento combinado de fuerza sobre la agilidad de futbolistas jóvenes. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 28.
- Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46(2), 231-240. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0415-7>
- Silva, J. R., Nassis, G. P., & Rebelo, A. (2015). Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports Medicine - Open*, 1(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0006-z>
- Spinetti, J., Figueiredo, T., Willardson, J., Bastos de Oliveira, V., Assis, M., Fernandes de Oliveira, L., Miranda, H., Machado de Ribeiro Reis, V. M., & Simão, R. (2019). Comparison between traditional strength training and complex contrast training on soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(1), Article 1. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.18.07934-3>
- Stasinaki, A.-N., Gloumis, G., Spengos, K., Blazevich, A. J., Zaras, N., Georgiadis, G., Karampatsos, G., & Terzis, G. (2015). Muscle Strength, Power, and Morphologic Adaptations After 6 Weeks of Compound vs. Complex Training in Healthy Men.

*The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(9), 2559.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000917>

Thapa, R. K., Lum, D., Moran, J., & Ramirez-Campillo, R. (2021). Effects of Complex Training on Sprint, Jump, and Change of Direction Ability of Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.627869>

Wang, X., Lv, C., Qin, X., Ji, S., & Dong, D. (2022). Effectiveness of plyometric training vs. complex training on the explosive power of lower limbs: A Systematic review. *Frontiers in Physiology*, 13, 1061110. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1061110>

## 9. ANEXOS

### 9.1 Anexo I

#### 9.1.1 Búsqueda en bases de datos

Ecuación de búsqueda en Pubmed y SportDiscus (Ejemplo):

((("complex training") AND ("strength training")) AND (("adolescent") OR ("youth")) AND (("football") OR ("soccer")) AND ("male") NOT ("plyometric training") NOT ("contrast training") NOT ("female")).

Búsqueda en Google Scholar:

(("Complex training") AND ("football")).

(("Strength training") AND ("football")).

Búsqueda en Scopus:

(("complex" AND "training") AND ("soccer" OR "football")).

### 9.2 Anexo II

#### 9.2.1 Palabras libres y MeSH

Los términos de búsqueda empleados fueron los siguientes:

- Palabras relacionadas con el deporte y entrenamiento: "Complex Training", "Football", "Soccer", "Power", "Jump", "Sprint", "Post Activation Potentiation", "Strength Training" ...etc.
- MeSH: "Resistance Training", "Adolescent", "Soccer", "Male", "Youth", "Athletic Performance" ...etc.
- Operadores booleanos: "AND", "OR", "NOT".

