



Efectos del entrenamiento con sobrecarga inercial sobre indicadores neuromecánicos y variables de rendimiento físico en futbolistas: una revisión sistemática

Effects of flywheel resistance training on neuromechanical indicators and physical performance variables in soccer players: a systematic review

Autores

Cesar Augusto Jaramillo Franco ¹
Dennis Gregorio Contreras ²

¹ Universidad de Pamplona

Autor de correspondencia:
Cesar Augusto Jaramillo Franco
Cesar.jaramillo@unipamplona.edu.co

Recibido: 01-04-26
Aceptado: 30-05-26

Cómo citar en APA

Jaramillo Franco, C., & Contreras, D. G. (2026). Efectos del entrenamiento con sobrecarga inercial sobre indicadores neuromecánicos y variables de rendimiento físico en futbolistas: una revisión sistemática. *Retos*, 83, 721-736. <https://doi.org/10.47197/retos.v83.119607>

Resumen

Introducción: El entrenamiento con sobrecarga inercial se utiliza en la preparación de futbolistas debido a las demandas concéntricas y excéntricas que genera durante la producción y el control de la fuerza.

Objetivo: El objetivo de esta revisión sistemática fue sintetizar la evidencia sobre sus efectos en indicadores neuromecánicos y variables de rendimiento físico, así como evaluar la disponibilidad de mediciones directas del salto con contramovimiento, de la tracción isométrica de medio muslo y del índice de fuerza dinámica.

Metodología: La búsqueda se realizó en PubMed, Scopus, SpringerLink y Google Académico, desde noviembre de 2024 hasta su actualización en junio de 2026. Se identificaron 165 registros; tras eliminar 15 duplicados, se examinaron 150 en función del título y el resumen. Diez documentos pasaron a la lectura completa y seis estudios primarios se incorporaron a la síntesis narrativa.

Discusión: La respuesta al salto con contramovimiento fue limitada y careció de uniformidad; ningún estudio evaluó directamente la tracción isométrica de medio muslo ni el índice de fuerza dinámica. La diversidad de poblaciones, protocolos, dispositivos y medidas impidió realizar una síntesis cuantitativa.

Conclusiones: El entrenamiento con sobrecarga inercial puede constituir un recurso complementario para desarrollar capacidades físicas específicas en futbolistas, siempre que la carga, el ejercicio, la técnica y la familiarización respondan a las necesidades del deportista. La ausencia de mediciones directas de la tracción isométrica y del índice de fuerza dinámica constituye una falta de evidencia, no la demostración de la ineficacia de estas variables.

Palabras clave

Entrenamiento con sobrecarga inercial, fútbol, fuerza muscular, desaceleración, rendimiento neuromecánico.

Abstract

Introduction: Inertial overload training is used in soccer player preparation because it generates concentric and eccentric demands during force production and control.

Objective: The aim of this systematic review was to synthesize evidence regarding its effects on biomechanical indicators and physical performance variables, as well as to evaluate the availability of direct measurements for the countermovement jump, isometric mid-thigh pulls, and dynamic strength index.

Methodology: We searched PubMed, Scopus, SpringerLink, and Google Scholar from November 2024 to an update in June 2026. We identified 165 records; after removing 15 duplicates, we screened 150 by title and abstract. Ten documents proceeded to full-text review, and six primary studies were included in the narrative synthesis.

Discussion: Evidence on the countermovement jump was limited and inconsistent; no study directly assessed the isometric mid-thigh pull or the dynamic strength index. The diversity of populations, protocols, devices, and measures precluded a quantitative synthesis.

Conclusions: Inertial overload training can complement the development of specific physical capabilities in soccer players, provided load, exercise selection, technique, and familiarization align with the athlete's needs. The absence of direct measurements for isometric mid-thigh pulls and the dynamic strength index reflects a lack of evidence, not proof that these variables are ineffective.

Keywords

Flywheel resistance training, soccer, muscular strength, deceleration, neuromechanical performance.



Introducción

El fútbol exige producir, absorber y redirigir la fuerza en intervalos breves. A lo largo de un partido, los jugadores aceleran, desaceleran, saltan, disputan el balón y cambian de dirección bajo condiciones variables de velocidad, de fatiga y de oposición. El rendimiento en estas acciones depende de la interacción entre fuerza, potencia, coordinación y control neuromuscular, así como de las demandas asociadas a la posición, al nivel competitivo y al momento del juego. En consecuencia, la preparación del tren inferior no se limita al aumento de la fuerza máxima: también debe favorecer su aplicación rápida y el control de las cargas durante el frenado y la reorganización del movimiento (Allen et al., 2023; Raya et al., 2021).

Entre los métodos utilizados con este propósito se encuentra el entrenamiento con sobrecarga inercial, también conocido como entrenamiento con volante de inercia o flywheel. Su funcionamiento se basa en la energía producida en la fase concéntrica, almacenada en el disco y restituida en la fase excéntrica. El deportista debe controlar ese retorno y detener el movimiento antes de iniciar la siguiente repetición. A diferencia de las cargas externas constantes, la resistencia depende de la fuerza y la velocidad generadas en cada ejecución, lo que permite ajustar el estímulo a la capacidad de quien realiza el ejercicio.

El uso del dispositivo, sin embargo, no garantiza que se produzca una sobrecarga excéntrica efectiva. La magnitud del estímulo depende de la inercia seleccionada, de la energía generada durante la fase concéntrica, del dominio técnico y del momento en que se concentra el frenado. Cuando el retorno se controla de manera uniforme a lo largo de todo el recorrido, la demanda puede diferir de la obtenida al retrasar la desaceleración y concentrarla al final de la fase excéntrica. La familiarización y la intención de ejecutar se convierten, por tanto, en condiciones necesarias para interpretar los efectos de estos programas (Beato et al., 2021; Keijzer et al., 2022; Spudić & Nosaka, 2026).

La evaluación de sus resultados comprende variables que representan dimensiones distintas del rendimiento. La fuerza concéntrica y excéntrica, la potencia, el sprint, la aceleración, la desaceleración y el cambio de dirección permiten examinar posibles adaptaciones y su transferencia a acciones propias del fútbol. El salto con contramovimiento se utiliza para valorar una expresión balística del tren inferior, aunque su resultado también está condicionado por la coordinación, la estrategia de movimiento y el aprovechamiento del ciclo de estiramiento-acortamiento (Xu et al., 2025). Por esta razón, una mejora en la fuerza o la potencia no implica necesariamente un cambio equivalente en la altura del salto.

La tracción isométrica de medio muslo proporciona una medición estandarizada de la fuerza máxima isométrica, mientras que el índice de fuerza dinámica relaciona una medida balística, habitualmente obtenida mediante un salto, con otra de fuerza máxima isométrica. Esta relación puede contribuir a determinar si las necesidades del deportista se orientan al desarrollo de la fuerza máxima o a su expresión rápida. No obstante, su interpretación exige procedimientos compatibles y una definición precisa de las variables empleadas. Las diferencias en la adquisición y el cálculo pueden modificar tanto los valores obtenidos como las recomendaciones derivadas de ellos (Badby, 2024; Ripley et al., 2025).

Las intervenciones realizadas con futbolistas han examinado diversas manifestaciones del rendimiento físico, pero no siguen un protocolo común. Las muestras varían en edad, sexo y nivel competitivo; también varían la duración de los programas, la frecuencia semanal, el carácter unilateral o bilateral de los ejercicios, los dispositivos y las pruebas utilizadas. Tal diversidad dificulta determinar si las respuestas se deben al método en general o a una combinación específica de carga, ejercicio y población. Las revisiones disponibles reconocen posibles beneficios en algunas capacidades, al tiempo que señalan que la dosificación y la organización del entrenamiento influyen en la magnitud de las adaptaciones (Allen et al., 2023; Qu et al., 2026; Zhang et al., 2026).

Los trabajos desarrollados en otras poblaciones deportivas han relacionado el entrenamiento con volante de inercia con cambios musculares, arquitectónicos y funcionales (Banks et al., 2024; Hu et al., 2024; Wang et al., 2024). También se han propuesto mecanismos asociados a las adaptaciones derivadas del ejercicio excéntrico (Timmins et al., 2016). Estos antecedentes contribuyen a comprender el funcionamiento del método, pero sus resultados no pueden extrapolarse directamente al fútbol. Las exigencias competitivas, la experiencia de los participantes y las características de las tareas modifican el contexto en el que se produce la respuesta.

Además, persiste una diferencia importante entre la amplitud de los efectos atribuidos al entrenamiento inercial y las variables evaluadas directamente. Las intervenciones en futbolistas han utilizado distintas



pruebas de fuerza y rendimiento, sin integrar de manera uniforme mediciones balísticas e isométricas. La evidencia sobre el salto con contramovimiento no presenta una tendencia definida, mientras que la disponibilidad de mediciones directas de la tracción isométrica de medio muslo y el índice de fuerza dinámica continúa sin establecerse con claridad. Esta situación no demuestra que el método carezca de efectos sobre dichos indicadores; señala que la evidencia existente puede ser insuficiente para determinar su dirección y magnitud.

A partir de este problema, el objetivo de la revisión sistemática fue sintetizar la evidencia disponible sobre los efectos del entrenamiento con sobrecarga inercial en indicadores neuromecánicos y variables de rendimiento físico de futbolistas, con especial atención a la fuerza, la potencia, el salto, el sprint, la aceleración, la desaceleración, la capacidad de frenado y el cambio de dirección. Asimismo, se buscó establecer la disponibilidad de mediciones directas del salto con contramovimiento, de la tracción isométrica de medio muslo y del índice de fuerza dinámica.

Método

Diseño del estudio

Se realizó una revisión sistemática con síntesis narrativa sobre los efectos del entrenamiento con sobrecarga inercial en los indicadores neuromecánicos y en las variables de rendimiento físico de futbolistas. El proceso de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión se organizó de acuerdo con las directrices PRISMA. Para delimitar la pregunta se utilizó el modelo PICOT, mediante el cual se definieron la población, la intervención, los comparadores, los resultados y la duración de los programas.

Conforme al modelo PICOT, los criterios de elegibilidad de los estudios consideraron como población a futbolistas jóvenes y adultos (tanto hombres como mujeres) de diversos niveles competitivos. Como intervención, se incluyeron investigaciones que aplicaron programas de entrenamiento basados en dispositivos de sobrecarga inercial, estableciendo como comparadores el entrenamiento convencional, la preparación física habitual u otras modalidades de acondicionamiento. Las variables de resultado de interés comprendieron la fuerza, la potencia, el salto con contramovimiento, el sprint, la aceleración, la desaceleración, la capacidad de frenado y el cambio de dirección, y también se examinó la disponibilidad de mediciones directas de la tracción isométrica de medio muslo y del índice de fuerza dinámica.

Dado que los protocolos de las investigaciones primarias diferían en su extensión, frecuencia, ejercicios y características de la carga, no se fijó una duración única para las intervenciones; estas particularidades se conservaron como elementos de análisis para interpretar la heterogeneidad de los hallazgos. El protocolo de esta revisión no fue registrado previamente en plataformas como PROSPERO u OSF.»

El proceso de identificación de los documentos, la revisión de títulos y resúmenes, la lectura de los textos completos, la aplicación de los criterios de elegibilidad y la extracción de información. El procedimiento se basó en una matriz diseñada para registrar de manera uniforme las características metodológicas y los resultados. Una vez concluida la selección, los documentos incluidos y las exclusiones a texto completo se comprobaron nuevamente mediante su contraste con los criterios establecidos.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se inició en noviembre de 2024 y se actualizó en junio de 2026. En ambos momentos se consultaron PubMed, Scopus, SpringerLink y Google Académico. La actualización conservó las fuentes, los términos y los criterios de elegibilidad empleados inicialmente, de modo que las publicaciones posteriores fueran sometidas al mismo procedimiento de selección.

Los términos se eligieron por su relación con el entrenamiento mediante volante de inercia, la sobrecarga excéntrica, el fútbol y las variables de rendimiento estudiadas. Se utilizaron las expresiones flywheel training, flywheel resistance training, isoinertial training, eccentric overload, soccer y football. Para la búsqueda específica se incorporaron countermovement jump, isometric mid-thigh pull, dynamic strength index, strength, power, sprint, acceleration, deceleration y change of direction, junto con las siglas CMJ, IMTP y DSI.



La estrategia se desarrolló mediante dos ecuaciones. La primera permitió localizar estudios generales sobre intervenciones con sobrecarga inercial en futbolistas. La segunda incorporó los indicadores neuromecánicos y las variables de rendimiento físico consideradas en la revisión.

Ecuación 1

("flywheel training" OR "flywheel resistance training" OR "isoinertial training" OR "eccentric overload") AND (soccer OR football)

Ecuación 2

("flywheel training" OR "flywheel resistance training" OR "isoinertial training" OR "eccentric overload") AND (soccer OR football) AND ("countermovement jump" OR CMJ OR "isometric mid-thigh pull" OR IMTP OR "dynamic strength index" OR DSI OR strength OR power OR sprint OR acceleration OR deceleration OR "change of direction")

Las ecuaciones se ajustaron a las opciones de cada fuente. En PubMed se aplicaron a los campos de título y de resumen; en Scopus, al título, al resumen y a las palabras clave. SpringerLink se examinó mediante sus campos generales, mientras que en Google Académico los resultados se organizaron por relevancia y se revisaron hasta que dejaron de aparecer registros vinculados a la población y la intervención definidas.

La consulta abarcó artículos en español e inglés entre enero de 2020 y junio de 2026. Durante la actualización, el periodo se restringió a los trabajos publicados después del cierre inicial para evitar la recuperación de documentos ya evaluados. No se aplicaron filtros por edad, sexo ni nivel competitivo.

Selección de los estudios

Los registros recuperados se recopilaron en una matriz y se compararon según el título, los autores, el año de publicación y el DOI. Este procedimiento permitió eliminar los documentos duplicados antes de iniciar el cribado. Luego se revisaron los títulos y resúmenes para establecer su relación con la población, la intervención y las variables consideradas. Los trabajos potencialmente pertinentes fueron remitidos para su lectura completa.

La búsqueda inicial reunió 142 registros. Después de la actualización de junio de 2026, se incorporaron otros 23, para un total de 165: 22 procedentes de PubMed, 41 de Scopus, 95 de SpringerLink y siete de Google Académico. La comparación entre las fuentes permitió identificar 15 duplicados, por lo que quedaron disponibles 150 registros para el cribado.

Durante la revisión de títulos y resúmenes se descartaron 140 registros porque no correspondían a futbolistas, no evaluaban una intervención con dispositivos inerciales o no incluían variables relacionadas con el propósito de la revisión. Los diez documentos restantes se examinaron en su totalidad. Siete provenían de la búsqueda inicial y tres de la actualización; de estos últimos, dos se incorporaron a la síntesis y uno fue excluido.

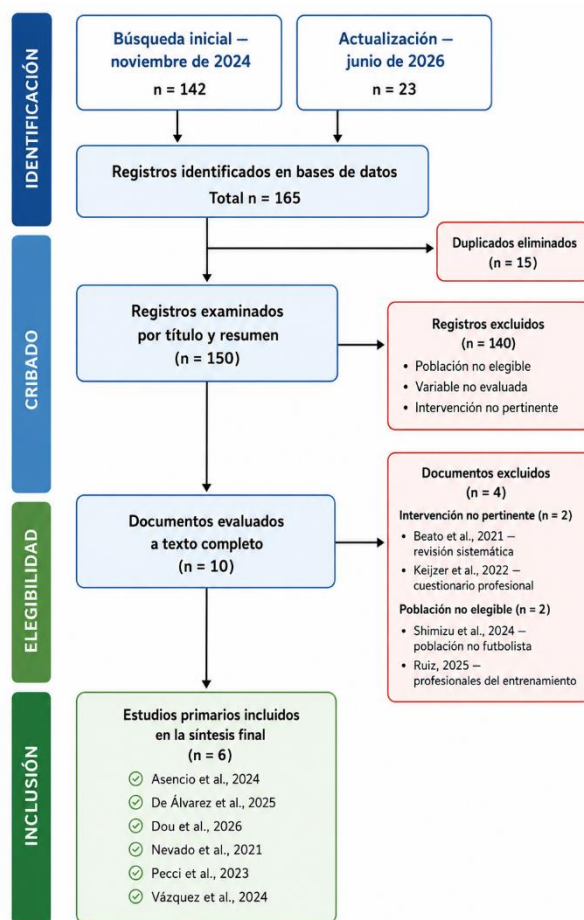
Cuatro documentos no cumplieron los criterios de elegibilidad. Beato et al. (2021) correspondía a una revisión sobre la periodización del entrenamiento con dispositivos inerciales, no a un estudio primario. Keijzer et al. (2022) examinaron, mediante un cuestionario, la percepción y la aplicación de este entrenamiento por parte de profesionales del fútbol, sin implementar una intervención. Shimizu et al. (2024) trabajaron con jugadores de baloncesto y con participantes no deportistas. Por último, Ruiz (2025) presentó una serie de casos de tres profesionales del entrenamiento de fuerza que no fueron identificados como futbolistas.

El corpus definitivo quedó conformado por seis estudios: Asencio et al. (2024), De Álvarez et al. (2025), Dou et al. (2026), Nevado et al. (2021), Pecci et al. (2023) y Vázquez et al. (2024). Los cuatro primeros trabajos publicados hasta 2024 procedían de la búsqueda inicial; los de Álvarez et al. (2025) y de Dou et al. (2026) se incorporaron durante la actualización.

Las revisiones sistemáticas, los metaanálisis, las tesis, los artículos conceptuales y las investigaciones desarrolladas en otras disciplinas se conservaron como literatura complementaria. Su contenido se empleó para contrastar o contextualizar los resultados, pero no se consideró evidencia primaria ni se utilizó para establecer los efectos centrales de la revisión.



Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de los estudios



Nota. Elaboración propia con base en las directrices PRISMA. La búsqueda inicial identificó 142 registros y la actualización realizada en junio de 2026 aportó 23, para un total de 165. Después de eliminar 15 duplicados, se examinaron 150 registros por título y resumen; 140 fueron excluidos y 10 documentos pasaron a la evaluación de texto completo. De estos, cuatro se excluyeron por intervención no pertinente o población no elegible, y seis estudios primarios se incorporaron a la síntesis final. La letra n indica el número de registros, documentos o estudios en cada fase.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron artículos publicados entre enero de 2020 y junio de 2026, escritos en español o inglés y desarrollados con futbolistas. Para ser elegibles, debían aplicar una intervención basada en dispositivos de sobrecarga inercial, presentar un diseño experimental o cuasiexperimental y evaluar al menos una variable neuromecánica o de rendimiento físico.

Entre los resultados admitidos se encontraron fuerza, potencia, salto con contramovimiento, sprint, aceleración, desaceleración, capacidad de frenado y de cambio de dirección. También se consideraron los estudios que examinaran directamente la tracción isométrica del medio muslo o el índice de fuerza dinámica. La incorporación de diferentes variables de rendimiento permitió ampliar el análisis ante la escasez de trabajos que midieran conjuntamente CMJ, IMTP y DSI.

La edad, el sexo y el nivel competitivo no constituyeron motivos absolutos de exclusión. Estas características se registraron para describir las muestras y evaluar las diferencias entre los estudios. Tampoco se fijó una duración uniforme para los programas, siempre que el diseño permitiera reconocer la intervención y comparar sus resultados.

Se excluyeron las investigaciones realizadas con participantes que no fueran futbolistas o cuyos resultados no permitieran diferenciar esta población de otros grupos. También se retiraron los trabajos que

no aplicaran directamente a un programa de entrenamiento con sobrecarga inercial, no evaluaran alguna de las variables definidas o carecieran de información suficiente para establecer las características de la muestra, de la intervención o de los resultados.

Las revisiones, los metaanálisis, los artículos conceptuales, los cuestionarios profesionales y las investigaciones sin intervención no se admitieron como estudios primarios. Los registros duplicados se retiraron antes del cribado. Cuando un documento incumplía más de un criterio, se le asignó una única causa principal de exclusión para evitar que fuera contabilizado más de una vez.

Extracción y organización de los datos

Se incluyeron artículos publicados entre enero de 2020 y junio de 2026, escritos en español o inglés y desarrollados con futbolistas. Para ser elegibles debían aplicar una intervención basada en dispositivos de sobrecarga inercial, presentar un diseño experimental o cuasiexperimental y evaluar al menos una variable neuromecánica o de rendimiento físico.

Entre los resultados admitidos se encontraron fuerza, potencia, salto con contramovimiento, sprint, aceleración, desaceleración, capacidad de frenado y de cambio de dirección. También se consideraron los estudios que examinaran directamente la tracción isométrica de medio muslo o el índice de fuerza dinámica.

La incorporación de diferentes variables de rendimiento permitió ampliar el análisis ante la escasez de trabajos que midieran conjuntamente CMJ, IMTP y DSI. La edad, el sexo y el nivel competitivo no constituyeron motivos absolutos de exclusión. Estas características se registraron para describir las muestras y evaluar las diferencias entre los estudios. Tampoco se fijó una duración uniforme para los programas, siempre que el diseño permitiera reconocer la intervención y comparar sus resultados.

Se excluyeron las investigaciones realizadas con participantes que no fueran futbolistas o cuyos resultados no permitieran diferenciar esta población de otros grupos. También se retiraron los trabajos que no aplicaran directamente a un programa de entrenamiento con sobrecarga inercial, no evaluaran alguna de las variables definidas o carecieran de información suficiente para establecer las características de la muestra, de la intervención o de los resultados.

Las revisiones, los metaanálisis, los artículos conceptuales, los cuestionarios profesionales y las investigaciones sin intervención no se admitieron como estudios primarios. Los registros duplicados se retiraron antes del cribado. Cuando un documento incumplía más de un criterio, se le asignó una única causa principal de exclusión para evitar que fuera contabilizado más de una vez.

Evaluación del riesgo de sesgo

El riesgo de sesgo de los seis estudios incluidos se evaluó según las características de cada diseño. En los ensayos aleatorizados se empleó la herramienta RoB 2, que considera posibles sesgos derivados del proceso de asignación, las desviaciones respecto de las intervenciones previstas, los datos faltantes, la medición de los resultados y la selección de los resultados informados. Para los estudios no aleatorizados se utilizó el ROBINS-I, cuyos dominios comprenden la confusión, la selección de los participantes, la clasificación de las intervenciones, las desviaciones respecto del protocolo, la ausencia de datos, la medición de los desenlaces y la selección de la información comunicada.

La valoración fue realizada por el investigador responsable de la selección y la extracción de los datos. Cada artículo se examinó en dos momentos independientes, con el propósito de comprobar la estabilidad de las decisiones y reducir posibles errores de interpretación. Las diferencias entre ambas evaluaciones se resolvieron mediante una nueva lectura del texto completo y la revisión de la información metodológica reportada. Finalmente, se asignó una valoración a cada dominio y un juicio global por estudio; estos resultados se organizaron en una tabla y se tuvieron en cuenta al interpretar la consistencia y el alcance de la evidencia.

Resultados

La búsqueda y selección de la literatura permitieron identificar seis estudios primarios que cumplieron con los criterios de elegibilidad y que se incluyeron en la síntesis final: Asencio et al. (2024), De Álvarez et al. (2025), Dou et al. (2026), Nevado et al. (2021), Pecci et al. (2023) y Vázquez et al. (2024). A continuación, se detallan los hallazgos organizados según las características metodológicas y las variables evaluadas.

Características generales de los estudios incluidos

Los seis trabajos seleccionados corresponden a diseños experimentales o cuasiexperimentales controlados, publicados entre 2021 y 2026. Todos aplicaron un programa de entrenamiento con dispositivos de sobrecarga inercial y evaluaron al menos una variable neuromecánica o de rendimiento físico vinculada específicamente a las demandas del fútbol.

Características de los participantes

Las muestras variaron de manera significativa en términos de edad, sexo y nivel competitivo. Se incluyeron desde jugadores jóvenes en etapa de formación hasta deportistas de categoría élite y profesional, abarcando tanto poblaciones masculinas como femeninas (obsérvese la tabla 1).

Tabla 1. Síntesis de variables evaluadas y tendencias de efectos principales en los estudios primarios

Estudio	Muestra y Nivel	Variables Principales Evaluadas	Tendencia / Dirección del Efecto Principal
Asencio et al. (2024)	N = 17, Masculino, Amateur	Fuerza máxima, potencia, CMJ, sprint (10m, 30m), cambio de dirección (COD).	Mejoras significativas en fuerza concéntrica/excéntrica y potencia; sin cambios equivalentes en CMJ ni COD.
De Álvarez et al. (2025)	N = 22, Masculino, Élite (juveniles)	Desaceleración, distancia total, sprint en juegos reducidos (SSG).	Modificaciones en momentos específicos de desaceleración sin alterar el volumen locomotor total ni la distancia de sprint.
Dou et al. (2026)	N = 24, Masculino, Competitivo	Capacidad de frenado, aceleración, desaceleración, cambio de dirección (505).	Efectos favorables en acciones de absorción de energía mecánica (frenado) y reorganización del movimiento (COD).
Nevado et al. (2021)	N = 23, Femenino, Profesional (Sub-23)	Aceleración (ACC) y desaceleración (DCC).	Tendencia favorable hacia el control de la velocidad y el frenado excéntrico, mejorando variables de ACC y DCC de alta intensidad.
Pecci et al. (2023)	N = 24, Femenino, Profesional	Fuerza concéntrica, fuerza excéntrica, potencia (CMJ), COD, sprint.	Respuestas favorables en manifestaciones concéntricas y excéntricas; sin transferencia significativa al salto (CMJ) ni sprint.
Vázquez et al. (2024)	No detallado, Senior, Masculino	Sprint lineal, sprint curvo, cambio de dirección (V-cut).	Efectos favorables condicionados por el tipo de prueba; mejoras significativas en sprint curvo y COD.

Características de las intervenciones y comparadores

Los protocolos de entrenamiento diferían en su extensión, frecuencia y selección de ejercicios. La duración de los programas osciló mayoritariamente entre 5 y 8 semanas, con una a dos sesiones semanales. Las intervenciones abarcaron tareas de carácter unilateral y bilateral, utilizando diversos dispositivos de resistencia inercial (flywheel), frente a grupos de control que continuaron con su entrenamiento convencional, su preparación física habitual o con juegos reducidos (SSG).

Efectos sobre fuerza y potencia

Las adaptaciones en fuerza y potencia constituyeron la tendencia más estable reportada en los trabajos. Pecci et al. (2023) y Asencio et al. (2024), pese a emplear poblaciones y protocolos diferentes, coincidieron en registrar respuestas favorables en manifestaciones concéntricas y excéntricas. Específicamente, se observaron cambios significativos en la fuerza máxima y la potencia, lo que demuestra la viabilidad del método para mejorar la producción de energía y el control de la carga inercial.

Efectos sobre CMJ

La evidencia sobre el salto con contramovimiento (CMJ) fue escasa y careció de una dirección uniforme. Aunque algunos de los estudios incorporaron pruebas de salto vertical, los resultados no mostraron una

tendencia clara de mejora generalizada. A modo de ejemplo, Asencio et al. (2024) registraron incrementos notables en la fuerza máxima y la potencia, sin observar una modificación o transferencia equivalente del rendimiento del CMJ.

Efectos sobre sprint y cambio de dirección

Los efectos sobre el sprint y el cambio de dirección (COD) fueron favorables en algunos estudios, pero las respuestas variaron ampliamente según la prueba empleada y el protocolo evaluado, según Vázquez et al. (2024), Dou et al. (2026) y Asencio et al. (2024). Se registraron adaptaciones positivas en medidas como sprints cortos, sprint curvo y pruebas específicas de cambio de dirección (como la 505 modificada y el V-Cut), aunque los resultados dependieron en gran medida de si la orientación del ejercicio inercial era unilateral o bilateral.

Efectos sobre aceleración, desaceleración y capacidad de frenado

Las capacidades directamente relacionadas con el control de la velocidad mostraron una tendencia consistente a la mejora. Dou et al. (2026), Nevado et al. (2021) y De Álvarez et al. (2025) abordaron distintas expresiones del frenado excéntrico, identificando una posible transferencia positiva hacia acciones deportivas de absorción de energía mecánica. De manera específica, Álvarez et al. (2025) reportaron mejoras en momentos puntuales de desaceleración sin que se observaran alteraciones equivalentes en variables locomotoras de volumen general, como la distancia total o la distancia de sprint.

Evidencia disponible sobre IMTP y DSI

Es fundamental señalar que ninguno de los seis estudios primarios incluidos evaluó directamente la tracción isométrica de medio muslo (IMTP) ni el índice de fuerza dinámica (DSI). La literatura primaria identificada se centró en medidas dinámicas, como repeticiones máximas o potencia, por lo que no existe evidencia directa en esta revisión para determinar la dirección ni la magnitud del efecto del entrenamiento inercial sobre estas dos variables específicas (véase la tabla 2).

Tabla 2. Estudios evaluados a texto completo y excluidos de la síntesis final

Estudio (Autores y año)	Muestra (N, edad, sexo, nivel)	Diseño y comparador	Intervención (duración, frecuencia, ejercicio)	Variables evaluadas	Resultados principales
Asencio et al. (2024)	N= 17, Edad: Adultos, Sexo: Masculino, Nivel: Amateur.	Ensayo controlado aleatorizado. Comparador: Intensidad constante vs. Intensidad variable.	5 semanas, 2 sesiones/sem, Sentadilla vertical y zancada horizontal inercial.	Fuerza máxima, potencia, CMJ, Sprint (10m, 30m), Cambio de dirección.	Mejoras en fuerza concéntrica/excéntrica y potencia; sin cambios equivalentes en CMJ ni COD.
De Álvarez et al. (2025)	N= 22, Edad: Juveniles, Sexo: Masculino, Nivel: Élite.	Estudio controlado no aleatorizado. Comparador: Entrenamiento de fútbol habitual (Control).	8 semanas, 1 sesión/sem (añadida al entrenamiento regular), 5 ejercicios inerciales.	Desaceleración, distancia total, sprint en juegos reducidos (SSG).	Modificaciones en momentos específicos de desaceleración sin alterar el volumen locomotor total ni la distancia de sprint.
Dou et al. (2026)	N= 24, Edad: Jóvenes/Adultos, Sexo: Masculino, Nivel: Competitivo.	Ensayo controlado aleatorizado. Comparador: Entrenamiento de fuerza tradicional.	8 semanas, programa de entrenamiento inercial unilateral.	Capacidad de frenado, aceleración, desaceleración en partido, cambio de dirección (505).	Efectos favorables en acciones que requieren absorción de energía (frenado) y reorganización del movimiento (COD).
Nevado et al. (2021)	N= 23, Edad: Sub-23, Sexo: Femenino, Nivel: Profesional.	Ensayo controlado aleatorizado (Tres grupos). Comparadores: Grupo Control y Grupo de Juegos Reducidos (SSG).	5 semanas (10 sesiones totales), entrenamiento de sobrecarga excéntrica.	Aceleración (ACC), desaceleración (DCC).	Tendencia favorable hacia el control de la velocidad y el frenado excéntrico, mejorando variables de ACC y DCC de alta intensidad.
Pecci et al. (2023)	N= 24, Edad: 20.4 ± 2.6 años, Sexo: Femenino, Nivel: Profesional.	Ensayo controlado aleatorizado. Comparador: Entrenamiento habitual.	6 semanas, 2 sesiones/sem, Sentadilla inercial (rotary inertia device).	Fuerza concéntrica, fuerza excéntrica, potencia (CMJ), COD, Sprint.	Respuestas favorables en manifestaciones concéntricas y excéntricas de la fuerza; sin transferencia significativa al salto (CMJ) ni sprint.
Vázquez et al. (2024)	N= No detallado, Edad: Senior, Sexo: Masculino, Nivel: Senior.	Ensayo controlado. Comparador: Grupo control (entrenamiento habitual).	8 semanas, ejercicios multidireccionales usando dispositivo inercial portátil (bajo volumen).	Sprint lineal, sprint curvo, cambio de dirección (V-cut).	Efectos favorables condicionados por el tipo de prueba; mejoras significativas en sprint curvo y COD.



Discusión

Síntesis e interpretación de los hallazgos

La evidencia reunida sugiere que el entrenamiento con sobrecarga inercial puede favorecer algunas capacidades físicas de los futbolistas, en particular las relacionadas con la producción y absorción de fuerza, la potencia, el frenado excéntrico y ciertas expresiones de aceleración, desaceleración, sprint y cambio de dirección. Esta tendencia, sin embargo, no se manifestó de la misma manera en los seis estudios incluidos. Las diferencias entre participantes, ejercicios, dispositivos, cargas, duración de los programas y pruebas de evaluación impiden interpretar los hallazgos como una estimación uniforme del efecto.

Más que demostrar una eficacia general, la revisión permite identificar respuestas selectivas. Los resultados favorables se observan sobre todo cuando existe cierta correspondencia entre el estímulo aplicado y la acción evaluada. Los programas orientados al control excéntrico y al frenado mostraron una transferencia más clara hacia la desaceleración y el cambio de dirección, mientras que las intervenciones centradas en ejercicios generales de fuerza produjeron adaptaciones que no siempre se reflejaron en el salto o en otras tareas específicas. En ese sentido, el dispositivo constituye el medio por el cual se administra la carga, pero no determina por sí solo la naturaleza ni la magnitud de la respuesta.

Esta interpretación coincide parcialmente con Allen et al. (2023), quienes identificaron efectos crónicos favorables del entrenamiento con volante de inercia sobre distintas capacidades físicas de futbolistas, aunque también señalaron variaciones asociadas a los protocolos. Raya et al. (2021) sitúan este método en la preparación física de los deportes de equipo y destacan su utilidad cuando el ejercicio, la carga y la organización del entrenamiento se alinean con las necesidades del deportista. En conjunto, estos antecedentes respaldan el posible valor del método, pero no eliminan la incertidumbre derivada del reducido número de intervenciones directamente comparables.

Fuerza concéntrica, fuerza excéntrica y potencia

Las adaptaciones de fuerza y potencia constituyen la tendencia más estable en los estudios primarios. Pecci et al. (2023) y Asencio et al. (2024), a pesar de trabajar con poblaciones y protocolos diferentes, coincidieron en registrar respuestas favorables en manifestaciones concéntricas y excéntricas. La convergencia resulta relevante porque el funcionamiento del volante exige generar energía en la fase concéntrica y regular su retorno en la excéntrica. De esta manera, una misma repetición combina la generación de fuerza con el control activo de la carga.

No obstante, los cambios registrados no deben atribuirse exclusivamente a una supuesta sobrecarga excéntrica. La resistencia generada durante el retorno depende de la energía producida en la fase concéntrica, del momento en que comienza el frenado y de la capacidad del deportista para concentrar la desaceleración en un intervalo breve. Spudić y Nosaka (2026) advierten que un dispositivo inercial no genera automáticamente una demanda excéntrica superior a la concéntrica. Por consiguiente, describir una intervención como flywheel no basta para determinar la naturaleza exacta del estímulo; también es necesario conocer la ejecución, la inercia empleada y la relación entre ambas fases.

La literatura desarrollada con otras poblaciones aporta elementos complementarios para interpretar esta tendencia. Banks et al. (2024) relacionaron el entrenamiento con dispositivos inerciales con adaptaciones musculares y de rendimiento en adultos jóvenes; Hu et al. (2024) compararon sus efectos con otra modalidad de carga excéntrica en velocistas universitarios, y Wang et al. (2024) examinaron respuestas musculares en jugadoras de voleibol de élite. Estos trabajos no forman parte de la evidencia primaria de la revisión y sus resultados no pueden trasladarse directamente a los futbolistas. Aun así, muestran que la respuesta en fuerza y potencia puede variar según la experiencia, el deporte, el ejercicio y la forma de administrar la carga.

La transferencia de una ganancia de fuerza al rendimiento futbolístico tampoco se produce necesariamente. Asencio et al. (2024) registraron cambios en la fuerza máxima y la potencia, sin observar una modificación equivalente en el salto con contramovimiento. Esta diferencia indica que el aumento de la capacidad para producir fuerza en un ejercicio determinado puede coexistir con una respuesta limitada en tareas que demandan otra velocidad, dirección o coordinación. La fuerza constituye una condición

importante del rendimiento, pero su expresión depende de las características mecánicas y temporales de la acción.

Salto con contramovimiento

La evidencia sobre el salto con contramovimiento fue escasa y careció de una dirección uniforme. Aunque algunos estudios incorporaron pruebas de salto, las principales respuestas se centraron en otras manifestaciones de fuerza o de rendimiento. Por ello, los resultados disponibles no permiten determinar si el entrenamiento con sobrecarga inercial produce una mejora consistente del CMJ en futbolistas.

Esta falta de uniformidad puede explicarse, en parte, por la diferencia entre la tarea de entrenamiento y la de evaluación. La sentadilla con volante de inercia exige producir fuerza y frenar la carga, pero el salto con contramovimiento también depende de la coordinación entre segmentos, de la velocidad de la extensión, de la estrategia de descenso y del aprovechamiento del ciclo de estiramiento-acortamiento. Una adaptación obtenida a velocidades más bajas o bajo una carga considerable puede no transferirse de inmediato a una acción balística.

Xu et al. (2025) señalan que el rendimiento en acciones rápidas de estiramiento-acortamiento involucra la rigidez, el tiempo de contacto, la coordinación y la reutilización de la energía elástica. Desde esta perspectiva, la ausencia de cambios uniformes en el CMJ no contradice necesariamente las mejoras observadas en la fuerza. Más bien muestra que ambas variables representan dimensiones relacionadas, pero no intercambiables, del rendimiento neuromecánico.

La dosificación también puede influir en esta respuesta. Zhang et al. (2026), en una revisión sistemática y metaanálisis sobre los efectos agudos del entrenamiento con volante de inercia, encontraron que la carga y los periodos de recuperación modifican las respuestas posteriores en salto y sprint. Chen et al. (2025), por su parte, analizaron un programa de contraste en atletas de artes marciales y registraron adaptaciones en la fuerza y la potencia. Se trata de evidencia complementaria obtenida mediante intervenciones y poblaciones diferentes, por lo que solo permite plantear que la combinación de estímulos y la proximidad entre la sesión y la evaluación podrían contribuir a la diversidad de resultados.

Ruiz (2025) también debe mantenerse fuera de la evidencia primaria. Su serie de casos resulta pertinente como antecedente metodológico para la medición conjunta del salto, la fuerza isométrica y el índice de fuerza dinámica, pero los participantes no fueron identificados como futbolistas. En consecuencia, sus resultados no pueden integrarse con los seis estudios incluidos ni utilizarse para estimar el efecto del entrenamiento sobre el CMJ en esta población.

Tracción isométrica de medio muslo e índice de fuerza dinámica

Ninguno de los estudios primarios evaluó directamente la tracción isométrica de medio muslo ni el índice de fuerza dinámica. Esta ausencia constituye un hallazgo de la revisión, no una demostración de que el entrenamiento con sobrecarga inercial carezca de efectos sobre esas variables. La evidencia disponible simplemente no permite determinar si las modifica ni establecer la posible dirección o magnitud de una respuesta.

Las mediciones de una repetición máxima, fuerza concéntrica, fuerza excéntrica, torque o potencia no pueden utilizarse como sustitutos de la tracción isométrica de medio muslo. Cada prueba se desarrolla en diferentes posiciones, velocidades y condiciones de producción de fuerza. Atribuir a IMTP las mejoras observadas en otras pruebas implicaría extrapolar los resultados más allá de lo evaluado en los estudios.

Algo similar ocurre con el índice de fuerza dinámica. Su cálculo requiere relacionar una medida de fuerza balística con otra de fuerza isométrica máxima obtenida mediante procedimientos compatibles. Una variación independiente en el salto, la potencia o la fuerza máxima no permite determinar cómo cambió esa relación. Ripley et al. (2025) muestran, además, que las distintas formas de calcular el DSI pueden producir interpretaciones y recomendaciones de entrenamiento diferentes, lo que acentúa la necesidad de informar con precisión sobre el protocolo utilizado.

Badby (2024) resalta la importancia de estandarizar las prácticas de evaluación mediante plataformas de fuerza para monitorizar la función neuromuscular del tren inferior en futbolistas. Este planteamiento resulta pertinente para futuras intervenciones con sobrecarga inercial: si se pretende determinar el efecto sobre IMTP y DSI, será necesario definir la posición corporal, el periodo de adquisición, la variable

isométrica, el componente del salto utilizado y la fórmula aplicada. Sin esta información, las comparaciones entre estudios seguirán siendo limitadas.

La falta de evidencia directa también obliga a modificar el alcance de las conclusiones. La revisión permite describir una brecha específica y proponer una línea de trabajo, pero no presentar IMTP ni DSI como resultados comprobados. Esta distinción debe conservarse en el resumen, los resultados y el cierre del artículo para evitar que la ausencia de mediciones se confunda con una respuesta nula.

Frenado excéntrico, aceleración y desaceleración

Las capacidades relacionadas con el control de la velocidad mostraron una tendencia más consistente que la del salto. Dou et al. (2026), Nevado et al. (2021) y De Álvarez et al. (2025) abordaron distintas expresiones del frenado, la aceleración y la desaceleración. Aunque las medidas y los contextos no fueron iguales, los hallazgos convergen en señalar una posible transferencia hacia acciones en las que el futbolista debe absorber energía mecánica y reorganizar el movimiento.

La desaceleración no consiste únicamente en reducir la velocidad. Implica modificar la posición corporal, controlar el desplazamiento del centro de masas y preparar una acción posterior, como una nueva aceleración o un cambio de dirección. Por ello, un ejercicio que exija frenar activamente el retorno del volante podría guardar una mayor correspondencia funcional con estas acciones que con variables locomotoras generales, como la distancia total recorrida.

Esta relación ayuda a interpretar por qué De Álvarez et al. (2025) encontraron cambios en momentos específicos de desaceleración sin observar modificaciones equivalentes en la distancia total, la carrera de alta velocidad o la distancia de sprint. Las adaptaciones pueden expresarse en acciones breves y concretas sin alterar necesariamente el volumen locomotor acumulado. En deportes intermitentes, una mejora en la ejecución de esfuerzos puntuales no siempre se traduce en cambios significativos en la carga externa durante los entrenamientos o los partidos.

La transferencia, sin embargo, depende de que el deportista genere y controle una demanda excéntrica suficiente. Si el frenado se distribuye a lo largo de toda la fase de retorno, el estímulo puede diferir del obtenido al concentrarlo cerca del final del recorrido. Las advertencias de Spudić y Nosaka (2026) adquieren aquí especial importancia: hablar de entrenamiento con sobrecarga inercial no equivale a demostrar que cada participante haya recibido una sobrecarga excéntrica efectiva.

Se han propuesto adaptaciones neurales, musculares, tendinosas y arquitectónicas para explicar la respuesta al ejercicio excéntrico. Timmins et al. (2016) documentaron modificaciones arquitectónicas del bíceps femoral tras modalidades concéntricas y excéntricas, mientras que Banks et al. (2024) analizaron cambios musculares y funcionales asociados al entrenamiento con volante de inercia. Estos antecedentes ayudan a formular posibles mecanismos, pero no demuestran que tales procesos hayan ocurrido en los futbolistas examinados. Los estudios primarios no midieron directamente la sarcomerogénesis, la hipertrofia, la rigidez tendinosa ni las modificaciones fasciculares; por tanto, cualquier relación fisiológica debe plantearse como hipótesis interpretativa.

Sprint y cambio de dirección

Los efectos sobre el sprint y el cambio de dirección fueron favorables en algunos estudios, aunque las respuestas variaron según la prueba y el protocolo. Vázquez et al. (2024), Dou et al. (2026) y Asencio et al. (2024) no utilizaron intervenciones equivalentes ni valoraron el rendimiento en las mismas tareas. Por ello, las diferencias no deben entenderse como resultados contradictorios de un mismo estímulo, sino como respuestas obtenidas en condiciones distintas.

La orientación del ejercicio puede contribuir a explicar parte de esta variación. Un programa unilateral, orientado al control del frenado y de las asimetrías, ofrece una relación mecánica más cercana con los apoyos empleados durante el cambio de dirección. En contraste, una sentadilla bilateral puede favorecer manifestaciones generales de fuerza y potencia sin reproducir por completo las exigencias laterales, rotacionales o coordinativas de una prueba como la 505 modificada o el V-Cut.

El sprint plantea otro problema de transferencia. La mejora de la fuerza del tren inferior puede favorecer la aceleración, pero el resultado también depende de la orientación horizontal de la fuerza, de la rapidez con que se produce y de la técnica de carrera. De ahí que un programa pueda mejorar el sprint en tramos cortos y no mostrar la misma respuesta en tramos más largos o en pruebas con otra trayectoria. Las



medidas de 10 y 20 metros, el sprint curvo y los cambios de dirección no representan expresiones idénticas del rendimiento.

Allen et al. (2023) encontraron que los efectos crónicos del entrenamiento con volante de inercia pueden abarcar diversas capacidades físicas de los futbolistas, aunque la magnitud de la respuesta varía entre protocolos. Esa variabilidad también se observa en los estudios primarios de esta revisión y limita la formulación de una prescripción única. La semejanza entre el ejercicio y la acción deportiva parece importante, pero debe analizarse junto con la experiencia del participante, el momento de la temporada y las cargas concurrentes.

Qu et al. (2026) sugieren que una frecuencia reducida durante la temporada puede ser suficiente para mejorar el salto y el sprint en deportistas masculinos de equipo. Una posible explicación es que un menor número de sesiones facilite la recuperación y reduzca la interferencia con el trabajo técnico, táctico y competitivo. Sin embargo, la frecuencia semanal no puede interpretarse por separado del volumen, la inercia, el ejercicio y la proximidad a los partidos. Dos sesiones con exigencias muy diferentes no representan una dosis equivalente.

Familiarización, carga y dosificación

La familiarización ocupa un lugar central en el uso de dispositivos inerciales. El deportista debe aprender a producir energía en la fase concéntrica y a regular el retorno sin anticipar excesivamente el frenado. Las primeras sesiones pueden reflejar, en buena medida, un proceso de aprendizaje coordinativo; si ese periodo no se controla, resulta difícil distinguir entre una adaptación al programa y una mejora en el manejo del dispositivo.

Keijzer et al. (2022), desde la perspectiva de los profesionales del fútbol, encontraron que la familiarización es necesaria para utilizar esta modalidad de entrenamiento. Su estudio no constituye evidencia primaria de eficacia, pues no evaluó una intervención, pero sí aporta información contextual sobre la aplicación del método. La observación coincide con Spudić y Nosaka (2026), quienes advierten que la técnica y la distribución del frenado determinan la carga excéntrica alcanzada.

Shimizu et al. (2024) también proporcionan evidencia complementaria sobre las diferencias entre una exposición aislada y sesiones repetidas, aunque su población no estuvo conformada por futbolistas. El aprendizaje y la experiencia previa podrían modificar tanto la ejecución como la respuesta posterior al ejercicio. Por esa razón, los estudios futuros deberían distinguir las sesiones de familiarización de las contabilizadas como parte efectiva del programa.

La carga inercial tampoco debe interpretarse como una relación lineal según la cual una mayor inercia produzca necesariamente mejores resultados. Al modificarla, cambian la velocidad, el tiempo de ejecución y las demandas concéntricas y excéntricas. La elección debe responder tanto a la capacidad que se busca desarrollar como al ejercicio empleado. Un estímulo orientado a la fuerza puede requerir condiciones distintas de las de otro dirigido a la velocidad, el frenado o la potencia.

Beato et al. (2021) señalan que la periodización del entrenamiento con dispositivos inerciales debe integrarse con las demandas generales de los deportes de equipo. Raya et al. (2021) añaden que el ejercicio y la carga deben seleccionarse según las necesidades del fútbol. Ambos trabajos cumplen una función contextual en esta discusión: permiten interpretar la variabilidad de los protocolos, pero no sustituyen los resultados de las seis intervenciones incluidas.

Implicaciones para la práctica

La evidencia examinada permite considerar el entrenamiento con sobrecarga inercial como un recurso complementario dentro de la preparación física de futbolistas. Los posibles beneficios parecen concentrarse en la fuerza, la potencia, el frenado y algunas acciones de aceleración, desaceleración, sprint y cambio de dirección. El reducido número de estudios y la diversidad metodológica impiden convertir esta tendencia en una recomendación universal.

Su incorporación debería partir del perfil del futbolista y del objetivo del periodo de entrenamiento. Cuando la prioridad sea mejorar el control excéntrico, la elección del ejercicio, la técnica de frenado y la correspondencia con las demandas de desaceleración adquieren especial relevancia. Si se busca transferir la adaptación al sprint, al salto o al cambio de dirección, puede ser necesario integrar tareas más próximas a la dirección, la velocidad y el patrón coordinativo de esas acciones.



La planificación también debe considerar la carga acumulada. Una sesión con dispositivos inerciales puede coincidir con entrenamientos técnicos, tareas de alta velocidad, partidos y otros estímulos de fuerza. Su efecto dependerá de la posición que ocupe en el microciclo, de la recuperación disponible y de la experiencia del jugador. La literatura examinada no permite establecer una frecuencia, una inercia o un volumen óptimos para todos los casos.

En consecuencia, la prescripción requiere un seguimiento individual. La calidad de la ejecución, la respuesta a la carga, el rendimiento posterior y la presencia de fatiga deben orientar la progresión. La aplicación práctica no debería limitarse a reproducir un protocolo publicado, pues los estudios incluidos trabajaron con poblaciones y contextos competitivos distintos.

Limitaciones y líneas futuras

La revisión estuvo condicionada, en primer lugar, por el escaso número de estudios primarios. Seis intervenciones constituyen una base limitada para establecer efectos generales, especialmente cuando las muestras difieren en edad, sexo y nivel competitivo. La variedad de ejercicios, dispositivos, cargas, frecuencias, duraciones y comparadores amplió la heterogeneidad y dificultó la comparación directa.

Las medidas de resultado tampoco fueron uniformes. Las investigaciones utilizaron diferentes pruebas de fuerza, potencia, sprint, cambio de dirección, aceleración y desaceleración. Esta diversidad impidió realizar una síntesis cuantitativa y obligó a mantener un análisis narrativo. La dirección favorable de algunos resultados no equivale, por tanto, a un tamaño de efecto combinado ni permite determinar una dosis óptima.

A lo anterior se suma la falta de una medición homogénea de la sobrecarga excéntrica real. El uso de un dispositivo de volante de inercia no garantiza que todos los participantes alcancen la misma relación entre las fases concéntricas y las excéntricas. La ausencia de información detallada sobre familiarización, técnica e inercia dificulta determinar qué componente de los protocolos dio lugar a las adaptaciones (consúltense la tabla 3).

La evaluación del riesgo de sesgo también debe considerarse al interpretar los hallazgos. Las diferencias en la asignación, los comparadores, el control de las intervenciones, la pérdida de datos y la medición de los resultados reducen la posibilidad de atribuir las respuestas únicamente al entrenamiento con sobrecarga inercial. Los hallazgos provenientes de estudios con mayores reservas metodológicas deben recibir menos peso que los sustentados en procedimientos más controlados.

En cuanto al proceso de revisión, la identificación, el cribado, la lectura de los textos completos, la extracción y la valoración del riesgo de sesgo fueron realizados por un investigador. Aunque la información se revisó en dos momentos, la ausencia de una comprobación independiente pudo haber aumentado la probabilidad de errores o de decisiones subjetivas. Tampoco se registró previamente el protocolo, lo que limita la verificación externa de las decisiones adoptadas durante el desarrollo del estudio.

La principal brecha temática corresponde a IMTP y DSI. No se identificaron intervenciones que midieran directamente estas variables, y la evidencia sobre CMJ fue escasa (consúltense la tabla 3). Los estudios futuros deberían evaluar conjuntamente el salto con contramovimiento, la fuerza isométrica máxima y el índice de fuerza dinámica mediante protocolos estandarizados. También tendrían que informar la variable utilizada para el cálculo del DSI, así como los procedimientos de adquisición y de análisis.

Será necesario, además, desarrollar ensayos controlados con muestras más amplias y protocolos comparables. La descripción de la inercia, el ejercicio, la familiarización, la técnica de frenado y la relación entre las fases concéntrica y excéntrica permitirían interpretar mejor la dosis administrada. El seguimiento en distintos momentos de la temporada ayudaría a determinar si las adaptaciones se mantienen y se traducen en un rendimiento competitivo.

Por último, las investigaciones deberían examinar posibles diferencias según el sexo, la edad, la posición y el nivel de entrenamiento. La evidencia disponible reúne poblaciones diversas, pero aún no permite determinar si dichas características modifican la respuesta. Mientras no existan estudios directos y comparables, la aplicación del entrenamiento con sobrecarga inercial deberá basarse en la evaluación individual y en una interpretación prudente de los beneficios observados.



Tabla 3. Matriz de heterogeneidad metodológica y vacíos de evidencia en la revisión

Dimensión de Análisis	Característica Observada en los Estudios	Implicación Metodológica / Limitación
Diversidad Poblacional	Edades variables (juveniles, sub-23, senior), ambos sexos y niveles competitivos desde amateur hasta élite.	Impide generalizar los resultados o atribuir las respuestas a un perfil de rendimiento homogéneo.
Heterogeneidad de Protocolos	Duración de 5 a 8 semanas, frecuencias de 1 a 2 sesiones/sem, ejercicios unilaterales/bilaterales y distintos dispositivos inerciales.	Dificulta la determinación de una dosis, volumen o inercia óptima universal.
Disparidad en Evaluaciones	Uso de pruebas heterogéneas para medir fuerza, potencia, sprint, aceleración, desaceleración y cambio de dirección.	Imposibilitó la realización de una síntesis cuantitativa (metaanálisis) de efectos combinados.
Control de Carga Excéntrica	Ausencia de registros homogéneos sobre la técnica de frenado y la relación real entre fases concéntrica/excéntrica.	No garantiza que todos los participantes hayan alcanzado el mismo nivel de sobrecarga excéntrica efectiva.
Brecha Temática (IMTP y DSI)	Cero estudios evaluaron directamente la Tracción Isométrica de Medio Muslo (IMTP) ni el Índice de Fuerza Dinámica (DSI).	Ausencia de evidencia directa (no de ineficacia), marcando una línea prioritaria para futuras investigaciones.

Conclusiones

La evidencia examinada permite considerar el entrenamiento con sobrecarga inercial como una alternativa pertinente para el desarrollo de determinadas capacidades físicas en futbolistas, sobre todo cuando la intervención guarda correspondencia con las exigencias mecánicas de las acciones que se pretende fortalecer. Su utilidad no reside únicamente en el uso del dispositivo, sino en la manera en que se seleccionan el ejercicio, la carga, la velocidad de ejecución y el momento del frenado. De ahí que sus efectos deban entenderse como respuestas específicas a una forma de prescripción y no como consecuencia automática del trabajo con volante de inercia.

Las adaptaciones observadas se relacionan principalmente con la producción y el control de la fuerza en acciones breves. Este comportamiento otorga al método un posible valor en programas orientados a mejorar la potencia, el frenado, la aceleración, la desaceleración y ciertas manifestaciones del sprint y del cambio de dirección. Sin embargo, la transferencia al rendimiento deportivo depende de la similitud entre el estímulo y la tarea deportiva. Una ganancia obtenida en un ejercicio de fuerza no se manifiesta necesariamente con la misma intensidad en acciones que exigen otras velocidades, direcciones o patrones coordinativos.

Respecto al salto con contramovimiento, los hallazgos disponibles no muestran una respuesta lo suficientemente uniforme como para establecer un efecto definido. La capacidad de salto no depende exclusivamente de la fuerza producida por el tren inferior, pues también intervienen la velocidad de aplicación, la coordinación segmentaria, la estrategia de movimiento y el aprovechamiento del ciclo de estiramiento-acortamiento. En consecuencia, las adaptaciones de fuerza o de potencia no deben emplearse como evidencia indirecta de una mejora del rendimiento balístico.

Tampoco es posible determinar el efecto del entrenamiento con sobrecarga inercial sobre la tracción isométrica de medio muslo y el índice de fuerza dinámica. Ninguna de estas variables fue evaluada directamente en los estudios primarios, y las mediciones de fuerza máxima, torque o potencia no constituyen equivalentes metodológicos. Esta conclusión debe entenderse como la ausencia de evidencia directa, no como una demostración de ineficacia. Resolver esta brecha exigirá investigaciones que integren mediciones balísticas e isométricas bajo procedimientos compatibles y que informen con precisión sobre cómo calcular e interpretar el índice de fuerza dinámica.

La aplicación práctica del método requiere una prescripción individualizada. La experiencia del deportista, el ejercicio unilateral o bilateral, la carga inercial, el volumen, la frecuencia, la técnica de frenado, la fatiga acumulada y la proximidad de la competición pueden modificar la respuesta. También debe contemplarse un periodo de familiarización que permita aprender a controlar el retorno del volante y concentrar la acción de frenado. Sin este dominio técnico, el uso del dispositivo no garantiza que se produzca una sobrecarga excéntrica efectiva.

Las diferencias entre diseños, poblaciones, dispositivos, protocolos y medidas de resultado impiden establecer una combinación universal de carga, frecuencia y duración. La decisión de incorporar este entrenamiento debe responder a las necesidades del futbolista, a los objetivos del microciclo y a la evaluación continua de la respuesta. Una mayor inercia o un volumen más elevado no representan, por sí mismos, una mejor prescripción, pues pueden modificar la velocidad del ejercicio, alterar la técnica o incrementar la fatiga sin producir una transferencia proporcional.



Las investigaciones posteriores deberán describir con mayor precisión la carga aplicada, la familiarización, la técnica de ejecución y la relación entre las fases concéntricas y excéntricas. También será necesario emplear protocolos comparables que permitan determinar si las adaptaciones se mantienen a lo largo de la temporada, se trasladan al rendimiento competitivo y varían según el sexo, la edad, la posición de juego o el nivel de entrenamiento. En el estado actual de la evidencia, el entrenamiento con sobrecarga inercial puede incorporarse como recurso complementario, siempre que su uso esté acompañado de control técnico, progresión de la carga y seguimiento individual.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las instituciones académicas participantes y a los profesionales del fútbol que colaboraron en la validación del protocolo de búsqueda y de selección bibliográfica.

Financiación

Esta investigación no recibió financiación externa específica.

Referencias

- Allen, W. J. C., Mateus, M., Martín-García, A., Brito, J., Moran, J., Behm, D. G., et al. (2023). Chronic effects of flywheel training on physical capacities in soccer players: a systematic review. *Research in Sports Medicine*, 31(4), 373–387. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1958813>
- Asencio, P., Moreno, F. J., Hernández-Davó, J. L., & Sabido, R. (2024). Effects of variable intensity and constant intensity flywheel resistance training programs on specific soccer players' performance. *Frontiers in Physiology*, 15, 1375438. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1375438>
- Badby, A. J. (2024). *Evaluating and developing force plate practice for monitoring lower-body neuromuscular function in soccer* [Tesis doctoral, University of Salford]. <https://salford-repository.worktribe.com/output/3589521/evaluating-and-developing-force-plate-practice-for-monitoring-lower-body-neuromuscular-function-in-soccer>
- Banks, N. F., Berry, A. C., Rogers, E. M., & Jenkins, N. (2024). Flywheel resistance training promotes unique muscle architectural and performance-related adaptations in young adults. *European Journal of Sport Science*, 24(12), 1765–1778. <https://doi.org/10.1002/ejsc.12215>
- Beato, M., Maroto-Izquierdo, S., Hernández-Davó, J. L., & Raya-González, J. (2021). Flywheel training periodization in team sports. *Frontiers in Physiology*, 12, 732802. <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2021.732802/full>
- Chen, H., Zhao, Z., Zheng, X., Cao, L., Du, J., & Yu, Z. (2025). The effects of an 8-week French contrast training program on lower limb strength and power in elite martial arts athletes. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, 1686891. <https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1686891>
- De Álvarez, V., Rey, E., Padrón, A., & Castellano, J. (2025). Impact of weekly eccentric overload training on locomotor and mechanical performance in youth soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 24, 351–362. <https://doi.org/10.52082/jssm.2025.351>
- Keijzer, K. L., McErlain, S. A., Brownlee, T. E., Raya, J., & Beato, M. (2022). Perception and application of flywheel training by professional soccer practitioners. *Biology of Sport*, 39(4), 809–817. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.109457>
- Dou, Y., Zhang, W., Xu, H., Lyu, X., Wang, Y., Zhang, J., Lv, J., Li, Y., Hu, Y., Zhang, B., & Ren, D. (2026). Unilateral flywheel training enhances eccentric braking capacity, change-of-direction performance, and match acceleration-deceleration in soccer players. *Applied Sciences*, 16(4), 2134. <https://doi.org/10.3390/app16042134>
- Hu, Z., Liu, Y., Huang, K., Huang, H., Zhang, Y., & Yuan, X. (2024). Effects of inertial flywheel training vs. accentuated eccentric loading training on strength, power, and speed in well-trained male college sprinters. *Life*, 14(9), 1081. <https://doi.org/10.3390/life14091081>



- Nevado, F., Torreblanca, V., Paredes, V., Campo, J., & Balsalobre, C. (2021). Effect of an eccentric overload and small-side games training in training accelerations and decelerations. *Journal of Physical Education and Sport*, 21(Suppl. 6), 3244–3251. <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.s6431>
- Pecci, J., Muñoz, A., Jones, P. A., & Sañudo, B. (2023). Effects of 6 weeks in-season flywheel squat resistance training on strength, vertical jump, change of direction and sprint performance in professional female soccer players. *Biology of Sport*, 40(2), 521–529. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.118022>
- Qu, W., Lu, D., Sun, X., Sun, J., He, J., Song, W., & Li, D. (2026). Is lower training frequency more effective? Dose-response relationship of in-season flywheel resistance training on vertical jump and sprint performance in male team-sport athletes: A meta-analysis. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 18, Article 25. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01403-z>
- Raya, J., Castillo, D., & Beato, M. (2021). The flywheel paradigm in team sports: A soccer approach. *Strength & Conditioning Journal*, 43(1), 12–22. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000561>
- Ripley, N. J., Fahey, J., Guppy, S., & Comfort, P. (2025). Comparisons between different methods of calculating dynamic strength index: Effect on training recommendations. *PLOS ONE*, 20(9), e0331519. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0331519>
- Ruiz, J. (2025). *Can flywheel training serve as a viable intervention for dynamic strength index based programs?* [Doctoral dissertation, Concordia University, St. Paul]. DigitalCommons@CSP. https://digitalcommons.csp.edu/kinesiology_doctorate/30/
- Spudić, D., & Nosaka, K. (2026). Do flywheel exercises provide eccentric-overload training? *Sports Medicine – Open*, 12, Article 4. <https://doi.org/10.1186/s40798-025-00974-y>
- Shimizu, T., Tsuchiya, Y., Ueda, H., Izumi, S., & Ochi, E. (2024). Effects of single and repeated bouts of flywheel exercise on jump performance and muscle damage in athletes and non-athletes. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16, Article 9. <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00785-2>
- Timmins, R. G., Ruddy, J. D., Presland, J., Maniar, N., Shield, A. J., Williams, M. D., & Opar, D. A. (2016). Architectural changes of the biceps femoris long head after concentric or eccentric training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), 499–508. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000795>
- Vázquez, J., Núñez, J. L., Valenzuela, C., Hernández, F., & Núñez, F. J. (2024). The effects of flywheel training with a portable device on physical performance in soccer players. *Applied Sciences*, 14(24), 11857. <https://doi.org/10.3390/app142411857>
- Wang, J., Zhang, Q., Chen, W., Fu, H., Zhang, M., & Fan, Y. (2024). The effect of flywheel complex training with eccentric overload on muscular adaptation in elite female volleyball players. *PeerJ*, 12, e17079. <https://doi.org/10.7717/peerj.17079>
- Xu, J., Turner, A., Jordan, M. J., Comyns, T. M., Chavda, S., & Bishop, C. (2025). A narrative review of rebound jumping and fast stretch-shortening cycle mechanics. *Strength & Conditioning Journal*, 47(3), 302–316. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000878>
- Zhang, R., Li, H., Lu, D., Sun, J., Li, D., & Huang, W. (2026). Acute effects of flywheel resistance training on jump and sprint performance: A systematic review and meta-analysis of inertial-load and rest-interval moderators. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 18, Article 236. <https://doi.org/10.1186/s13102-026-01553-8>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Cesar Augusto Jaramillo Franco
Dennis Gregorio Contreras
Dennis Gregorio Contreras

Cesar.jaramillo@unipamplona.edu.co
Dennis.contreras@unipamplona.edu.co
Dennis.contreras@unipamplona.edu.co

Autor/a
Autor/a
Traductor

