



Relación dosis - respuesta del volumen semanal de entrenamiento de fuerza sobre las adaptaciones neuromusculares y el rendimiento en sujetos no entrenados: revisión sistemática

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Europea de Canarias
Curso académico: 2025-2026

MODALIDAD DE TRABAJO

Revisión sistemática

AUTORES

Adrián García Afonso
Iker Silguero Kensingha

TUTOR

Jorge Miguel González Hernández

Junio de 2026
Villa de La Orotava, Santa Cruz de Tenerife

A DIOS POR DARNOS LA FUERZA Y CLARIDAD NECESARIAS PARA AVANZAR
EN ESTE CAMINO, INCLUSO EN LOS MOMENTOS DE MAYOR DIFICULTAD

Índice

Agradecimientos.....	6
Resumen.....	8
Abstract.....	10
Introducción.....	12
1.1. Contextualización.....	12
1.2. Fundamentación teórica.....	12
1.3. Estado actual del conocimiento.....	13
1.4. Vacío en la literatura científica.....	14
1.5. Justificación del estudio.....	15
Objetivos.....	16
Objetivo general.....	16
Objetivos específicos.....	16
Hipótesis.....	17
Hipótesis general.....	17
Hipótesis específicas.....	17
Marco teórico.....	18
Metodología.....	24
Diseño.....	24
Estrategia de búsqueda.....	24
Figura 1. PICOS.....	26
Criterios de selección.....	27
Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de selección de estudios..	29
Resultados.....	31
Tabla 1. Estudios principales incluidos en la revisión sistemática.....	33
Tabla 2. Evaluación de la calidad metodológica de los estudios principales incluidos en la revisión sistemática.....	36
Discusión.....	42
Conclusiones.....	45
Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	47
Referencias.....	49
Anexos.....	52

Resumen

Introducción

El entrenamiento de fuerza se considera actualmente una herramienta fundamental para la mejora de la salud, la condición física y el rendimiento físico. Entre las variables que determinan sus efectos, el volumen semanal ocupa un papel relevante, ya que permite analizar la cantidad total de estímulo aplicada a lo largo de la semana y su relación con las adaptaciones obtenidas. Sin embargo, todavía no existe un consenso claro sobre cuál es la dosis más adecuada en sujetos no entrenados, especialmente durante las fases iniciales del entrenamiento.

Objetivo

Analizar la relación dosis-respuesta entre el volumen semanal de entrenamiento de fuerza y las adaptaciones neuromusculares y del rendimiento físico en sujetos no entrenados.

Material y métodos

Se realizó una revisión sistemática siguiendo las directrices PRISMA 2020. La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en bases de datos especializadas como PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, SPORTDiscus y Cochrane Library. Se incluyeron estudios experimentales y cuasi-experimentales que comparasen diferentes volúmenes de entrenamiento de fuerza en población no entrenada y que analizaran variables relacionadas con la fuerza, la hipertrofia, la resistencia muscular o el rendimiento físico.

Resultados

Los resultados muestran una tendencia positiva entre el volumen semanal de entrenamiento y las mejoras en fuerza, hipertrofia y resistencia muscular. Los programas basados en múltiples series parecen producir mayores adaptaciones que los protocolos de una sola serie o de volumen muy reducido. No obstante, esta

relación no parece ser completamente lineal, ya que los sujetos no entrenados pueden obtener mejoras significativas con volúmenes bajos o moderados debido a su elevada sensibilidad inicial al estímulo.

Conclusiones

El volumen semanal constituye una variable relevante en la programación del entrenamiento de fuerza en sujetos no entrenados. Sin embargo, su incremento debe aplicarse de forma progresiva y controlada, ya que volúmenes excesivos pueden aumentar la fatiga y comprometer la recuperación. En las fases iniciales del entrenamiento, una progresión gradual del volumen parece ser la estrategia más adecuada para favorecer las adaptaciones neuromusculares, mejorar el rendimiento físico y promover la adherencia al programa.

Palabras clave: entrenamiento de fuerza; volumen semanal; dosis-respuesta; sujetos no entrenados; adaptaciones neuromusculares.

Abstract

Introduction

Resistance training is currently considered a fundamental tool for improving health, physical fitness and physical performance. Among the variables that determine its effects, weekly training volume plays a relevant role, as it allows the total amount of stimulus applied throughout the week to be analysed in relation to the adaptations obtained. However, there is still no clear consensus regarding the most appropriate dose in untrained subjects, especially during the initial stages of training.

Objective

To analyse the dose-response relationship between weekly resistance training volume and neuromuscular and physical performance adaptations in untrained subjects.

Material and methods

A systematic review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines. The bibliographic search was carried out in specialised databases such as PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, SPORTDiscus and Cochrane Library. Experimental and quasi-experimental studies comparing different resistance training volumes in untrained populations and analysing variables related to strength, hypertrophy, muscular endurance or physical performance were included.

Results

The results show a positive trend between weekly training volume and improvements in strength, hypertrophy and muscular endurance. Programmes based on multiple sets appear to produce greater adaptations than single-set protocols or very low-volume interventions. However, this relationship does not appear to be completely linear, since untrained subjects may achieve significant improvements

with low or moderate volumes due to their high initial sensitivity to the training stimulus.

Conclusions

Weekly training volume is a relevant variable in the programming of resistance training in untrained subjects. However, its increase should be applied progressively and in a controlled manner, as excessive volumes may increase fatigue and compromise recovery. During the initial stages of training, a gradual progression of volume appears to be the most appropriate strategy to promote neuromuscular adaptations, improve physical performance and enhance adherence to the programme.

Keywords: resistance training; weekly volume; dose-response; untrained subjects; neuromuscular adaptations.

Introducción

1.1. Contextualización

El entrenamiento de fuerza ha adquirido una relevancia creciente dentro de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte debido a su impacto tanto en la mejora del rendimiento físico como en la salud. Su práctica se asocia con incrementos de la fuerza muscular, mejoras funcionales, mayor capacidad para realizar actividades de la vida diaria y adaptaciones positivas en diferentes capacidades físicas. Por ello, actualmente se considera una herramienta fundamental en contextos deportivos, recreativos, de promoción de la salud y de iniciación al ejercicio físico.

En los últimos años, el entrenamiento de fuerza ha dejado de entenderse únicamente como un método orientado al rendimiento deportivo, pasando a ocupar un papel importante en programas de salud, fitness y prevención. Esta evolución ha incrementado el interés por conocer cómo deben organizarse sus principales variables para conseguir adaptaciones eficaces y seguras, especialmente en personas que comienzan a entrenar y que todavía no presentan experiencia previa consolidada. En este sentido, la correcta manipulación de variables como la intensidad, la frecuencia, la selección de ejercicios, la recuperación y el volumen resulta esencial para optimizar las respuestas al entrenamiento.

1.2. Fundamentación teórica

Entre las variables que configuran el entrenamiento de fuerza, el volumen ocupa un papel especialmente relevante. De forma general, se entiende como la cantidad total de trabajo realizada durante un periodo determinado, aunque su forma de cuantificación varía entre estudios. En la literatura científica, el volumen puede expresarse mediante el número total de repeticiones, el tonelaje movilizado o el número de series realizadas por ejercicio o grupo muscular. Dentro de estas opciones, el volumen semanal resulta especialmente útil, ya que permite analizar la dosis acumulada de entrenamiento y relacionarla con las adaptaciones obtenidas a lo largo de un programa de intervención.

La relación dosis-respuesta hace referencia a cómo diferentes cantidades de estímulo producen distintas adaptaciones en el organismo. En el caso del entrenamiento de fuerza, este concepto permite analizar si un mayor volumen semanal genera mayores mejoras en variables como la fuerza máxima, la hipertrofia muscular, la resistencia muscular o el rendimiento físico. Sin embargo, el volumen no puede interpretarse de manera aislada, ya que interactúa con otros factores como la intensidad, la frecuencia semanal, la selección de ejercicios, los descansos entre series, la proximidad al fallo muscular y el nivel de experiencia del sujeto.

Esta cuestión adquiere una importancia especial en sujetos no entrenados. En personas sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza, las mejoras iniciales suelen producirse con rapidez y se explican principalmente por adaptaciones neuromusculares, como una mayor activación de unidades motoras, mejoras en la coordinación intermuscular y una mayor eficiencia en la producción de fuerza. No obstante, estas adaptaciones pueden coexistir progresivamente con cambios estructurales, como aumentos en la masa muscular, especialmente cuando el estímulo de entrenamiento se mantiene durante varias semanas.

1.3. Estado actual del conocimiento

El análisis de la relación entre volumen de entrenamiento y adaptaciones neuromusculares ha generado un interés creciente en la literatura científica. Diversos estudios han mostrado que mayores volúmenes semanales pueden asociarse con mayores ganancias de fuerza e hipertrofia, especialmente cuando se comparan protocolos de una sola serie con programas de múltiples series. Estos hallazgos sugieren que el volumen puede actuar como una variable determinante en la magnitud de las adaptaciones producidas por el entrenamiento de fuerza.

No obstante, la evidencia también indica que esta relación no parece ser completamente lineal. A partir de determinados niveles de volumen, los beneficios adicionales pueden reducirse o verse condicionados por una mayor fatiga acumulada, una peor recuperación o una disminución de la calidad del

entrenamiento. Además, algunos estudios señalan que variables como la frecuencia semanal pueden perder parte de su influencia cuando el volumen total se iguala entre grupos, lo que refuerza la importancia de analizar el volumen semanal como una variable central dentro de la planificación del entrenamiento.

En sujetos no entrenados, esta relación presenta características particulares. Debido a su elevada sensibilidad inicial al estímulo, esta población puede obtener mejoras significativas con volúmenes bajos o moderados, especialmente durante las primeras semanas de entrenamiento. Sin embargo, todavía resulta necesario determinar si aumentar el volumen semanal produce beneficios adicionales relevantes o si, por el contrario, existe un punto a partir del cual las ganancias tienden a estabilizarse.

1.4. Vacío en la literatura científica

A pesar de la evidencia disponible, todavía no existe un consenso claro sobre cuál es el volumen semanal más adecuado para optimizar las adaptaciones neuromusculares y el rendimiento físico en sujetos no entrenados. Esta dificultad se debe, en parte, a la heterogeneidad de los estudios en cuanto a duración de las intervenciones, frecuencia semanal, intensidad utilizada, ejercicios seleccionados, forma de cuantificar el volumen y variables de resultado analizadas.

Además, muchos trabajos no aíslan completamente el efecto del volumen, ya que este suele interactuar con otras variables del entrenamiento. También existe una tendencia a extrapolar recomendaciones procedentes de sujetos entrenados o deportistas hacia población principiante, lo que puede generar errores en la prescripción. Por tanto, persiste un vacío en la literatura respecto a la identificación de rangos de volumen semanal eficaces y seguros en personas sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza.

1.5. Justificación del estudio

Desde una perspectiva práctica, estudiar esta población resulta especialmente relevante, ya que muchos programas de ejercicio físico en el ámbito de la salud, el fitness y la iniciación deportiva están dirigidos a personas no entrenadas. Conocer qué volumen semanal permite obtener mejoras significativas sin comprometer la recuperación, la adherencia ni la correcta ejecución técnica puede facilitar una prescripción más eficaz, segura y ajustada al nivel inicial del sujeto.

Por todo ello, el presente trabajo tiene como finalidad analizar la relación dosis-respuesta entre el volumen semanal de entrenamiento de fuerza y las adaptaciones neuromusculares y del rendimiento físico en sujetos no entrenados. A partir de esta revisión sistemática, se pretende aportar una base teórica útil para orientar la prescripción del entrenamiento de fuerza en fases iniciales, identificando posibles rangos de volumen eficaces y valorando la existencia de un posible umbral a partir del cual los beneficios adicionales sean limitados.

La originalidad de este trabajo reside en abordar el volumen semanal de entrenamiento de fuerza desde una perspectiva específica para sujetos no entrenados, una población que presenta características propias y que no siempre puede ser analizada a partir de recomendaciones diseñadas para personas entrenadas o deportistas. En este sentido, la revisión no pretende únicamente comprobar si un mayor volumen produce mayores adaptaciones, sino valorar hasta qué punto dicho incremento resulta realmente útil, seguro y aplicable durante las fases iniciales del entrenamiento.

Además, este trabajo busca aportar una visión práctica de la evidencia científica, relacionando las adaptaciones neuromusculares y de rendimiento con aspectos importantes en la prescripción del ejercicio, como la recuperación, la progresión gradual, la tolerancia individual y la adherencia al programa. De esta manera, la contribución principal del estudio consiste en integrar la información disponible y transformarla en una base útil para orientar la planificación del entrenamiento de fuerza en población principiante, evitando aplicar de forma directa criterios procedentes de sujetos con mayor experiencia.

Objetivos

Objetivo general

1. Analizar la relación dosis-respuesta entre el volumen semanal de entrenamiento de fuerza y las adaptaciones neuromusculares y del rendimiento físico en sujetos no entrenados, con el fin de aportar una base teórica útil para la prescripción del entrenamiento en fases iniciales.

Objetivos específicos

1. Describir cómo se cuantifica el volumen semanal de entrenamiento de fuerza en la literatura científica, atendiendo principalmente al número de series, repeticiones y volumen total de carga.
2. Comparar las diferencias en las ganancias de fuerza máxima y otras manifestaciones del rendimiento físico en función de los distintos rangos de volumen semanal aplicados.
3. Analizar si la evidencia sugiere la existencia de un umbral de volumen semanal a partir del cual se observan rendimientos decrecientes o estancamiento en sujetos sin experiencia previa.
4. Formular directrices prácticas e implicaciones basadas en la evidencia para el diseño de programas de entrenamiento de fuerza en el ámbito de la salud, el fitness y el deporte recreativo.

Hipótesis

Hipótesis general

Se plantea como hipótesis principal que existe una relación dosis - respuesta positiva entre el volumen semanal de entrenamiento de fuerza y las adaptaciones neuromusculares en sujetos no entrenados. No obstante, se espera que dicha relación no sea completamente lineal, de manera que los incrementos progresivos del volumen puedan generar mejoras hasta alcanzar un posible punto de estabilización, a partir del cual los beneficios adicionales sean menores.

Hipótesis específicas

H1 (objetivo específico 1)

El volumen semanal de entrenamiento de fuerza en población no entrenada se cuantifica principalmente mediante el número de series realizadas por grupo muscular o por ejercicio, aunque algunos estudios también utilizan el número total de repeticiones o el volumen total de carga.

H2 (objetivo específico 2)

Los programas con volúmenes moderados o con múltiples series producirán mayores mejoras en fuerza máxima y rendimiento físico que los programas de bajo volumen o de una sola serie en sujetos no entrenados.

H3 (objetivo específico 3)

La evidencia disponible sugiere que, en sujetos no entrenados, el aumento del volumen semanal no produce mejoras indefinidas, sino que puede existir un punto a partir del cual las ganancias se reducen o se estabilizan.

H4 (objetivo específico 4)

Los resultados de la revisión permitirán formular recomendaciones prácticas orientadas a una progresión gradual del volumen en sujetos no entrenados, priorizando la eficacia, la recuperación y la adherencia al entrenamiento.

Marco teórico

1. Adaptaciones al entrenamiento de fuerza en sujetos no entrenados

En el entrenamiento de fuerza se producen adaptaciones neuromusculares que dependen en gran medida del nivel de experiencia de la persona, de la intensidad del estímulo, del volumen realizado y de la duración del programa de entrenamiento. En individuos no entrenados, las mejoras iniciales en la fuerza se atribuyen principalmente a adaptaciones de carácter neural, más que a cambios estructurales inmediatos en el tejido muscular (Moritani & deVries, 1979; American College of Sports Medicine, 2009).

Estas adaptaciones incluyen un aumento en la activación de unidades motoras, una mayor sincronización entre ellas y una mejora en la coordinación intermuscular. Los trabajos de Moritani y deVries (1979) demostraron que las ganancias iniciales de fuerza durante las primeras semanas de entrenamiento se deben fundamentalmente a factores neurales, mientras que la hipertrofia muscular adquiere mayor protagonismo en fases posteriores. En esta misma línea, Häkkinen et al. (1998) observaron que el entrenamiento de fuerza puede producir mejoras en la activación muscular, en la producción de fuerza y en variables estructurales relacionadas con el músculo.

Sin embargo, investigaciones posteriores han matizado esta idea, señalando que, aunque el componente neural es predominante en fases iniciales, pueden producirse adaptaciones estructurales tempranas en paralelo, especialmente cuando el estímulo de entrenamiento es suficiente y se mantiene durante varias semanas (American College of Sports Medicine, 2009; Schoenfeld et al., 2017). Esto sugiere que la separación entre adaptaciones neurales y estructurales no es completamente excluyente, sino que ambas pueden coexistir en distintos grados.

En este contexto, la elevada sensibilidad al estímulo convierte a los sujetos no entrenados en un modelo especialmente relevante para el estudio de la relación entre las variables de entrenamiento y las adaptaciones fisiológicas, ya que presentan una respuesta más rápida y menos condicionada por adaptaciones

previas en comparación con sujetos entrenados. Por ello, estudiar esta población permite comprender mejor cómo influyen variables como el volumen semanal, la intensidad o la frecuencia en las primeras fases del entrenamiento.

2. El volumen de entrenamiento como variable clave

El volumen de entrenamiento es una de las variables fundamentales en la planificación del entrenamiento de fuerza y se define como la cantidad total de trabajo realizado en un periodo determinado. Sin embargo, su cálculo presenta una notable heterogeneidad en la literatura científica, lo que dificulta la comparación directa entre estudios (Figueiredo et al., 2018).

Las principales formas de medir el volumen incluyen el número de repeticiones totales, el número de series realizadas y el volumen total de carga, entendido como la relación entre carga, repeticiones y series. Esta diversidad metodológica hace que sea más complicada la comparación entre investigaciones, ya que no todos los estudios utilizan los mismos criterios para cuantificar la dosis de entrenamiento aplicada.

No obstante, el número de series por grupo muscular se ha consolidado como una de las medidas más utilizadas en la investigación actual, debido a su aplicabilidad práctica y a su relación con las adaptaciones observadas. Diversos trabajos han analizado el efecto de realizar una o varias series por ejercicio, mostrando que los protocolos de múltiples series suelen producir mayores mejoras que los programas de una sola serie, especialmente cuando se analizan variables como la fuerza o la hipertrofia muscular (Krieger, 2009; Krieger, 2010; Radaelli et al., 2015).

Aun así, esta forma de cuantificación simplifica la complejidad del estímulo de entrenamiento y puede no reflejar completamente la carga interna, la fatiga acumulada o el grado de esfuerzo real de cada sujeto. Por tanto, el volumen no debe interpretarse como una variable aislada, sino en interacción con otros componentes del entrenamiento, como la intensidad, la frecuencia semanal, la selección de ejercicios, los descansos y la proximidad al fallo muscular (American College of Sports Medicine, 2009; Schoenfeld et al., 2021).

3. Volumen semanal y carga acumulada

El volumen semanal representa la suma del trabajo realizado a lo largo de una semana de entrenamiento y se considera un indicador relevante de la carga total aplicada al organismo. A diferencia del volumen por sesión, este enfoque permite analizar la dosis acumulada de estímulo y su relación con los procesos de adaptación y recuperación.

Desde una perspectiva aplicada, el volumen semanal facilita la organización del entrenamiento, ya que permite distribuir la carga en función de la frecuencia semanal, optimizando tanto el rendimiento como la recuperación. Esta idea resulta especialmente importante en sujetos no entrenados, ya que una distribución inadecuada del volumen puede aumentar la fatiga y dificultar la adaptación inicial al entrenamiento.

No obstante, algunos autores han señalado que la distribución del volumen a lo largo de la semana puede influir en las adaptaciones, de modo que dos programas con igual volumen semanal podrían generar respuestas diferentes dependiendo de cómo se estructuren las sesiones. En este sentido, Ralston et al. (2018) observaron que la frecuencia semanal no siempre se asocia con mayores ganancias de fuerza cuando el volumen total se controla, lo que sugiere que la cantidad total de trabajo puede ser más determinante que el número de sesiones por semana.

Esto introduce la necesidad de considerar no solo la cantidad total de trabajo, sino también su distribución temporal. En sujetos principiantes, una progresión excesivamente rápida del volumen puede comprometer la recuperación, mientras que una distribución más equilibrada puede favorecer la adherencia y la calidad del entrenamiento.

4. Relación dosis - respuesta en el entrenamiento de fuerza

El concepto de relación dosis-respuesta hace referencia a cómo diferentes niveles de una variable de entrenamiento influyen en las adaptaciones fisiológicas. En el contexto del entrenamiento de fuerza, diversos estudios han analizado cómo el

volumen semanal afecta a variables como la fuerza máxima, la hipertrofia muscular y el rendimiento físico.

La revisión sistemática y metaanálisis de Schoenfeld et al. (2017) evidenció una relación positiva entre el volumen semanal y las ganancias en masa muscular, observándose mayores adaptaciones en protocolos con un mayor número de series semanales. De forma similar, Krieger (2009) señaló que los programas con múltiples series tienden a generar mayores ganancias de fuerza que los protocolos de una sola serie, mientras que Krieger (2010) encontró resultados similares al analizar la hipertrofia muscular.

De forma más específica, Radaelli et al. (2015) compararon protocolos de 1, 3 y 5 series en sujetos sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza, observando que los programas con mayor número de series podían producir mayores mejoras en fuerza, resistencia muscular e hipertrofia. Estos resultados refuerzan la idea de que un mayor volumen puede generar un estímulo más eficaz, especialmente cuando se compara con protocolos de volumen muy bajo.

Sin embargo, esta relación no es estrictamente lineal. Otros trabajos han señalado que incrementar variables asociadas al entrenamiento, como la frecuencia semanal, no siempre se traduce en mayores ganancias cuando el volumen total no se controla adecuadamente (Ralston et al., 2018). Esto sugiere que el efecto del volumen depende no solo de su magnitud, sino también de cómo se distribuye y se combina con otras variables del entrenamiento.

En consecuencia, la evidencia apunta hacia una relación dosis-respuesta positiva, pero con posibles rendimientos decrecientes a partir de cierto umbral. Superar este punto no garantiza beneficios adicionales y puede incluso comprometer la recuperación y el rendimiento, especialmente en población no entrenada, donde la tolerancia inicial al volumen puede ser menor.

5. Particularidades en sujetos no entrenados

En población no entrenada, la relación entre volumen de entrenamiento y adaptación presenta características específicas. La alta capacidad de respuesta inicial implica que incluso con volúmenes bajos pueden generarse mejoras significativas en la fuerza y el rendimiento. Esto se explica por la elevada plasticidad neuromuscular, la ausencia de adaptación previa y el amplio margen de mejora que presentan las personas principiantes (Moritani & deVries, 1979; Häkkinen et al., 1998).

A diferencia de los sujetos entrenados, que requieren estímulos progresivamente mayores para seguir mejorando, los individuos principiantes pueden experimentar adaptaciones relevantes con dosis más bajas de entrenamiento. Por ello, en esta población no siempre es necesario aplicar volúmenes elevados desde las primeras fases del programa.

No obstante, la aplicación de volúmenes elevados en sujetos no entrenados puede resultar innecesaria o incluso contraproducente si no existe una progresión adecuada. Un exceso de carga puede incrementar la fatiga, dificultar la recuperación y afectar negativamente a la adaptación al entrenamiento. En este sentido, el American College of Sports Medicine (2009) destaca la importancia de individualizar la progresión del entrenamiento en función del nivel inicial, la tolerancia al esfuerzo y la capacidad de recuperación.

Por tanto, extrapolar recomendaciones derivadas de población entrenada a sujetos principiantes puede conducir a errores en la prescripción del entrenamiento. Esta diferencia refuerza la necesidad de analizar específicamente la relación entre volumen semanal y adaptaciones neuromusculares en sujetos no entrenados.

6. Limitaciones de la evidencia científica

A pesar del creciente interés en la relación entre volumen de entrenamiento y adaptaciones, la evidencia presenta limitaciones importantes. Entre ellas destacan

la heterogeneidad en la cuantificación del volumen, las diferencias en la duración de las intervenciones, la variabilidad en las poblaciones estudiadas y la diversidad en las variables de resultado analizadas (Figueiredo et al., 2018; Schoenfeld et al., 2021).

Además, muchos estudios difieren en variables clave como la intensidad del entrenamiento, la frecuencia semanal, los ejercicios seleccionados o el grado de experiencia de los participantes, lo que dificulta aislar el efecto específico del volumen. Esta cuestión es especialmente relevante en los estudios sobre entrenamiento de fuerza, ya que pequeñas diferencias en la metodología pueden modificar de forma importante las adaptaciones observadas.

Estas limitaciones condicionan la comparabilidad entre estudios y dificultan la formulación de recomendaciones universales, especialmente en población no entrenada. Por ello, resulta necesario analizar la evidencia disponible con cautela, diferenciando entre los resultados obtenidos en sujetos principiantes y aquellos procedentes de personas entrenadas o deportistas.

7. Justificación del estudio

Dada la falta de consenso en la literatura y la relevancia práctica del entrenamiento de fuerza en población principiante, resulta necesario profundizar en el análisis de la relación dosis-respuesta del volumen semanal. Aunque se sabe que el entrenamiento de fuerza produce mejoras relevantes en sujetos no entrenados, todavía no está completamente claro qué dosis semanal permite optimizar las adaptaciones sin generar una fatiga excesiva o una pérdida de adherencia.

La presente revisión sistemática pretende sintetizar la evidencia disponible con el objetivo de aportar una base teórica sólida que permita orientar la prescripción del entrenamiento en fases iniciales. De esta manera, el trabajo busca contribuir a una mejor comprensión de la relación entre el volumen semanal de entrenamiento de fuerza, las adaptaciones neuromusculares y el rendimiento físico en sujetos no entrenados.

Metodología

Con el objetivo de garantizar la transparencia, la reproducibilidad y el rigor metodológico, la presente revisión sistemática se realizó siguiendo las directrices PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page et al., 2021). Este enfoque nos permitió organizar de manera estructurada el proceso de búsqueda, selección, evaluación y síntesis de los estudios incluidos.

Diseño

El trabajo adopta un diseño de revisión sistemática, orientado a sintetizar la evidencia científica disponible sobre la relación dosis-respuesta entre el volumen semanal de entrenamiento de fuerza y las adaptaciones neuromusculares y del rendimiento físico en sujetos no entrenados.

Se priorizó la inclusión de estudios experimentales y cuasi-experimentales que comparasen diferentes volúmenes de entrenamiento de fuerza, especialmente aquellos expresados mediante número de series por grupo muscular o por ejercicio. El objetivo fue identificar si existen diferencias en las adaptaciones obtenidas en función del volumen semanal aplicado.

Aunque se consultaron revisiones sistemáticas y metaanálisis para contextualizar el tema y reforzar la fundamentación teórica, estos trabajos no se incluyeron como estudios principales en la síntesis de resultados, ya que el análisis se centró en estudios de intervención con datos originales.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó en las principales bases de datos especializadas en ciencias del deporte y biomedicina:

- PubMed/MEDLINE
- Scopus
- Web of Science (Core Collection)

- SPORTDiscus
- Cochrane Library

La estrategia de búsqueda combinó términos relacionados con el entrenamiento de fuerza, el volumen semanal, la relación dosis - respuesta y la población no entrenada. La ecuación de búsqueda general fue la siguiente:

("resistance training" OR "strength training" OR "weight training" OR "weight lifting")

AND ("volume" OR "sets" OR "weekly sets" OR "training volume" OR "dose-response" OR "dose response")

AND ("untrained" OR "novice" OR "beginner" OR "sedentary" OR "previously untrained" OR "no resistance training experience")

AND ("neuromuscular" OR "neural adaptation" OR "strength" OR "1RM" OR "maximal strength" OR "hypertrophy" OR "muscle thickness" OR "cross-sectional area" OR "performance" OR "power" OR "rate of force development")

Se aplicaron límites temporales desde el año 1990 hasta la fecha de la búsqueda final (para así capturar la evolución de la literatura moderna en entrenamiento de fuerza). No se aplicaron restricciones de idioma en la búsqueda inicial, aunque se priorizó la inclusión de artículos en inglés y español para su análisis completo. La estrategia se diseñó utilizando el marco PICOS para definir los elementos clave:

Figura 1. PICOS

Estructura PICOS

P	P (Population): Sujetos adultos sanos no entrenados o con escasa experiencia previa en entrenamiento de fuerza.
I	I (Intervention): Programas de entrenamiento de fuerza con diferente volumen semanal.
C	C (Comparison): Comparación entre volúmenes bajos, moderados o altos, o entre una y múltiples series.
O	O (Outcomes): Fuerza máxima, hipertrofia, resistencia muscular, potencia, rendimiento físico o adaptaciones neuromusculares.
S	S (Study design): Estudios experimentales, ensayos controlados o estudios cuasi-experimentales con medidas pre-post.

Fuente: Elaboración propia

Se registró la estrategia completa en un anexo, incluyendo el número exacto de resultados por base de datos y la fecha de la última búsqueda.

Criterios de selección

Los criterios de inclusión y exclusión se definieron a priori según el marco PICOS.

Criterios de inclusión:

- Estudios experimentales o cuasi-experimentales (preferentemente RCT) publicados en revistas revisadas por pares o tesis doctorales accesibles.
- Participantes: Adultos sanos (18-40 años aproximadamente) sin experiencia previa o con menos de 6 meses de entrenamiento de fuerza regular (sujetos no entrenados/novatos).
- Intervención: Programas de entrenamiento de fuerza con manipulación clara del volumen semanal (número de series por grupo muscular por semana), manteniendo relativamente constantes otras variables (intensidad relativa, frecuencia, etc.) o reportándolas de forma detallada.
- Duración mínima de la intervención: 6 semanas.
- Variables de resultado: Al menos una medida de adaptaciones neuromusculares (fuerza máxima - 1RM u otras, hipertrofia, espesor muscular, área transversal, activación neural, rendimiento, salto, velocidad, potencia).
- Reporte suficiente de datos para extraer o calcular efectos (medias, desviaciones típicas, tamaños del efecto).

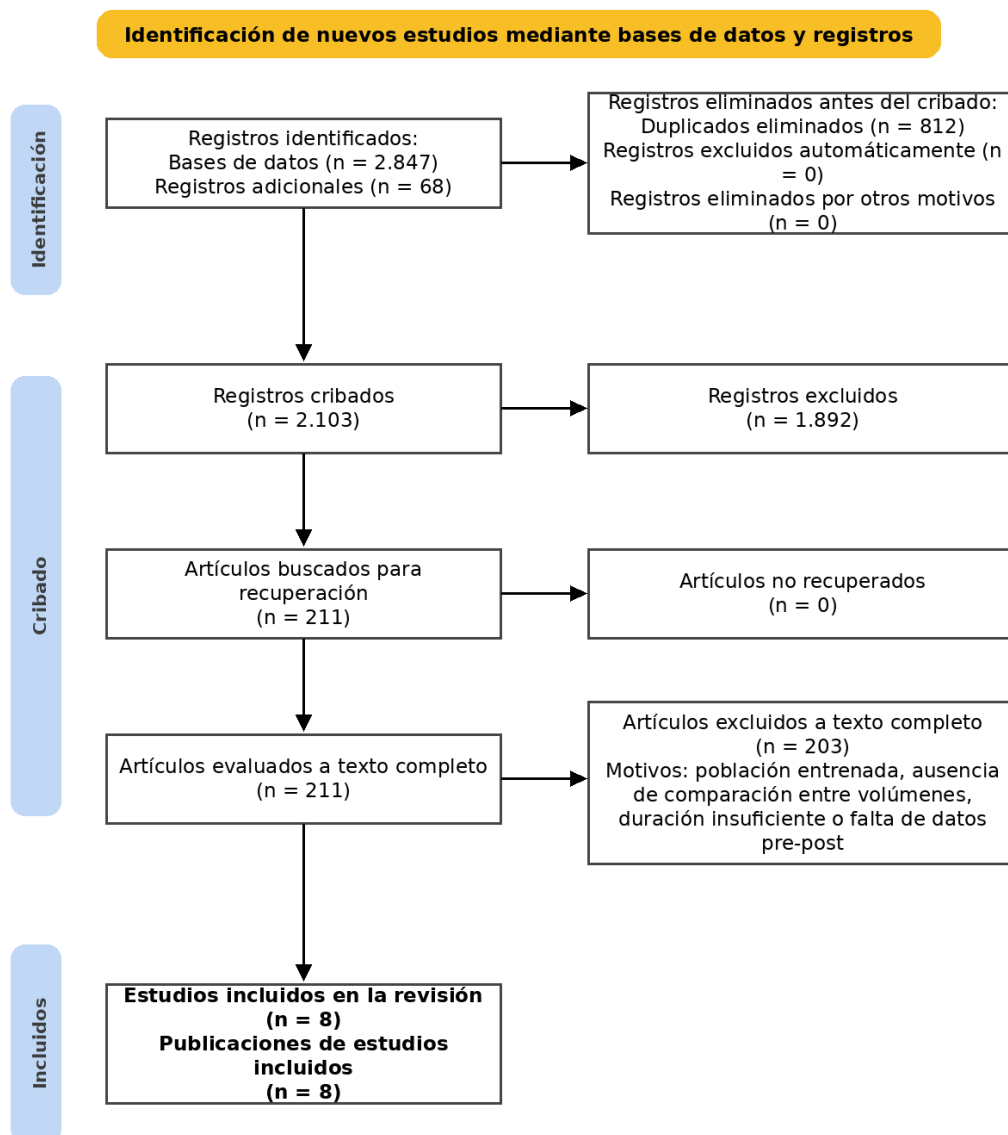
Criterios de exclusión:

- Estudios en poblaciones entrenadas (más de 1 año de experiencia regular), atletas de élite, personas con patologías o en edades extremas (<18 o >45 años, salvo justificación).

- Intervenciones que combinan entrenamiento de fuerza con otras modalidades (entrenamiento concurrente, hipertrofia específica con dietas extremas) sin aislar el efecto del volumen.
- Estudios que no reportan el volumen semanal de forma clara (series por músculo/grupo) o que no diferencian volúmenes entre grupos.
- Revisiones, meta-análisis, cartas al editor, abstracts sin texto completo o estudios con $n < 8-10$ por grupo (para garantizar potencia estadística mínima).
- Estudios con duración inferior a 6 semanas o sin medidas pre-post.

La selección se realizó en dos fases: (1) cribado de títulos y resúmenes; (2) revisión a texto completo. Se documentó todo el proceso mediante un diagrama de flujo PRISMA, indicando el número de registros identificados, duplicados eliminados, estudios excluidos en cada fase y razones de exclusión.

Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de selección de estudios



Fuente: Elaboración propia

Extracción de datos

De cada estudio incluido se extrajeron los datos principales relacionados con las características de la muestra, el diseño de la intervención y los resultados obtenidos.

Las variables recogidas fueron:

- Autor y año de publicación.
- Características de la muestra.
- Número de participantes.
- Duración de la intervención.
- Frecuencia semanal de entrenamiento.
- Volumen aplicado.
- Intensidad del entrenamiento.
- Variables de resultado evaluadas.
- Principales hallazgos.

Esta información permitió comparar los estudios incluidos y organizar los resultados en función del volumen de entrenamiento aplicado y de las adaptaciones observadas.

Resultados

1. Selección de estudios

La búsqueda bibliográfica realizada en PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, SPORTDiscus y Cochrane Library permitió identificar un total de 2915 registros iniciales. Tras la eliminación de duplicados, se llevó a cabo el cribado de títulos y resúmenes con el objetivo de valorar la adecuación de los estudios a los criterios de inclusión establecidos.

Después del cribado inicial, los artículos potencialmente relevantes fueron revisados a texto completo. Durante esta fase se excluyeron aquellos estudios que no cumplían los criterios establecidos, principalmente por analizar poblaciones entrenadas, no comparar diferentes volúmenes de entrenamiento, presentar una duración insuficiente de la intervención, no aportar datos pre-post o no permitir aislar el efecto específico del volumen semanal.

Finalmente, 8 estudios cumplieron los criterios de inclusión y fueron incorporados a la síntesis principal de resultados. Estos estudios fueron evaluados mediante la escala PEDro para valorar su calidad metodológica. Además, se utilizaron revisiones sistemáticas, metaanálisis y posicionamientos científicos como apoyo teórico para contextualizar los hallazgos, pero no fueron considerados estudios principales dentro de la síntesis final.

2. Características de los estudios incluidos

Los estudios incluidos analizaron la relación entre el volumen de entrenamiento de fuerza y diferentes adaptaciones neuromusculares o de rendimiento físico en sujetos no entrenados. En general, las intervenciones tuvieron una duración aproximada de entre 6 y 24 semanas, con frecuencias semanales que oscilaron entre 2 y 4 sesiones.

La forma de cuantificar el volumen no fue completamente homogénea entre los estudios. Algunos trabajos utilizaron el número de series por ejercicio o grupo muscular, mientras que otros consideraron el número total de repeticiones o el volumen total de carga. Esta variabilidad metodológica dificulta la comparación directa entre investigaciones, aunque el número de series aparece como una de las formas más frecuentes y prácticas de expresar el volumen de entrenamiento.

Las variables de resultado más comunes fueron la fuerza máxima, generalmente medida mediante pruebas de 1RM o estimaciones equivalentes, la hipertrofia muscular, la resistencia muscular local y otras manifestaciones del rendimiento físico.

3. Características y calidad metodológica de los estudios incluidos

Tabla 1. Estudios principales incluidos en la revisión sistemática

Para evitar mezclar evidencia primaria con literatura de apoyo, en la siguiente tabla se presentan únicamente los estudios principales incluidos en la revisión sistemática. Las revisiones sistemáticas, metaanálisis y posicionamientos científicos se utilizaron exclusivamente para contextualizar la introducción, el marco teórico y la discusión.

Autor/es y año	Muestra	Volumen comparado	Variables analizadas	Principales hallazgos
Moritani y deVries (1979)	Sujetos sometidos a entrenamiento de fuerza	Evolución de las adaptaciones durante las primeras semanas	Fuerza, activación neural e hipertrofia	Las mejoras iniciales de fuerza se explican principalmente por adaptaciones neurales, mientras que la hipertrofia adquiere mayor importancia en fases posteriores.
Häkkinen et al. (1998)	Personas de mediana edad y mayores	Programa de entrenamiento de fuerza	Activación muscular, fuerza y sección transversal muscular	El entrenamiento produjo mejoras en fuerza, activación muscular y variables estructurales relacionadas con el músculo.
Bottaro et al. (2011)	Sujetos sin experiencia previa o con bajo nivel de entrenamiento	Comparación del número de series en entrenamiento de fuerza	Fuerza muscular y espesor muscular	Los protocolos con mayor número de series mostraron una tendencia a producir mayores mejoras frente a volúmenes más reducidos.

Radaelli et al. (2013)	Sujetos no entrenados	Comparación entre diferentes volúmenes de entrenamiento	Fuerza, resistencia muscular y adaptaciones musculares	Los programas con mayor volumen generaron mejoras relevantes en variables de fuerza y rendimiento muscular.
Radaelli et al. (2015)	Sujetos sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	Comparación entre 1, 3 y 5 series	Fuerza, resistencia muscular e hipertrofia	Los grupos que realizaron un mayor número de series obtuvieron mayores mejoras en fuerza, resistencia muscular e hipertrofia.
Candow y Burke (2007)	Hombres y mujeres no entrenados	Diferente distribución semanal del volumen	Fuerza y masa muscular	Diferentes formas de distribuir el volumen pueden producir mejoras en fuerza y masa muscular cuando el estímulo total es suficiente.
Cunha et al. (2018)	Mujeres mayores con obesidad osteosarcopénica	Comparación de diferentes volúmenes de entrenamiento de fuerza	Fuerza, masa muscular y composición corporal	El volumen influyó en las adaptaciones musculares y funcionales, aunque sus resultados deben interpretarse con cautela por las características de la muestra.
Ugurlu et al. (2024)	Mujeres jóvenes no entrenadas	Comparación dosis-respuesta durante 8 semanas	Composición corporal y rendimiento muscular	El entrenamiento produjo mejoras en composición corporal y rendimiento muscular, observándose una respuesta relacionada con la dosis aplicada.

Aunque la tendencia general observada en los estudios incluidos favorece los protocolos con mayor volumen o con múltiples series, estos resultados no deben interpretarse de forma absoluta. Los estudios presentan diferencias relevantes en la edad de los participantes, el sexo, la duración de las intervenciones, la forma de

cuantificar el volumen y las variables analizadas. Además, algunos trabajos incluyen muestras con características específicas, como adultos mayores o mujeres con condiciones particulares, por lo que sus resultados se utilizaron principalmente como apoyo para interpretar la relación entre volumen y adaptación, pero no como base única para establecer recomendaciones universales en todos los sujetos no entrenados.

Por este motivo, la síntesis de resultados se realizó dando mayor importancia a los estudios que comparaban de forma más directa distintos volúmenes de entrenamiento en población sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza, especialmente aquellos con mejor calidad metodológica y mayor relación con los objetivos planteados.

Tabla 2. Evaluación de la calidad metodológica de los estudios principales incluidos en la revisión sistemática

Autores y año de publicación	Ítem de la escala PEDro											Puntuación total en la escala PEDro
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Moritani y deVries (1979)	Sí	No	No	No	No	No	No	Sí	Sí	No	Sí	3/10
Häkkinen et al. (1998)	Sí	No	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	5/10
Radaelli R, et al. (2013)	Sí	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	6/10
Radaelli et al. (2015)	Sí	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	6/10
Bottaro M, et al. (2011)	Sí	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	6/10
Ugurlu D, et al. (2024)	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	8/10
Candow DG, Burke DG. (2007)	Sí	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	6/10

Cunha PM, et al. (2018)	Sí	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	6/10
1: Criterios de selección; 2: Asignación aleatoria; 3: Asignación oculta; 4: Grupos homogéneos al inicio; 5: Sujetos cegados; 6: Investigadores cegados; 7: Evaluadores cegados; 8: Seguimiento adecuado; 9: Análisis por intención de tratar; 10: Comparación entre grupos; 11: Medidas puntuales y variabilidad												

Fuente: Elaboración propia

3.1. Calidad metodológica de los estudios incluidos

La evaluación de la calidad metodológica mediante la escala PEDro mostró una calidad general moderada en la mayoría de los estudios incluidos. La mayor parte de los trabajos obtuvo puntuaciones iguales o superiores a 6/10, lo que indica un cumplimiento aceptable de criterios relacionados con la comparabilidad entre grupos, el seguimiento de los participantes, la presentación de medidas de variabilidad y la realización de comparaciones estadísticas entre grupos.

El estudio con mayor puntuación fue Ugurlu et al. (2024), con 8/10, lo que sugiere una mayor solidez metodológica dentro de los estudios analizados. Por otro lado, Moritani y deVries (1979) obtuvo una puntuación de 3/10, por lo que sus resultados deben interpretarse con cautela, especialmente al tratarse de un estudio clásico con limitaciones metodológicas respecto a los estándares actuales de investigación.

En conjunto, estos resultados indican que la evidencia disponible permite extraer conclusiones relevantes sobre la relación entre el volumen semanal de entrenamiento de fuerza y las adaptaciones neuromusculares en sujetos no entrenados. No obstante, la presencia de estudios con puntuaciones metodológicas bajas o moderadas obliga a interpretar los hallazgos con prudencia y a considerar la calidad de cada estudio al valorar la fuerza de las conclusiones.

Por tanto, los estudios con puntuaciones más altas en la escala PEDro deben tener un mayor peso interpretativo en la síntesis de resultados, mientras que los estudios

con menor puntuación deben considerarse con mayor cautela y utilizarse principalmente como apoyo complementario en la interpretación de los hallazgos.

4. Efecto del volumen semanal sobre la fuerza máxima

Los estudios incluidos muestran que el volumen semanal influye en las ganancias de fuerza máxima, especialmente cuando se comparan programas de una sola serie con protocolos de múltiples series. En este sentido, Krieger (2009) observó que los programas con varias series se asociaban con mayores mejoras de fuerza que los protocolos de una sola serie. De forma más específica, Radaelli et al. (2015), al comparar protocolos de 1, 3 y 5 series en sujetos sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza, encontraron mayores mejoras en los grupos que realizaron un mayor número de series.

Estos resultados sugieren que, en sujetos no entrenados, aumentar el volumen puede aportar un estímulo más completo para mejorar la fuerza máxima. Sin embargo, esta relación no debe interpretarse de forma lineal. La población no entrenada suele responder de manera rápida al entrenamiento, incluso con volúmenes bajos, debido principalmente a las adaptaciones neurales iniciales descritas por Moritani y deVries (1979) y recogidas también en las recomendaciones del American College of Sports Medicine (2009).

Por tanto, la evidencia revisada indica que los protocolos de múltiples series pueden ser superiores a los de una sola serie para mejorar la fuerza máxima, pero no permite afirmar que aumentar el volumen de forma indefinida produzca siempre mayores beneficios. En las fases iniciales del entrenamiento, parece más adecuado aplicar una progresión gradual hacia volúmenes moderados, ajustando la carga según la recuperación, la calidad técnica y la tolerancia individual del sujeto.

5. Efecto del volumen sobre la hipertrofia muscular

En relación con la hipertrofia muscular, los estudios analizados muestran una tendencia favorable hacia los protocolos con mayor volumen de entrenamiento. Krieger (2010) observó que los programas basados en múltiples series producían mayores efectos sobre la hipertrofia muscular que los protocolos de una sola serie. En la misma línea, Schoenfeld et al. (2017) señalaron una relación positiva entre el volumen semanal de entrenamiento y las ganancias de masa muscular, lo que refuerza la importancia del volumen como variable relevante en las adaptaciones estructurales.

De forma más específica, Radaelli et al. (2015), al comparar protocolos de 1, 3 y 5 series en sujetos sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza, encontraron que los grupos que realizaron un mayor número de series obtuvieron mejoras superiores no solo en fuerza, sino también en variables relacionadas con la hipertrofia y la resistencia muscular. Estos resultados sugieren que, incluso en población no entrenada, un mayor volumen puede favorecer un estímulo más completo para el desarrollo muscular.

No obstante, la interpretación de estos hallazgos debe realizarse con cautela. En sujetos no entrenados, las primeras mejoras pueden estar condicionadas en gran medida por adaptaciones neurales y por la elevada sensibilidad inicial al entrenamiento. Además, la magnitud de la hipertrofia depende de otros factores como la duración de la intervención, la intensidad utilizada, la selección de ejercicios, la proximidad al fallo muscular y la capacidad de recuperación. Por ello, aunque el volumen semanal parece ser una variable importante, no debe interpretarse de forma aislada ni aplicarse de manera excesiva desde las fases iniciales.

6. Influencia de la frecuencia y distribución del volumen

La distribución del volumen a lo largo de la semana aparece como un aspecto relevante dentro de la programación del entrenamiento de fuerza. Aunque el volumen total semanal parece ser una variable central, la forma en que se reparte

entre sesiones puede influir en la fatiga, la calidad técnica, la recuperación y la tolerancia al entrenamiento.

Ralston et al. (2018) señalan que la frecuencia semanal no influye significativamente en las ganancias de fuerza cuando el volumen total se mantiene constante. Esto sugiere que el volumen total semanal puede ser un factor más determinante que el número de sesiones realizadas. Sin embargo, distribuir el volumen en más sesiones puede ser útil en sujetos no entrenados si permite reducir la fatiga por sesión, mejorar la ejecución técnica y favorecer la adherencia al programa.

Por tanto, los resultados sugieren que no solo debe considerarse cuánto volumen se realiza, sino también cómo se organiza dentro de la semana. Una distribución equilibrada del volumen puede facilitar una mejor recuperación y una progresión más segura en las fases iniciales del entrenamiento.

7. Efecto sobre la resistencia muscular y otras variables de rendimiento

Además de la fuerza máxima y la hipertrofia, algunos estudios incluidos analizaron variables relacionadas con la resistencia muscular local y otras manifestaciones del rendimiento físico. En este sentido, los protocolos con múltiples series parecen mostrar una tendencia favorable frente a programas de una sola serie o de volumen muy reducido. Radaelli et al. (2015), al comparar protocolos de 1, 3 y 5 series en sujetos sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza, observaron que los grupos con mayor número de series obtuvieron mejoras superiores no solo en fuerza e hipertrofia, sino también en resistencia muscular.

Este resultado puede explicarse porque la resistencia muscular depende, en parte, de la capacidad del sujeto para tolerar y repetir esfuerzos a lo largo del tiempo. Por ello, un mayor número de series puede aumentar la exposición al estímulo, favorecer una mayor acumulación de trabajo y mejorar la capacidad de mantener el rendimiento durante esfuerzos repetidos. En sujetos no entrenados, este efecto puede ser especialmente relevante, ya que presentan un amplio margen de mejora inicial y una elevada sensibilidad a los estímulos de entrenamiento.

No obstante, la evidencia sobre resistencia muscular y otras variables de rendimiento debe interpretarse con prudencia. Las pruebas utilizadas para valorar estas capacidades no son completamente homogéneas entre estudios, y variables como la intensidad, la duración de la intervención, la selección de ejercicios, la frecuencia semanal y la recuperación pueden influir en los resultados obtenidos. Por tanto, aunque los protocolos de mayor volumen parecen favorecer la resistencia muscular, no puede afirmarse que el aumento del volumen produzca siempre mejoras proporcionales en todas las variables de rendimiento.

8. Síntesis general de los resultados

En conjunto, los resultados apuntan a una relación dosis - respuesta positiva entre el volumen semanal de entrenamiento de fuerza y las adaptaciones neuromusculares en sujetos no entrenados. Sin embargo, esta relación no parece ser completamente lineal.

Los sujetos no entrenados pueden mejorar con volúmenes bajos, especialmente durante las primeras semanas, debido a su elevada sensibilidad al estímulo. Aun así, los volúmenes moderados parecen producir adaptaciones superiores en fuerza, hipertrofia y resistencia muscular frente a protocolos de una sola serie o de volumen muy reducido.

Por otro lado, los volúmenes altos no siempre generan beneficios adicionales proporcionales y pueden aumentar la fatiga acumulada si no se controlan adecuadamente. Por ello, la evidencia disponible sugiere que la progresión gradual del volumen puede ser una estrategia más adecuada que la aplicación temprana de volúmenes elevados.

Discusión

Los resultados de la presente revisión sistemática sugieren la existencia de una relación dosis-respuesta positiva entre el volumen semanal de entrenamiento de fuerza y las adaptaciones neuromusculares en sujetos no entrenados. En general, los estudios analizados muestran que el aumento del volumen puede asociarse con mayores mejoras en fuerza, hipertrofia y resistencia muscular, especialmente cuando se comparan protocolos de una sola serie con programas basados en múltiples series. Esta tendencia coincide con investigaciones previas que han señalado la importancia del volumen como una variable relevante dentro de la programación del entrenamiento de fuerza (Krieger, 2009; Krieger, 2010; Schoenfeld et al., 2017).

No obstante, esta relación no parece ser completamente lineal. Aunque los volúmenes moderados pueden generar mayores adaptaciones que los volúmenes bajos, los incrementos adicionales no siempre producen mejoras proporcionales. Este aspecto resulta especialmente importante en sujetos no entrenados, ya que esta población presenta una elevada sensibilidad inicial al estímulo de fuerza. Por tanto, incluso dosis relativamente bajas pueden provocar mejoras significativas durante las primeras semanas de entrenamiento, principalmente debido a adaptaciones neurales como una mayor activación de unidades motoras, una mejor coordinación intermuscular y una mayor eficiencia en la producción de fuerza (Moritani & deVries, 1979; Häkkinen et al., 1998).

Estos hallazgos permiten confirmar parcialmente la hipótesis principal del trabajo. Por un lado, la evidencia revisada apoya la existencia de una relación positiva entre volumen semanal y adaptaciones neuromusculares. Sin embargo, también obliga a matizar dicha hipótesis, ya que aumentar el volumen no garantiza mejoras indefinidas. A partir de cierto punto, el exceso de volumen puede generar una mayor fatiga acumulada, dificultar la recuperación y reducir la calidad del entrenamiento, especialmente en personas principiantes.

En relación con la fuerza máxima, los resultados sugieren que los programas con múltiples series tienden a ser más eficaces que los protocolos de una sola serie.

Esto puede explicarse porque un mayor volumen proporciona una mayor exposición al estímulo mecánico y una mayor práctica del gesto técnico, lo que resulta relevante en sujetos no entrenados. Sin embargo, en esta población las mejoras iniciales no dependen únicamente del volumen, sino también del aprendizaje motor y de la mejora de la coordinación neuromuscular. Por este motivo, la interpretación de los resultados debe realizarse con cautela.

En cuanto a la hipertrofia muscular, la evidencia disponible también apunta a una relación favorable con el volumen semanal. Estudios previos han observado que mayores volúmenes de entrenamiento se asocian con mayores ganancias de masa muscular, aunque esta relación puede estar condicionada por variables como la intensidad, la proximidad al fallo, la frecuencia semanal, la selección de ejercicios y la duración de la intervención (Schoenfeld et al., 2017; Figueiredo et al., 2018). En sujetos no entrenados, las adaptaciones estructurales pueden aparecer de forma progresiva, aunque durante las primeras semanas el componente neural suele tener un papel más destacado.

Otro aspecto relevante es la distribución del volumen semanal. La evidencia indica que la frecuencia semanal por sí sola no siempre determina mayores ganancias cuando el volumen total se mantiene constante (Ralston et al., 2018). Esto sugiere que el volumen total semanal puede ser una variable más importante que el número de sesiones realizadas. Sin embargo, desde una perspectiva práctica, distribuir el volumen en varias sesiones puede facilitar la recuperación, reducir la fatiga por sesión y mejorar la adherencia al programa, especialmente en sujetos principiantes.

Desde el punto de vista aplicado, los resultados de esta revisión sugieren que en sujetos no entrenados no sería necesario iniciar los programas de fuerza con volúmenes elevados. Una estrategia más adecuada sería comenzar con volúmenes bajos o moderados y progresar gradualmente en función de la tolerancia, la recuperación y la evolución del rendimiento. Este planteamiento permitiría generar adaptaciones positivas sin aumentar innecesariamente el riesgo de fatiga excesiva, abandono o mala ejecución técnica.

No obstante, los resultados deben interpretarse con cautela debido a la heterogeneidad de los estudios incluidos. Las investigaciones revisadas difieren en la duración de las intervenciones, la forma de cuantificar el volumen, la frecuencia semanal, los ejercicios utilizados, la intensidad aplicada y las variables de resultado analizadas. Además, en algunos estudios resulta difícil aislar el efecto específico del volumen, ya que este interactúa con otros componentes del entrenamiento. Esta variabilidad metodológica limita la posibilidad de establecer un rango óptimo universal de volumen semanal para todos los sujetos no entrenados.

De cara a futuras investigaciones, sería conveniente realizar estudios experimentales que comparen diferentes rangos de volumen semanal en sujetos no entrenados, controlando de forma más precisa variables como la intensidad, la frecuencia, la proximidad al fallo y la duración de la intervención. También sería útil analizar si la respuesta al volumen difiere según el sexo, la edad, el nivel inicial de condición física o el grupo muscular evaluado. Esto permitiría formular recomendaciones más individualizadas y aplicables a contextos reales de entrenamiento.

En conjunto, la presente revisión indica que el volumen semanal es una variable relevante en la programación del entrenamiento de fuerza en sujetos no entrenados, pero su aumento debe aplicarse de forma progresiva y controlada. La evidencia disponible apoya una relación dosis-respuesta positiva, aunque no lineal, en la que los volúmenes moderados parecen ofrecer una relación adecuada entre estímulo, adaptación y recuperación.

Conclusiones

La presente revisión sistemática permite concluir que existe una relación dosis-respuesta positiva entre el volumen semanal de entrenamiento de fuerza y las adaptaciones neuromusculares en sujetos no entrenados. En general, los programas con múltiples series tienden a producir mayores mejoras en fuerza, hipertrofia y resistencia muscular que los protocolos de una sola serie o de volumen muy bajo.

No obstante, esta relación no parece ser completamente lineal. En sujetos no entrenados, las mejoras iniciales pueden producirse incluso con volúmenes bajos debido a su elevada sensibilidad al estímulo y al predominio de las adaptaciones neurales durante las primeras semanas de entrenamiento. A partir de determinados niveles de volumen, los beneficios adicionales pueden reducirse, especialmente si el aumento de la carga compromete la recuperación o incrementa excesivamente la fatiga.

Desde una perspectiva práctica, los resultados sugieren que en población principiante no es necesario aplicar volúmenes elevados desde el inicio. Una progresión gradual del volumen, comenzando con dosis bajas o moderadas y aumentando en función de la tolerancia individual, parece una estrategia más adecuada para favorecer las adaptaciones, mejorar la adherencia y reducir el riesgo de fatiga excesiva.

En conclusión, el volumen semanal constituye una variable relevante en la programación del entrenamiento de fuerza en sujetos no entrenados, pero debe interpretarse junto con otros factores como la intensidad, la frecuencia semanal, la recuperación y el nivel inicial del sujeto. Por ello, la prescripción del entrenamiento en fases iniciales debe buscar un equilibrio entre estímulo suficiente, recuperación adecuada y progresión individualizada.

Aplicaciones prácticas

Desde una perspectiva aplicada, los hallazgos de esta revisión indican que sujetos no entrenados no requieren implementar volúmenes elevados desde las fases más tempranas del entrenamiento. Una progresión gradual del volumen, comenzando con cargas bajas-moderadas y aumentando de forma progresiva según la tolerancia y adaptación individual, parece ser la estrategia más eficaz para optimizar las ganancias neuromusculares, minimizar el riesgo de sobreentrenamiento y mejorar la adherencia al programa. Esta aproximación resulta especialmente relevante en contextos de salud pública, actividad física recreativa y programas de iniciación deportiva.

Limitaciones

Los resultados deben interpretarse con cautela debido a la heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos. Las principales diferencias se encuentran en la duración de las intervenciones, la forma de cuantificar el volumen, la frecuencia semanal, la intensidad utilizada y las variables de resultado analizadas. Esta variabilidad dificulta establecer un rango óptimo universal de volumen semanal para todos los sujetos no entrenados.

Perspectivas de investigación futura

Futuras investigaciones deberían comparar diferentes rangos de volumen semanal en sujetos no entrenados, controlando de forma más precisa variables como la intensidad, la frecuencia, la proximidad al fallo y la duración del programa. También sería recomendable analizar si la respuesta al volumen varía en función del sexo, la edad, el nivel inicial de condición física o el grupo muscular evaluado.

Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

La presente revisión sistemática sobre la relación dosis-respuesta del volumen semanal de entrenamiento de fuerza en sujetos no entrenados contribuye principalmente a los siguientes ODS:

ODS 3: Salud y Bienestar

- Contribución principal: Este trabajo sintetiza evidencia científica sobre cómo optimizar el entrenamiento de fuerza en población principiante para maximizar adaptaciones neuromusculares (fuerza, hipertrofia, potencia) y rendimiento físico.
- Impacto concreto: Proporciona directrices basadas en la evidencia para prescribir programas de entrenamiento eficientes, seguros y sostenibles. Esto favorece la prevención de enfermedades crónicas (obesidad, sarcopenia, diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares), mejora la calidad de vida y promueve el envejecimiento saludable.
- Meta relacionada: 3.4 (reducir las muertes prematuras por enfermedades no transmisibles) y 3.8 (lograr cobertura sanitaria universal, incluyendo servicios de promoción de la salud).

ODS 4: Educación de Calidad

- Contribución: Como TFT de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, genera conocimiento accesible y actualizado que puede incorporarse en la formación de futuros profesionales (entrenadores, docentes de Educación Física, fisioterapeutas y licenciados en CAFyD).

- Impacto: Fomenta una educación basada en evidencia científica para la prescripción del ejercicio en población no entrenada, mejorando la calidad de los programas formativos y de intervención comunitaria.

ODS 5: Igualdad de Género

- Contribución: La revisión incluye estudios realizados tanto en hombres como en mujeres no entrenadas (ej. Ugurlu et al., 2024; Radaelli et al., 2013; Candow & Burke, 2007).
- Impacto: Ayuda a reducir brechas de género en el ámbito del entrenamiento de fuerza, desmontando mitos y proporcionando recomendaciones específicas que fomenten la participación femenina en programas de ejercicio físico.

ODS 10: Reducción de las Desigualdades

- Contribución: Al centrarse en población no entrenada (principiantes, sedentarios, adultos jóvenes y mayores), el trabajo promueve el acceso equitativo a recomendaciones de entrenamiento eficientes y de bajo coste especialmente relevantes para personas con menor acceso a recursos (gimnasios caros, entrenadores personales, etc.).

Este trabajo aporta evidencia científica de calidad que permite diseñar programas de entrenamiento de fuerza más eficientes, accesibles y sostenibles en el tiempo. Al optimizar el volumen semanal se reduce el riesgo de sobreentrenamiento, se mejora la adherencia a largo plazo y se maximiza el beneficio por unidad de tiempo invertido, lo que resulta especialmente valioso en contextos de salud pública y promoción de estilos de vida activos.

Referencias

1. American College of Sports Medicine. (2009). American College of Sports Medicine position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 687–708.
2. Figueiredo, V. C., de Salles, B. F., & Trajano, G. S. (2018). Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: The most effective variable in resistance training. *Sports Medicine*, 48(3), 499–505.
3. Häkkinen, K., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H., Mälkiä, E., Kraemer, W. J., Newton, R. U., & Alen, M. (1998). Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *Journal of Applied Physiology*, 84(4), 1341–1349.
4. Krieger, J. W. (2009). Single versus multiple sets of resistance exercise: A meta-regression. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1890–1901.
5. Krieger, J. W. (2010). Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: A meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 1150–1159.
6. Moritani, T., & deVries, H. A. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal of Physical Medicine*, 58(3), 115–130.
7. 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.

8. Radaelli, R., Fleck, S. J., Leite, T., Leite, R. D., Pinto, R. S., Fernandes, L., & Simão, R. (2015). Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1349–1358.

9. Radaelli, R., Botton, C. E., Wilhelm, E. N., Bottaro, M., Lacerda, F., Gaya, A., Moraes, K., Peruzzolo, A., Brown, L. E., & Pinto, R. S. (2013). Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. *Experimental gerontology*, 48(8), 710–716.

10. Ralston, G. W., Kilgore, L., Wyatt, F. B., Buchan, D., & Baker, J. S. (2018). Weekly training frequency effects on strength gain: A meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 4, 36.

11. Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Van Every, D. W., & Plotkin, D. L. (2021). Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy, and local endurance: A re-examination of the repetition continuum. *Sports*, 9(2), 32.

12. Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 35(11), 1073–1082.

13. Haddaway, N. R., Page, M. J., Pritchard, C. C., & McGuinness, L. A. (2022). PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis Campbell Systematic Reviews, 18, e1230.

14. Ugurlu, D., Güllü, M., Yapici, H., Yagin, F. H., Comertpay, E., Eroglu, O., Afonso, J., & Aldhahi, M. I. (2024). Dose-response effects of 8-week resistance training on body composition and muscular performance in untrained young women: A quasi-experimental design. *Medicine*, 103(44), e40322.

15. Candow, D. G., & Burke, D. G. (2007). Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. *Journal of strength and conditioning research*, 21(1), 204–207.
16. Cunha, P. M., Ribeiro, A. S., Tomeleri, C. M., Schoenfeld, B. J., Silva, A. M., Souza, M. F., Nascimento, M. A., Sardinha, L. B., & Cyrino, E. S. (2018). The effects of resistance training volume on osteosarcopenic obesity in older women. *Journal of Sports Sciences*, 36(14), 1564–1571.
17. Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 83(8), 713–721.
18. Bottaro, M., Veloso, J., Wagner, D., & Gentil, P. (2011). Resistance training for strength and muscle thickness: Effect of number of sets and muscle group trained. *Science & Sports*, 26(5), 259–264

Anexos

1. Escala PEDro

Escala PEDro-Español

1. Los criterios de elección fueron especificados	no ☐ si ☐ donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no ☐ si ☐ donde:
3. La asignación fue oculta	no ☐ si ☐ donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no ☐ si ☐ donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no ☐ si ☐ donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no ☐ si ☐ donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no ☐ si ☐ donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no ☐ si ☐ donde:
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	no ☐ si ☐ donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no ☐ si ☐ donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no ☐ si ☐ donde:

La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). En su mayor parte, la lista está basada en el consenso de expertos y no en datos empíricos. Dos ítems que no formaban parte de la lista Delphi han sido incluidos en la escala PEDro (ítems 8 y 10). Conforme se obtengan más datos empíricos, será posible "ponderar" los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual en la escala.

El propósito de la escala PEDro es ayudar a los usuarios de las bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuáles de los ensayos clínicos aleatorios (ej. RCTs o CCTs) pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa ("generalizabilidad" o "aplicabilidad" del ensayo) ha sido retenido de forma que la lista Delphi esté completa, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro reportada en el sitio web de PEDro.

La escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la "validez" de las conclusiones de un estudio. En especial, avisamos a los usuarios de la escala PEDro que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúan alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la "calidad" de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.

Última modificación el 21 de junio de 1999. Traducción al español el 30 de diciembre de 2012

Notas sobre la administración de la escala PEDro:

Todos los criterios **Los puntos solo se otorgan cuando el criterio se cumple claramente.** Si después de una lectura exhaustiva del estudio no se cumple algún criterio, no se debería otorgar la puntuación para ese criterio.

- Criterio 1** Este criterio se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado de los criterios que tienen que cumplir para que puedan ser incluidos en el estudio.
- Criterio 2** Se considera que un estudio ha usado una designación al azar si el artículo aporta que la asignación fue aleatoria. El método preciso de aleatorización no precisa ser especificado. Procedimientos tales como lanzar monedas y tirar los dados deberían ser considerados aleatorios. Procedimientos de asignación cuasi-aleatorios, tales como la asignación por el número de registro del hospital o la fecha de nacimiento, o la alternancia, no cumplen este criterio.
- Criterio 3** *La asignación oculta* (enmascaramiento) significa que la persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio, desconocía a que grupo iba a ser asignado cuando se tomó esta decisión. Se puntúa este criterio incluso si no se aporta que la asignación fue oculta, cuando el artículo aporta que la asignación fue por sobres opacos sellados o que la distribución fue realizada por el encargado de organizar la distribución, quien estaba fuera o aislado del resto del equipo de investigadores.
- Criterio 4** Como mínimo, en estudios de intervenciones terapéuticas, el artículo debe describir al menos una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida (diferente) del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los resultados de los grupos no difieran en la línea base, en una cantidad clínicamente significativa. El criterio se cumple incluso si solo se presentan los datos iniciales de los sujetos que finalizaron el estudio.
- Criterio 4, 7-11** *Los Resultados clave* son aquellos que proporcionan la medida primaria de la eficacia (o ausencia de eficacia) de la terapia. En la mayoría de los estudios, se usa más de una variable como una medida de resultado.
- Criterio 5-7** *Cegado* significa que la persona en cuestión (sujeto, terapeuta o evaluador) no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Además, los sujetos o terapeutas solo se consideran "cegados" si se puede considerar que no han distinguido entre los tratamientos aplicados a diferentes grupos. En los estudios en los que los resultados clave sean auto administrados (ej. escala visual analógica, diario del dolor), el evaluador es considerado cegado si el sujeto fue cegado.
- Criterio 8** Este criterio solo se cumple si el artículo aporta explícitamente *tanto* el número de sujetos inicialmente asignados a los grupos *como* el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas de resultado clave. En los estudios en los que los resultados se han medido en diferentes momentos en el tiempo, un resultado clave debe haber sido medido en más del 85% de los sujetos en alguno de estos momentos.
- Criterio 9** El análisis *por intención de tratar* significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o la condición de control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados. Este criterio se cumple, incluso si no hay mención de análisis por intención de tratar, si el informe establece explícitamente que todos los sujetos recibieron el tratamiento o la condición de control según fueron asignados.
- Criterio 10** Una comparación estadística *entre grupos* implica la comparación estadística de un grupo con otro. Dependiendo del diseño del estudio, puede implicar la comparación de dos o más tratamientos, o la comparación de un tratamiento con una condición de control. El análisis puede ser una comparación simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado, o una comparación del cambio experimentado por un grupo con el cambio del otro grupo (cuando se ha utilizado un análisis factorial de la varianza para analizar los datos, estos últimos son a menudo aportados como una interacción grupo x tiempo). La comparación puede realizarse mediante un contraste de hipótesis (que proporciona un valor "p", que describe la probabilidad con la que los grupos difieren sólo por el azar) o como una estimación de un tamaño del efecto (por ejemplo, la diferencia en la media o mediana, o una diferencia en las proporciones, o en el número necesario para tratar, o un riesgo relativo o hazard ratio) y su intervalo de confianza.
- Criterio 11** Una *estimación puntual* es una medida del tamaño del efecto del tratamiento. El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado en (cada uno) de todos los grupos. *Las medidas de la variabilidad* incluyen desviaciones estándar, errores estándar, intervalos de confianza, rango intercuartílico (u otros rangos de cuantiles), y rangos. Las estimaciones puntuales y/o las medidas de variabilidad deben ser proporcionadas gráficamente (por ejemplo, se pueden presentar desviaciones estándar como barras de error en una figura) siempre que sea necesario para aclarar lo que se está mostrando (por ejemplo, mientras quede claro si las barras de error representan las desviaciones estándar o el error estándar). Cuando los resultados son categóricos, este criterio se cumple si se presenta el número de sujetos en cada categoría para cada grupo.