

Título

Efectos del entrenamiento isométrico en adultos con hipertensión: Una revisión paraguas de estudios de intervención.

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte
Universidad Miguel Hernández de Elche



Curso académico: 2024-2025

Estudiante: Antonio Martín Méndez

Tutor académico: Casto Juan Recio

Índice

<i>Título</i>	1
<i>Abstract</i>	3
<i>Introducción</i>	4
<i>Método</i>	5
Protocolo y Registro:.....	5
Fuentes de Información:.....	5
Criterios de Elegibilidad:.....	6
Selección de Estudios y Extracción de Datos:.....	6
Evaluación de la Calidad Metodológica y Síntesis de la Evidencia:.....	6
<i>Resultados</i>	7
Proceso de selección.....	7
Efectos del EFI.....	11
<i>Discusión</i>	13
Eficacia general del EFI sobre la presión arterial.....	14
Factores que influyen en los efectos de EFI.....	14
Limitaciones y desafíos en la investigación.....	15
Mecanismos fisiológicos y fortalezas de la evidencia.....	15
Recomendaciones para futuras investigaciones.....	15
<i>Conclusión</i>	16
<i>Propuesta de intervención</i>	16
<i>Referencias</i>	17



Abstract

Purpose: This umbrella review aims to synthesize the available evidence on the effects of isometric resistance training (IRT) on blood pressure (BP) reduction in adults.

Method: Following the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines, systematic reviews and meta-analyses that evaluated the effects of IRT on systolic (SBP), diastolic (DBP), and mean arterial pressure (MAP) in adults over 18 years old were included. Data were extracted regarding the magnitude of BP reductions, methodological characteristics, participants-related factors and limitations in the interventions.

Results: A total of 10 systematic reviews and meta-analyses were identified, showing statistically a clinically significant reduction in SBP, DBP and MAP following IRT interventions. In some cases these reductions were greater than those observed with aerobic or dynamic resistance training. The strongest evidence comes from a meta-analysis of individual participant data. U.S. clinical guidelines have incorporated IRT as a valid non-pharmacological treatment option. However, there is methodological heterogeneity among studies, limited standardization of training protocols, and certain limitations in blood pressure measurement, particularly in ambulatory settings.

Conclusion: Overall, IRT is a safe, accessible, and effective exercise modality, according to the reviewed evidence, for lowering blood pressure in adults, with clinically meaningful effects and potential to be included in non-pharmacological hypertension management strategies. Longer and better-controlled studies are needed to validate its long-term impact, understand the underlying physiological mechanisms, and establish more precise prescription guidelines.

Keywords: Resistance training; Blood pressure; Hypertension; Meta-analyses; Systematic reviews

Resumen

Objetivo: Este trabajo de revisión paraguas tiene como objetivo sintetizar la evidencia disponible sobre los efectos del entrenamiento de fuerza isométrico (EFI) en la reducción de la presión arterial (PA) en adultos.

Método: Siguiendo las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses), se incluyeron aquellas revisiones sistemáticas y metaanálisis que evaluaron los efectos del EFI sobre la presión arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) y media (PAM) en adultos mayores de 18 años. Se extrajeron datos sobre la magnitud de las reducciones de PA, características metodológicas, factores relacionados con los participantes y limitaciones en las intervenciones.

Resultados: Se identificaron diversas revisiones sistemáticas y metaanálisis $n = 10$ que demostraron reducciones estadísticamente y clínicamente significativas en PAS, PAD y PAM tras intervenciones de EFI, siendo en algunos casos, superiores a las observadas en el entrenamiento aeróbico o de fuerza dinámica. La evidencia más robusta proviene de un metaanálisis con datos de participantes individuales. Las guías clínicas estadounidenses han incorporado el EFI como opción válida de tratamiento no farmacológico. Sin embargo, existe heterogeneidad metodológica entre estudios, una escasa estandarización en protocolos de entrenamiento y ciertas limitaciones en la medición de la presión arterial, especialmente en contextos ambulatorios.

Conclusión: En general, el EFI es una modalidad de ejercicio segura, accesible y eficaz, según la evidencia revisada, para reducir la presión arterial en adultos, con efectos clínicamente significativos y potencial para ser incluido en estrategias de manejo no farmacológico de la hipertensión. Se requieren estudios más prolongados y con mejor control metodológico para validar su impacto a largo plazo, comprender los mecanismos fisiológicos subyacentes y establecer directrices de prescripción más precisas.

Palabras clave: Entrenamiento de fuerza; Presión arterial; Hipertensión; Metaanálisis; Revisión sistemática.

Introducción

La hipertensión arterial (HTA), o presión arterial alta, se destaca como un problema de salud global de gran magnitud (Chobanian et al., 2003). Es universalmente reconocida como el principal factor de riesgo modificable para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, la discapacidad y la mortalidad en todo el mundo (Lim et al., 2012). La prevalencia de la hipertensión varía, pero se sitúa entre el 25 % y el 43 % en la población de EE.UU., con una tendencia al alza observada en encuestas realizadas (Heidenreich et al., 2011). En España el 33% de los adultos de 30 a 79 años (10 millones) eran hipertensos en 2019 (Banegas et al., 2024). La tasa de crecimiento de la población afectada por la hipertensión aumenta gradualmente con la edad, especialmente en sujetos de mediana edad. El riesgo de padecer hipertensión durante los próximos 40 años en adultos de 45 años sin esta afección, es del 93 % en afroamericanos, 92 % en individuos hispanos, 86 % en individuos blancos y 84 % en adultos chinos (Carlson et al., 2011). Dada esta prevalencia, los costos médicos asociados para la atención médica son considerables.

El manejo de la hipertensión es una prioridad global para la OMS. Si bien los medicamentos antihipertensivos a menudo tienen efectos secundarios mínimos, su eficacia puede ser limitada, controlando la presión arterial con éxito en aproximadamente el 50% de las personas a las que se les prescribe tratamiento (Hajjar et al., 2003). Esto subraya la necesidad urgente de implementar intervenciones efectivas para prevenir o gestionar mejor la presión arterial alta.

Según la Sociedad Americana de Cardiología y las directrices de la Asociación Americana del Corazón para la prevención, detección, evaluación y tratamiento de la hipertensión en adultos indica que la presión arterial normal está por debajo de 120/80 mmHg; La presión arterial sistólica prehipertensiva es de 120 a 129 mmHg con una presión diastólica inferior a 80 mmHg y la presión sistólica para la hipertensión es de 130 mmHg o más con una PA diastólica de 80 mmHg (Whelton et al., 2017). En consecuencia, las guías de tratamiento, tanto nacionales como internacionales, para la prevención primaria y secundaria de la hipertensión, recomiendan consistentemente modificaciones en el estilo de vida como la primera línea de la terapia (Chobanian et al., 2003). Estas modificaciones incluyen dejar de fumar, adoptar hábitos alimenticios saludables, controlar el estrés y, de manera muy importante, aumentar los niveles de actividad física. La recomendación general de salud (clase I, nivel B de evidencia) para reducir la presión arterial es realizar actividad física de intensidad moderada a alta durante al menos 30 minutos diarios, la mayoría de los días de la semana, con el objetivo de alcanzar un total mínimo de 150 minutos por semana (Mosca et al., 2011).

Históricamente, el entrenamiento de fuerza dinámico (como el levantamiento de pesas o el entrenamiento en circuito) y especialmente el ejercicio aeróbico (caminar a paso ligero, trotar, bailar, andar en bicicleta o nadar, entre otras) han sido considerados las metodologías *gold estándar* para aumentar los niveles de actividad física en el contexto del manejo de la presión arterial (Pescatello et al., 2004). Se ha informado que el entrenamiento aeróbico produce reducciones en la presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (DPB) de aproximadamente 3 a 6 mmHg (Brook et al., 2013). Algunos metaanálisis han mostrado reducciones de 3.5 mmHg (IC 95 % -4,6 a -2,3) en la PAS y 2.5 mmHg (IC 95 % -3,2 a -1,7) en la PAD después del entrenamiento aeróbico (Cornelissen et al., 2013). Por el contrario el entrenamiento de fuerza dinámico puede reducir la PAS en 2 a 3 mmHg. (Lee et al., 2010)

Además, el entrenamiento combinado, que incluye elementos aeróbicos y dinámicos de fuerza, se ha asociado con reducciones en la PAD de 2,2 mmHg, (IC 95 % -3,9 a -0,48), pero no en la PAS (1,4 mmHg, IC 95 % -4,2 a 1,5) (Cornelissen et al., 2013). Las reducciones de presión arterial después del entrenamiento aeróbico fueron mayores en sujetos hipertensos (8,3/5,2 mmHg) que en prehipertensos o con presión arterial normal. En general, no hubo diferencias significativas entre los efectos del entrenamiento aeróbico, dinámico de fuerza y combinado en PAS y PAD, aunque los análisis sugieren que, en aquellos con hipertensión, el entrenamiento aeróbico podría ser superior al entrenamiento de fuerza dinámico o combinado (Cornelissen et al., 2013).

Sin embargo, estos tipos de ejercicio pueden consumir mucho tiempo, limitar el cumplimiento y la adherencia, y pueden no ser adecuados para pacientes con limitaciones de movilidad (Mills et al., 2016). La

adherencia al ejercicio aeróbico suele ser subóptima. En muchos casos, los profesionales de la salud recurren inmediatamente al tratamiento farmacológico para la hipertensión debido a la mala adherencia al ejercicio (Jones et al., 2005).

En este contexto, han surgido nuevas evidencias sobre los efectos antihipertensivos del entrenamiento de fuerza isométrico (EFI), lo que sugiere la necesidad de actualizar las recomendaciones de ejercicio físico para el manejo de la hipertensión (Smart et al., 2020). El ejercicio isométrico, también conocido como estático, implica una contracción sostenida contra una carga o resistencia inamovible con un cambio nulo o mínimo en la longitud del grupo muscular involucrado (Cornelissen et al., 2013). A diferencia del ejercicio aeróbico, el EFI se puede realizar mientras se está sentado, sin cambiar de ropa y en cualquier momento (Whelton et al., 2017). Las personas que no pueden realizar entrenamiento aeróbico pueden emprender un EFI, ya que ofrece varias ventajas que pueden mejorar la adherencia: simplicidad, facilidad de acceso, bajo costo, no requiere supervisión profesional y menor tiempo total de ejercicio que el entrenamiento aeróbico (Smart et al., 2020). Es posible que una mayor adherencia pueda explicar en parte los tamaños del efecto relativamente mayores que los que se han logrado casi sin excepción en los ensayos clínicos en comparación con otras modalidades de ejercicio (Carlson et al., 2014). Además, como en determinados EFI el único coste apreciable es un dinamómetro manual, este tipo de entrenamiento puede resultar incluso más rentable que la medicación antihipertensiva.

Para abordar la necesidad de transparencia y estandarización en el informe de revisiones sistemáticas y metaanálisis, se utilizan directrices como la declaración PRISMA (Urrutia et al., 2010). Esta metodología proporciona un conjunto de elementos basados en la evidencia para mejorar la forma en que se informan las revisiones. Es crucial para garantizar que las síntesis de las investigaciones, cuyo objetivo es evaluar los efectos del EFI en la hipertensión, sean lo más completas, transparentes y fiables posibles, facilitando su uso para informar y tomar decisiones para el bienestar de la población.

Este trabajo tiene como objetivo analizar sistemáticamente la evidencia existente sobre los efectos del entrenamiento isométrico sobre la presión arterial, con especial atención a su eficacia, mecanismos fisiológicos y aplicabilidad clínica.

Método

Protocolo y Registro:

- Este trabajo se realizó en conformidad con las recomendaciones y criterios descritos en la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis) para revisiones sistemáticas y metaanálisis.
- El uso de PRISMA busca asegurar la transparencia y estandarización en el informe de revisiones sistemáticas y metaanálisis.
- El protocolo de esta revisión paraguas no fue registrado en ninguna base de datos, como PROSPERO debido a la naturaleza académica de la misma. Para futuras revisiones de carácter publicable, se recomienda el registro formal del protocolo, a fin de facilitar la metodología aplicada y minimizar el riesgo de sesgo.

Fuentes de Información:

- La búsqueda bibliográfica se realizó en la base de datos PubMed, seleccionada por su alto grado de cobertura en ciencias de la salud.
- La estrategia de búsqueda se realizó combinando los términos clave: "hypertension" AND "Blood Pressure" AND "isometric training".
- Se aplicaron filtros en las bases de datos para limitar la búsqueda a: fechas de publicación (entre el año 2010 y el 2024), especie humana, edad (adultos: +18 años) e idiomas (inglés).
- La fecha de la última búsqueda en la base de datos se realizó el día 19 de mayo del año 2025.

Criterios de Elegibilidad:

- Los criterios de inclusión para los estudios fueron predefinidos:
 - Ser revisiones sistemáticas o metaanálisis publicados entre 2010 y 2024.
 - Evaluar los efectos del entrenamiento de fuerza isométrico (EFI) sobre la presión arterial.
 - Incluir exclusivamente participantes adultos (≥ 18 años).
 - Estar escritos en inglés y disponibles en texto completo gratuito.
 - Reportar una intervención de al menos dos semanas de duración.
 - Contar con una muestra mínima de cinco participantes por grupo en la fase post-intervención.
- Se excluyeron estudios con animales, artículos de revisión y estudios de ejercicio agudo (de una sola sesión). También se excluyeron artículos sin texto completo gratuito, los que no se correspondían con el tema y los que no cumplían con el tipo de entrenamiento.

Selección de Estudios y Extracción de Datos:

- La selección de artículos se realizó en dos fases: primer, revisión del título y resumen de cada referencia; posteriormente, lectura a texto completo de los documentos seleccionados.
- De cada estudio incluido se extrajo información sobre: características de los participantes, duración de la intervención, tipo de entrenamiento, número de estudios primarios incluidos, método de revisión, y resultados sobre presión arterial sistólica, diastólica y media.

Evaluación de la Calidad Metodológica y Síntesis de la Evidencia:

- La síntesis de los hallazgos se realizó de forma narrativa, complementada con la presentación de los resultados cuantitativos reportados por los metaanálisis incluidos (diferencias de medias e intervalos de confianza del 95 %).
- No se aplicó ninguna herramienta estandarizada (como AMSTAR 2 o GRADE) para la evaluación formal de la calidad metodológica de los estudios incluidos, lo cual se reconoce como una limitación. Para revisiones sistemáticas destinadas a publicarse, se sugiere que integren estas herramientas para fortalecer la validez de sus conclusiones.

Resultados

Proceso de selección

Tras una primera búsqueda con los términos claves se obtuvieron 6.176 resultados. Se excluyeron 3.298 ya que no eran de texto completo gratuito. Tras aplicar los criterios de elegibilidad se obtuvieron un total de 46 artículos. Posteriormente se realizó una lectura de título y/o resumen y se descartaron 34 que no se correspondían con el tema. Con los 12 últimos artículos se hizo una lectura más en profundidad y se excluyeron 2 artículos por no cumplir el requisito del tipo de entrenamiento (isométrico). Tras esto se concluyó con un total de 10 artículos científicos para el posterior análisis.

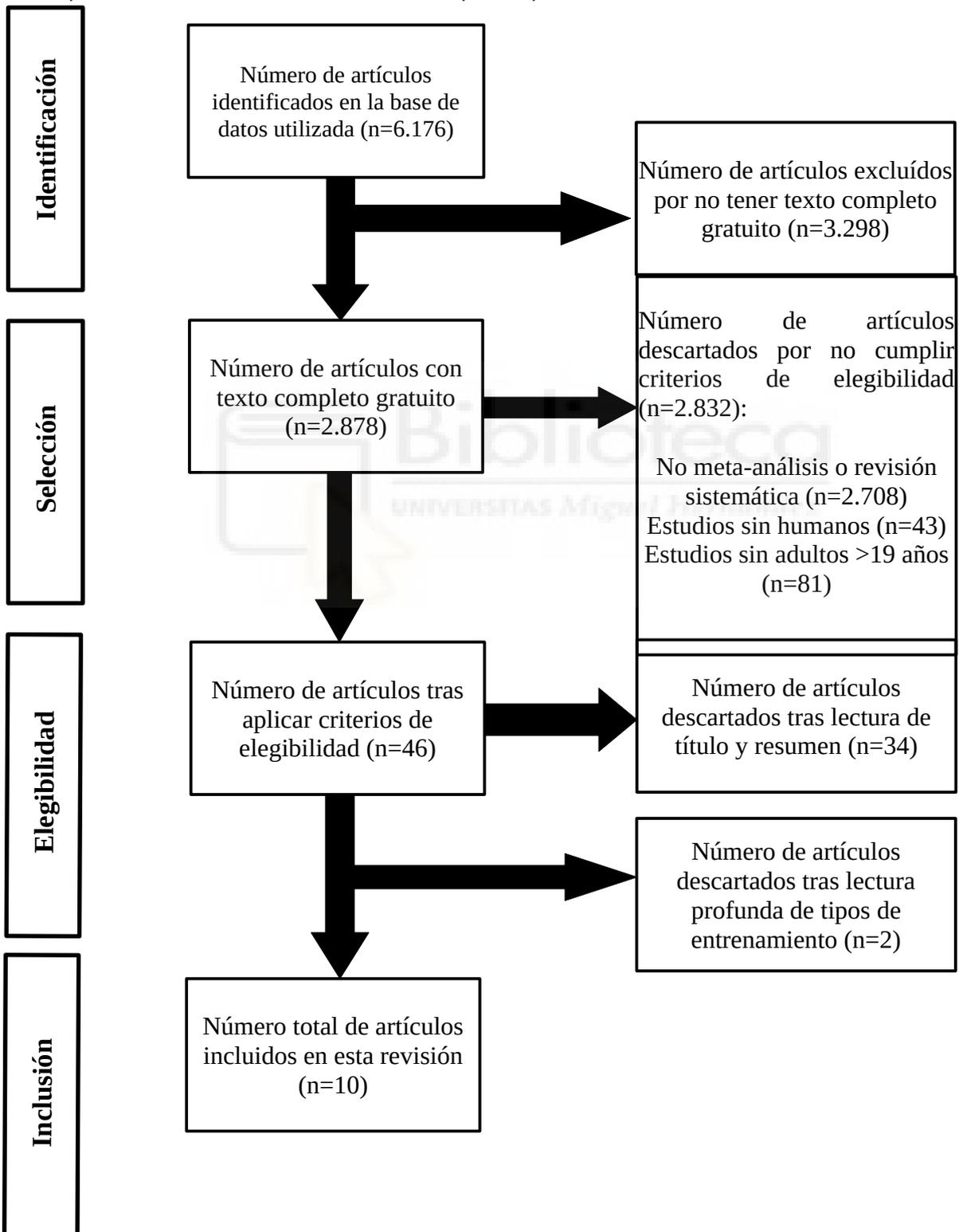


Fig. 1. Diagrama de flujo PRISMA de revisiones identificadas, filtradas, eliminadas y incluidas en la revisión.

Tabla 1- Características y principales resultados de los estudios incluidos

Estudio	Participantes	Sujetos	Duración de intervención	Tipos de entrenamiento	Método de revisión	Nº de estudios	Conclusiones
Bafour-Awuah et al. (2023)	415	Adultos ≥ 18 años con hipertensión mayor de 140/90 mmHg, diferentes IMC, algunos medicados y otros no medicados.	3–12 semanas	Entrenamiento isométrico.	Revisión sistemática metaanálisis	12 estudios y (14 grupos)	El entrenamiento isométrico reduce significativamente la PA sistólica, diastólica y la media de consultorio, además durante la noche también redujo ambas.
Cornelissen & Smart (2013)	5223	Probaron diferencias entre subgrupos como; Hombres y mujeres, diferentes presiones arteriales y de edades <50 y ≥ 50 años.	≥ 3 semanas	Aeróbico, fuerza dinámica, combinado, isométrico.	Revisión sistemática metaanálisis	y 93 estudios	El entrenamiento aeróbico, dinámico y isométrico reduce PA; el combinado sólo reduce PAD. El isométrico tiene el mayor impacto de estas.
Gao et al. (2023)	2385	Adultos de mediana edad y mayores en la hipertensión.	No especificado	Aeróbico isométrico.	y Metaanálisis de red	19 estudios	Tanto aeróbico como isométrico reducen PAS, más este último, pero en PAD no son datos significativos.
Kelley et al. (2021)	411	Dos grupos previos que observaron cambios en PAS y PAD en reposo.	No especificado	Isométrico.	Metaanálisis	16 estudios	El entrenamiento isométrico reduce PAS y PAD en reposo, pero las diferencias interindividuales parecen deberse más a variabilidad aleatoria.

Estudio	Participantes	Sujetos	Duración de intervención	Tipos de entrenamiento	Método de revisión	Nº de estudios	Conclusiones
Carlson et al. (2014)	223	Adultos hipertensos todos medicados y sujetos normotensos.	≥ 4 semanas	Isométrico y Aeróbico.	Revisión sistemática metaanálisis	9 estudios	Reducciones significativas de PAS, PAD y PAM. Mayor efecto que el ejercicio aeróbico o fuerza dinámica con un menor compromiso de tiempo.
Jin et al. (2017)	157	Adultos sanos y subgrupos de estado inicial de hipertensión: prehipertensos, hipertensos medicados y normotensos.	No especificado	Isométrico (Prensión manual o Hand grip)	Metaanálisis	7 ensayos	Disminución significativa de PAS y PAD, especialmente en prehipertensos. Potencial terapéutico clínico.
Smart et al. (2019)	326	Adultos > 18 años con hipertensión, un 52% del total tomando medicación y un 25% del total con diagnóstico de enfermedad coronaria.	≥ 3 semanas	Isométrico	Metaanálisis con datos individuales (IPD)	12 estudios (14 grupos)	Reducción significativa de PAS, PAD y PAM. Las características individuales (clínicas, de medicación o demográficas) no modifican el efecto.
Inder et al. (2016)	302	Hombres y mujeres de entre 16 y 74 años, algunos con hipertensión y medicación.	≥ 2 semanas	Isométrico y Aeróbico	Revisión sistemática metaanálisis	11 estudios	Reducción significativa de PAS, PAD y PAM en reposo. Mayores reducciones en hombres ≥ 45 años.

Estudio	Participantes	Sujetos	Duración de intervención	Tipos de entrenamiento	Método de revisión	Nº de estudios	Conclusiones
López-Valenciano et al. (2019)	492	Adultos pre o hipertensos además de normotensos. Mujeres y hombres con una media de edad de 40.4 ± 5.2 años.	≥ 2 semanas	Isométrico	Revisión sistemática y metaanálisis	16 estudios	Reducción significativa de PAS y PAM. PAD disminuye pero la magnitud del efecto no es suficiente para tener relevancia clínica.
Smart et al. (2020)	326	Ensayos aleatorizados. Tomaron PA pre y Post entrenamiento.	8 minutos, 3 veces/semana	Isométrico	Metaanálisis IPD	12 estudios	EFI reduce PAS en 6–7 mmHg. Este dato es similar al que se consigue mediante la medicación además de reducir en un 13 % el riesgo de infarto de miocardio y un 22 % el riesgo de accidente cerebrovascular.

Efectos del EFI

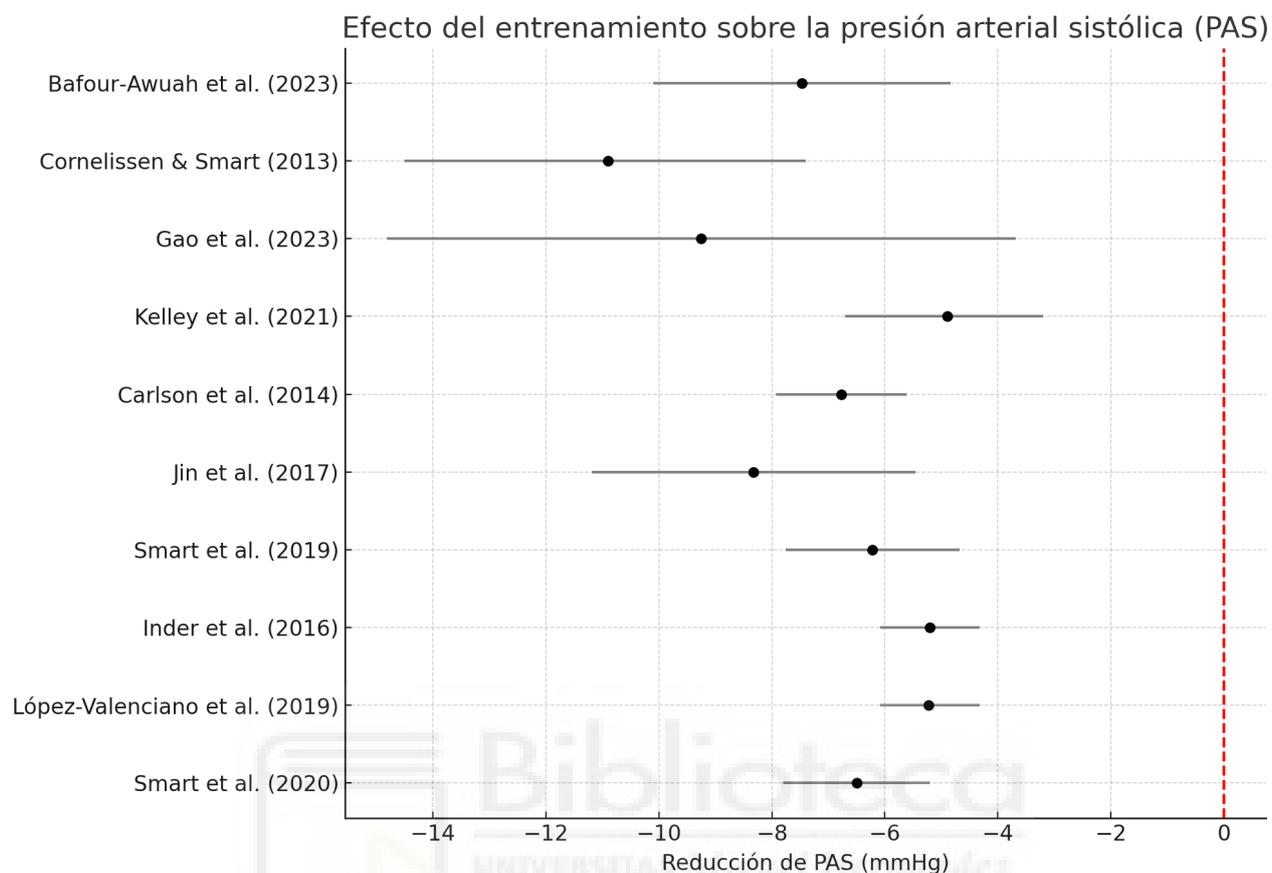


Fig. 1. Efecto de la presión arterial sistólica (PAS). La línea roja marca el punto donde no hay efecto (0mmHG) y cada punto con la barra representa el efecto medio y su intervalo de confianza del 95% de cada estudio.

Tabla 3. Efectos e intervalos exactos de los estudios sobre la PAS.

Estudio	Efecto estimado (mmHg)	IC 95% (mmHg)
Baffour-Awuah et al. (2023)	-7,47	[-10,10, -4,84]
Cornelissen & Smart (2013)	-10,9	[-14,5, -7,4]
Gao et al. (2023)	-9,25	[-14,81, -3,69]
Kelley et al. (2021)	-4,9	[-6,7, -3,2]
Carlson et al. (2014)	-6,77	[-7,93, -5,62]
Jin et al. (2017)	-8,33	[-11,19, -5,46]
Smart et al. (2020)	-6,22	[-7,75, -4,68]
Inder et al. (2016)	-5,20	[-6,08, -4,33]
López-Valenciano et al. (2019)	-5,23	[-6,08, -4,33]
Smart et al. (2019)	-6,50	[-7,8, -5,2]

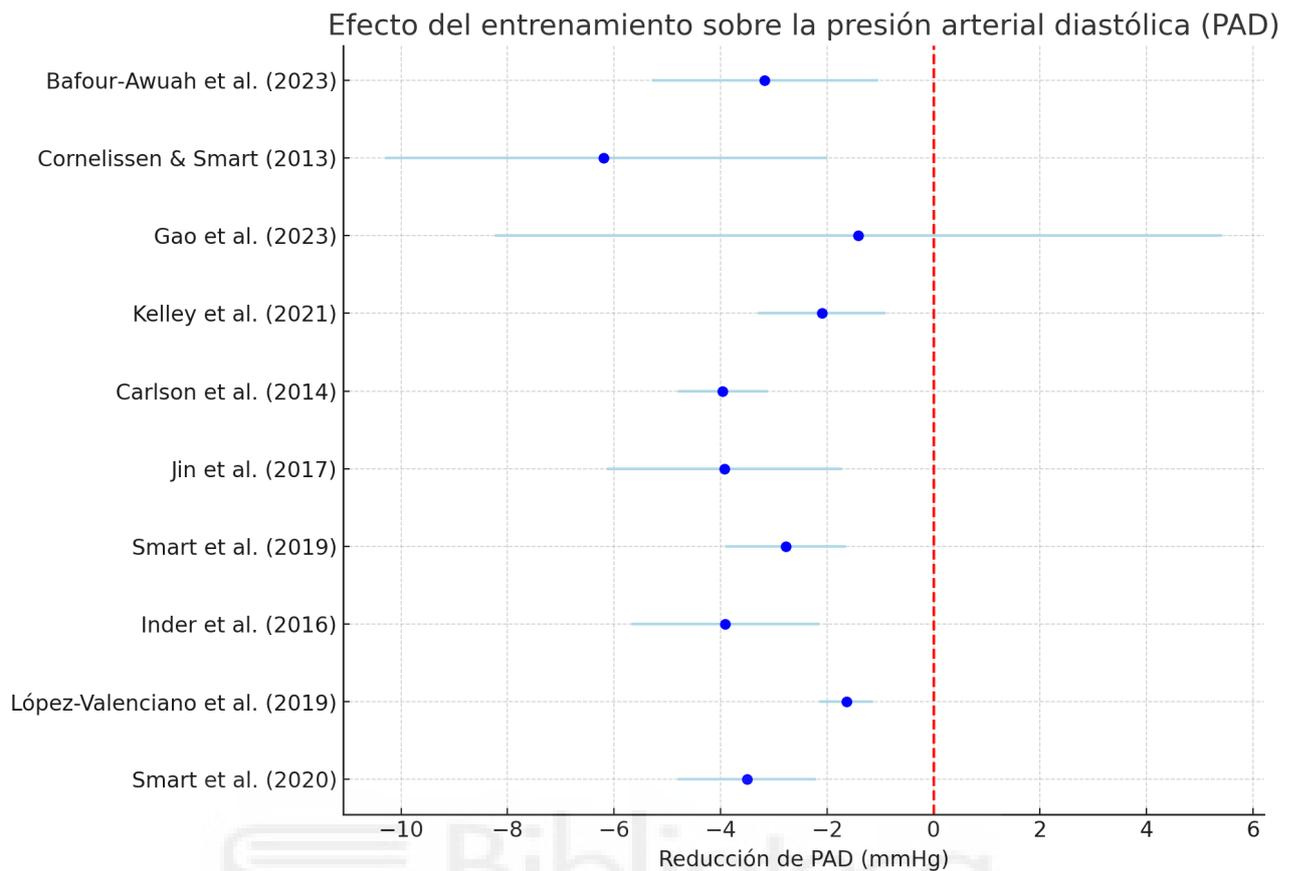


Fig. 2. Efecto de la presión arterial diastólica (PAD). La línea roja marca el punto donde no hay efecto (0mmHg) y cada punto con la barra representa el efecto medio y su intervalo de confianza del 95% de cada estudio.

Tabla 4. Efectos e intervalos exactos de los estudios sobre la PAD.

Estudio	Efecto estimado (mmHg)	IC 95% (mmHg)
Bafour-Awuah et al. (2023)	-3,17	[-5,29, -1,04]
Cornelissen & Smart (2013)	-6,2	[-10,3, -2,0]
Gao et al. (2023)	-1,41	[-8,24, 5,42]
Kelley et al. (2021)	-2,1	[-3,3, -0,9]
Carlson et al. (2014)	-3,96	[-4,80, -3,12]
Jin et al. (2017)	-3,93	[-6,14, -1,72]
Smart et al. (2020)	-2,78	[-3,92, -1,65]
Inder et al. (2016)	-3,91	[-5,68, -2,14]
López-Valenciano et al. (2019)	-1,64	[-2,14, -1,14]
Smart et al. (2019)	-3,50	[-4,8, -2,2]

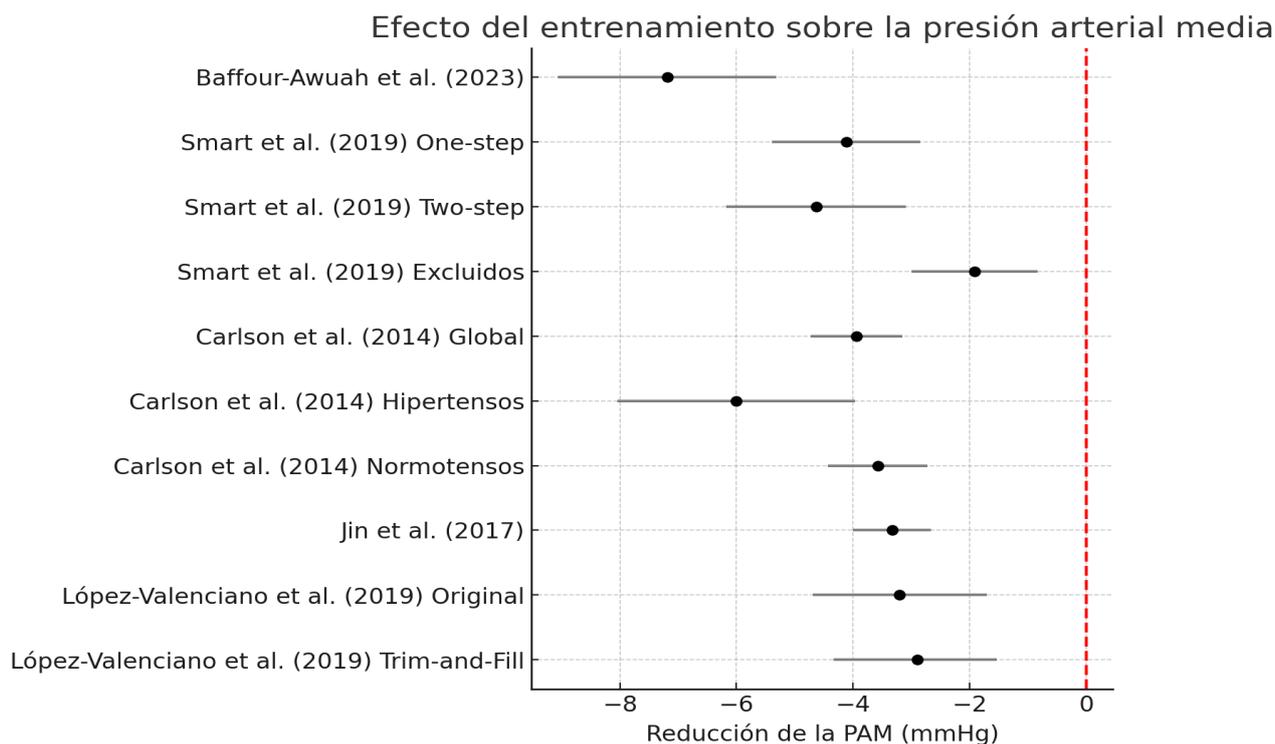


Fig. 3. Efecto de la presión arterial media (PAM). La línea roja marca el punto donde no hay efecto (0mmHG) y cada punto con la barra representa el efecto medio y su intervalo de confianza del 95% de cada estudio.

Tabla 5. Efectos e intervalos exactos de los estudios sobre la PAM.

Estudio	Efecto estimado (mmHg)	IC 95% (mmHg)	Notas/Subgrupo
Baffour-Awuah et al. (2023)	-7,19	[-9,06, -5,32]	Hipertensos
Smart et al. (2019)	-4,12	[-5,39, -2,85]	Análisis IPD One-step
Smart et al. (2019)	-4,63	[-6,18, -3,09]	Análisis IPD Two-step
Smart et al. (2019)	-1,92	[-3,00, -0,84]	Estudios excluidos del IPD
Carlson et al. (2014)	-3,94	[-4,73, -3,16]	Resultado global
Carlson et al. (2014)	-6,01	[-8,04, -3,97]	Hipertensos medicados
Carlson et al. (2014)	-3,58	[-4,43, -2,73]	Normotensos
Jin et al. (2017)	-3,33	[-4,01, -2,66]	Adultos sanos
López-Valenciano et al. (2019)	-3,20	[-4,69, -1,71]	Antes de ajuste por sesgo (original)
López-Valenciano et al. (2019)	-2,90	[-4,34, -1,54]	Ajustado por sesgo de publicación (Trim & Fill)

Discusión

La hipertensión arterial es un factor de riesgo primario para las enfermedades cardiovasculares y su control adecuado a menudo presenta grandes desafíos. Las intervenciones no farmacológicas, incluido el ejercicio, desempeñan un papel crucial en el manejo de la hipertensión. Tradicionalmente, el ejercicio aeróbico se ha

considerado la base del tratamiento no farmacológico para el manejo de esta enfermedad. Sin embargo, la evidencia científica reciente sugiere que el entrenamiento de fuerza isométrico (EFI) puede ofrecer efectos contra la hipertensión significativos que justifican una mayor consideración en las guías clínicas.

Eficacia general del EFI sobre la presión arterial

Un hallazgo consistente y punto central de discusión en los estudios es que el EFI reduce significativamente la presión arterial sistólica y diastólica en adultos. Smart et al. (2019) reportaron reducciones significativas para la PA de reposo. Utilizaron dos formas de análisis de datos, un enfoque “one-step”, cuyas medias fueron de -6,22 mmHg para la PAS y de -2,78 mmHg para la PAD además de -4,12 mmHg para la PAM y otro enfoque “two-step” el cual mostró resultados similares: -7,35 mmHg (PAS), -3,29 mmHg (PAD) y -4,63 mmHg (PAM). Se considera de gran importancia por ser el único metaanálisis de datos de participantes individuales hasta su fecha de publicación.

López-Valenciano et al. (2019), hallaron efectos positivos “muy probables” o “probables” sobre la PAS (-5,23 mmHg) y la PAM (-2,9 mmHg). La reducción en PAD fue estadísticamente significativa (-1,64 mmHg) pero no alcanzó el umbral de relevancia clínica superior a 2 mmHg. Con todo esto concluyó que el EFI ejerce un estímulo suficiente sobre la función cardiovascular para reducir la PA en adultos.

El EFI puede lograr reducciones de la presión arterial similares a tratamiento farmacológico para la hipertensión (Baffour et al., 2023). En ese sentido, Cornelissen et al. (2013), reportaron reducciones significativas para el EFI de -10,9 mmHg en PAS y -6,2 mmHg en PAD. En este estudio se comparó el EFI con otras modalidades de ejercicio (aeróbico, fuerza dinámica o combinado) y sugirió que los efectos de EFI podrían ser mayores, aunque reconocieron la limitada cantidad de estudios sobre entrenamiento isométrico en ese momento.

Las guías recientes de EE.UU recomiendan el EFI como una posible terapia no farmacológica en la reducción de la PA, respaldada por “evidencia sólida” (Baffour et al., 2023; López-Valenciano et al., 2019; Smart et al., 2020). Estas reducciones se asocian con un menor riesgo de padecer eventos cardiovasculares mayores. Por ejemplo, una reducción de 6-7 mmHg en PAS equivale a una reducción del 13% en el riesgo de infarto de miocardio y un 22% en riesgo de accidente cerebrovascular. Asimismo, López-Valenciano et al. (2019) señala que reducciones superiores a 2mmHg en PAS y PAM tienen implicaciones relevantes para la salud pública, pudiendo reducir el riesgo de cardiopatía coronaria y accidente cerebrovascular hasta en un 6% y 15% respectivamente.

En contraste con los efectos sobre la PA, el EFI no parece tener un efecto significativo sobre la frecuencia cardíaca (FC) en reposo en la mayoría de análisis agrupados (Baffour et al., 2023). Aunque Jin et al. (2017) encontró que la FC disminuyó significativamente en el subgrupo de prehipertensos pero no en los subgrupos de hipertensos medicados o normotensos.

Factores que influyen en los efectos de EFI

Estado de medicación y clínico

La literatura sugiere que tanto los participantes medicados como los no medicados mostraron reducciones significativas de la PAD, aunque la reducción fue mayor en los no medicados (Baffour et al., 2023). Smart et al. (2019) no encontraron diferencias significativas según el uso de la medicación, aunque advirtieron que el análisis específico por tipo de medicación fue limitado debido al pequeño número de participantes con medicamentos o datos que faltaban. Por el contrario, Jin et al. (2017) encontró reducciones significativas de la PAS y la PAD en subgrupos de hipertensos medicados y normotensos, además de en PAS, PAD y FC en prehipertensos. No obstante, resaltar que los tamaños de los subgrupos eran pequeños, lo cual limita la solidez de la conclusión.

En cuanto a la edad y el sexo, varios estudios no encontraron modificaciones en el efecto de EFI significativos (Smart et al., 2019). Sin embargo, López-Valenciano et al. (2019) sí encontraron algunas diferencias, sin dejar de respaldar el EFI independientemente del sexo y la edad. Por otra parte, ni el índice de masa corporal (IMC) ni la presencia de enfermedad cardiovascular parecen alterar los efectos del EFI, aunque nuevamente, las conclusiones están limitadas por el tamaño reducido de las muestras en estos subgrupos (Smart et al., 2019).

Respecto a las características del ejercicio, el tipo de extremidad utilizada (brazo vs pierna) o la unilateralidad vs bilateralidad, no encontraron que estas variables modificaran el efecto en el tratamiento.

Esto sugiere que se pueden incluir contracciones isométricas unilaterales o bilaterales de presión manual o extensión de pierna en los programas de EFI. La duración de los programas ha sido limitada, de 3 a 12 semanas, lo cual pone de manifiesto la necesidad de ensayos de mayor duración además de estudios de seguimiento. Los protocolos de intensidad y frecuencia más comunes emplean un 30% de la contracción voluntaria máxima (CVM) y 3 veces por semana. Cabe destacar que el análisis de subgrupos basado en estas dos variables no siempre fue posible por la falta de datos disponibles.

Limitaciones y desafíos en la investigación

Los metaanálisis revisados presentan varias limitaciones que deben considerarse al interpretar sus resultados. Una limitación principal y en repetidas ocasiones reportada es la heterogeneidad de moderada a alta entre los estudios en la mayoría de sus análisis, atribuida a diferencias en los métodos de medición de la PA (manual frente a automatizado), el estado de medicación y la metodología de los programas de EFI.

El sesgo de publicación es otro problema recurrente ya que, aunque algunas revisiones no detectan una asimetría significativa en los gráficos de embudo (funnel plots), otras sí reportan efectos de estudios pequeños y tendencia a la publicación de resultados positivos. No obstante, López-Valenciano et al. (2019) utilizó el método de relleno (trim-and-fill) para ajustar sus resultados, lo que resultó en estimaciones del efecto ligeramente menores para la PAS, PAM y para PAD lo que provocó que, esta última, ya no alcanzara relevancia clínica.

El cegamiento representa otra dificultad inherente dada la naturaleza del ejercicio ya que no es posible ocultar el grupo de ejercicio al que pertenecen los participantes. Esto puede conllevar una limitación a la hora de evaluar el riesgo de efecto placebo. También el cegamiento a los investigadores es raramente implementado, introduciendo un posible sesgo de medición.

Asimismo, existe una variación en los métodos de medición de la PA. Pocos estudios informan sobre la presión arterial ambulatoria (PAMA) (Inder et al., 2016; Smart et al., 2019), considerada en algunos países como el método de referencia y la más representativa para la estimación del riesgo cardiovascular (Smart et al., 2019). Esta escasez de estudios con medición de PAMA representa una limitación importante ya que se necesitan estudios donde se registre y mida esta variable a largo plazo en muestras grandes, hasta entonces, el verdadero valor de EFI como terapia de la hipertensión se mantiene incierto.

Mecanismos fisiológicos y fortalezas de la evidencia.

Las explicaciones fisiológicas que produce el EFI en la reducción de PA incluyen mejoras en la dilatación endotelial, reducción del estrés oxidativo y cambios en la regulación del sistema nervioso autónomo. No obstante, estas hipótesis carecen de validez sólida debido a la escasez de estudios que midan marcadores neurohormonales o vasculares de forma sistemática.

A pesar de las limitaciones, los estudios también destacan fortalezas. Por ejemplo, el bajo riesgo de sesgo en la aleatorización de los estudios, ya que los grupos estaban bien emparejados al inicio. También, las escalas de calidad del estudio como TESTEX y PEDro (modificadas) fueron utilizadas obteniendo puntuaciones medianas que sugieren un diseño y comunicación de buenos a moderados en los estudios. Además, la mayoría de los estudios incluidos proporcionan datos completos, reduciendo el sesgo por datos faltantes.

Recomendaciones para futuras investigaciones

Los estudios coinciden en la necesidad de:

- Realizar ensayos aleatorizados de mayor tamaño y duración, incluyendo seguimientos a largo plazo.
- Implementar diseños con entrenamiento isométrico simulado para permitir estudios doble ciego más sólidos.
- Centrarse en poblaciones hipertensas, con información precisa sobre el uso de medicación.
- Incorporar mediciones de PAMA y monitorizaciones de la PA durante las sesiones de EFI para evaluar la respuesta aguda y el riesgo potencial de eventos adversos.
- Analizar las respuestas interindividuales y obtener información dosis-respuesta más detallada para permitir el análisis de esta relación.

Conclusión

El entrenamiento de fuerza isométrico (EFI) ha demostrado ser una estrategia no farmacológica eficaz para la reducción de la presión arterial en adultos, con reducciones clínicamente significativas tanto en presión arterial sistólica como diastólica. La evidencia recogida en revisiones sistemáticas y metaanálisis indica que el EFI puede ser comparable, e incluso superior en algunos casos, a otras modalidades de ejercicio tradicionalmente recomendadas, como el entrenamiento aeróbico o de fuerza dinámica. Además, su implementación práctica, de bajo costo y accesibilidad, lo posiciona como una alternativa viable para poblaciones con limitaciones funcionales o escasa adherencia al ejercicio convencional.

Pese a la solidez de estos hallazgos, la investigación sobre EFI presenta limitaciones relevantes. Entre ellas destacan la alta heterogeneidad metodológica entre estudios, la escasez de ensayos con seguimiento a largo plazo, el uso poco frecuente de mediciones ambulatorias de presión arterial (PAMA) y la falta de estandarización en los protocolos de intervención. Asimismo, los mecanismos fisiológicos subyacentes que explican los beneficios del EFI no han sido completamente claros, debido a la ausencia de estudios centrados en biomarcadores vasculares y autonómicos.

En conclusión, el EFI representa una intervención eficaz, segura y respaldada por evidencia sólida para la reducción de la presión arterial en adultos. La magnitud de sus efectos es clínicamente significativa y puede traducirse en una reducción importante del riesgo cardiovascular. Aunque se requieren estudios adicionales que aborden las limitaciones metodológicas actuales y profundicen en los factores que modulan su efectividad, el EFI puede considerarse una modalidad de ejercicio de alto valor clínico, apta para su integración como terapia asociada o alternativa no farmacológica en el manejo de la hipertensión, en línea con las recomendaciones que buscan enfoques alternativos más allá de la medicación y la dieta.

Propuesta de intervención

A partir de los datos recopilados en esta revisión paraguas, se identifican ciertos patrones comunes en los protocolos de entrenamiento de fuerza isométrica (EFI) utilizados en los estudios analizados. Si bien existe cierta heterogeneidad entre las intervenciones de estos estudios, pueden establecerse parámetros generales seguros, efectivos y viables para su aplicación en contextos clínicos, comunitarios o domiciliarios.

La siguiente propuesta de intervención se basa en los valores más frecuentemente reportados y considerados más efectivos en la literatura analizada. Además, se presenta un rango observado en estos estudios, lo que permite adaptar el protocolo según las características individuales de los participantes o las condiciones del entorno (recursos disponibles, nivel de supervisión, experiencia previa, etc).

Tabla 6. Parámetros de entrenamiento

Parámetro	Valor Más Común	Rango Observado
Duración	8 semanas	3 a 12 semanas
Frecuencia	3 días por semana	3 a 5 días/semana
Series × Duración	4 × 2 minutos	4 × 2 a 3 minutos
Intensidad	30% CMV	5% – 40% contracción voluntaria máxima (CVM), o ángulo articular (ej. 114°)
Descanso	1 minuto	1 – 5 minutos
Tipo de Ejercicio	Presión manual (handgrip)	Handgrip, sentadilla, extensión pierna
Lateralidad	Bilateral o alternando bilateral	Unilateral, bilateral, alternando
Medición de PA	Automatizada o ambulatoria	Automatizada, auscultación, ambulatoria
Ubicación de entrenamiento	Laboratorio y hogar	Ambos comunes

Este protocolo puede servir como base para futuras intervenciones clínicas, donde una combinación de presión manual bilateral al 30 % de la contracción voluntaria máxima (CVM), realizada tres veces por

semana durante ocho semanas, representa una propuesta efectiva y fácilmente aplicable en cualquier entorno.

Referencias

1. Baffour-Awuah, B., Pearson, M. J., Dieberg, G., & Smart, N. A. (2023). Isometric resistance training to manage hypertension: Systematic review and meta-analysis. *Current Hypertension Reports*, 25(4), 35–49. <https://doi.org/10.1007/s11906-023-01232-w>
2. Banegas, J. R., Sánchez-Martínez, M., Gijón-Conde, T., López-García, E., Graciani, A., Guallar-Castillón, P., García-Puig, J., & Rodríguez-Artalejo, F. (2024). Numerical values and impact of hypertension in Spain. *Revista española de cardiología* (English ed.), 77(9), 767–778. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2024.03.011>
3. Brook, R. D., Appel, L. J., Rubenfire, M., Ogedegbe, G., Bisognano, J. D., Elliott, W. J., Fuchs, F. D., Hughes, J. W., Lackland, D. T., Staffileno, B. A., & Townsend, R. R. (2013). Beyond medications and diet: Alternative approaches to lowering blood pressure: A scientific statement from the American Heart Association. *Hypertension*, 61(6), 1360–1383. <https://doi.org/10.1161/HYP.0b013e318293645f>
4. Carlson, D. J., Dieberg, G., Hess, N. C., Millar, P. J., & Smart, N. A. (2014). Isometric exercise training for blood pressure management: A systematic review and meta-analysis. *Mayo Clinic Proceedings*, 89(3), 327–334. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2013.10.030>
5. Carson, A. P., Howard, G., Burke, G. L., Shea, S., Levitan, E. B., & Muntner, P. (2011). Ethnic differences in hypertension incidence among middle-aged and older adults: The multi-ethnic study of atherosclerosis. *Hypertension*, 57(6), 1101–1107. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.110.168005>
6. Chobanian, A. V., Bakris, G. L., Black, H. R., Cushman, W. C., Green, L. A., Izzo, J. L., Jr., et al. (2003). The seventh report of the Joint National Committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure: The JNC 7 report. *JAMA*, 289(19), 2560–2571. <https://doi.org/10.1001/jama.289.19.2560>
7. Cornelissen, V. A., & Smart, N. A. (2013). Exercise training for blood pressure: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Heart Association*, 2(1), e004473. <https://doi.org/10.1161/JAHA.112.004473>
8. Gao, W., Lv, M., & Huang, T. (2023). Effects of different types of exercise on hypertension in middle-aged and older adults: A network meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 11, 1194124. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1194124>
9. Hajjar, I., & Kotchen, T. A. (2003). Trends in prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in the United States, 1988–2000. *JAMA*, 290(2), 199–206. <https://doi.org/10.1001/jama.290.2.199>
10. Heidenreich, P. A., Trogdon, J. G., Khavjou, O. A., et al. (2011). Forecasting the future of cardiovascular disease in the United States: A policy statement from the American Heart Association. *Circulation*, 123(8), 933–944. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31820a55f5>
11. Inder, J. D., Carlson, D. J., Dieberg, G., McFarlane, J. R., Hess, N. C., & Smart, N. A. (2016). Isometric exercise training for blood pressure management: A systematic review and meta-analysis to optimize benefit. *Hypertension Research*, 39(2), 88–94. <https://doi.org/10.1038/hr.2015.111>

12. Jin, Y. Z., Yan, S., & Yuan, W. X. (2017). Effect of isometric handgrip training on resting blood pressure in adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(1–2), 154–160. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.05887-4>
13. Jones, F., Harris, P., Waller, H., & Coggins, A. (2005). Adherence to an exercise prescription scheme: The role of expectations, self-efficacy, stage of change and psychological well-being. *British Journal of Health Psychology*, 10(3), 359–378. <https://doi.org/10.1348/135910704X24798>
14. Kelley, G. A., Kelley, K. S., & Stauffer, B. L. (2021). Isometric exercise and inter-individual response differences on resting systolic and diastolic blood pressure in adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Blood Pressure*, 30(5), 310–321. <https://doi.org/10.1080/08037051.2021.1940837>
15. Lee, L.-L., Watson, M. C., Mulvaney, C. A., Tsai, C.-C., & Lo, S.-F. (2010). The effect of walking intervention on blood pressure control: A systematic review. *International Journal of Nursing Studies*, 47(12), 1545–1561. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2010.08.008>
16. Lim, S. S., Vos, T., Flaxman, A. D., Danaei, G., Shibuya, K., Adair-Rohani, H., et al. (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, 380(9859), 2224–2260. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61766-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61766-8)
17. López-Valenciano, A., Ruiz-Pérez, I., Ayala, F., Sánchez-Meca, J., & Vera-García, F. J. (2019). Updated systematic review and meta-analysis on the role of isometric resistance training for resting blood pressure management in adults. *Journal of Hypertension*, 37(7), 1320–1333. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000002022>
18. Mills, K. T., Bundy, J. D., Kelly, T. N., Reed, J. E., Kearney, P. M., Reynolds, K., et al. (2016). Global disparities of hypertension prevalence and control: A systematic analysis of population-based studies from 90 countries. *Circulation*, 134(6), 441–450. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018912>
19. Mosca, L., Benjamin, E. J., Berra, K., Bezanson, J. L., Dolor, R. J., Lloyd-Jones, D. M., ... & Zhao, D. (2011). Effectiveness-based guidelines for the prevention of cardiovascular disease in women—2011 update: A guideline from the American Heart Association. *Circulation*, 123(11), 1243–1262. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31820faaf8>
20. Pescatello, L. S., Franklin, B. A., Fagard, R., Farquhar, W. B., Kelley, G. A., Ray, C. A., et al. (2004). American College of Sports Medicine position stand: Exercise and hypertension. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(3), 533–553. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000115224.88514.3A>
21. Smart, N. A., Gow, J., Bleile, B., Van der Touw, T., & Pearson, M. J. (2020). An evidence-based analysis of managing hypertension with isometric resistance exercise—Are the guidelines current? *Hypertension Research*, 43(4), 249–254. <https://doi.org/10.1038/s41440-019-0360-1>
22. Smart, N. A., Way, D., Carlson, D., Millar, P., McGowan, C., Swaine, I., Baross, A., Howden, R., Ritti-Dias, R., Wiles, J., Cornelissen, V., Gordon, B., Taylor, R., & Bleile, B. (2019). Effects of isometric resistance training on resting blood pressure: Individual participant data meta-analysis. *Journal of Hypertension*, 37(10), 1927–1938. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000002105>
23. Urrutia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*, 135(11), 507–511. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>
24. Whelton, P. K., Carey, R. M., Aronow, W. S., Casey, D. E., Jr., Collins, K. J., Dennison Himmelfarb, C., et al. (2018). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*, 71(19), e127–e248. <https://doi.org/10.1161/HYP.0000000000000076>