

ENTRENAMIENTO DE FUERZA COMO MÉTODO ANTI-HIPERTENSIVO EN ADULTOS

CCAFyD + FISIOTERAPIA

**FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA Y EL DEPORTE**



Realizado por: Jon Aizpuru Arotzena

Grupo TFG: M61

Año Académico: 2021-2022

Tutor/a: María Rosa Bielsa Hierro

Área: revisión bibliográfica

RESUMEN

La hipertensión arterial (HTA) es el principal factor de riesgo modificable de las enfermedades cardiovasculares. Esta revisión tiene como objetivo estudiar si el entrenamiento de fuerza es un método eficaz para reducir la presión arterial a largo y corto plazo. Además, comparar si esta reducción es mayor en sujetos con HTA o sin HTA, y en entrenamientos combinados o en entrenamientos de fuerza no combinados.

Las bases de datos Medline y SPORTDiscus with Full Text fueron utilizadas para la búsqueda de ensayos controlados aleatorizados publicados desde el año 2016, en los que se evaluaba el papel del entrenamiento de fuerza en la reducción de la presión arterial de sujetos adultos. Después de los documentos excluidos, 11 artículos fueron seleccionados para la síntesis cualitativa.

En cuanto a los resultados, el entrenamiento de fuerza no combinado redujo la presión arterial a largo plazo en 7 de los 9 artículos recopilados en esta revisión. En dos artículos no redujo la presión arterial de los sujetos partícipes a la intervención. Por otra parte, a corto plazo, un artículo logró demostrar la hipotensión post ejercicio que es común después de los entrenamientos de fuerza; sin embargo, otro estudio no llegó a demostrar este fenómeno por la temprana medición (post 1 minuto) que se efectuó. Asimismo, las reducciones fueron mayores en intervenciones donde los sujetos tenían HTA antes de empezar el tratamiento, y donde el entrenamiento de fuerza fue combinado con otros métodos de intervención.

En conclusión, esta revisión sistemática apoya que el entrenamiento de fuerza es un método apto para reducir la presión arterial en sujetos adultos tanto a largo plazo, como a corto plazo. Además, esta revisión constata que las disminuciones en la presión arterial fueron mayores en sujetos con HTA y en los métodos de entrenamiento combinado.

Palabras clave: hipertensión arterial, entrenamiento de fuerza, enfermedad cardiovascular, ensayo controlado aleatorizado.

ABSTRACT

Arterial hypertension (HTN) is the main modifiable risk factor for cardiovascular disease. This review aims to study whether strength training is an effective method for lowering blood pressure in the long and short term. In addition, to compare whether this reduction is greater in subjects with HTN or without HTN, and in combined training or in non-combined strength training.

The Medline and SPORTDiscus with Full Text databases were used to search for randomized controlled trials published since 2016, that evaluated the role of resistance training in the reduction of blood pressure in adult subjects. After the excluded documents, 11 articles were included in the qualitative synthesis.

Regarding the results, non-combined resistance training reduced blood pressure in the long term in 7 of the 9 articles collected in this review. In the other two articles, it did not reduce the blood pressure of the subjects participating in the intervention. On the other hand, in the short term, an article was able to demonstrate the post-exercise hypotension that is common after strength training, but another study failed to demonstrate this phenomenon due to the early measurement (post 1 minute) that was made. Likewise, the reductions were greater in interventions where the subjects had hypertension before starting treatment, and where strength training was combined with other intervention methods.

In conclusion, this systematic review supports that resistance training is a suitable method for reducing blood pressure in adult subjects both in the long term and in the short term. In addition, this review confirms that the decreases in blood pressure were greater in subjects with hypertension and in the combined training methods.

Keywords: arterial hypertension, strength training, cardiovascular disease, randomized controlled trial.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	6
2.- OBJETIVOS.....	9
2.1 Objetivo principal	9
2.2 Objetivos específicos:	9
3.- METODOLOGÍA.....	9
3.1 Diseño:.....	9
3.2 Estrategia de búsqueda:	9
3.3 Criterios de inclusión:	10
3.4 Diagrama de flujo:.....	11
4.- RESULTADOS	12
4.1 Cuadro resumen artículos empleados:.....	12
4.2 Resumen artículos empleados:.....	15
5.- DISCUSIÓN	27
5.1 El entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo a largo plazo	27
5.2 El entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo a corto plazo	29
5.3 Cambios de la presión arterial a largo plazo: sujetos con hipertensión arterial vs sujetos sin hipertensión arterial	30
5.4 Cambios de la presión arterial a largo plazo: entrenamiento de fuerza vs combinado	31
6.- FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	32
7.- CONCLUSIONES.....	35
8.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- **ACSM:** Universidad Americana de Medicina Deportiva.
- **AHA:** Asociación Americana del Corazón.
- **CVD:** enfermedad cardiovascular.
- **EP:** entrenamiento de potencia.
- **FC:** frecuencia cardíaca.
- **HTA:** hipertensión arterial.
- **IHG:** entrenamiento isométrico de agarre.
- **IMST:** entrenamiento de fuerza de la musculatura inspiratoria.
- **NMES:** estimulación eléctrica neuromuscular.
- **NO:** óxido nítrico.
- **PAD:** presión arterial diastólica.
- **PAM:** presión arterial media.
- **PAS:** presión arterial sistólica.
- **PIMAX:** presión inspiratoria máxima.
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud.
- **RPE:** índice de esfuerzo percibido.

1.- INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) ha demostrado que la enfermedad cardiovascular (CVD) es la principal causa de muerte a nivel global. Cada año mueren más personas por enfermedades cardiovasculares que por cualquier otra causa (Al-Makki et al., 2021). Hay muchos predictores que causan las CVD, pero la hipertensión arterial (HTA) está situada en primer lugar entre los factores de riesgo modificables de estas enfermedades (Punia y Kulandaivelan, 2020). La alta presión arterial es una afección médica grave que aumenta significativamente el riesgo de enfermedades del corazón, el cerebro, los riñones y otros órganos (Al-Makki et al., 2021).

La presión arterial es la fuerza que ejerce la sangre en circulación contra las paredes de las arterias del cuerpo, y está compuesta por dos presiones distintas. La sistólica (PAS) representa la presión en los vasos sanguíneos cuando el corazón se contrae o late. Por otra parte, la diastólica (PAD) representa la presión en los vasos cuando el corazón descansa entre latidos (Al-Makki et al., 2021).

Según el artículo de Al-Makki et al. (2021) se estima que 1.400 millones de personas en todo el mundo tienen la presión arterial alta, pero solo el 14% la tiene bajo control. Los hábitos de comida no saludables, la disminuida actividad física, la obesidad, el tabaquismo y el consumo de alcohol son los factores clave en el desarrollo de la HTA (Mahmood et al., 2019).

La presión arterial normal en un adulto es de 120 mm Hg en la PAS y de 80 mm Hg en la PAD. Sin embargo, los beneficios cardiovasculares de la presión arterial normal se extienden incluso por debajo de esos niveles: PAS de 105 mm Hg y PAD de 60 mm Hg (OMS, 2021). Por otra parte, la HTA está caracterizada por un incremento gradual de la PAS por encima de 140 mm Hg y la PAD por encima de 90 mm Hg (Messerli et al., 2007). Teniendo en cuenta este nivel umbral, la hipertensión tuvo una prevalencia del 45.6% entre los adultos estadounidenses entre los años 2011 y 2014, y la prevalencia mundial parece ser del 20.5% (Benjamin et al., 2019). Afortunadamente, el artículo de Lewington et al. (2002) ha demostrado que una reducción de 5 mm Hg de la presión arterial está asociada con

un menor riesgo de enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares; reduciendo de esta forma la mortalidad.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) la evidencia disponible sugiere que la hipertensión aumenta el riesgo de COVID-19 grave (ingreso a cuidados intensivos o muerte). Sin embargo, aún no está del todo claro si este riesgo es independiente de otros factores de riesgo. Los informes iniciales han identificado tasas más altas de HTA entre pacientes con COVID-19 hospitalizados y gravemente enfermos (50-56%). Tampoco está claro si esta relación es causal o está influenciada por la edad y otras comorbilidades asociadas con la HTA, incluida la obesidad, la diabetes y la enfermedad renal crónica.

En cuanto a los objetivos en estos pacientes, el principal es la reducción de la presión arterial (PA), que puede ser reducido tanto con la modificación de los hábitos de vida, como en combinación con otros remedios (Chobanian et al., 2003). Un remedio popular que se utiliza en estos individuos es el tratamiento farmacológico, pero el estudio de Mahmood et al. (2019) ha demostrado que aún con la disponibilidad de medicamentos muy efectivos, la presión arterial no puede ser controlada en el 70% de los pacientes que reciben solamente el tratamiento farmacológico. Aunque a menudo se confía en este tratamiento para el abordaje de la hipertensión, la modificación de los hábitos de vida es la primera línea de tratamiento sugerida por varios órganos rectores (Chobanian et al., 2003).

Los enfoques no farmacológicos para el tratamiento o la prevención de la hipertensión incluyen (OMS, 2021):

- Reducir la ingesta de sal (a menos de 5 g al día).
- Comer más frutas y verduras.
- Hacer actividad física de forma regular.
- Evitar el consumo de tabaco.
- Reducir el consumo de alcohol.
- Limitar la ingesta de alimentos con alto contenido de grasas saturadas.
- Eliminar o reducir las grasas trans en la dieta.

La Universidad Americana de Medicina Deportiva (ACSM) y la Asociación Americana del Corazón (AHA) han proporcionado recomendaciones de ejercicio profesional para adultos con HTA. Sin embargo, muchas de estas recomendaciones se centran en el ejercicio aeróbico (Pescatello et al., 2015).

Según Whelton et al. (2002) tanto el ejercicio aeróbico, como el ejercicio de fuerza tienen ambos una capacidad significativa para reducir la presión arterial de aproximadamente 3-4 mm Hg. Esta pequeña reducción ha demostrado ser clínicamente relevante, ya que se estima que puede reducir la morbilidad cardíaca en un 5%, el ataque al corazón en un 8-14%, y toda causa de mortalidad en un 4% en la población promedio. Según Kenney et al. (1993) el mecanismo que se esconde detrás de esta reducción de la presión arterial proviene de la suma de las disminuciones agudas que ocurren después de series únicas de ejercicio, un fenómeno denominado hipotensión post-ejercicio.

El ejercicio aeróbico es una de las intervenciones con mayor evidencia para promover un saludable envejecimiento cardiovascular (Seals, 2014). Sin embargo, la adherencia al cumplimiento de ejercicio aeróbico es deficiente, con <40% de los adultos mayores de mediana edad que cumplen con las pautas (Troiano et al., 2008). Entre las barreras que pueden explicar esta baja adherencia se encuentra la escasez de tiempo libre disponible de los adultos (Kelly et al., 2016). El entrenamiento de fuerza puliría en parte esta barrera, ya que los entrenamientos son más tiempo-eficientes.

El entrenamiento de fuerza está compuesto por ejercicios en los que se ejerce una fuerza contra una resistencia con fases alternas de acortamiento y alargamiento muscular (Fecchio et al., 2021). Este tipo de entrenamiento se puede realizar usando distintos métodos o formas de llevar a cabo los ejercicios. Se pueden realizar los ejercicios de forma concéntrica, excéntrica o isométrica. Además, se pueden usar máquinas o pesos libres para conseguir distintos objetivos mediante distintos métodos de entrenamiento: la potencia, la fuerza-resistencia, la fuerza explosiva, etc (Stone y Borden, 1997).

Si llevamos el entrenamiento de fuerza al ámbito de la salud puede promover adaptaciones vasculares, mejorando la conductancia vascular y la función endotelial, lo que puede tener un papel en el efecto reductor de la presión arterial (Fecchio et al., 2021).

2.- OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

Realizar una revisión sistemática para estudiar si el entrenamiento de fuerza es efectivo en la reducción de la presión arterial a largo plazo.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar si el entrenamiento de fuerza es efectivo en la reducción de presión arterial a corto plazo.
- Ver las diferencias de presión arterial causadas por el entrenamiento de fuerza en los grupos de adultos hipertensos y no hipertensos.
- Observar si el entrenamiento combinado es más efectivo en la reducción de la presión arterial que únicamente el entrenamiento de fuerza.

3.- METODOLOGÍA

3.1 Diseño

Se ha realizado una revisión sistemática de las bases de datos científicas sobre la capacidad anti-hipertensiva del entrenamiento de fuerza en adultos.

3.2 Estrategia de búsqueda

Como puede verse en la Figura 1, para la búsqueda de estudios originales se consultaron las bases de datos Medline y SPORTDiscus with Full Text, mediante la siguiente ecuación de búsqueda: «resistance training or strength training AND hypertension or high blood pressure or hypertensive AND adults or adult AND

randomized controlled trials or rtc or randomised control trials NOT meta-analysis or systematic review NOT study protocol». Además, se limitó por año de búsqueda a 5 años atrás (2016) y a artículos de texto completo.

Al realizar la búsqueda inicial se rastrearon 143 artículos; de los cuales 72 eran revisiones sistemáticas, meta análisis o protocolos de estudio. De esta forma 71 artículos fueron los que cuadraban con los criterios establecidos. De estos 71 estudios, 19 no contaban con la opción de texto completo, por lo que fueron excluidos. Además, de estos 52 artículos, 22 fueron excluidos porque fueron publicados antes del año 2016. Finalmente 30 artículos fueron los que cumplían con los criterios previamente establecidos, pero de estos 30, 19 artículos no se adaptaban a la temática de la revisión, de esta forma habiendo incluido 11 estudios científicos en la síntesis cualitativa (Figura 1).

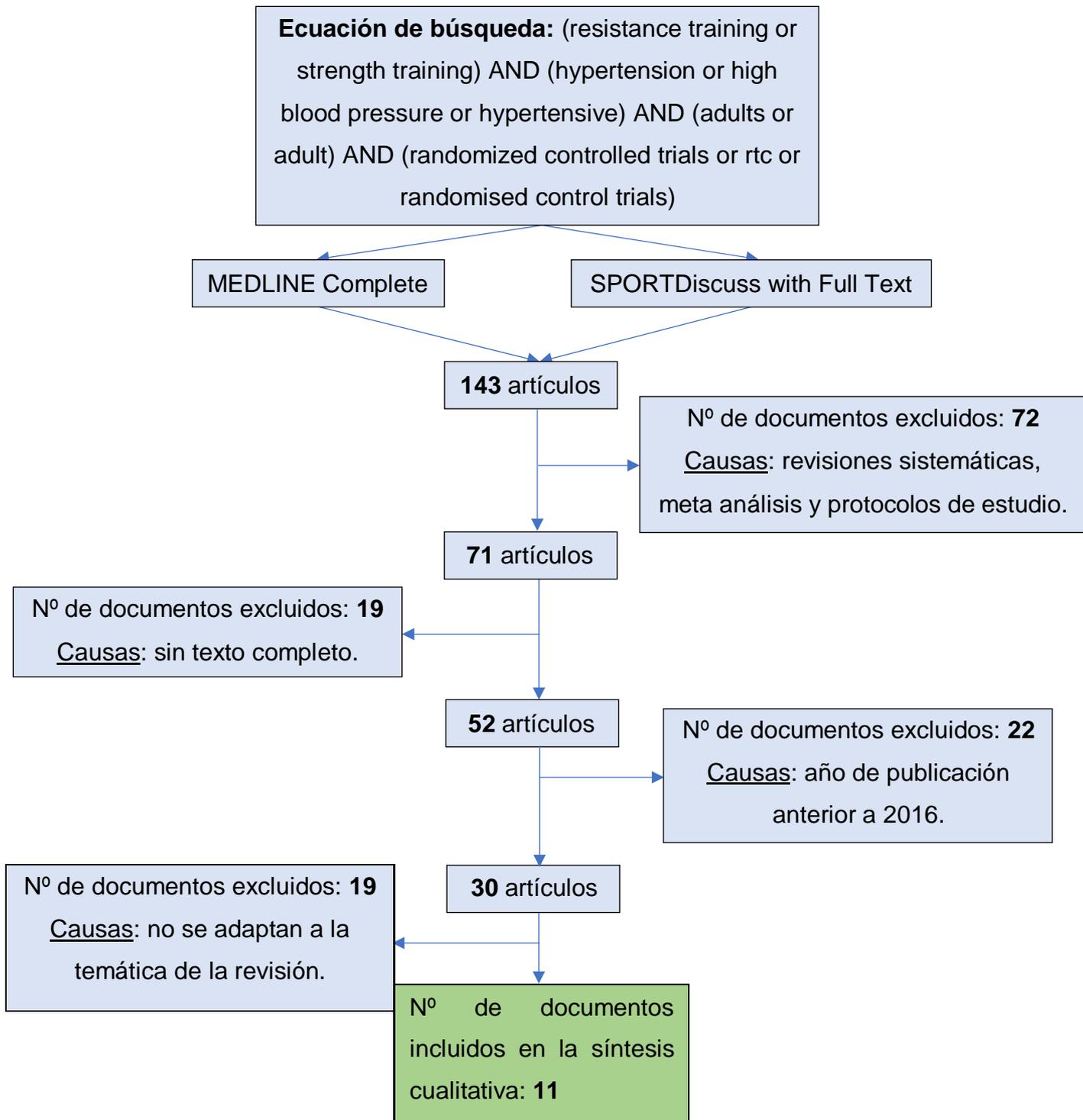
3.3 Criterios de selección

Para la realización de esta revisión sistemática los criterios de inclusión que han sido utilizados son:

- Estudios en los que el método principal de entrenamiento haya sido el de fuerza.
- Que la población de los sujetos estudiados haya sido adulta.
- Que se haya realizado la medición de los cambios de presión arterial (PAS y PAD) pre y post intervención.
- Estudios en los que los pacientes hayan sido asignados a cada grupo al azar (ensayos controlados aleatorios).
- Artículos de texto completo.
- Artículos publicados desde el 2016.
- Artículos publicados en las bases de datos Medline y SPORTDiscus with Full Text.

3.4 Diagrama de flujo:

Figura 1. Diagrama de flujo



Elaboración propia.

4.- RESULTADOS

4.1 Cuadro resumen artículos empleados

Tabla 1. Cuadro resumen artículos empleados

Autores y año	Objetivo/s	Muestra	Variables	Resultados
Bischoff-Ferrari et al. (2020).	Testear si la vitamina D, omega-3s y el entrenamiento de fuerza en conjunto o independientemente mejoran 6 variables de salud en adultos mayores.	2157 participantes adultos mayores de 70 años. Sin enfermedades mayores en los 5 años previos a la realización del experimento. Con buena movilidad y buen estatus cognitivo.	-Presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD). -Rendimiento físico corto. -Montreal Cognitive Assessment (MoCA). -Incidencia de fracturas no vertebrales en los tres años posteriores a la intervención.	-1900 completaron el estudio. -No hubo diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los grupos.
Craighead et al. (2021).	Comprobar si el entrenamiento de fuerza tiempo-eficaz de la musculatura inspiratoria (IMST) disminuye los niveles de presión sanguínea y mejora la función endotelial en adultos/mayores con presiones sanguíneas anormales. Entrenamiento de fuerza de la musculatura inspiratoria (IMST)	36 participantes adultos (50-79 años) con la PAS > 120 mm Hg. Las mujeres postmenopáusicas y menores de 56 años.	-Presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD). -Función endotelial. -Rigidez arterial.	-IMST fue seguro, bien tolerado y tuvo una adherencia excelente. -La PAS disminuyó de 135 mm Hg a 126 mm Hg con IMST, sin embargo, la PAD decreció modestamente de 79 mm Hg a 77 mm Hg. La presión arterial no disminuyó en los sujetos del grupo control.
De Oliveira et al. (2020).	Evaluar los efectos crónicos del entrenamiento concurrente (fuerza + aeróbico con bandas elásticas) en respuestas hemodinámicas, cardiorrespiratorias y de fuerza muscular después de 8 semanas de intervención, en sujetos hipertensos medicados.	23 participantes hipertensos adultos mayores (62,65 +- 6,4 años) de ambos sexos.	-Presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD). -VO2 max. -Fuerza flexora del codo y de la rodilla derecha.	En el grupo del entrenamiento concurrente con bandas elásticas una reducción de un 6,37% en la presión arterial, un incremento de 16,68% en el VO2 pico y un 16% de incremento de la fuerza flexora del codo derecho, comparado con el grupo control.
Kutsuna et al. (2021)	Examinar la influencia del entrenamiento de fuerza de poca intensidad + estimulación eléctrica neuromuscular en la	20 participantes hombres universitarios	-Presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD).	La proporción de componentes de baja y alta frecuencia de variabilidad de la frecuencia cardíaca, presión arterial sistólica y frecuencia cardíaca aumentó durante el

	actividad autonómica y en las respuestas cardiovasculares en adultos sanos.		-Frecuencia cardíaca (FC). -Fuerza muscular. -VFC. -Estrés psicológico.	ejercicio en las sesiones de RT y RT + NMES (P <0.05). No hubo diferencias significativas en la actividad autónoma y las respuestas cardiovasculares a lo largo de las sesiones durante la RT y la RT + NMES.
Machado et al. (2020).	Evaluar los efectos agudos del entrenamiento de potencia (EP) en la presión arterial de los adultos mayores con hipertensión arterial.	13 participantes mayores de 60 años con hipertensión arterial y tratados con medicamentos anti-hipertensivos. Sin haber entrenado como mínimo durante 6 meses. No fumadores y con reconocimiento médico apto para realizar ejercicio.	-Presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD).	Comparado con los valores previos al ejercicio, tanto la PAS como la PAD disminuyeron en el grupo de EP, pero no en el grupo control (reposo). Menores niveles del grupo EP en PAS y PAD en 15, 30, 45 y 60 minutos post-ejercicio comparando con el grupo control.
Masroor et al. (2018)	Investigar los efectos del entrenamiento de fuerza y aeróbico combinado en la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) en mujeres sedentarias hipertensas.	28 participantes mujeres hipertensas adultas.	-Presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD). -Variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC).	El grupo del entrenamiento combinado demostró una disminución significativa de la presión arterial (tanto PAS, como PAD), comparado con el grupo control.
Normandin et al. (2017).	Determinar la eficacia de la restricción calórica (RC) con el entrenamiento de fuerza (RT) para la pérdida de peso en sujetos con síndrome metabólico.	126 participantes adultos mayores (65-79 años) con sobrepeso/obesidad (BMI 27-35 kgm-2).	-Presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD). -HDL, VLDL, LDL, colesterol total, TG, glucosa, insulina, HOMA-IR.	-La masa corporal disminuyó en RT + CR (5.67% pérdida de masa inicial) pero no cambió en RT (0.15%). -En comparación con la RT, la RT + CR dio como resultado una reducción del colesterol VLDL, los triglicéridos y la presión arterial sistólica y diastólica (P entre 0,000 y 0,013). El grupo de RT no mostró cambios significativos dentro del grupo en los criterios de MetS. -La obesidad abdominal, la hipertensión, el número de anomalías metabólicas y la presencia de MetS disminuyeron significativamente con RT + CR. -Hubo diferencias significativas entre los grupos para la obesidad abdominal, la hipertensión y el número de anomalías metabólicas.

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

Punia y Kulandaivelan (2019).	Confirmar si 8 semanas de entrenamiento isométrico de agarre (IHG) en casa reduce la presión arterial en reposo en sujetos adultos.	20 participantes adultos hombres y 20 mujeres. 20 con Etapa I hipertensión (PAS 130-139, PAD 80-89) y 20 con Etapa II hipertensión (PAS 140-159, PAD 90-99).	-Presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD). -Frecuencia del pulso.	Después de ocho meses hubo reducciones significativas en el grupo IHG tanto en la presión sanguínea como en la frecuencia del pulso, comparado con el grupo control (activo).
Ramos-Barrera et al. (2020)	Analizar los efectos del entrenamiento de fuerza de la musculatura inspiratoria (IMST) en los parámetros cardiovasculares en sujetos obesos diagnosticados con apnea del sueño obstructiva.	25 sujetos adultos: 15 en el grupo IMST y 10 en el grupo control.	-Presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD). -Catecolaminas plasmáticas. -Sensibilidad barorrefleja cardíaca espontánea en reposo. -Actividad del nervio simpático muscular en reposo	-La presión arterial sistólica, diastólica y media disminuyó para el grupo IMST (-8,82 mm Hg; -4,69 mm Hg; -6,06 mm Hg). -Para el grupo control, la PA disminuyó ligeramente (PAS: -2,23; PAD: -1,10; PAM: -1,48).
Sales et al. (2018)	Determinar los efectos del entrenamiento de fuerza (RT) en las respuestas del óxido nítrico (NO) y de la presión arterial (BP) en sujetos con y sin diabetes tipo 2	34 sujetos mayores de 50 años (17 individuos con DM2 y 17 individuos no diabéticos).	-Presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD). -Óxido nítrico (NO).	-Los grupos de entrenamiento con DT2 y ND habían disminuido la PAS 8.1 y 1.4 mm Hg, respectivamente. -Los grupos control mostraron una elevación de la PAS (3,6 mmHg para T2D y 4,1 mmHg para ND).
Schroeder et al (2019).	Comparar los efectos del entrenamiento aeróbico, el entrenamiento de fuerza y el entrenamiento combinado en los cambios de presión sanguínea y riesgos cardiovasculares, comparado con un grupo control que no hace ejercicio.	69 participantes adultos (45-74 años) hipertensos, obesos y con un estilo de vida sedentario.	-Presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD). -Índice de masa corporal (BMI). -Circunferencia abdominal. -Composición corporal. -Fitness cardiorrespiratorio. -Máxima fuerza contráctil (prensa de piernas y de pecho). -Niveles de lípidos en sangre. -Niveles de glucosa en sangre.	-El entrenamiento combinado proporcionó reducciones significativas en la PAS periférica y central (-4 mm Hg), incremento del fitness cardiorrespiratorio (4,9 ml/kg/min), incremento de fuerza de miembros superiores (4kg) e inferiores (11kg), y un incremento de la masa corporal magra (0,8 kg). -El entrenamiento aeróbico solo incrementó el fitness cardiorrespiratorio (7,7 ml/kg/min) y redujo el peso corporal (1 kg) y la masa grasa (0,9 kg). -El entrenamiento de fuerza solo incrementó la fuerza de los miembros inferiores (13 kg) y redujo la circunferencia abdominal (2,7 cm).

Elaboración propia.

4.2 Resumen artículos empleados

El estudio de Bischoff-Ferrari et al. (2020) con el objetivo de testear si la vitamina D, el omega-3s y el entrenamiento de fuerza independientemente o en conjunto mejoraban seis variables de salud en adultos mayores, reunieron a 2157 participantes mayores de 70 años para formar parte de este estudio. Estos sujetos no debían padecer enfermedades graves en los 5 años previos a la realización del experimento; además debían tener buena movilidad y buen estatus cognitivo.

Este ensayo aleatorizado, controlado con placebo tuvo 3 comparaciones de tratamientos primarios:

- 2000 UI / día de vitamina D en comparación con placebo de vitamina D.
- 1 g / día de omega-3 en comparación con placebo omega-3.
- Programa de ejercicios de entrenamiento de fuerza de 30 minutos 3 veces por semana en comparación con un programa de ejercicios enfocado en la flexibilidad de las articulaciones, 30 minutos 3 veces por semana.

Los ensayos fueron llevados a cabo durante un periodo de intervención de tres años. Los participantes fueron aleatorizados a uno de los ocho grupos de tratamiento.

Se midieron seis variables primarias de salud; en esta revisión nos centraremos solamente en la variable que se utilizó para testear la salud cardiovascular: cambio de la presión arterial sistólica y diastólica (PAS y PAD). Las mediciones fueron realizadas al inicio del estudio y a los 12, 24 y 36 meses.

La presión arterial sistólica media en el grupo de entrenamiento de fuerza fue 143.7 mm Hg al inicio del estudio y disminuyó 8.0 mm Hg durante el seguimiento de 3 años, por otra parte, en el grupo control de estiramientos la PAS media al inicio del estudio fue de 143.4 y disminuyó 8.5 mm Hg. La presión arterial diastólica media fue 75.9 mm Hg al inicio del estudio y disminuyó 3.0 mm Hg en el grupo experimental de ejercicio durante el seguimiento de 3 años. En el grupo de estiramientos, la media inicial fue de 75.8 mm Hg y disminuyó 3.3 mm Hg en tres años. No hubo diferencias estadísticamente significativas para ninguno de los 3

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

tratamientos en comparación con su placebo / control en la presión arterial sistólica o diastólica durante un seguimiento de 3 años.

Este estudio tiene varias limitaciones. En primer lugar, el 83% de los participantes ya realizaban actividad física de moderada/alta intensidad al inicio del estudio, y es posible que haya pocas posibilidades de obtener mayores beneficios con el ejercicio adicional.

El artículo de Craighead et al. (2021) versa sobre el entrenamiento eficiente en el tiempo de la musculatura inspiratoria. El objetivo de este estudio era comprobar si el entrenamiento de fuerza eficiente en el tiempo de la musculatura inspiratoria (IMST) disminuye los niveles de presión sanguínea y mejora la función endotelial en adultos/mayores con presiones sanguíneas anormales. 36 sujetos con PAS mayor de 120 mm Hg formaron parte del análisis final de este estudio. 18 sujetos fueron aleatorizados al grupo experimental (IMST) y 18 sujetos al grupo control.

La presión inspiratoria máxima (PIMAX) fue evaluada haciendo que cada sujeto realizara una serie de esfuerzos inspiratorios máximos contra una resistencia casi infinita utilizando un transductor de presión personalizado. Estas maniobras se realizaron hasta que las 3 presiones más altas estuvieran dentro del 5% entre sí; la PIMAX se definió como el promedio de estas 3 medidas.

Todos los sujetos realizaron 30 maniobras inspiratorias (5 series de 6, con 1 minuto de descanso entre series), 6 días a la semana, durante 6 semanas. Los sujetos del grupo IMST entrenaron al 55% PIMAX durante la semana 1, 65% PIMAX durante la semana 2 y 75% PIMAX durante las semanas 3 a 6. El grupo control entrenó al 15% PIMAX durante toda la intervención. Un asistente de investigación no cegado estuvo presente en una sesión de entrenamiento por semana. Se evaluó la PIMAX antes de cada sesión de entrenamiento supervisada y el dispositivo de entrenamiento se configuró con la resistencia adecuada. Las 5 sesiones de entrenamiento restantes de la semana se realizaron sin supervisión en casa.

La PAS y la PAD fueron medidas por un solo investigador capacitado mediante auscultación braquial en el brazo no dominante del sujeto. La presión arterial fue

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

medida en cuatro fases distintas: en la detección, en la línea de base, al final de la intervención y en el seguimiento.

En cuanto a los resultados, la PAS disminuyó 9 mm Hg y la PAD disminuyó 2 mm Hg después de 6 semanas de entrenamiento IMST, pero no cambió en el grupo control. En los sujetos del grupo IMST que completaron el testeo de seguimiento (6 semanas después de la finalización del entrenamiento), los niveles de PAS aumentaron respecto al testeo realizado al final de la intervención (2 mm Hg) pero se mantuvieron significativamente reducidos respecto al testeo realizado en la línea de base.

El artículo de De Oliveira et al. (2020) analizó los efectos del entrenamiento concurrente con bandas elásticas en pacientes hipertensos. El objetivo de este estudio era evaluar los efectos crónicos del entrenamiento concurrente (fuerza + aeróbico con bandas elásticas) en respuestas hemodinámicas, cardiorrespiratorias y de fuerza muscular después de 8 semanas de intervención, en sujetos hipertensos medicados. 25 sujetos participaron en este estudio. Todos los voluntarios utilizaban medicación antihipertensiva. Los criterios de inclusión fueron: sujetos de 50 años o más con hipertensión controlada (<130/80 mm Hg) y alta médica para ejercicio físico.

Los participantes fueron aleatoriamente clasificados al grupo de entrenamiento concurrente (CTG) o al grupo control (CG). Entre las mediciones la presión arterial (PAS y PAD) y la presión arterial media (PAM) fueron medidas. Para observar el efecto crónico del entrenamiento sobre las variables hemodinámicas, se evaluó la PA en reposo 72 horas antes de la intervención y después del protocolo de 8 semanas en ambos grupos.

Después de las evaluaciones previas al entrenamiento, los participantes del CTG fueron sometidos a seis sesiones de familiarización con los ejercicios del protocolo. En las sesiones de familiarización se enseñó a los participantes a usar la técnica de ejercicio y amplitud de movimiento correcta. A continuación, empezó un período de 8 semanas de entrenamiento concurrente con 3 sesiones a la semana. Cada sesión duró un máximo de 70 minutos que incluyó un calentamiento (10 minutos de trote ligero y estiramiento), programa de entrenamiento (aeróbico: 25 minutos,

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

fuerza: 25 minutos) y enfriamiento (10 minutos de ejercicios de estiramiento y movilidad articular).

El ejercicio aeróbico siempre se aplicó antes del ejercicio de resistencia. La evaluación posterior al entrenamiento comenzó 48 horas después de la última sesión. El entrenamiento aeróbico se realizó en cinta, durante 25 minutos, con un aumento progresivo de intensidad del 5% cada dos semanas. El entrenamiento de fuerza consistió en 2 series de 15 repeticiones, e intervalos de 30 segundos entre series y ejercicios. Los ejercicios para miembros superiores fueron: remo, press banca de pie y flexión de brazos. Y para miembros inferiores: extensión de rodilla, flexión de rodilla y caminar hacia adelante. En las primeras cuatro semanas los sujetos entrenaron con un RPE entre 5 y 6; y en las últimas cuatro semanas entre 6 y 7. Para ello fueron cambiando las resistencias de las gomas.

En cuanto a los resultados se observó una interacción significativa de grupo y tiempo para PAS (7.4 mm Hg), PAD (5.6 mm Hg) y PAM (7.2 mm Hg). Después del entrenamiento, se observó una reducción significativa del 6.73% para el CTG en relación con el GC solo para la PAS (8.2 mm Hg), con un gran tamaño del efecto entre los grupos. Para las comparaciones intragrupo, el CTG presentó reducciones significativas en PAS (-5.12%), PAD (-5.27%) y PAM (-5.20%), mientras que el GC no presentó cambios significativos después del período de intervención.

El estudio de Kutsuna et al. (2021) tuvo como objetivo examinar la influencia del entrenamiento de fuerza de baja intensidad combinado con estimulación eléctrica neuromuscular en las respuestas autonómicas y cardiovasculares de adultos sanos. 20 hombres universitarios (mayores de 20 años) participaron en este experimento. Los participantes fueron excluidos si hacían ejercicio regularmente o tenían antecedentes de tabaquismo, enfermedad cardiopulmonar o disfunción motora debido a una enfermedad neurológica u ortopédica. Se indicó a los sujetos que se abstuvieran de realizar actividades vigorosas, mantuvieran sus patrones de sueño habituales y no tomaran cafeína y otros estimulantes autonómicos un día antes de comenzar el estudio.

Los participantes fueron divididos aleatoriamente al grupo de entrenamiento de fuerza (RT) o al grupo de entrenamiento de fuerza con estimulación eléctrica

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

neuromuscular (RT + NMES). La fuerza isométrica máxima de los extensores de rodilla de la extremidad inferior no dominante fue evaluada utilizando un dinamómetro.

La presión arterial sistólica (PAS), la presión arterial diastólica (PAD) y la frecuencia cardíaca (FC) fueron medidas como parámetros de la respuesta cardiovascular. Los participantes descansaron durante 10 minutos (fase previa al ejercicio), se ejercitaron durante 6 minutos (3 minutos en la primera mitad de la fase de ejercicio y 3 minutos en la segunda mitad de la fase de ejercicio), y luego volvieron a descansar durante 10 minutos (después del ejercicio). La PAS y la PAD fueron medidas en cuatro tiempos: a los 9 minutos en la fase previa al ejercicio, a los 2 minutos en la primera mitad de la fase de ejercicio, a los 2 minutos en la segunda mitad de la fase de ejercicio y 1 minuto después de la fase de ejercicio. La frecuencia cardíaca se midió a lo largo de toda la sesión y los valores medios se calcularon en cada.

Para la sesión de RT, los participantes realizaron el ejercicio de extensión isométrica de rodilla utilizando el dinamómetro. Extendieron la rodilla no dominante a 60°, hicieron una contracción isométrica durante 6 segundos y descansaron otros 6 segundos; 30 repeticiones en total (6 minutos). La intensidad baja del ejercicio se estableció en el 40% de la contracción voluntaria máxima. La NMES fue aplicada al recto femoral y al vasto interno del miembro inferior no dominante. La estimulación fue aplicada a la par con la contracción muscular isométrica (6 segundos de estimulación y 6 segundos de reposo).

Los resultados no mostraron ningún efecto significativo de interacción de grupo o tiempo para la presión arterial sistólica, la presión arterial diastólica y la frecuencia cardíaca. No hubo diferencias significativas en la presión arterial sistólica, la presión arterial diastólica y la frecuencia cardíaca durante toda la sesión entre las sesiones de RT y RT + NMES. La presión arterial sistólica aumentó significativamente durante la primera mitad y la segunda mitad del ejercicio en comparación con los niveles previos al ejercicio en ambas sesiones. Pero en este estudio ni la PAS ni la PAD disminuyó significativamente en la fase post-ejercicio. La frecuencia cardíaca aumentó significativamente durante la primera mitad y la segunda mitad del

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

ejercicio y después del ejercicio en comparación con las lecturas previas al ejercicio en ambas sesiones.

En el ensayo cruzado aleatorizado de Machado et al. (2020) con el objetivo de determinar los efectos agudos del entrenamiento de potencia muscular (PT), se analizaron los resultados de 13 participantes con hipertensión esencial que fueron distribuidos aleatoriamente al grupo de entrenamiento o a otro grupo control que no hacía ningún tipo de ejercicio.

Al principio de cada sesión los participantes descansaron sentados durante 20 minutos y se les realizó una medida de la presión sanguínea en el brazo dominante, usando un oscilómetro automático. Después de la sesión experimental, los valores de presión sanguínea fueron medidos cada 15 minutos durante 1 hora.

El grupo PT llevó a cabo un entrenamiento de 3 series de 8 repeticiones al 50% de 1RM en cada ejercicio en el cual la fase concéntrica de cada repetición se realizó lo más rápido posible, mientras que la fase excéntrica del movimiento duró aproximadamente 1-2 segundos. Descansaron 2 minutos entre series y ejercicios. Los ejercicios se realizaron siguiendo este orden: remo sentado, extensión de rodilla, pec deck, flexión de rodilla, flexión de codo y extensión de codo. Por otro lado, en la sesión del grupo control los participantes descansaron sentados durante 40 minutos sin realizar ningún tipo de ejercicio físico.

En comparación con los valores correspondientes previos al ejercicio, tanto la PAS como la PAD disminuyeron en todo momento después de la sesión de entrenamiento de potencia, pero no después de la sesión control. Con respecto a las comparaciones entre sesiones en cada momento, la sesión de PT presentó una PAS menor en post-15 (-1.7 mm Hg), post-30 (-3.6 mm Hg), post-45 (-3.3 mm Hg) y post-60 minutos (-3.9 mm Hg), y una PAD más baja en post-15 (-1.5 mm Hg), post-30 (-2.2 mm Hg), post-45 (-2.0 mm Hg) y post-60 minutos (-2.0 mm Hg) en comparación con la sesión control. En cuanto a las respuestas individuales la PAS disminuyó después de la sesión de PT para todos los participantes. Siete participantes lograron reducciones de PAS superiores a 5 mm Hg después de la sesión de entrenamiento. En 12 participantes, la PAD disminuyó después de la

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

sesión de entrenamiento. Las mayores reducciones de la PAD (de -3 a -6 mm Hg) se observaron en los participantes con una PAD en reposo por encima de 90 mm Hg.

El artículo de Sales et al. (2018) tuvo el objetivo de determinar los efectos del entrenamiento de fuerza (RT) en las respuestas del óxido nítrico (ON) y de la presión arterial (PA) en sujetos con y sin diabetes tipo 2. 34 sujetos mayores de 50 años (17 individuos con DM2 y 17 individuos no diabéticos) participaron en este estudio. Los criterios de inclusión fueron: edad entre 45 y 70 años; y diagnóstico previo de DM2 para el grupo de diabéticos, por un período mayor a 1 año.

Los diabéticos y no diabéticos fueron distribuidos en el grupo experimental de entrenamiento de fuerza y en el grupo control aleatoriamente, formando un total de 4 grupos. Tanto los niveles de óxido nítrico, como la presión arterial (PAS y PAD) fueron medidas antes y después del tratamiento.

Durante la primera semana, los sujetos del grupo experimental entrenaron al 50% de 1-RM. Se aumentó la intensidad al 60% en la segunda semana y al 70% en la tercera y cuarta semana. Después de este período, se reevaluó la carga de 1-RM y los individuos entrenaron al 50% de la nueva carga. En las semanas 6, 7 y 8, el incremento de carga fue el mismo que en las 4 primeras semanas. Las sesiones de entrenamiento se realizaron en formato de circuito y duraron aproximadamente 20 minutos cada una. En las sesiones de entrenamiento al 50% de 1-RM, los individuos realizaron 3 series de 12 repeticiones (1 concéntrico y 1 segundo excéntrico) con 42 segundos de intervalo de descanso entre ejercicios y 60 segundos entre vueltas. En las sesiones de entrenamiento con cargas del 60 y 70% las repeticiones disminuyeron a diez y ocho. Además, se agregaron 4 segundos al intervalo de descanso para las sesiones de entrenamiento al 60% de 1-RM (46 segundos en total) y 8 segundos al intervalo de descanso para las sesiones al 70% de 1-RM (50 segundos en total). Los sujetos del grupo control mantuvieron las rutinas previas habituales.

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

En cuanto a los resultados, después de la intervención de 8 semanas, los grupos de entrenamiento con DM2 y ND habían disminuido la PAS 8.1 y 1.4 mm Hg, respectivamente. Sin embargo, el grupo control mostró una elevación de la PAS (3,6 mm Hg para T2D y 4,1 mm Hg para ND). Aunque ninguno de estos cambios fue significativo, una reducción de 5 mm Hg en la PAS podría representar una disminución en la tasa de mortalidad del 14% para los accidentes cerebrovasculares y del 9% para la enfermedad coronaria.

El estudio de Masroor et al. (2018) tuvo el objetivo de investigar los efectos del entrenamiento de fuerza + aeróbico (CART) en la variabilidad de la frecuencia cardíaca en mujeres sedentarias con hipertensión. 28 mujeres premenopáusicas de entre 30 y 50 años diagnosticadas con hipertensión en etapa 1 o etapa 2 participaron en este estudio. El estado premenopáusico se evaluó con un historial de ciclos menstruales regulares. Los participantes se definieron como sedentarios si no realizaban ninguna actividad física en su tiempo libre o si solo había actividad deportiva de baja intensidad (<50% FC_{máx}) durante menos de 20 minutos en una semana.

Los sujetos fueron clasificados aleatoriamente al grupo de entrenamiento combinado o al grupo control que siguió un entrenamiento convencional prescrito por un médico. La PAS y la PAD fueron medidas con un esfigmomanómetro manual estándar.

Después de la evaluación inicial, los sujetos se dividieron en el grupo CART o el grupo de control. Antes del comienzo del entrenamiento real. El grupo CART entrenó en una cinta de correr inclinada (5,0%) 3 días a la semana durante 4 semanas. Además, se proporcionó entrenamiento de resistencia dos veces por semana, lo que resultó en un total de 5 días de entrenamiento a la semana. Cada sesión comenzó con un calentamiento de 5 minutos realizado al 40% de la FC máx en cinta. El entrenamiento aeróbico se realizó al 50-80% de la FC máx (la intensidad progresó gradualmente del 50% al 80% a lo largo de 4 semanas) durante 20 minutos, seguido de 5 minutos de enfriamiento al 40% de la FC_{máx}. El entrenamiento de resistencia consistió en 3 series de 10 repeticiones de 5 ejercicios: flexiones de codo, extensiones de codo, abdominales, flexiones de rodilla

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

y extensiones de rodilla, a una intensidad del 50-80% de 1RM (la intensidad fue progresando gradualmente del 50% al 80% de 1 RM durante 4 semanas). La PAS y la PAD fueron monitoreadas de cerca durante y después del ejercicio.

En cuanto a los resultados, la PAS disminuyó de 141.6 mm Hg de media a 122.5 mm Hg (-19.1 mm Hg) en el grupo CART, por otra parte, en el grupo control no hubo cambios pre-post. La PAD disminuyó de 84.6 mm Hg a 77.4 mm Hg (-7.2 mm Hg) en el grupo CART; en el grupo control no hubo cambios pre-post. Se puede decir que en la presión arterial hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

El artículo de Normandin et al. (2017) analizó los efectos del entrenamiento de fuerza (RT) y la restricción calórica (CR) en el síndrome metabólico. El objetivo de este estudio era determinar los efectos de la adición de la restricción calórica a un programa de entrenamiento de fuerza en sujetos con síndrome metabólico, y comparar estos resultados con los obtenidos en el grupo de entrenamiento de fuerza. 126 adultos mayores (65-79 años) con sobrepeso/obesidad (BMI: 27-35) participaron en este estudio. Además, los participantes debían ser sedentarios (6 meses previos sin haber realizado entrenamiento aeróbico), no fumadores, con un peso estable y sin ninguna otra enfermedad de carácter grave. El síndrome metabólico se definió de acuerdo con los criterios del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol que requiere que se cumplan tres o más de las siguientes condiciones: 1) obesidad abdominal (circunferencia de cintura mayor o igual a 102 cm en hombres y 88 cm en mujeres), 2) niveles séricos de triglicéridos mayores o iguales a 150 mg/dL, 3) HDL menor de 40 mg/dL en hombres y 50 mg/dL en mujeres, 4) glucosa en ayunas mayor o igual a 100 mg/dL, y 5) presión arterial sistólica mayor o igual a 130 mm Hg o presión arterial diastólica mayor o igual a 85 mm Hg.

Los participantes fueron divididos aleatoriamente al grupo RT + CR o al grupo de solo RT. El protocolo de RT implicó una progresión gradual de peso y repeticiones durante el primer mes para permitir la familiarización con el equipo, minimizar el dolor muscular y reducir la posibilidad de lesiones.

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

Se utilizó el peso máximo que una persona podía levantar con la forma correcta en una repetición (1RM) para prescribir la intensidad. El objetivo del entrenamiento era completar tres series de 10 repeticiones para cada uno de los ocho ejercicios al 70% de 1RM para ese ejercicio específico. Las cargas de entrenamiento se ajustaron cada 4 semanas para que fueran coherentes con el objetivo del 70% de 1RM. A los participantes asignados a RT solo se les indicó que siguieran la dieta habitual del día a día para mantener el peso previo a la intervención, mientras que los asignados a RT + CR se sometieron a una intervención de pérdida de peso dietética diseñada para provocar una pérdida de peso moderada (5-10%).

Las intervenciones se llevaron a cabo en un periodo de 5 meses. La presión arterial (PAS y PAD) fue medida antes de empezar el tratamiento (línea de base) y una semana más tarde de haber terminado la intervención de 5 meses.

En cuanto a los resultados, solo el grupo RT + CR experimentó una reducción significativa en la presión arterial (-8.3 mm Hg PAS y -3.3 mm Hg PAD). Únicamente se observó una diferencia significativa entre grupos para la presión arterial sistólica.

Por otra parte, el estudio de Punia et al. (2020) habla sobre el entrenamiento de agarre en casa en sujetos hipertensos. Tenía el objetivo de confirmar si 8 semanas de entrenamiento isométrico de agarre (IHG) en casa reduciría la presión sanguínea en reposo en adultos indios. 40 sujetos participaron en este estudio (20 hombres y 20 mujeres), 20 de ellos con hipertensión etapa I (PAS 130-139 mm Hg, PAD 85-89 mm Hg) y 20 de ellos con hipertensión etapa II (PAS 140-159 mm Hg, PAD 90-99 mm Hg).

Los individuos fueron aleatorizados en dos grupos: el grupo de entrenamiento isométrico de agarre (IHG) y el grupo control. El protocolo de entrenamiento consistió en un calentamiento de 10 minutos seguido de cuatro contracciones IHG de 2 minutos al 30% de la máxima contracción isométrica calculada previamente utilizando un dinamómetro de empuñadura, alternando manos y separada por un período de descanso de 4 minutos (duración total: 26 minutos por sesión). Los participantes entrenaron tres sesiones a la semana durante 8 semanas. Los entrenamientos de la primera semana fueron supervisados y los participantes recibieron instrucciones sobre cómo hacer ejercicio en casa correctamente durante

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

el período restante de 7 semanas. Se permitió una fluctuación del cinco por ciento del 30% de MVIC durante la contracción. Los participantes del grupo control no se sometieron a ninguna sesión de entrenamiento, pero se les recomendó que siguieran su actividad normal durante el período de evaluación.

La presión arterial se midió utilizando un esfigmomanómetro digital automático. La PAS y la PAD fueron medidas. La presión arterial media (PAM) y la frecuencia del pulso (PR) se calcularon a partir de la PAS y PAD disponibles. Todos los sujetos se sometieron a la medición inicial antes de la intervención (día 1), y luego se realizó la medición posterior después de la intervención de 8 semanas (días 56 y 57).

Hubo una diferencia significativa entre los valores previos y posteriores en el grupo de entrenamiento IHG, excepto en la presión del pulso. El entrenamiento con IHG redujo la PAS (5,75 mm Hg) la PAD (5,20 mm Hg), PAM (5,39 mm Hg) y PR (4,15 lpm) en la octava semana. Las medidas de resultado (PAS, PAD, PAM y PR) aumentaron en el grupo control después de la octava semana. No hubo diferencias significativas entre el grupo de IHG y el grupo control antes de la intervención. Sin embargo, después de 8 semanas, las medidas de resultado se redujeron en el grupo de IHG pero aumentaron en el grupo control. El resultado mostró una reducción neta global de la PAS (8,75 mm Hg), PAD (8,35 mm Hg), PAM (8,13 mm Hg) y RP (8,90 lpm); y esto pudo haber sido logrado mediante la introducción de IHG en esta población.

El artículo de Ramos-Barrera et al. (2020) de analiza los efectos del entrenamiento de fuerza de la musculatura inspiratoria (IMST) en los parámetros cardiovasculares en sujetos obesos diagnosticados con apnea del sueño obstructiva.

25 sujetos adultos participaron en este estudio. 15 fueron aleatoriamente clasificados al grupo IMST y 10 al grupo control. Las medidas de la presión arterial en reposo se obtuvieron al comienzo y al final del estudio, y una vez a la semana durante la intervención de 6 semanas. Se tomaron medidas de la presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD); para determinar la presión arterial media (PAM) se usó la ecuación: $PAM = PAD + 1/3 (PAS - PAD)$. Las medidas se obtuvieron a la misma hora del día y el mismo día cada semana durante 6 semanas.

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

Los sujetos de ambos grupos entrenaron de forma independiente en casa completando 30 respiraciones (5 series de 6 respiraciones) con un descanso de 1-2 min entre cada serie, 5 días a la semana durante 6 semanas. Se indicó a los sujetos que primero exhalaran hasta el volumen residual y luego inhalaran a través de la boquilla del dispositivo hasta alcanzar la presión objetivo. Como anteriormente, las presiones objetivo para el grupo control se establecieron en el 15% de la PI máx y las del grupo de IMST de alta intensidad se fijaron en el 75% de la PI máx. Estas presiones objetivo se reevaluaron al final de cada semana de entrenamiento.

La presión arterial sistólica (-8,82 mm Hg), diastólica (-4,69 mm Hg) y media (-6,06 mm Hg) disminuyeron para el grupo experimental. Para el grupo de control hubo una disminución menor de -2,23 mm Hg para la PAS, -1,10 mm Hg para la PAD y -1,48 mm Hg para la PAM.

Finalmente, el artículo de Schroeder et al. (2019) tuvo como objetivo comparar los efectos del entrenamiento aeróbico, el entrenamiento de fuerza y el entrenamiento combinado en los cambios de presión sanguínea y riesgos cardiovasculares. Participaron 69 adultos, de 45 a 74 años, que presentaban la presión arterial elevada (PAS de 120-149 mm Hg y PAD de 80-99 mm Hg sin tomar medicamentos antihipertensivos), sobrepeso u obesidad (IMC de 25-40 kg / m²) y estilo de vida sedentario.

Los sujetos se clasificaron aleatoriamente en cuatro grupos: 1) control sin entrenamiento, 2) entrenamiento aeróbico, 3) entrenamiento de resistencia, o 4) combinación de entrenamiento aeróbico y de resistencia. La presión arterial (PAS y PAD) fue medida antes de empezar el tratamiento (línea de base) y después de la intervención de 8 semanas.

Todos los grupos de ejercicio completaron 8 semanas de entrenamiento supervisado, entrenando 3 días a la semana, 60 minutos por sesión. El grupo control no realizó ejercicio durante la intervención. El grupo de aeróbicos solamente utilizó la cinta rodante. Comenzando al 40% de la frecuencia cardíaca de reserva, los participantes progresaron hasta aproximadamente el 70%. Podían optar por hacer ejercicio a una intensidad más alta, pero sin superar el 80% de su frecuencia

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

cardíaca de reserva. El grupo de solo resistencia realizó 12 ejercicios: press de pecho, press de hombros, pull-down, extensión de la espalda baja, crunch abdominal, rotación del torso, curl de bíceps, extensión de codo, press de piernas, extensión de cuádriceps, curl de piernas y abducción de cadera. El programa comenzó con 2 series de 18 a 20 repeticiones máximas y progresó a 3 series de 10 a 14 repeticiones máximas con un descanso de 1 a 2 minutos entre series. El grupo de entrenamiento combinado hizo 30 minutos de ejercicio aeróbico y 30 minutos de ejercicio de resistencia por sesión. Los participantes siguieron la misma intensidad y protocolo que los grupos individuales antes mencionados, pero el entrenamiento de resistencia se redujo a 8 ejercicios en lugar de 12 (excluyendo press de hombros, flexión de brazos, extensión de brazos y extensión de piernas) y 2 series en lugar de 3.

Después de 8 semanas de ejercicio, el grupo de entrenamiento combinado redujo la presión arterial diastólica 4 mm Hg. No se observaron mejoras significativas en la presión arterial sistólica central o periférica en ningún grupo.

5.- DISCUSIÓN

5.1 El entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo a largo plazo

El objetivo principal de esta revisión era determinar la eficacia del entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo a largo plazo en adultos. La reducción a largo plazo será la que va a determinar una disminución de riesgo cardiovascular en sujetos con hipertensión arterial.

En los artículos de Craighead et al. (2021), Sales et al. (2018), Punia et al. (2020) y Ramos-Barrera et al. (2020), la presión arterial disminuyó de forma considerable en el grupo experimental comparándola con en el grupo control. En estos estudios, el entrenamiento de fuerza fue el único método usado como estrategia de entrenamiento de los participantes. Los sujetos llevaron a cabo un protocolo de entrenamiento de entre 6 a 8 semanas de duración, y disminuyeron la PAS (5.75-9 mm Hg) y la PAD (2-5.2 mm Hg).

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

Según el estudio de Whelton et al. (2002) en un contexto clínico, una reducción de la PAS de 2 mm Hg reduce la probabilidad de muerte por infarto agudo de miocardio en un 10% y por enfermedad isquémica de corazón en un 7%. Por otra parte, reducciones de 5 mm Hg de la PAD disminuye la probabilidad de muerte por infarto agudo de miocardio en un 40% y por enfermedad isquémica de corazón o por otros tipos de patologías coronarias en un 30%. De esta forma, se puede intuir que a medida que las disminuciones de la presión arterial se vayan haciendo mayores, tanto la morbilidad cardíaca, como la mortalidad se irán reduciendo de manera directamente proporcional.

Un dato curioso que se ha podido obtener del estudio de Craighead et al. (2021) versa sobre la capacidad que tiene la presión arterial de mantenerse reducida después del cese de los entrenamientos de fuerza. 6 semanas después de la finalización del protocolo de entrenamiento, los niveles de PAS aumentaron 2 mm Hg respecto al testeo realizado al final de la intervención, pero se mantuvieron significativamente reducidos respecto al testeo realizado en la línea de base. Con este dato se puede decir que las reducciones no se limitan únicamente al periodo de entrenamiento, y que estas reducciones cuentan con un carácter residual. Aún así es probable que a muy largo plazo este cese definitivo del entrenamiento pueda volver a elevar los niveles de presión arterial a los niveles registrados en la línea de base. Por eso sería interesante que este tipo de entrenamiento sea mantenido en el tiempo después de que los niveles de presión arterial se hayan reducido considerablemente.

Además, en los estudios de Punia et al. (2020) y Sales et al. (2018) los participantes del grupo control que siguieron con las rutinas habituales de la vida diaria aumentaron 3-4 mm Hg la presión arterial sistólica en un periodo de 8 semanas. Aunque en los estudios no queda reflejado las rutinas que llevaron a cabo estos participantes, es muy probable que el seguir con las rutinas habituales de la vida diaria hayan sido las razones principales de este aumento de la PAS. En periodos de tiempo largos estos aumentos probablemente serían considerablemente mayores e incitarían aún más las complicaciones que la HTA puede provocar en la salud del individuo.

En el estudio de Bischoff-Ferrari et al. (2020) a lo largo de los 3 años que duró la intervención los sujetos del grupo de entrenamiento de fuerza disminuyeron 8.0 mm Hg los niveles de la PAS y 3.0 mm Hg los niveles de la PAD, por lo que la intervención pudo haber sido muy eficaz para estos participantes. Sin embargo, los sujetos del grupo control que realizaron únicamente estiramientos disminuyeron 8.5 mm Hg los niveles de la PAS y 3.3 mm Hg los de la PAD. Aunque el entrenamiento de fuerza no mostrara diferencias respecto a los estiramientos, no hay que olvidar que en este estudio entrenando la fuerza los sujetos experimentaron reducciones significativas de la presión arterial. En el artículo no aparecen explicaciones relativas a estas similitudes de resultado entre ambos tratamientos. Por lo tanto, es posible que los estiramientos también tengan potencial como método anti-hipertensivo, por lo que sería interesante que se investigara al respecto. Por otra parte, también es posible que la realización de estiramientos haya llevado a los sujetos a un estado de bienestar que incitara un estilo de vida más activo.

Sin embargo, el entrenamiento de fuerza sin combinar con ninguna otra intervención no disminuyó la presión arterial en los estudios de Normandin et al. (2017) y Schroeder et al. (2019). Pero en estos dos estudios el entrenamiento de fuerza también fue combinado con otros métodos (restricción calórica y entrenamiento aeróbico) en los participantes del grupo experimental, y en esos grupos disminuyó la presión arterial.

5.2 El entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo a corto plazo

El artículo de de Kutsuna et al. (2021) y Machado et al. (2020) analizan las variaciones de la presión arterial justo después del entrenamiento de fuerza. En Machado et al. (2020) la presión arterial fue medida a los 15 minutos, 30 minutos, 45 minutos y 60 minutos después de terminar el entrenamiento de fuerza. Con respecto a las comparaciones entre sesiones en cada momento, la sesión de fuerza presentó una PAS menor en post-15 (-1.7 mm Hg), post-30 (-3.6 mm Hg), post-45 (-3.3 mm Hg) y post-60 minutos (-3.9 mm Hg), y una PAD más baja en post-15 (-1.5 mm Hg), post-30 (-2.2 mm Hg), post-45 (-2.0 mm Hg) y post-60 minutos (-2.0

mm Hg) en comparación con la sesión control. Sin embargo, en Kutsuna et al. (2021) la presión arterial fue medida solamente después de un minuto post ejercicio y no hubo disminuciones. Es probable que en este último experimento perduraran los efectos residuales hipertensivos que son muy comunes a lo largo de los entrenamientos de fuerza. En este caso sería interesante medir la presión arterial más tarde que después de un minuto a posteriori de terminar la sesión, de esta forma viendo cuándo surge la hipotensión y hasta qué niveles se puede llegar a reducir.

5.3 Cambios de la presión arterial a largo plazo: sujetos con hipertensión arterial vs sujetos sin hipertensión arterial

En esta revisión se han recopilado trabajos en los que se ha aplicado el entrenamiento de fuerza a sujetos hipertensos (PAS>140 mm Hg y PAD>90 mm Hg) y a sujetos que no tenían hipertensión arterial. En este apartado se van a comparar los resultados obtenidos usando únicamente el entrenamiento de fuerza como método de intervención en ambas poblaciones.

En los estudios de Bischoff-Ferrari et al. (2020), Punia et al. (2020) y Ramos-Barrera et al. (2020) los sujetos del grupo experimental empezaron el experimento con hipertensión arterial. Estos participantes obtuvieron reducciones de 6-9 mm Hg en la PAS y 3-5 mm Hg en la PAD. Por otro lado, los artículos de Craighead et al. (2021), Normandin et al. (2017) Sales et al. (2018) y Schroeder et al. (2019) incluyeron a sujetos sin hipertensión arterial en los grupos de entrenamiento de fuerza. Estos individuos obtuvieron resultados más heterogéneos que los sujetos con hipertensión arterial. Los participantes de los artículos de Normandin et al. (2017) y Schroeder et al. (2019) no disminuyeron la presión arterial. Sin embargo, los sujetos del grupo experimental de Craighead et al. (2021) disminuyeron 9 mm Hg en la PAS y 2 mm Hg en la PAD. Finalmente, los sujetos no diabéticos y sin hipertensión arterial del artículo de Sales et al. (2018) disminuyeron solamente 1.4 mm Hg en la PAS después de las 8 semanas de entrenamiento.

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

Esta comparación nos puede llegar a decir que el entrenamiento de fuerza puede ser más eficaz como método hipotensivo en sujetos con HTA que en sujetos sin HTA. Si esto fuera cierto los resultados obtenidos en sujetos sanos no serían completamente plasmables a los sujetos hipertensos, ya que estos últimos obtendrían reducciones mayores con el mismo entrenamiento de fuerza.

5.4 Cambios de la presión arterial a largo plazo: entrenamiento de fuerza vs combinado

Teniendo en cuenta que lo más importante en las investigaciones que se están dando sobre la HTA es encontrar los métodos más eficientes para intentar disminuirla, en esta revisión se han recopilado estudios que comparan la efectividad en la reducción de presión arterial del entrenamiento de fuerza y el entrenamiento combinado. Es posible que el entrenamiento de fuerza combinado con otros métodos de intervención (la restricción calórica o el entrenamiento aeróbico) sea más eficaz que el entrenamiento de fuerza en la reducción de la presión arterial, por lo que es importante hacer este tipo de comparaciones.

El estudio de Normandin et al. (2017) comparó un protocolo de entrenamiento de fuerza, con otro protocolo combinado de entrenamiento de fuerza y restricción calórica. El grupo de entrenamiento combinado consiguió una reducción de 8.3 mm Hg en la PAS y 3.3 mm Hg en la PAD. Por otra parte, el grupo de entrenamiento de fuerza solamente consiguió una leve reducción de 0.8 mm Hg en la PAD.

En el trabajo de Schroeder et al. (2019) se comparó un protocolo de entrenamiento de fuerza, con otro protocolo combinado de entrenamiento de fuerza y entrenamiento aeróbico. En este último artículo las reducciones de presión arterial que se obtuvieron, también se obtuvieron solamente en el grupo de entrenamiento combinado, ya que después de 8 semanas de ejercicio, el grupo de entrenamiento combinado redujo la presión arterial diastólica 4 mm Hg y no se observaron mejoras significativas en la presión arterial sistólica en ningún grupo.

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

Finalmente, los resultados obtenidos en el estudio de Schroeder et al. (2019) sorprenden si los comparamos con los obtenidos en el trabajo de Masroor et al. (2018) que también contaba con un grupo experimental de entrenamiento combinado de fuerza y aeróbico. Las diferencias de resultados registradas pueden en parte ser por las diferencias de presión arterial obtenidas antes de empezar el experimento; ya que los sujetos de Schroeder et al. (2019) eran participantes sin HTA y los de Masroor et al. (2018) eran sujetos hipertensos.

En el grupo de entrenamiento combinado del estudio de Masroor et al. (2018) se ha obtenido la mayor reducción de la PAS y la PAD registrada en esta revisión (19,1 mm Hg en la PAS y 7,2 mm Hg en la PAD). En este trabajo hubiese sido muy interesante comparar los resultados obtenidos mediante el entrenamiento combinado con otro grupo experimental de entrenamiento de fuerza; de esta forma podríamos ver si el entrenamiento de fuerza a solas es más efectivo que el entrenamiento combinado en un estudio donde las reducciones de presión arterial son considerablemente altas.

6.- FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La revisión realizada no está exenta de limitaciones. Teniendo en cuenta que para analizar la mayoría de los objetivos propuestos se han tenido que comparar diferentes artículos, la cantidad de entrenamiento prescrita y la duración de la intervención han sido factores que han sesgado esta comparación.

En futuras líneas de investigación las revisiones deberían centrarse en recopilar trabajos en los que las variables como la duración de cada sesión, entrenamientos por semana y la duración total de los entrenamientos a lo largo de los experimentos fuesen parecidos, para que de ese modo se pudieran realizar inferencias más exactas y se pudiesen atribuir las diferencias encontradas entre distintos estudios a los diferentes tipos de entrenamiento.

Por otra parte, también sería interesante que las investigaciones de hoy en día se centraran en analizar las mejoras de salud que puedan tener las disminuciones de presión arterial. Analizar distintos rangos de reducción de la presión arterial y

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

teniendo en cuenta cada rango observar las reducciones de probabilidad de mortalidad que puede haber en individuos con HTA.

Al analizar más detalladamente los estudios que se han recopilado en esta revisión, en el artículo de Bischoff-Ferrari et al. (2020) el entrenamiento de fuerza y los estiramientos mostraron resultados similares pero significativos respecto a las mediciones realizadas antes de empezar el experimento. Teniendo en cuenta que los estiramientos se utilizaron con intención de efecto placebo en los participantes del grupo control, los resultados quedaron lejos de ser propios de un placebo. No queda detallado en el estudio los tipos de estiramientos que los sujetos realizaron, por lo que sería interesante que las futuras líneas de investigación se centraran en analizar los efectos de distintos tipos de estiramientos en la presión arterial de los participantes.

Uno de los objetivos específicos de esta revisión era comparar los cambios de la presión arterial a largo plazo en sujetos con HTA y sin HTA. Es una comparación importante a estudiar, ya que como se hace en la mayoría de los estudios, analizando solamente las variaciones de la presión arterial en sujetos sanos podemos realizar el error de inferir estos resultados a los sujetos hipertensos; de este modo pudiendo subestimar los beneficios que estos individuos pueden llegar a tener con el entrenamiento de fuerza. En este estudio, para clasificar los sujetos en hipertensos o no hipertensos se ha hecho uso del umbral de 140 mm Hg de la PAS y 90 mm Hg de la PAD, y de este modo se han encontrado estudios en los que los participantes eran hipertensos y estudios en los que los participantes no eran hipertensos. En este caso la principal limitación ha sido que la diferencia de la presión arterial de sujetos que se han clasificado como hipertensos y de los que se han clasificado como no hipertensos ha sido mínima. Sería recomendable que en futuras revisiones se compararan estudios en los que las diferencias de presión arterial previas al entrenamiento fuesen mayores. Por ejemplo, que se compararan los resultados de sujetos que según la OMS (2021) fuesen adultos con presiones arteriales normales (una PAS de 120 mm Hg y una PAD de 80 mm Hg) y de sujetos hipertensos.

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

Como bien se ha comentado en la discusión, en el estudio de Masroor et al. (2018) se ha obtenido con diferencia la mayor reducción de la PAS y de la PAD registrada en esta revisión. Además del grupo experimental de entrenamiento combinado hubiese sido muy interesante tener otro grupo experimental de entrenamiento de fuerza, para ver el potencial real de este tipo de entrenamiento. En futuros estudios, sería sugerente que se replicara el artículo de Masroor et al. (2018) añadiendo el grupo experimental de entrenamiento de fuerza al trabajo. Además, teniendo en cuenta el éxito de este tipo de entrenamiento combinado se podría usar el mismo método en otros estudios para comprobar la efectividad.

Finalmente, teniendo en cuenta que el entrenamiento de fuerza será aplicado como método de tratamiento a sujetos con HTA, sería recomendable analizar si el efecto hipertensivo que produce el entrenamiento de fuerza a lo largo de la sesión de entrenamiento cuan peligroso puede llegar a ser para pacientes con niveles altos de presión arterial. Para que de esta forma se pueda evaluar la ratio de riesgo-beneficio del tratamiento en este tipo de pacientes.

7.- CONCLUSIONES

Contestando a los objetivos planteados en esta revisión, este trabajo ha revelado que el entrenamiento de fuerza puede ser eficaz como método anti-hipertensivo a largo plazo en sujetos adultos.

Por otra parte, este tipo de entrenamiento reduce también la presión arterial a corto plazo. Se puede decir que la hipotensión que se produce después de realizar ejercicio también es ocasionada después de realizar entrenamientos de fuerza, de esta forma se confirma también la hipótesis de la hipotensión post-ejercicio ya descrita en los años 70 del siglo pasado.

En cuanto a las comparaciones que se han realizado, el entrenamiento de fuerza disminuye más la presión arterial de sujetos hipertensos, que de sujetos no hipertensos. Aunque en este caso la reducida diferencia de presión arterial entre ambos grupos ha limitado mucho la comparación.

Finalmente, parece ser que los entrenamientos combinados como los de la restricción calórica o el entrenamiento aeróbico combinado con fuerza son más efectivos en la reducción de la presión arterial que los entrenamientos únicamente basados en la fuerza, en especial el entrenamiento de fuerza combinado con el aeróbico.

8.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Makki, A., DiPette, D., Whelton, P. K., Murad, M. H., Mustafa, R. A., Acharya, S., Beheiry, H. M., Champagne, B., Connell, K., Cooney, M. T., Ezeigwe, N., Gaziano, T. A., Gidio, A., Lopez-Jaramillo, P., Khan, U. I., Kumarapeli, V., Moran, A. E., Silwimba, M. M., Rayner, B., ... Khan, T. (2021). Hypertension pharmacological treatment in adults: A World Health Organization guideline executive summary. Recuperado de: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/344424/9789240033986-eng.pdf>
- Benjamin, E. J., Muntner, P., Alonso, A., Bittencourt, M. S., Callaway, C. W., Carson, A. P., ... & American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. (2019). Heart disease and stroke statistics—2019 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*, 139(10), e56-e528. doi: [10.1161/CIR.0000000000000659](https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000659)
- Bischoff-Ferrari, H. A., Vellas, B., Rizzoli, R., Kressig, R. W., da Silva, J. A. P., Blauth, M., Felson, D. T., McCloskey, E. V., Watzl, B., Hofbauer, L. C., Felsenberg, D., Willett, W. C., Dawson-Hughes, B., Manson, J. E., Siebert, U., Theiler, R., Staehelin, H. B., de Godoi Rezende Costa Molino, C., Chocano-Bedoya, P. O., ... DO-HEALTH Research Group. (2020). Effect of vitamin D supplementation, omega-3 fatty acid supplementation, or a strength-training exercise program on clinical outcomes in older adults: The DO-HEALTH randomized clinical trial: The DO-HEALTH randomized clinical trial. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 324(18), 1855–1868. doi: [10.1001/jama.2020.16909](https://doi.org/10.1001/jama.2020.16909)
- Chobanian, A. V., Bakris, G. L., Black, H. R., Cushman, W. C., Green, L. A., Izzo, J. L., Jr, Jones, D. W., Materson, B. J., Oparil, S., Wright, J. T., Jr, Roccella, E. J., Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. National Heart, Lung, and Blood Institute, & National High Blood Pressure Education Program Coordinating

Committee. (2003). Seventh report of the Joint National Committee on prevention, Detection, Evaluation, and treatment of High BloodPressure. *Hypertension*, 42(6), 1206–1252. doi: 10.1161/01.HYP.0000107251.49515.c2

Craighead, D. H., Heinbockel, T. C., Freeberg, K. A., Rossman, M. J., Jackman, R. A., Jankowski, L. R., Hamilton, M. N., Ziemba, B. P., Reisz, J. A., D'Alessandro, A., Brewster, L. M., DeSouza, C. A., You, Z., Chonchol, M., Bailey, E. F., & Seals, D. R. (2021). Time-efficient inspiratory muscle strength training lowers blood pressure and improves endothelial function, NO bioavailability, and oxidative stress in midlife/older adults with above-normal blood pressure. *Journal of the American Heart Association*, 10(13), e020980. doi: 10.1161/JAHA.121.020980

de Oliveira, S. N., Pereira Moro, A. R., Polito, M. D., Helena de Jesus, J., & de Souza Bezerra, E. (2020). Effects of concurrent training with elastic tubes in hypertensive patients: a blind controlled randomized clinical trial. *Experimental Aging Research*, 46(1), 68–82. doi: 10.1080/0361073X.2019.1693030

Fecchio, R. Y., Brito, L. C., Peçanha, T., & de Moraes Forjaz, C. L. (2021). Potential mechanisms behind the blood pressure-lowering effect of dynamic resistance training. *Current Hypertension Reports*, 23(6), 35. doi: 0.1007/s11906-021-01154-5

Kelly, S., Martin, S., Kuhn, I., Cowan, A., Brayne, C., & Lafortune, L. (2016). Barriers and facilitators to the uptake and maintenance of healthy behaviours by people at mid-life: A rapid systematic review. *PloS One*, 11(1), e0145074. doi: 10.1371/journal.pone.0145074

- Kenney, M. J., & Seals, D. R. (1993). Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. *Hypertension*, *22*(5), 653–664. doi: 10.1161/01.HYP.22.5.653
- Kutsuna, T., Sugawara, H., Kurita, H., Kusaka, S., & Takahashi, T. (2021). The influence of low-intensity resistance training combined with neuromuscular electrical stimulation on autonomic activity in healthy adults: A randomized controlled cross-over trial. *Wu Li Chih Liao [Hong Kong Physiotherapy Journal]*, *41*(1), 15–23. doi: 10.1142/S1013702521500013
- Lewington, S., Clarke, R., Qizilbash, N., Peto, R., Collins, R., & Prospective Studies Collaboration. (2002). Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet*, *360*(9349), 1903–1913. doi: 10.1016/S0140-6736(02)11911-8
- Machado Filho, J., Machado, C. L. F., Tanaka, H., & Ferrari, R. (2020). Postexercise hypotension after muscle power training session in older adults with hypertension. *Journal of Aging and Physical Activity*, *28*(4), 1–6. doi: 10.1123/japa.2019-0050
- Mahmood, S., Shah, K. U., Khan, T. M., Nawaz, S., Rashid, H., Baqar, S. W. A., & Kamran, S. (2019). Non-pharmacological management of hypertension: in the light of current research. *Irish Journal of Medical Science*, *188*(2), 437–452. doi: 10.1007/s11845-018-1889-8
- Masroor, S., Bhati, P., Verma, S., Khan, M., & Hussain, M. E. (2018). Heart rate variability following combined aerobic and resistance training in sedentary hypertensive women: A randomised control trial. *Indian Heart Journal*, *70* Suppl 3, S28–S35. doi: 10.1016/j.ihj.2018.03.005

- Messerli, F. H., Williams, B., & Ritz, E. (2007). Essential hypertension. *Lancet*, *370*(9587), 591–603. doi: 10.1016/S0140-6736(07)61299-9
- Normandin, E., Chmelo, E., Lyles, M. F., Marsh, A. P., & Nicklas, B. J. (2017). Effect of resistance training and caloric restriction on the metabolic syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *49*(3), 413–419. doi: 10.1249/MSS.0000000000001122
- Pescatello, L. S., MacDonald, H. V., Lamberti, L., & Johnson, B. T. (2015). Exercise for hypertension: A prescription update integrating existing recommendations with emerging research. *Current Hypertension Reports*, *17*(11), 87. doi: 10.1007/s11906-015-0600-y
- Punia, S., & Kulandaivelan, S. (2020). Home-based isometric handgrip training on RBP in hypertensive adults-Partial preliminary findings from RCT. *Physiotherapy Research International: The Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy*, *25*(1), e1806. doi:doi.org/10.1002/pri.1806
- Ramos-Barrera, G. E., DeLucia, C. M., & Bailey, E. F. (2020). Inspiratory muscle strength training lowers blood pressure and sympathetic activity in older adults with OSA: a randomized controlled pilot trial. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, *129*(3), 449–458. doi: 10.1152/jappphysiol.00024.2020
- Sales, M. M., de Sousa, C. V., de Paula Santana, H. A., Motta-Santos, D., Barbosa, L. P., Santos, P. A., Rezende, T. M. B., Browne, R. A. V., de Andrade, R. V., & Simões, H. G. (2018). Nitric oxide and blood pressure responses to short-term resistance training in adults with and without type-2 diabetes: a randomized controlled trial. *Sport Sciences for Health*, *14*(3), 597–606. doi: 10.1007/s11332-018-0468-8

Entrenamiento de fuerza como método anti-hipertensivo en adultos

Schroeder, E. C., Franke, W. D., Sharp, R. L., & Lee, D.-C. (2019). Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled trial. *PLoS One*, *14*(1), e0210292. doi: 10.1371/journal.pone.0210292

Seals, D. R. (2014). Edward F. Adolph Distinguished Lecture: The remarkable anti-aging effects of aerobic exercise on systemic arteries. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985), *117*(5), 425–439. doi: 10.1152/jappphysiol.00362.2014

Stone, M. H., & Borden, R. A. (1997). Modes and methods of resistance training. *Strength and Conditioning*, *19*(4), 18.

Troiano, R. P., Berrigan, D., Dodd, K. W., Mâsse, L. C., Tilert, T., & McDowell, M. (2008). Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *40*(1), 181– 188. doi: 10.1249/mss.0b013e31815a51b3

Whelton, S. P., Chin, A., Xin, X., & He, J. (2002). Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Annals of Internal Medicine*, *136*(7), 493–503. doi: 10.7326/0003-4819-136-7-200204020-00006

World Health Organization. (2021). Guideline for the pharmacological treatment of hypertension in adults: web annex. A summary of evidence. Recuperado de: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/344424/9789240033986-eng.pdf>