

2018-2019



EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA DINÁMICA EN LA PRESIÓN ARTERIAL: REVISIÓN

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Universidad Miguel Hernández (Elche)

Alumno: Tomás Alía Corral

Tutor Académico: José Luis López Elvira.

ÍNDICE

RESUMEN	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. MÉTODO	5
2.1. SELECCIÓN DE ESTUDIOS	5
2.2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	5
2.3. EXTRACCIÓN DE DATOS Y EVALUACIÓN DE CALIDAD.	5
2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	6
3. RESULTADOS	7
3.1. SELECCIÓN DE ESTUDIOS	7
3.2. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS ESTUDIOS.....	8
3.3. LA CALIDAD DE LOS ESTUDIOS SELECCIONADOS	11
3.4. LOS TAMAÑOS DEL EFECTO	11
4. DISCUSION.....	13
5. CONCLUSIONES.....	15
6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.	16
7. BIBLIOGRAFIA.....	17
<i>Anexo 1. Prisma Checklist.....</i>	<i>21</i>
<i>Anexo 2. Escala de evaluación metodológica de los estudios (escala PeDro).....</i>	<i>24</i>

RESUMEN

La hipertensión arterial (HTA) es un síndrome multifactorial y multicausal caracterizado por una presión arterial con niveles superiores a 130/80mmHg de presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD), respectivamente. Es una de las enfermedades más prevalentes a nivel global, dado que más del 70% de la población mundial mayor de 60 años ha sido diagnosticada con HTA. Además se ha convertido en la tercera causa de muerte en el mundo, a la que se le atribuye una de cada ocho muertes globales (Gómez et al. 2018).

Las causas son generalmente desconocidas, aunque hay ciertos factores asociados a la HTA como sexo, tabaquismo, diabetes mellitus, dislipidemia/hipercolesteronemia, sobrepeso/obesidad, sedentarismo, dieta no saludable, problemas renales, historial familiar, incremento de la edad, bajo poder económico, apnea obstructiva nocturna y estrés psicosocial.

Hasta la fecha, solo un meta-análisis ha analizado el efecto positivo del entrenamiento de fuerza dinámica (EFD) de intensidad moderada sobre la presión arterial en reposo y por tanto, ningún estudio incluye los trabajos con otras intensidades de entrenamiento, ni resume los trabajos publicados en los últimos 10 años. Además, no hay una revisión reciente de fuerza dinámica que valore otros moderadores como duración del programa de intervención, tipo de ejercicios, intensidad, volumen, descansos, etc...Por ello, esta revisión sistemática y meta-análisis tuvo como objetivo, evaluar y cuantificar los efectos del EFD en la magnitud del cambio en la PAS, PAD y PAM en personas hipertensas y normotensas.

Para realizar la revisión se utilizaron distintas bases de datos electrónicas como PubMed y Google Scholar, identificando artículos publicados hasta el 31 de marzo de 2019. Se identificaron un total de 1.031 referencias, de las cuales sólo 9 artículos (405 participantes) cumplieron los criterios de inclusión (puntuación media obtenida de 7,4 en la escala PEDro). Los resultados revelaron mejoras estadísticamente significativos ($p < 0.001$) y clínicamente relevantes (descensos superiores a 2 mmHg) en el grupo experimental frente al grupo control tanto en la PAS (-4.92 mmHg), PAD (-4.85 mmHg) y PAM (-2.64mmHg), por lo que se podría afirmar que el entrenamiento de fuerza dinámica produce reducciones significativas en la presión arterial y podría ser una medida no farmacológica eficaz para controlar la presión arterial.

Palabras clave: Presión Arterial, Actividad Física, Fuerza Dinámica.

1. INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial (HTA) es un síndrome multifactorial y multicausal caracterizado por una presión arterial con niveles superiores a 130/80mmHg de presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD), respectivamente (Whelton, et al., 2017). Gómez, Camacho, López-López y López-Jaramillo (2018) aseguran que la HTA es una de las enfermedades más prevalentes a nivel global, dado que más del 70% de la población mundial mayor de 60 años ha sido diagnosticada con HTA (Mozaffarian, et al., 2015). Además, se ha convertido en la tercera causa de muerte en el mundo, a la que se le atribuye una de cada ocho muertes globales (Gómez et al. 2018).

De forma más particular, Banegas y Gijón-Conde (2017) afirman que en España el 33% de las personas adultas tienen HTA (66% en mayores de 60 años), de las cuales el 40% lo desconoce. Esto supone que hay aproximadamente unos 12 millones de hipertensos en España, de los que 9 millones no están adecuadamente controlados; lo que se traduce en 40.000 muertes cardiovasculares anuales atribuibles a la HTA en personas mayores de 50 años (unas 100 muertes al día) (Banegas y Gijón-Conde, 2017).

El alto índice de mortalidad de la HTA viene ocasionado porque ésta viene asociada a multitud de trastornos metabólicos, hormonales y estructurales, y que representa un riesgo primario para la enfermedad coronaria y accidente cerebrovascular (Mota, et al., 2013). Según datos de la Sociedad Española de Hipertensión Arterial, las personas hipertensas que han estado sin diagnóstico durante mucho tiempo pueden sufrir, en un momento dado, una complicación cardiovascular, como la angina de pecho, aterosclerosis, cardiopatía hipertensiva, enfermedad renal y accidente vascular cerebral (Berenguer, 2016; Whelton, et al., 2017).

La progresión de esta enfermedad es sin duda un problema de salud pública ya que los pacientes con presión arterial alta muestran un aumento del riesgo cardiovascular (World Health Organization, 2009; Mozaffarian, et al., 2015). Adicionalmente, aproximadamente el 40% de los pacientes hipertensos también tienen niveles elevados de colesterol en sangre y factores que aumentan el riesgo de eventos coronarios (Lamina y Okoye, 2012).

En cuanto a los principales factores de riesgo de esta enfermedad, las causas son generalmente desconocidas, aunque hay ciertos factores asociados a la HTA como sexo, siendo más prevalente en hombres (47%) que en mujeres (39%) (Grau, et al., 2011), tabaquismo, diabetes mellitus, dislipidemia/hipercolesteronemia, sobrepeso/obesidad, sedentarismo, dieta no saludable, problemas renales, historial familiar, incremento de la edad, bajo poder económico, apnea obstructiva nocturna y estrés psicosocial (Whelton, et al., 2017).

Entre los tratamientos prescritos para la HTA, el más común y utilizado es el tratamiento farmacológico con medicamentos hipotensores (Berenguer, 2016). Sin embargo, dichos medicamentos presentan efectos potencialmente negativos que puedan incidir sobre un acortamiento de la supervivencia (De Teresa, 2007).

No obstante, se ha demostrado que otros tratamientos no invasivos como la actividad física pueden ser igual de efectivos que los fármacos. El ejercicio físico puede producir cambios hemodinámicos significativos, incluyendo aumentos en el flujo sanguíneo muscular, reducción de la disfunción endotelial y de la resistencia a la insulina, lo que resulta en la reducción de la resistencia vascular sistémica, y la promoción de un efecto favorable sobre los factores de riesgo cardiovascular concomitantes (Almeida, et al., 2013; Battagin, et al., 2010; Fagard y Cornelissen, 2007).

En la actualidad y en base a su eficacia documentada, tanto el entrenamiento aeróbico como los entrenamientos de fuerza dinámica e isométrica, han demostrado ser eficaces en la reducción de la PAS y PAD. Por ejemplo, el entrenamiento aeróbico ha sido capaz de reducir entre 3-6 mmHg la PAS, el entrenamiento de fuerza dinámica 2-3 mmHg la PAS (Brook, et al., 2013; Lee, et al., 2010; Pescatello, et al., 2004), y el entrenamiento de fuerza isométrica 5-4mmHg la PAS (López-Valenciano, Ruiz, Ayala, Sánchez-Meca y Vera-García, 2019).

Así, el entrenamiento de Fuerza Dinámica parece de los métodos más efectivos a largo plazo para reducir las principales variables de la HTA, (Moraes et al., 2012; Mota et al., 2013; de Sousa et al., 2014; Tomeleri et al., 2017). La prescripción de este tipo ejercicio físico permite innumerables combinaciones entre las variables del entrenamiento físico. En el contexto de la HTA, numerosos estudios han investigado el efecto de distintos factores del entrenamiento de fuerza dinámica (Moraes et al, 2012.; Tomeleri et al., 2017), que se basa habitualmente en cargas de moderadas a altas (por ejemplo, 60-80% de 1 repetición máxima [1RM]), intervalos de tiempo corto (por ejemplo, 1-2min), y contracciones musculares que duran 2 y 3 segundos (Kraemer y Ratamess, 2004; Chodzko-Zajko et al., 2009).

Sin embargo, solo un meta-análisis ha analizado el efecto positivo del entrenamiento de fuerza dinámica de intensidad moderada sobre la presión arterial en reposo, (Cornelissen y Fagard, 2005), y por tanto, ningún estudio incluye los trabajos con otras intensidades de entrenamiento ni resume los trabajos publicados en los últimos 10 años. Además, no hay una revisión reciente de fuerza dinámica que valore otros moderadores como duración del programa de intervención, tipo de ejercicios, intensidad, volumen, descansos, etc...

Por ello, esta revisión sistemática y meta-análisis tuvo como objetivo, evaluar y cuantificar los efectos del EFD en la magnitud del cambio en la PAS, PAD y PAM en personas hipertensas y normotensas.

2. MÉTODO

Para conseguir los objetivos del trabajo, se realizó una revisión sistemática y un meta-análisis siguiendo las recomendaciones y criterios PRISMA (Liberati et al., 2009).

2.1. Selección de estudios

Todos los estudios debían cumplir los siguientes criterios para ser incluidos en el meta-análisis: 1) el estudio debía ser un ensayo controlado aleatorizado (ECA); 2) tener una duración mínima de 2 semanas; 3) analizar el efecto del trabajo de fuerza dinámica sobre las distintas variables de la HTA (PAS, PAD y PAM); 4) debía presentar un grupo control; 5) tenía que reportar suficientes datos estadísticos para calcular los tamaños del efecto; 6) tenía que ser publicado o realizado antes de marzo 2019; y también tenía que estar escrito en inglés o español. Los estudios no controlados aleatorizados se excluyeron de la selección como requisito prioritario.

2.2. Estrategia de búsqueda

Se utilizaron procesos de búsqueda combinados, planificados y ordenados para identificar los estudios que podían ser válidos para el estudio, mediante la consulta de distintas bases de datos electrónicas como: PubMed y Google Scholar con los siguientes términos booleanos de búsqueda: (hypertension [tiab] OR "hypertension"[MeSH Terms] OR hypertensive [tiab] OR "hypertensive"[MeSH Terms] OR normotensive [tiab] OR "normotensive"[MeSH Terms] OR normotension [tiab] OR "normotension"[MeSH Terms]) AND (blood pressure[tiab] OR "blood pressure"[MeSH Terms]) AND (resistance exercise[tiab] OR "resistance exercise"[MeSH Terms] OR resistance physical activity [tiab] OR "resistance physical activity" [MeSH Terms] OR strength[tiab] OR "strength"[MeSH Terms] OR strength physical activity [tiab] OR "strength physical activity"[MeSH Terms]) y e (Hipertensión O hipertenso O normotensión O "normotenso Y presión arterial Y ejercicio de resistencia O actividad física de fuerzaF O fuerza). La búsqueda se limitó a las fechas de publicación anteriores a 31/3/2019. Por último, se consultaron las listas de referencias bibliográficas de los estudios seleccionados para intentar encontrar estudios que no aparecieron en primera instancia en la búsqueda original. Dos revisores de forma independiente analizaron cada estudio, codificando información de cada uno de ellos de forma exhaustiva: a) examinaron el título y el resumen de cada referencia para localizar los estudios que podrían ser relevantes y se obtuvieron el texto completo de los documentos seleccionados, b) Se revisó en detalle para identificar artículos que cumplían los criterios de selección. Un tercer revisor externo fue consultado para resolver discrepancias.

2.3. Extracción de datos y evaluación de calidad.

Se creó un libro de codificación en formato Excel que exponía todos los estándares utilizados en la codificación de cada una de las variables de los estudios, con el objetivo de garantizar la máxima objetividad posible del mismo.

Se utilizó la escala (PEDro) (Anexo 2) para evaluar la calidad metodológica de todos los estudios codificados (Verhagen et al., 1998). Esta escala es una herramienta que ha demostrado ser fiable en ensayos clínicos y aleatorizados (De Morton, 2003; Maher, Sherrington, Herbert, Moseley y Elkins, 2003). La escala PEDro presenta un total de 11 ítems. El ítem 1 hace referencia a la validez externa del estudio, mientras que los ítems 2-9 hacen referencia a la validez interna, indicando los ítems 10 y 11 si la información estadística aportada por los autores permite interpretar los resultados de forma adecuada. Todos los ítems de la lista están dicotomizados como "sí", "no" o "no informa". Cada ítem contestado como "sí" suma un punto, mientras que los ítems contestados como "no" o "no informa", no recibe puntuación alguna. Una puntuación

del 6 al 11 es indicativo de alta calidad del estudio, mientras que las puntuaciones de 4 a 5 indican una calidad pobre y las puntuaciones de 3 o menos indican calidad deficiente (Valkenet, van de Port, Dronkers, de Vries, Lindeman y Backx., 2011).

2.4. Análisis estadístico.

Todos los resultados se presentaron con medias y desviaciones estándar (DE). Para cada una de las variables de la fatiga (general, psicosocial, cognitiva y física), se calculó el tamaño del efecto como la diferencia entre el valor post-test y el pre-test $D = (m_{post}^E - m_{pre}^E) - (m_{post}^C - m_{pre}^C)$ (Borenstein, Hedges, Higgins, y Rothstein, 2009). Los valores negativos en el tamaño del efecto (D) indicaron un efecto positivo para el grupo de intervención frente al grupo control.

Para analizar el valor de cada variable se llevó a cabo un meta-análisis independiente para cada una de ellas. Para ello, se calculó el tamaño del efecto promedio (D+) con un intervalo de confianza (CI) del 95% asumiendo un modelo aleatorio con la varianza inversa como factor del peso de cada estudio (Sánchez-Meca, Marín-Martínez, 2008). La heterogeneidad de los tamaños del efecto de los estudios se evaluó mediante el estadístico Cochrane Q y el índice I². Se generó un forest-plot para cada meta-análisis.

Los forest plots se llevaron a cabo con el software Review Manager (RevMan) (versión 5.3 para OSX, The Nordic Cochrane Center, The Cochrane Collaboration, 2014, Copenhague, Dinamarca). La lista de verificación PRISMA (Liberati et al., 2009) se utilizó para verificar la calidad del metanálisis (Anexo 1).



3. RESULTADOS

3.1. Selección de estudios

Se identificaron un total de 1.031 referencias con todas las estrategias de búsqueda, de las cuales 25 se excluyeron en la primera selección como duplicados. Posteriormente 51 estudios fueron excluidos después de leer el título y resumen. Por último 10 estudios fueron eliminados porque no siguen nuestro principio metodológico y finalmente 9 estudios fueron incluidos en la síntesis cuantitativa (metaanálisis) (Figura 1).

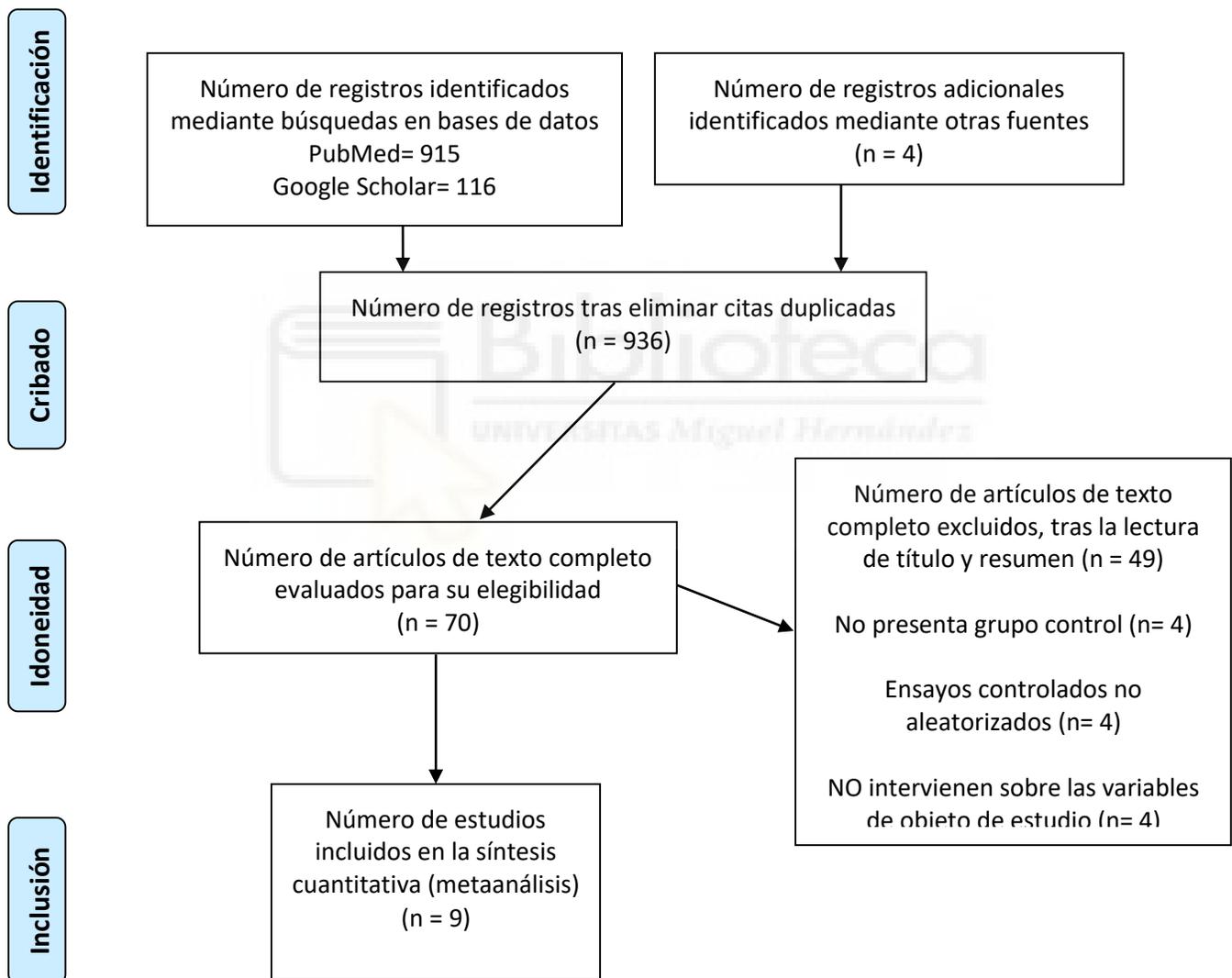


Figura 1. Diagrama de flujo.

3.2. Características descriptivas de los estudios

Las principales características de cada uno de los estudios se encuentran en la tabla 1. Los estudios seleccionados se llevaron a cabo en los años comprendidos entre 2003 y 2019. Los estudios se llevaron a cabo en distintos países: 5 en EEUU, 3 en Brasil, 1 en Japón. El tamaño total de la muestra final fue de 405 participantes, 230 pertenecieron al grupo experimental y 175 pertenecieron al grupo control. En relación al estado de salud de los participantes, 2 estudios realizaron la intervención con personas normotensas e hipertensas, 4 estudios realizaron la intervención con personas sanas o normotensas, 2 estudios realizaron la intervención con personas hipertensas y 1 estudio realizó la intervención con personas pre-hipertensas. De los nueve artículos integrados para la revisión, 3 artículos utilizaron para su estudio mujeres y hombres (Beck, et al., 2013; Casey, et al., 2007; Carter, et al., 2003), 1 artículo utilizó solo hombres (Kawano, et al., 2006), 5 artículos utilizaron solo mujeres (Coelho-Junior, et al., 2018; Mota, et al., 2013; Terra, et al., 2008; Cortez-Cooper, et al., 2005) y 1 estudio no especificaba el sexo de sus participantes (Vicente, et al., 2003).



Tabla 1. Características de los estudios.

Referencia/ País	Participantes	SE	FRC (días/ SE)	Volumen	Repeticiones	Intensidad	Ejercicio	Conclusiones
Coelho-Júnior et al, 2018. Brasil.	GE1: 12 GE2: 10 GC: 14	26	GE: 2 GC: -	GE1: 27 GE2: 27	GE1: - GE2: -	GE1:3RPE GE2: 5-6 RPE. RPE(1-10)	180 min de ejercicio en máquinas guiadas y bandas elásticas. Intensidad RPE 3-6.	Un programa de entrenamiento de fuerza dinámica no periodizado refleja efectos beneficiosos en los parámetros hemodinámicos de las mujeres mayores.
Darren T. Beck et al, 2013. Cincinnati.	GE1: 15 GE2: 13 GC3: 15 GC4:15	8	GE1: 3 GE2: 3 GC: -	GE1:14 GE2:18 intervalos de 5 min	GE1:8-12 GE2: -	GE1:60% RM GE2:65-85% FCM	60 min de máquinas de resistencia variable (MedX, Ocala, FL), al 60% RM GE1 y cinta de correr el ejercicio de resistencia Quinton, al 65-85% FCM para GE2	Este estudio sugiere que la fuerza dinámica y la resistencia aeróbica reducen efectivamente la rigidez arterial periférica, la presión arterial central, índice de aumento y la demanda de oxígeno del miocardio en sujetos prehipertensos jóvenes.
Marcio R. Mota et al, 2013. Brasilia, Brasil.	GE1: 32 GC: 32	12	GE: 1 GC: -	GE:30	GE: M (10,12,10,8)	GE: M (60-70-80% RM)	Máquinas de pesas utilizadas fueron la marca Righetto, al 60, 70 y 80% del RM.	Los resultados mostraron que el entrenamiento de fuerza dinámica redujo de forma crónica la presión arterial sistólica y diastólica en mujeres de edad avanzada con hipertensión arterial.
Denize Faria Terra et al, 2008. Sao Paulo, Brasil.	GE1: 20 GC: 26	12	GE: 3 GC:-	GE1: 24	GE1: 12-10-8	GE1:60-70-80% RM	Maquinas guiadas Righetto, HighOn línea, al 60, 70 y 80% RM.	El entrenamiento de fuerza dinámica produjo reducciones significativas en los valores de Presión arterial media, sistólica y el producto de la velocidad de presión en mujeres mayores hipertensas que recibían tratamiento antihipertensivo.
Darren P. Casey et al, 2007. Florida.	GE1: 24 GC: 18	12	GE: 3 GC:-	GE: 14	GE: 8-12	GE: 80-70% RM	Variable resistance MedX equipo de entrenamiento, al 70-80% RM.	El estudio demuestra que el entrenamiento de fuerza dinámica no aumenta la rigidez central arterial o periférica ni las características de la onda de presión aortica.

Hiroshi Kawano et al, 2006. Tokio, Japón.	GE1: 12 GE2: 11 GC: 16 1:F.D 2:Ae + F.D	16	GE: 3 GC:-	GE1: 42-48 GE2: 24-36	GE1:21-25 GE2: 8	GE1: 50% RM GE2: 80% RM/ 60% FCM	Maquinas guiadas, al 50% RM para GE1 Y maquinas guiadas + ciclo, al 80% RM y 60% FCM para GE2.	Los resultados del estudio informan que el entrenamiento de fuerza dinámica de intensidad moderada produce una magnitud de rigidización arterial similar al entrenamiento de fuerza dinámica de alta intensidad. En cambio, el entrenamiento de fuerza dinámica de alta intensidad combinado con el entrenamiento aeróbico minimiza la rigidez arterial y podría evitar el endurecimiento de las arterias carótidas.
Miriam Y. Cortez-Cooper et al, 2005. Austin, Texas.	GE1: 23 GC: 10 1:F.D	11	GE: 4 GC:-	GE1: 36-72	GE1: 4 SE 10 reps/ 4 SE 5 reps / 3 SE 5 reps	GE1: 4 SE 75% RM/ 4 SE 87% RM /3 SE 87% RM	Máquinas guiadas, al 75-87% RM	Un programa de entrenamiento de fuerza dinámica de alta intensidad aumenta la rigidez arterial y la refracción de ondas en mujeres jóvenes sanas. Nuestros resultados actuales de intervención son consistentes con los estudios transversales anteriores en los hombres en el que el entrenamiento de fuerza dinámica de alta intensidad se asocia con la rigidez arterial.
Jason R. Carter et al, 2003. Pennsylvania.	GE1: 12 GC: 13 1:F.D	8	GE: 3 GC: -	GE1: 21	GE1: 10	GE1:75% RM	(Sistemas Cybex Fuerza, Medway, MA y el punto cero, Colorado Springs, CO) al 75% RM	El entrenamiento con ejercicios de fuerza dinámica podría disminuir el riesgo de desarrollo de enfermedades cardiovasculares mediante la reducción de la presión sanguínea arterial.
Kevin R. Vincent et al, 2003. Florida.	GE1: 24 GE2: 22 GC: 16 1:F.D baja intensidad 2:F.D alta intensidad	24	GE: 3 GC:-	GE1: 13 GE2: 13	GE1: 13 GE2: 8	GE1: 50% RM GE2: 80% RM	Máquinas de resistencia MedX (MedX Corp., Ocala, FL), al 50% RM para GE1 y máquinas de resistencia MedX (MedX Corp., Ocala, FL), al 80% RM para GE2.	Los resultados indican que el entrenamiento de fuerza dinámica puede promover moderadamente reducciones en la presión arterial media, incrementar la capacidad de ejercicio máximo, y reducir las respuestas cardiovasculares de la carga relativa y absoluta de trabajo. Los pacientes con la enfermedad arterial coronaria quizás se beneficien del ejercicio del ejercicio de baja o alta intensidad dependiendo del estado del paciente. En enfermedades graves los ejercicios de alta intensidad pueden ser contraindicados porque pueden incrementar la presión diastólica final del ventrículo izquierdo.

Abreviaturas: SE, semana; FRC, frecuencia; GE1, grupo experimental 1; GE2, grupo experimental 2; GE3, grupo experimental 3; GE4, grupo experimental 4; F.D, fuerza dinámica; Ae, aeróbico; M, mes; RM, repetición máxima; 1, grupo experimental 1; 2, grupo experimental 2; 3, grupo experimental 3; 4, grupo experimental 4.

En cuanto a la longitud de los estudios, los programas de entrenamiento de fuerza dinámica variaron desde las 8 a 26 semanas. Las sesiones de entrenamiento por semana variaron desde las 2 hasta las 4 sesiones, y la intensidad desde el 60% al 87 % del 1 RM. El número de ejercicios utilizados para el programa de entrenamiento varió desde los 7 a 16 ejercicios. 8 estudios utilizaron ejercicios en máquinas guiadas de resistencia variable (Beck, et al., 2013; Carter, et al., 2003; Casey, et al., 2007; Cortez-Cooper, et al., 2005; Kawano, et al., 2006; Mota, et al., 2013; Terra, et al., 2008; Vicent, et al., 2003), mientras que sólo 1 estudio utilizó máquinas guiadas de resistencia variable más bandas elásticas (Coelho-Junior, et al., 2018).

3.3. La calidad de los estudios seleccionados

En cuanto a la calidad de los estudios, la media obtenida con la escala PeDro de calidad (puntuación de 0-10) fue 7.4, con una puntuación máxima de 8 y una puntuación mínima de 4 (Anexo 1). Las puntuaciones más cercanas al valor máximo nos indican puntuaciones de mayor calidad. Seis artículos (66%) seleccionados mostraron los criterios de elegibilidad, todos los estudios fueron aleatorizados y 3 (33%) de los artículos seleccionados mostraron los criterios de elegibilidad, pero eran no aleatorizados. Uno de los estudios informó que los observadores fueron cegados a la asignación del tratamiento. Sin embargo, 3 estudios (33,3%) informan que 100% de los participantes habían cumplido con la intervención y 5 (55,6%) estudios informan que >85% de los participantes habían cumplido con la intervención.

3.4. Los tamaños del efecto

Las figuras 1-3 muestran los forest plots de las principales variables analizadas en el entrenamiento de fuerza dinámica en personas con HTA (PAS, PAD y PAM). En comparación con los grupos control, los grupos experimentales (intervenciones IRT) mostraron efectos positivos significativos ($p < 0.001$) en el tamaño del efecto de la PAM ($D + = -2.64$ mmHg [IC del 95% = -3.90, -1.39], véase la figura 1), PAS ($D + = -4.92$ mmHg [IC del 95% = -7.20, -2.64], véase la figura 2), PAD ($D + = -4.85$ mmHg [IC del 95% = -7.40, -2.30], véase la figura 3).

En la figura 1, se observa que el artículo de Casey et al. (2007) es el que más importancia presenta tras analizar los resultados en cuanto al peso, con un 40,1%, lo que podría deberse a que es el estudio que más sujetos presenta. Sin embargo, los tamaños del efecto, junto con el estudio de Coelho-junior, et al., (2018), son menores en comparación con el resto. Los otros cinco artículos (Beck, et al., 2013; Terra, et al., 2008; Cortez-Cooper, et al., 2005; Vicent, et al., 2003 y Carter, et al., 2003), nos muestran que el entrenamiento de fuerza dinámica para sujetos con hipertensión arterial también mejora significativamente la variable de PAM.

En la figura 2, se observa como al igual que en la PAM, la PAS se redujo clínicamente y estadísticamente de forma significativa y el estudio que mayor peso tiene es el de Casey et al. (2007), seguido por el de Cortez-Cooper et al. (2005) con un 21,6 y 20,5% del peso total tras el análisis de los resultados. Esto puede deberse a que ambos presentan la desviación estándar más pequeña y además de los que más muestra presenta en comparación con el resto de los estudios. En cuanto a los demás artículos (Coelho-Junior, et al., 2018; Beck, et al., 2013; Mota, et al., 2013; Terra, et al., 2008; Kawano, et al., 2006; Vicent, et al., 2003 y Carter, et al., 2003), podemos concretar que el entrenamiento de fuerza dinámica, para personas con hipertensión arterial elevada, también mejora la variable PAS.

En la figura 3, a diferencia de la PAS, el estudio que más peso presenta es el de Terra et al. (2008), con un 15,8% del peso total, aunque no demuestra que el entrenamiento de fuerza dinámica reduzca esta variable con un tamaño del efecto -0,06 mm Hg [IC del 95% = -1.30, 1.18].

En cambio, el resto de artículos (Coelho-Junior, et al., 2018; Beck, et al., 2013; Mota, et al., 2013; Casey, et al., 2007; Kawano, et al., 2006; Vicent, et al., 2003 y Carter, et al., 2003), revelan como el entrenamiento de fuerza dinámica reduce la variable PAD.

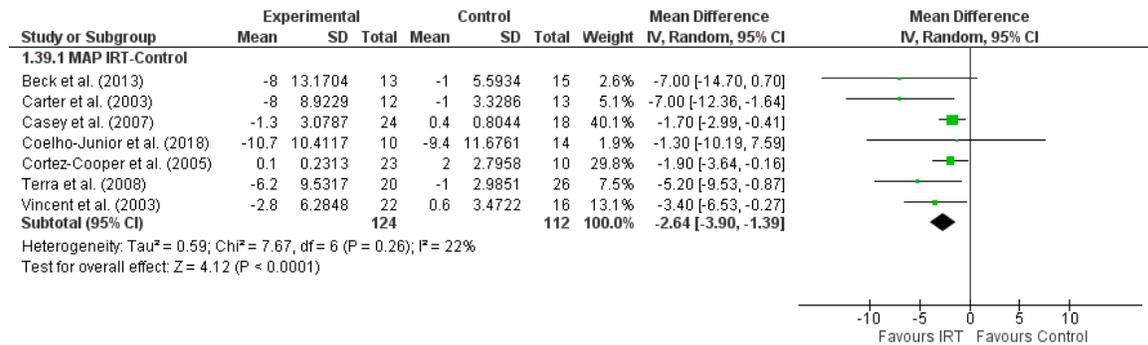


Figura 1. Presión Arterial Media.

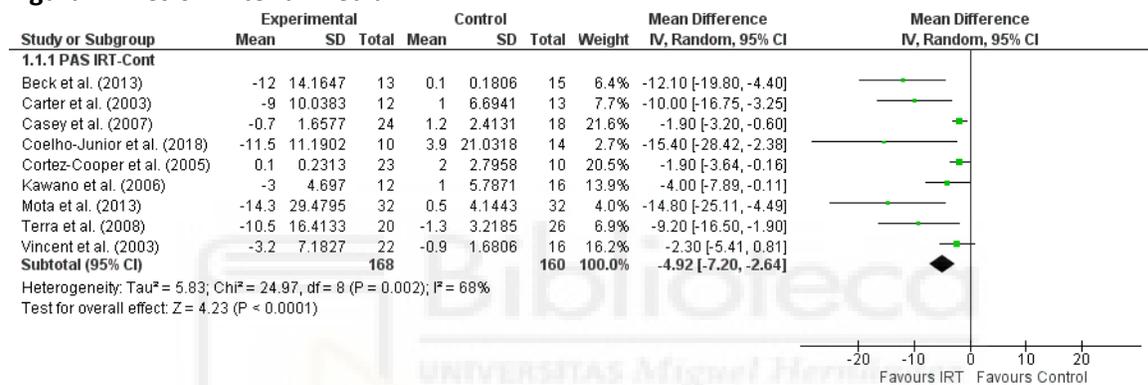


Figura 2. Presión Arterial Sistólica.

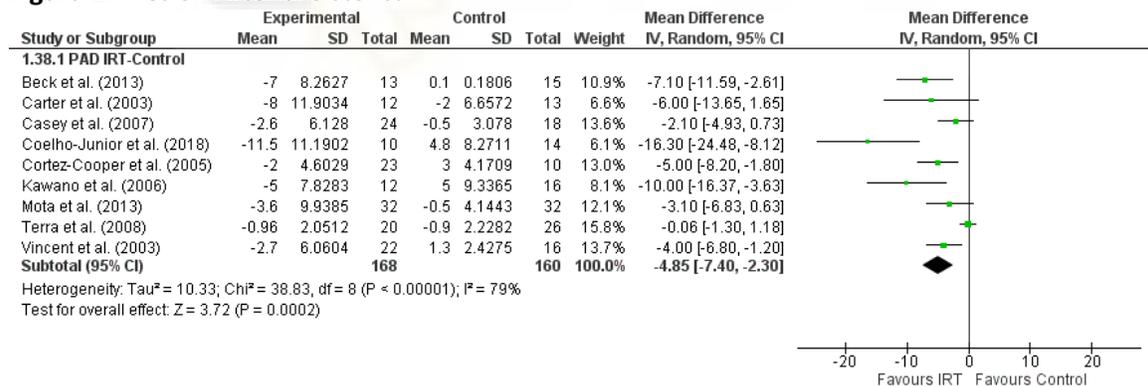


Figura 3. Presión Arterial Diastólica.

4. DISCUSION

Los principales resultados de esta revisión sistemática y meta-análisis indicaron que el grupo experimental causó un estímulo suficiente en la función cardiovascular para reducir la presión arterial en adultos al aplicar un programa de entrenamiento de fuerza dinámica. Los datos obtenidos en este estudio revelaron mejoras estadísticamente significativas ($p < 0.001$) y clínicamente relevante (descensos superiores a 2 mmHg) tanto en la PAM (-2.64mmHg), PAS (-4.92mmHg) y PAD (-4.85mmHg), por lo que se podría afirmar que el entrenamiento de fuerza dinámica mejora los niveles de presión arterial.

Para el tratamiento de la HTA, estos descensos de la PAS, PAD y PAM mayores a 2 mmHg, muestran claros efectos que pueden ser beneficiosos y relevantes para la salud pública, por tanto, se reduce entre un 6 y 15% el riesgo de sufrir una enfermedad coronaria o accidente cerebrovascular (Millar, et al., 2014). Estos beneficios parecen estar relacionados con las mejoras en la función, estructura del conducto y la resistencia de los vasos de dilatación dependiente del endotelio, el estrés oxidativo y la regulación autónoma de la frecuencia cardiaca (Millar, et al., 2014).

Determinados estudios sugieren que los descensos en la presión arterial pueden deberse a consecuencia de diferentes mecanismos. La presión arterial media se determina por el gasto cardíaco (CO) y la resistencia periférica total. El CO neto no cambia o aumenta ligeramente con la práctica de ejercicio (Bakker et al., 2018; Gielen et al., 2010), por lo que el componente principal que podría cambiar la presión arterial es la resistencia periférica total. La resistencia periférica se puede ver afectada por los cambios relacionados con el ejercicio en la función y la estructura vascular. La disfunción endotelial es un determinante importante de la función vascular local y depende en gran medida de la biodisponibilidad de óxido nítrico (NO). El ejercicio de fuerza dinámica podría regular positivamente la biodisponibilidad de NO, que mantiene y mejora la función endotelial (Phillips et al., 2011; Vanhoutte et al., 2016).

Igualmente, la estructura vascular puede estar influenciado por el ejercicio de fuerza dinámica crónico, que podría inducir un aumento de diámetro de la arteria, la disminución de espesor de la pared íntima-media, y el aumento de pico mediada por el flujo de dilatación (Spence et al., 2013).

Finalmente, la presión arterial está controlada por el sistema nervioso autónomo. La activación elevada del sistema nervioso simpático y la pérdida de control del parasimpático son comunes en pacientes con hipertensión (Fisher y Paton, 2011). La hiperactividad del sistema nervioso simpático podría ser normalizada y la sensibilidad del barorreflejo podría ser restablecido por el ejercicio de fuerza dinámica (Bakker et al., 2018; Laterza et al., 2007).

Otros factores de riesgo tales como la resistencia a la insulina (Levin et al., 2010) y la obesidad (Hall et al., 2015) son comunes en individuos con hipertensión. La literatura sugiere que hay una relación entre la resistencia a la insulina y la presión arterial, donde ésta última podría ser regulada por las concentraciones de insulina (Arnlov et al., 2005; Saad et al., 2004). Además, la pérdida de peso mejora la sensibilidad a la insulina y reduce las concentraciones de insulina en plasma (Hall et al., 2015), lo que podría reducir la PA. Tanto el metabolismo de la insulina y la pérdida de peso se mejoran mediante la realización del ejercicio de fuerza dinámica (Malin, Gerber, Chipkin y Braun, 2012; Villareal et al., 2017).

Este trabajo presenta diferencias en algunos de los resultados obtenidos en el metaanálisis. Los artículos de Coelho-Junior et al., (2018) y Mota et al., (2013) muestran

diferencias en los tamaños de efecto para la reducción de la de la PAS, en comparación con los de Casey et al., (2007) y Cortez-Cooper et al., (2005), siendo mucho mayores para los dos primeros con 15.4 y 15.8 mmHg, frente a 1.9 y 1.9 mmHg respectivamente. Estos resultados pueden deberse a las diferencias en las variables utilizadas en los entrenamientos. Parece ser que intervenciones con un intervalo de duración mayor o igual a 12 semanas, con un volumen de entrenamiento entre 27-30 series y una intensidad moderada (60-80% del 1RM), obtiene mayores reducciones en la presión arterial. En cambio, duraciones menores a las 12 semanas, con volúmenes de entrenamiento inferiores a 14 series o superiores a 36 series, con intensidades mayores al 80% del 1 RM, parecen obtener menores beneficios para reducir la presión arterial.

En cuanto a los valores de la PAD, ocurre algo similar a los resultados obtenidos para la PAS. Los resultados muestran como los artículos de Coelho-Junior et al., (2018) y Kawano et al., (2006) presentan mayores tamaños de efecto para la reducción de la presión arterial (-16.3 y -10.0 mmHg), en comparación con los datos obtenidos en el estudio de (Terra et al., 2008) cuyos resultados no parecen obtener ningún beneficio a favor de IRT, para la reducción de la presión arterial diastólica (-0.06 mmHg [IC del 95% = -1.30, -1.18]). Todos los estudios utilizaron intensidades comprendidas entre el 50-80% del 1 RM, con una frecuencia de entrenamiento de 2-3 días por semana. Sin embargo, estas diferencias podrían deberse a que el volumen de entrenamiento (24 series) y la duración del estudio (12 semanas) eran menores en el estudio de (Terra et al., 2008), en comparación con el volumen de entrenamiento (27-45 series) y la duración (16 y 26 semanas) utilizado en el estudio de Coelho-Junior, et al., (2018) y Kawano, et al., (2006). Estas reducciones en la presión arterial sistólica y diastólica podrían deberse a los cambios en la resistencia periférica endotelial, que está relacionada con el ejercicio en la función y la estructura vascular, dependiente en gran medida de la biodisponibilidad de óxido nítrico (NO). El ejercicio de fuerza dinámica podría regular positivamente la biodisponibilidad de NO, que mantiene y mejora la función endotelial (Phillips et al., 2011; Vanhoutte et al., 2016).

La magnitud de los resultados observados en la PAS y PAD en este meta-análisis son ligeramente inferiores a aquellos encontrados en un metaanálisis previo (MacDonald, et al., 2016). Por ejemplo, para los resultados de PAS y PAD en reposo MacDonald, et al., (2016), revelaron un tamaño del efecto antihipertensivo de 5,7/5,2mmHg respectivamente. Sin embargo, de manera similar a esta revisión, la reducción de la PAS aumentó en aquellos participantes que realizaban siete o más ejercicios por sesión (-11.8mmHg, IC del 95% = -16.0 a -7.4). Se alcanzaron los mayores reducciones de la PAD también cuando se realizaban tres o más sesiones de entrenamiento de fuerza dinámica por semana (-9.9mmHg, IC del 95% = -13.9 a -5.9). Estas diferencias en los resultados podrían deberse a que el meta-análisis de (McDonald, et al., 2016) incluyó mayor número de estudios en la revisión, de los cuales, muchos de ellos fueron excluidos en el presente meta-análisis por no cumplir con los criterios de elegibilidad y además las semanas de intervención en la mayoría de los estudios también fueron superiores a las utilizadas en este meta-análisis.

Una vez comparados los datos respecto a fuerza dinámica, es importante comparar dichas mejoras con los resultados mostrados en otro tipo de programas de intervención como resistencia y fuerza isométrica. Por ejemplo, existe un consenso general de que el entrenamiento de ejercicio aeróbico reduce la PAS y PAD de los pacientes hipertensos al igual que ocurre con la fuerza dinámica. Un meta-análisis de ensayos controlados aleatorios de una duración mayor o igual a 4 semanas (Cornelissen y Smart, 2013), concluyeron que el ejercicio aeróbico disminuye significativamente la PAS (-8,3mmHg [-10,7 a -6,0] mmHg) y la PAD (-5,2mmHg [-6,9 a -3,4] mmHg) en pacientes hipertensos (Cornelissen y Smart, 2013). Otra reciente revisión de 27

ensayos controlados aleatorizados con un total de 1.480 participantes, sobre los efectos del ejercicio aeróbico para disminuir la presión arterial en los participantes con hipertensión, observó una reducción media de 10,8/4,7 mmHg para la PAS/PAD, respectivamente (Börjesson et al., 2016). La magnitud de los cambios en estas revisiones fueron mayores que las obtenidas en el presente meta-análisis, por tanto, estos resultados podrían deberse a que el número de artículos incluidos en los estudios fue mayor, al igual que la muestra total, o que la propia disciplina aeróbica aporta más beneficios.

Por otro lado, el ejercicio isométrico, también se ha incluido recientemente como una alternativa para aquellos pacientes hipertensos que no pueden realizar o no se adhieren a los programas de ejercicio aeróbico o de fuerza dinámica convencionales. Los datos recientes sugieren que el ejercicio isométrico es adecuado como una nueva herramienta terapéutica no farmacológica para disminuir la presión arterial; así un recientes meta-análisis (López-Valenciano, et al., 2019) cuantificó los efectos del entrenamiento de resistencia isométrica en el cambio en la presión arterial en los adultos y observaron reducciones en la PAS de 6.0 mmHg, en la PAD con 2.7 mmHg y en la PAM de 3.2 mmHg. Estos datos sugieren que el entrenamiento de fuerza isométrica, en comparación con los resultados de este trabajo, provocó mayores reducciones en la presión arterial sistólica y media; en cambio, obtuvo reducciones más pequeñas en la presión arterial diastólica. Estas diferencias en la PAD con respecto este meta-análisis, podría deberse a que el entrenamiento isométrico puede necesitar volúmenes de entrenamiento mayores y con tiempos de duración por sesión de entrenamiento más largos.

Varias limitaciones surgieron en esta revisión. En primer lugar, no se pudo hacer un análisis específico para ver que variable de entrenamiento influye más por la falta de estudios. En segundo lugar, algunos criterios científicos importantes no se cumplieron en todos los estudios (como, por ejemplo, la evaluación a la adherencia a un programa de ejercicio físico, la falta de mediciones cegadas, seguimiento del grupo control). En tercer lugar, casi todos los estudios realizaron estudios en ambos sexos mezclados y por tanto, no se puede cuantificar las diferencias entre ambos sexos con el mismo entrenamiento. En tercer lugar, todos los estudios no evaluaron la presión arterial en reposo y con la misma metodología. Por último, el tamaño de la muestra fue muy dispar y en algunos estudios no especificaba si los sujetos están sometidos a tratamiento farmacológico.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten extraer las siguientes apreciaciones:

- En cuanto a los porcentajes de la intensidad pautada para los entrenamientos de fuerza dinámica, parece ser que el rango de valores más adecuados para reducir la presión arterial sistólica y diastólica podría estar comprendido entre el 50-80% del 1 RM. Aunque en enfermedades graves, los ejercicios de alta intensidad pueden ser contraindicados, porque pueden incrementar la presión diastólica final del ventrículo izquierdo (Vicent et al., 2003).
- En relación al volumen de entrenamiento, parece ser que 27-30 series por sesión podrían obtener mayores reducciones para la presión arterial sistólica, con resultados muy similares para la presión arterial diastólica, que parece obtener mayores beneficios con volúmenes de entrenamientos de 27-45 series por sesión.

- Por último, una frecuencia de entrenamiento de fuerza dinámica de 3 días a la semana, con un periodo de intervención mayor a 12 semanas, podría ser suficiente para producir mejoras en la reducción de la presión arterial.

- En conclusión, esta revisión demuestra que el entrenamiento de fuerza dinámica produce reducciones significativas de la presión arterial y puede ser una medida no farmacológica eficaz para controlar la presión arterial.

6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.

Una vez obtenidos los resultados principales de esta revisión sistemática y meta-análisis parece clara la propuesta de entrenamiento más idónea para controlar y reducir la hipertensión arterial.

En primer lugar, se debería tener una primera cita con los pacientes para realizarles una entrevista inicial, en la cual se realizarían una serie de preguntas para obtener la máxima información personal sobre los participantes, para después recoger todos los datos más relevantes y poder iniciar el desarrollo de la intervención.

Después de la anamnesis, se pasaría a realizar una estratificación de los factores de riesgo con cuestionarios de salud y estilos de vida como el PAR-Q & YOU o AHA/ACSM, para establecer si los participantes tienen alguna co-morbilidad, además de la HTA, que le impidiera seguir con normalidad un protocolo de intervención.

Tras ello, se realizaría una evaluación previa de la condición física de los participantes, en la cual, y se mediría la composición corporal con una antropometría, se valoraría la presión arterial sistólica, diastólica y las pulsaciones en reposo con un esfigmomanómetro. Posteriormente, se llevarían a cabo las valoraciones de fuerza a través de los tests indirectos de la RM, para poder así prescribir el entrenamiento de fuerza en función de las intensidades más eficaces.

Finalmente, se procedería a implementar el programa de entrenamiento en función de los principales resultados en esta revisión y de otras evidencias científicas, por tanto, se incluye en la intervención una combinación de entrenamientos con ejercicios de fuerza dinámicos e isométricos, además de resistencia aeróbica. Así el programa debería tener una duración mínima de 12 semanas, con una frecuencia de entrenamiento de al menos 3 días a la semana para obtener beneficios en la presión arterial. La estructura de entrenamiento concurrente constaría de la utilización de máquinas de resistencia variable, para realizar los ejercicios de fuerza dinámica, con volúmenes de entrenamiento comprendidos entre 27-45 series por sesión, con una intensidad entre el 50-80% del RM, descansos de 90 segundos entre series y un total de 9 ejercicios, tanto de tren superior como inferior. También se incluiría ejercicios de contracción isométrica al 30-35% de la contracción voluntaria máxima (MVC) con dinamómetro manual unilateral (López-Valenciano, et al., 2019) para obtener las mayores reducciones en la PAS y PAD. También se incluiría, al menos 30 minutos de resistencia aeróbica en tapiz rodante, al 60% de la frecuencia cardíaca máxima (Galdino, et al., 2016).

Después del periodo de 12 semanas, se volvería a realizar una re-evaluación para medir y cuantificar todos los parámetros mencionados anteriormente, para así, poder comparar y analizar resultados pre/post intervención. De esta manera se podría ajustar el entrenamiento y proporcionar a los sujetos mayores beneficios.

7. BIBLIOGRAFIA

Ärnlöv, J., Pencina, M. J., Nam, B. H., Meigs, J. B., Fox, C. S., Levy, D., ... & Vasan, R. S. (2005). Relations of insulin sensitivity to longitudinal blood pressure tracking: variations with baseline age, body mass index, and blood pressure. *Circulation*, *112*(12), 1719-1727.

Bakker, E. A., Sui, X., Brellenthin, A. G., & Lee, D. C. (2018). Physical activity and fitness for the prevention of hypertension. *Current opinion in cardiology*, *33*(4), 394-401.

Banegas, J. R., & Gijón-Conde, T. (2017). Epidemiología de la hipertensión arterial. *Hipertensión y Riesgo Vascular*, *34*, 2-4.

Battagin, A. M., Dal Corso, S., Soares, C. L. R., Ferreira, S., Letícia, A., Souza, C. D., & Malaguti, C. (2010). Pressure response after resistance exercise for different body segments in hypertensive people. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, *95*(3), 405-411.

Beck, D. T., Martin, J. S., Casey, D. P., & Braith, R. W. (2013). Exercise training reduces peripheral arterial stiffness and myocardial oxygen demand in young prehypertensive subjects. *American Journal of Hypertension*, *26*(9), 1093-1102.

Börjesson, M., Onerup, A., Lundqvist, S., & Dahlöf, B. (2016). Physical activity and exercise lower blood pressure in individuals with hypertension: narrative review of 27 RCTs. *Br J Sports Med*, *50*(6), 356-361.

Brook, RD, Appel, LJ, Rubenfire, M., Ogedegbe, G., Bisognano, JD, Elliott, WJ,... y Townsend, RR (2013). Más allá de los medicamentos y la dieta: enfoques alternativos para reducir la presión arterial: una declaración científica de la American Heart Association. *Hipertensión*, *61* (6), 1360-1383.

Carlson, D. J., Dieberg, G., Hess, N. C., Millar, P. J., & Smart, N. A. (2014, March). Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis. In *Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 89, No. 3, pp. 327-334). Elsevier.

Carter, JR, Ray, CA, Downs, EM y Cooke, WH (2003). El entrenamiento de fuerza reduce la presión arterial pero no la actividad neural simpática en sujetos normotensos jóvenes. *Revista de Fisiología Aplicada*.

Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Singh, M. A. F., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & science in sports & exercise*, *41*(7), 1510-1530.

Coelho-Júnior, H. J., de Oliveira Gonçalves, I., Câmara, N. O., Cenedeze, M. A., Bacurau, R. F., Asano, R. Y.,... & Rodrigues, B. (2018). Non-periodized and Daily Undulating Periodized Resistance Training on Blood Pressure of Older Women. *Frontiers in Physiology*, *9*.

Cornelissen, V. A., & Fagard, R. H. (2005). Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure-regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors. *Hypertension*, *46*(4), 667-675.

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.

De Morton, N. A. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*, *55*(2), 129-133.

De Sousa, N. M., Magosso, R. F., Dipp, T., Plentz, R. D., Marson, R. A., Montagnolli, A. N.,... & Baldissera, V. (2014). Continuous blood pressure response at different intensities in leg press exercise. *European journal of preventive cardiology*, 21(11), 1324-1331.

De Teresa, E. (2007). Tratamiento diurético de la insuficiencia cardiaca. *Revista Española de Cardiología Suplementos*, 7(6), 34F-44F.

Fisher, J. P., & Paton, J. F. R. (2012). The sympathetic nervous system and blood pressure in humans: implications for hypertension. *Journal of human hypertension*, 26(8), 463.

Galdino, G., Silva, A. M., Bogão, J. A., de Oliveira, M. P. B., de Oliveira Araújo, H. A. G., Oliveira, M. S., ... & Borges, J. B. C. (2016). Association between respiratory muscle strength and reduction of arterial blood pressure levels after aerobic training in hypertensive subjects. *Journal of physical therapy science*, 28(12), 3421-3426.

Gielen, S., Schuler, G., & Adams, V. (2010). Cardiovascular effects of exercise training: molecular mechanisms. *Circulation*, 122(12), 1221-1238.

Gómez, J. F., Camacho, P. A., López-López, J., & López-Jaramillo, P. (2019). Control y tratamiento de la hipertensión arterial: Programa 20-20. *Revista Colombiana de Cardiología*.

Grau, M., Elosua, R., de Leon, A. C., Guembe, M. J., Baena-Díez, J. M., Alonso, T. V.,... & Gavrila, D. (2011). Factores de riesgo cardiovascular en España en la primera década del siglo XXI: análisis agrupado con datos individuales de 11 estudios de base poblacional, estudio DARIOS. *Revista Española de Cardiología*, 64(4), 295-304.

Guarnaluses, B., & Jorge, L. (2016). Algunas consideraciones sobre la hipertensión arterial. *MediSan*, 20(11), 2434-2438.

Hall, J. E., do Carmo, J. M., da Silva, A. A., Wang, Z., & Hall, M. E. (2015). Obesity-induced hypertension: interaction of neurohumoral and renal mechanisms. *Circulation research*, 116(6), 991-1006.

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.

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.

Kendall, F., Oliveira, J., Peleteiro, B., Pinho, P., & Bastos, P. T. (2018). Inspiratory muscle training is effective to reduce postoperative pulmonary complications and length of hospital stay: a systematic review and meta-analysis. *Disability and rehabilitation*, 40(8), 864-882.

Kim, H. S., & Kim, D. G. (2013). Effect of long-term resistance exercise on body composition, blood lipid factors, and vascular compliance in the hypertensive elderly men. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 9(2), 271.

Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(4), 674-688.

Lamina, S., & Okoye, G. C. (2012). Therapeutic effect of a moderate intensity interval training program on the lipid profile in men with hypertension: a randomized controlled trial. *Nigerian journal of clinical practice*, 15(1).

Laterza, M. C., de Matos, L. D., Trombetta, I. C., Braga, A. M., Roveda, F., Alves, M. J. ... & Rondon, M. U. (2007). Exercise training restores baroreflex sensitivity in never-treated hypertensive patients. *Hypertension*, 49(6), 1298-1306.

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.

Levin, G., Kestenbaum, B., Ida Chen, Y. D., Jacobs Jr, D. R., Psaty, B. M., Rotter, J. I., ... & de Boer, I. H. (2010). Glucose, insulin, and incident hypertension in the multi-ethnic study of atherosclerosis. *American journal of epidemiology*, 172(10), 1144-1154.

Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P.... & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS medicine*, 6(7), e1000100.

Lopes, S., Mesquita-Bastos, J., Alves, A. J., & Ribeiro, F. (2018). Exercise as a tool for hypertension and resistant hypertension management: current insights. *Integrated blood pressure control*, 11, 65.

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*.

MacDonald, H. V., Johnson, B. T., Huedo-Medina, T. B., Livingston, J., Forsyth, K. C., Kraemer, W. J., ... & Pescatello, L. S. (2016). Dynamic resistance training as stand-alone antihypertensive lifestyle therapy: a meta-analysis. *Journal of the American Heart Association*, 5(10), e003231.

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.

Malin, S. K., Gerber, R., Chipkin, S. R., & Braun, B. (2012). Independent and combined effects of exercise training and metformin on insulin sensitivity in individuals with prediabetes. *Diabetes care*, 35(1), 131-136.

Millar, PJ, McGowan, CL, Cornelissen, VA, Araujo, CG, y Swaine, IL (2014). Evidencia del papel del entrenamiento con ejercicios isométricos en la reducción de la presión arterial: mecanismos potenciales y direcciones futuras. *Medicina deportiva*, 44 (3), 345-356.

Moraes, M. R., Bacurau, R. F., Casarini, D. E., Jara, Z. P., Ronchi, F. A., Almeida, S. S., ... & Barros, C. C. (2012). Chronic conventional resistance exercise reduces blood pressure in stage 1 hypertensive men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 1122-1129.

Mota, MR, Oliveira, RJ, Terra, DF, Pardono, E., Dutra, MT, de Almeida, JA, y Silva, FM (2013). Los efectos agudos y crónicos del ejercicio de resistencia sobre la presión arterial en mujeres de edad avanzada y la posible influencia del polimorfismo de la ECA I / D. *Revista Internacional de Medicina General*, 6, 581.

Mozaffarian, D., Benjamin, E. J., Go, A. S., Arnett, D. K., Blaha, M. J., Cushman, M., ... Turner, M. B. (2015). Heart Disease and Stroke Statistics—2016 Update. *Circulation*, 133(4), e38–e360.

Pescatello, L. S., Franklin, B. A., Fagard, R., Farquhar, W. B., Kelley, G. A., & Ray, C. A. (2004). Exercise and hypertension. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(3), 533-553.

Phillips, S. A., Das, E., Wang, J., Pritchard, K., & Gutterman, D. D. (2011). Resistance and aerobic exercise protects against acute endothelial impairment induced by a single exposure to hypertension during exertion. *Journal of applied physiology*, 110(4), 1013-1020.

Saad, M. F., Rewers, M., Selby, J., Howard, G., Jinagouda, S., Fahmi, S. ... & Haffner, S. M. (2004). Insulin resistance and hypertension: the Insulin Resistance Atherosclerosis study. *Hypertension*, 43(6), 1324-1331.

Sherrington, C., Whitney, J. C., Lord, S. R., Herbert, R. D., Cumming, R. G., & Close, J. C. (2008). Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(12), 2234-2243.

Spence, A. L., Carter, H. H., Naylor, L. H., & Green, D. J. (2013). A prospective randomized longitudinal study involving 6 months of endurance or resistance exercise. Conduit artery adaptation in humans. *The Journal of physiology*, 591(5), 1265-1275.

Tomeleri, C. M., Marcori, A. J., Ribeiro, A. S., Gerage, A. M., de Souza Padilha, C., Schiavoni, D.,... & Barbosa, D. S. (2017). Chronic blood pressure reductions and increments in plasma nitric oxide bioavailability. *International journal of sports medicine*, 38(04), 290-299.

Valkenet, K., van de Port, I. G., Dronkers, J. J., de Vries, W. R., Lindeman, E., & Backx, F. J. (2011). The effects of preoperative exercise therapy on postoperative outcome: a systematic review. *Clinical rehabilitation*, 25(2), 99-111.

Vanhoutte, P. M., Shimokawa, H., Feletou, M., & Tang, E. H. C. (2017). Endothelial dysfunction and vascular disease—a 30th anniversary update. *Acta physiologica*, 219(1), 22-96.

Verhagen, A. P., de Vet, H. C., de Bie, R. A., Kessels, A. G., Boers, M., Bouter, L. M., & Knipschild, P. G. (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), 1235-1241.

Villareal, D. T., Aguirre, L., Gurney, A. B., Waters, D. L., Sinacore, D. R., Colombo, E. ... & Qualls, C. (2017). Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. *New England Journal of Medicine*, 376(20), 1943-1955.

Whelton, PK, Carey, RM, Aronow, WS, Casey, DE, Collins, KJ, Himmelfarb, CD,... y Mac Laughlin, EJ (2018). Guía de ACC / AHA / AAPA / ABC / ACPM / AGS / APH / ASH / ASPC / NMA / PCNA 2017 para la prevención, detección, evaluación y manejo de la hipertensión arterial en adultos: un informe del American College of Cardiology / American Grupo de trabajo de la Asociación del Corazón sobre guías de práctica clínica. *Revista del Colegio Americano de Cardiología*, 71 (19), e127-e248.

Anexo 1. Prisma Checklist.

Sección/tema		Ítem	Página
TÍTULO			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	2
RESUMEN			
Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.	2
INTRODUCCIÓN			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	3
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).	4
MÉTODOS			
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.	
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.	5
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.	5
Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.	5

Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).	5
Proceso de recopilación de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.	5
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.	5
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.	5
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).	5
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I^2) para cada metaanálisis.	6

Sección/tema		Checklist item	Página
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).	
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.	
RESULTADOS			
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.	7
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.	9

Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).	9
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (forest plot).	11
Síntesis de los resultados	21	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas de consistencia.	11
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	
Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16])	
DISCUSIÓN			
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).	13
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo, obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).	15
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias así como las implicaciones para la futura investigación.	15
FINANCIACIÓN			
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.	

Anexo 2. Escala de evaluación metodológica de los estudios (escala PeDro).

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Puntuación
Coelho-Júnior et al, 2018. Brasil.	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	9
Darren T. Beck et al, 2013. Cincinnati.	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	8
Marcio R. Mota et al, 2013. Brasilia, Brasil.	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	7
Denize Faria Terra et al, 2008. Sao Paulo, Brasil.	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5
Darren P. Casey et al, 2007. Florida.	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	5
Hiroshi Kawano et al, 2006. Tokio, Japón.	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	6
Miriam Y. Cortez-Cooper et al, 2005. Austin, Texas.	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	3
Jason R. Carter et al, 2003. Pennsylvania.	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	6
Kevin R. Vincent et al, 2003. Florida.	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	6

Los números de la columna de puntuación corresponden a los siguientes elementos de la escala PeDro.

Criterios
1. Los criterios de selección de los sujetos/participantes están claramente especificados (no se incluye en la puntuación).
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.
3. ¿Fue el tratamiento asignado de forma oculta?
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes (VDs y variables sociodemográficas relevantes).
5. ¿Todos los sujetos fueron cegados/enmascarados en su asignación al tratamiento?
6. ¿Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados / enmascarados en cuanto al tratamiento aplicado?
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.
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.
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control o, si hubo pérdidas entre el pretest y el posttest, se aplicó un análisis por intención de tratar.

10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron aportados para al menos una VD clave.

11. El estudio proporciona medidas de tendencia central y de variabilidad para al menos un resultado clave.

