

AÑO 2018-2019

TRABAJO FINAL DE GRADO



ACTUALIZACIÓN DEL EFECTO DEL ENTRENAMIENTO AERÓBICO SOBRE LA PRESIÓN ARTERIAL: REVISIÓN SISTEMÁTICA Y METÁ- ANÁLISIS

Grado de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Universidad Miguel Hernández

Autor: Iván José Ávila Alcolea
Tutor Académico: Juan Casto Recio

ÍNDICE

Resumen.....	2
INTRODUCCIÓN	3
METODO.....	4
Selección de estudios	4
Estrategia de búsqueda	4
Extracción de datos y evaluación de calidad.	5
Análisis estadístico	5
RESULTADOS.....	6
Características descriptivas de los estudios	6
Los tamaños del efecto	11
DISCUSIÓN.....	12
CONCLUSIONES.....	15
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	16
BIBLIOGRAFÍA	17
ANEXOS	21



Resumen

La hipertensión arterial (HTA) es una patología crónica que se caracteriza por una elevación de la presión arterial (PA) en reposo encima de 130 mmHg de presión sistólica (PAS) y 80 mmHG de presión diastólica (PAD) (American College of Cardiology Foundation, 2018). La HTA es una patología que afecta entre 30-45% de la población (Chow et al., 2013), y que lleva una serie de morbilidades que incrementan considerablemente el riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular. El objetivo fue realizar una revisión sistemática y metanálisis para cuantificar los efectos del entrenamiento aeróbico en la presión arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) y media (PAM). Para realizar la revisión se realizaron búsquedas en las bases de datos de PubMed y Scopus para identificar artículos relevantes publicados hasta el 31 de marzo de 2019. Se identificaron 751 artículos de los cuales solo 13 cumplieron los criterios de inclusión. Los meta-análisis mostraron una reducción significativa en la PAS [9.38 mmHg (95%IC de 13.28 a 5.44; $P < 0.00001$)], PAD [4.08 mmHg (95% IC de 5.77 a 2.39; $P < 0.00001$)] y PAM [6.27 mmHg (95%IC de 9.61 a 2.92; $P=0.0002$)]. Estas mejoras parecen estar relacionadas con las mejoras en el 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). Por tanto, como conclusión indicar que la práctica del ejercicio aeróbico reduce de manera significativa y relevante la presión arterial y con ello el riesgo de muerte cardiovascular.

Palabras clave: Presión Arterial, actividad física aeróbica, prevención, salud.



INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial (HTA) es una patología crónica que se caracteriza por una elevación de la presión arterial (PA) en reposo. Según el colegio Americano de Cardiología (ACC) y la Asociación Americana del Corazón (AHA) se considera como HTA aquella por encima de 130 mmHg de presión sistólica (PAS) y 80 mmHg de presión diastólica (PAD) (American College of Cardiology Foundation, 2018). La principal causa de la HTA según (Ganong y Lingappa et al. 2003) es el aumento en la resistencia vascular, es decir, una vasoconstricción que provoca que el sistema renal incremente su actividad, sobre todo en la liberación de hormonas reguladoras del sistema. De este modo, se desencadena una serie de procesos que alteran el funcionamiento del sistema cardiovascular y elevan la PA de manera crónica.

La HTA es uno de los mayores problemas de salud pública a nivel mundial con más de 1.130 millones en 2015, con una prevalencia mayor de 150 millones en Europa central y oriental. En términos generales, la HTA en adultos se sitúa alrededor de un 30-45% de la población (Chow et al., 2013), siendo comparable en todo el mundo, independientemente del nivel de desarrollo y renta del país (Chow et al., 2013). Además, la HTA es más frecuente a edades avanzadas, y alcanza una prevalencia que supera el 60% de las personas de más de 60 años (Chow et al., 2013). A medida que la población envejece, adopta un estilo de vida más sedentario y aumenta el peso corporal, la probabilidad de sufrir una enfermedad es mucho mayor y es por ello que se prevé que el número de personas con HTA aumentará en un 15-20% en 2025, y llegará a 1.500 millones (He, Kearmey, Muntner, Reynolds y Whelton, 2005).

En España, la prevalencia en adultos es de aproximadamente un 35%, llegando al 40% en edades (entre 40-60 años) y al 68% en mayores de 60 años, por lo que afecta a unos 10 millones de personas adultas (De la Sierra, et al., 2008). Por otro lado, casi otro 35% presenta una PA normal-alta o normal, situación en la que también hay riesgo cardiovascular y muertes relacionadas, además del riesgo de progresión a grados de PA más elevados (De la Sierra, et al., 2008)

Entre los factores de riesgo causantes de esta enfermedad destacan la dieta con alto contenido de sal, grasa o colesterol, además de las condiciones crónicas (problemas renales y hormonales, diabetes mellitus y colesterol alto), antecedentes familiares de la enfermedad, inactividad física, edad, sobrepeso, obesidad, color de la piel, algunos medicamentos anticonceptivos, estrés y consumo excesivo de tabaco o alcohol (Guarnaluses y Jorge, 2016).

En la actualidad existen diferentes tratamientos para la HTA, siendo el más habitual los farmacológicos, tales como, diuréticos, betabloqueadores, antagonistas de calcio, antagonistas de la angiotensina II y bloqueantes alfa adrenérgicos, y aunque han demostrado ser una terapia eficaz y segura para el tratamiento de la enfermedad, todos los medicamentos hipotensores tienen efectos colaterales (Gutiérrez, 2001). Por ello, entre las alternativas no invasivas y más seguras se encuentra la actividad física. Además, es una intervención de bajo coste en pacientes con hipertensión (MaricaARD & Cornelissen, 2007; Pescatello, Franklin, Fagard, Farguhar, Kelley y Ray, 2004). Por tanto, la actividad física parece una herramienta muy eficaz para reducir la HTA. (Sosa-Rosado, 2010). Otros tratamientos no farmacológicos incluyen el abandono de alcohol, tabaco, y/o, las pautas nutricionales, puesto que en hipertensos con obesidad la reducción 3kg de masa corporal puede producir descensos de hasta 7 mmHg de la presión arterial (Sosa-Rosado, 2010).

Así mismo, se debe tener en cuenta que la actividad física puede actuar sobre la morbilidad y mortalidad cardiovascular asociados a la HTA, y los cuales se relacionan directamente con un estilo de vida inactivo y los malos hábitos dietéticos (Blair, 2009; Lawes, Bennett, Levington y Rodgers, 2002; Manson, Skerrett, Greenland y VanItalie, 2004). Por ejemplo, se ha demostrado que los pacientes hipertensos físicamente activos tienen menor tasa de mortalidad que los sedentarios (Perez et al., 2000)

Entre los tipos de entrenamiento o actividad física, son muchos los programas utilizados para comprobar los efectos sobre la HTA. Algunos estudios han encontrado que el entrenamiento intermitente aeróbico de alta intensidad es altamente efectivo para mejorar la aptitud aeróbica y otras adaptaciones fisiológicas para mejorar el estado de salud cardiovascular (Grimsmo, Moholdt, Slordahl, Vold y Wisloff, 2012). Por otro lado, el ejercicio aeróbico de intensidad moderada (60% o 70% de la frecuencia cardíaca máxima) también tiene un efecto favorable para reducir la presión sanguínea libre de efectos secundarios, ya que está asociado con una reducción en la PAS de 5.2 – 11 mmHg y una reducción en la PAD de 3.8 a 7.7 mmHg en la presión arterial en pacientes hipertensos (Ghadieh y Saab, 2015).

Respecto a los programas de fuerza, un reciente meta-análisis (López-Valenciano et al., 2019) sobre ejercicio de fuerza isométrica demostró descensos de 10-14mmHg en la PAS y 6-8 mmHg en la PAD (Ghadieh et al., 2015). Sin embargo, estudios sobre la fuerza dinámica no han encontrado descensos tan acentuados, aunque si llegaron a ser relevantes con descensos de 1.8-2.1 mmHg en la PAS y 2.9-3.2 mmHg en la PAD (Ghadieh et al., 2015).

Aunque el aumento del interés sobre el papel de la actividad física sobre la HTA ha incrementado considerablemente, no existen meta-análisis que analicen el efecto de distintas variables de prescripción de ejercicio físico aeróbico (intensidad, duración, tiempo...) sobre la HTA y como si se ha realizado en los programas de fuerza y así comparar con dichos resultados y establecer la eficacia de cada programa

Por tanto, el objetivo de esta revisión sistemática y meta-análisis fue analizar el efecto del entrenamiento aeróbico sobre la presión arterial sistólica, presión arterial diastólica y presión arterial media (PAM).

METODO

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

Selección de estudios

Los estudios debían cumplir los siguientes criterios para ser incluidos en el meta-análisis,: los estudios debían ser ensayos aleatorizados controlados (ECA), tener una duración mínima de 2 semanas, analizar el efecto de trabajo aeróbico sobre las distintas variables de la HTA (PAS, PAD, PAM); el estudio debía presentar al menos un grupo control y debía de reportar los suficientes datos estadísticos para calcular los tamaños del efecto y poder ser comparado con el grupo de intervención; tenía que ser publicado o realizado antes del 31 marzo de 2019 y debía estar escrito en inglés o español. Se excluyeron los estudios no controlados aleatorizados.

Estrategia de búsqueda

En primer lugar, se consultaron las siguientes bases de datos electrónicas: PubMed, Scopus y Google académico 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 (aerobic exercise[tiab] OR "aerobic exercise"[MeSH Terms] OR aerobic physical activity [tiab] OR "aerobic physical activity" [MeSH Terms] OR endurance[tiab] OR "endurance"[MeSH Terms] OR endurance physical activity [tiab] OR "endurance physical activity"[MeSH Terms]). La búsqueda de los estudios se limitó hasta el 31/03/2019. En segundo lugar, se consultaron varias revistas electrónicas, de las que se incluían: fundación Mayo para la educación e investigación Médica, Journal of Hipertensión e Hipertensión Research Journal. En tercer lugar, se miraron las referencias de los estudios más relevantes y recientes para comprobar que no se perdía ningún estudio no incluido en las búsquedas de las bases de datos. Dos revisores de forma independiente revisaron el título y resumen de cada referencia, para identificar que cumplían los criterios de selección. Un tercer revisor resolvió las discrepancias entre los dos revisores.

Extracción de datos y evaluación de calidad.

Se realizó un libro de codificación para la extracción de datos de cada una de las variables de los estudios. Las medidas de resultado fueron PAS, PAD y PAM.

La metodología de los estudios fue evaluada por la escala Pedro, una escala fiable para los estudios controlados aleatorizados (De Morton, 2003; Maher, Sherrington, Herbert, Moseley y Elkins, 2003; Verhagen et al., 1998). La escala Pedro consiste en una puntuación máxima de 10, y la cual establece tres niveles de calidad según su puntuación: alta calidad (6 – 10 puntos), pobre calidad (4 – 5 puntos) y mala calidad (3 o menos puntos) (Valkenet, van de Port, Dronkers, de Vries, Lindeman y Back., 2011).

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 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, Copenhagen, Dinamarca). La lista de verificación PRISMA (Liberati et al., 2009) se utilizó para verificar la calidad del metanálisis (Anexo 1).

RESULTADOS

La estrategia de búsqueda de selección de artículos encontró un total de 751 artículos, de los cuales 88 fueron evaluados para su elegibilidad. De los 88 artículos evaluados para su elegibilidad fueron excluidos 75 artículos por las siguientes razones: 40 artículos por realización de una evaluación aguda del programa de entrenamiento en lugar de crónica, 15 por no presentar grupo control en el estudio, 5 por no presentar los suficientes datos de las variables estudiadas y 15 por no realizar un estudio controlado aleatorizado. Después de la exclusión de estos artículos se seleccionaron como aptos 13 artículos para la realización de la síntesis cuantitativa (meta-análisis) (Figura1).

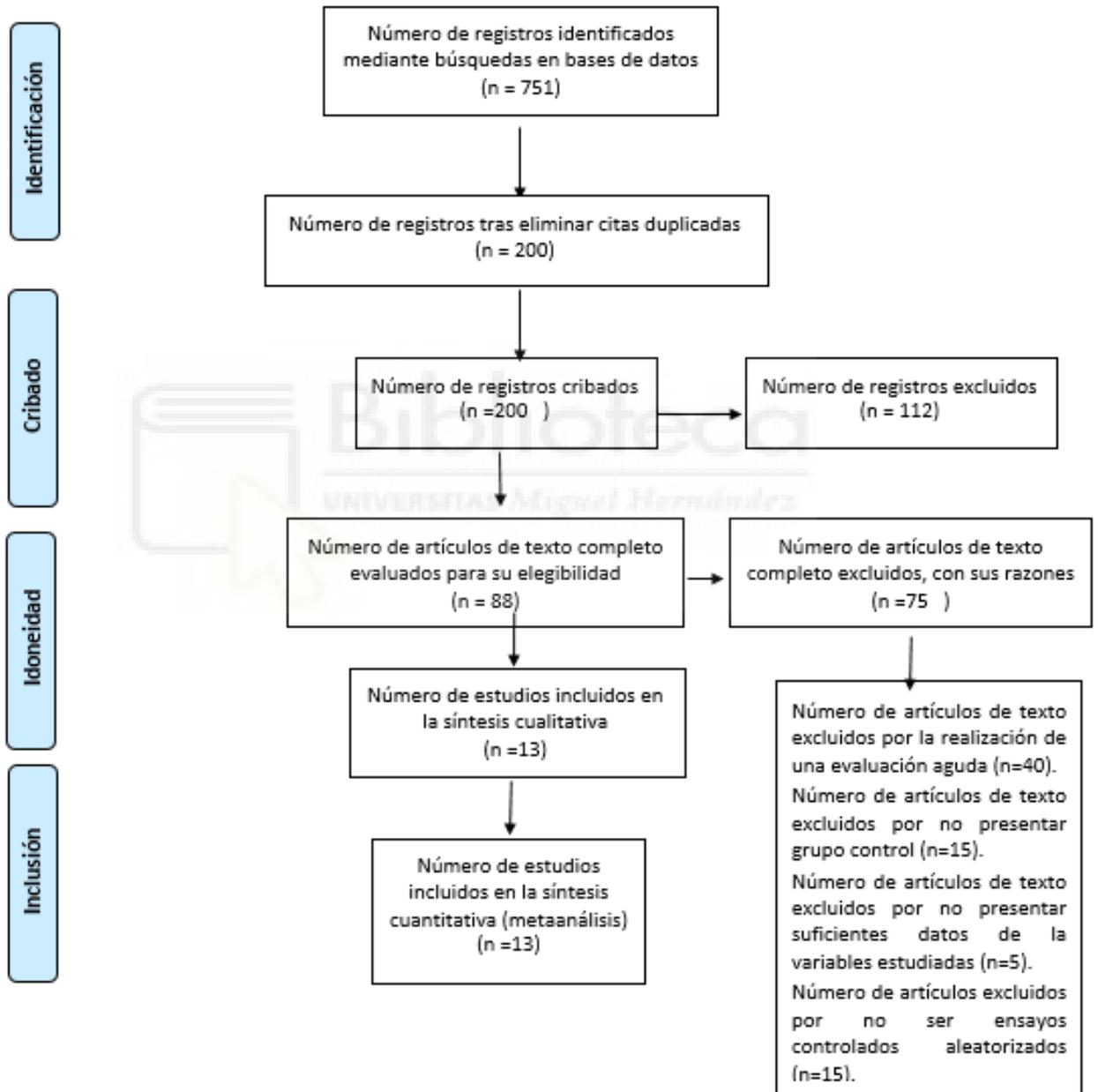


Figura 1. Diagrama de flujo de la revisión sistemática.

Características descriptivas de los estudios

Las principales características de cada uno de los estudios integrados y en la revisión están presentes en la tabla 1. Los estudios seleccionados se llevaron a cabo entre los años

2008 y 2019. Los estudios se llevaron a cabo en distintos países: 1 en España, 2 en China, 1 en Brasil, 1 en Portugal, 1 en Suiza, 1 en Alemania, 1 en Reino Unido, 1 en Iran, 1 Grecia, 1 en Australia y 1 en Nigeria. El tamaño total de la muestra fue 828 participantes, 451 pertenecieron al grupo experimental de tratamiento y 377 pertenecieron al grupo control. En relación al estado clínico de los participantes, diez estudios realizaron la intervención con personas hipertensas, un estudio realizó la intervención con personas normotensas. De los trece artículos integrados para la revisión, nueve artículos utilizaron para su estudio mujeres y hombres (Chan et al., 2018, Farahani et al., 2010, Farpour-lambert et al., 2009, Galdino et al., 2016, Goldberg et al., 2012, Gorostegi-Anduaga et al., 2018, Lamina et al., 2013, Pagonas et al., 2014, Westhoff et al., 2008), dos artículos utilizaron solo hombres (Pitsavos et al., 2011 Sousa et al., 2013,) y un artículo utilizó solo mujeres (Mohr et al., 2014).

Tabla 1: Características de los estudios

Referencia País	Participantes	Longitud (semanas)	Frecuencia (días/semana)	Ejercicio	Conclusiones
Gorostegi-Anduaga et al., 2018 España	GC- 45 GE, HV MICT- 42 GE, HV HIIT- 44 GE, LV HIIT- 44	16 semanas	2 días	Ejercicio aeróbico: un día en cinta y un día bici, a una intensidad del 65% a 90% VO ₂ MAX.	Tras 2 semanas de HIIT de alto volumen proporcionaron reducciones significativamente mayores en comparación con el HIIT de bajo volumen.
Chan et al., 2018 China	GC- 68 GE- caminar - 76 GE- Taichi - 74	36 semanas	GE- 5 días GE- 2 días	GE- caminar durante 30 min, a una intensidad del 65% de la frecuencia cardiaca. GE- Practicar taichi	El grupo taichí logró una reducción significativamente mayor en la PAS y PAD después de la intervención de tres meses, en comparación con el grupo de caminar a paso ligero y el grupo control
He et al., 2018 China	GC – 22 GE - 20	12 semanas	GE- 3 días	GE- Caminar a paso ligero durante 60 minutos, a una intensidad 45 VO ₂ MAX.	Caminar a paso ligero reduce la PA en pacientes con hipertensión esencial durante el ejercicio de diferentes intensidades; se aumentó la capacidad de realizar ejercicio y la disminución de la tasa de grasa corporal.
Galdino et al., 2016 Brasil	GC- 20 GE- 70	8 semanas	GE – 2 días	GE – Caminar 30 minutos en un tapiz rodante, a una intensidad	El presente estudio demostró que el ejercicio aeróbico 2 veces a la semana

				entre 60% a 70% de la frecuencia cardiaca máxima	durante 8 semanas fue eficaz en la promoción de una reducción en los niveles de presión arterial en pacientes hipertensos
Mohr et al., 2014 Reino Unido	GC – 20 GE - 20	15 semanas	GE- 3 días	GE- entrenamiento fútbol de 60 minutos, a una intensidad entre 70% - 90% de la frecuencia cardiaca máxima.	El presente estudio indica que el entrenamiento de fútbol puede ser utilizado como parte del tratamiento no farmacológico de las mujeres con hipertensión leve, incluso para aquellos que no tienen experiencia previa en el fútbol
Pagonas et al., 2014 Alemania	GC - 33 GE - 33	8- 12 semanas	GE- 3 días	GE- caminar en cinta, empieza en 30 min y va incrementando hasta 36 min, a una intensidad de 15 en la escala de borg 6 a 20.	Este estudio demostró que el ejercicio aeróbico regular reduce la presión arterial sin disminución de la variabilidad de la presión arterial. Este efecto es comparable a los efectos de los bloqueadores beta en la presión arterial y variabilidad de la presión arterial. Este ejercicio debe ser recomendado a los hipertensos como estilo de vida básico
Lamina et al., 2013 Nigeria	GE- 140 GC- 105	8 semanas	GE- 3 días	GE- Bicicleta estática entrenamiento intervalos, con un volumen inicial de 45 minutos, hasta llegar con un volumen final 60 minutos al final del tratamiento, con una intensidad entre 60% -79% de la frecuencia cardiaca máxima..	El papel terapéutico del entrenamiento a intervalos en la reducción de presión arterial puede ser medido a través de la elevación de HDL. El programa de entrenamiento a intervalos es un complemento no farmacológico muy eficaz para el tratamiento de la hipertensión.
Sousa et al., 2013 Portugal	GE- 15 GC- 17	32 semanas	GE- 3 días	GE- Caminar, correr o baile, ejercicio aeróbico	La combinación de entrenamiento aeróbico con

				con una intensidad de 12 o 13 en la escala de borg de 6 a 20.	entrenamiento de fuerza resistencia, en el mismo programa es más efectivo en la prevención de los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular que el entrenamiento aeróbico solo.
Goldberg et al., 2012 Australia	GE- 15 GC- 15	4 semanas	GE- 3 días	GE- 30 minutos de ejercicio en bicicleta al 65 VO ₂ MAX	El grupo de ejercicio mostró un aumento en la vasodilatación de la pierna y aumento de VO ₂ MAX en comparación con el grupo control. La intervención de intensidad moderada a corto plazo en hombres jóvenes con un historial familiar de hipertensión redujo significativamente la rigidez arterial y aumentó la capacidad aeróbica.
Pitsavos et al., 2011 Grecia	GE- 20 GC - 20	16 semanas	GE- 3 días	GE- Realizaron un programa de entrenamiento aeróbico en bicicleta estática durante 44 minutos, a una intensidad 75% de la frecuencia cardiaca máxima.	El ejercicio aeróbico regular en un programa de 16 semanas promueve la reducción en los niveles de presión sanguínea, tanto en reposo como durante la prueba de esfuerzo, así como una mejora en la tolerancia al ejercicio.
Farahani et al., 2010 Iran	GE- 12 GC- 28	10 semanas	GE- 3 días	GE- El programa de entrenamiento consistió en 10 minutos de calentamiento, 25 minutos de entrenamiento aeróbico en el agua, 10 minutos de entrenamiento de las habilidades de natación y 10 minutos enfriamiento, la	El ejercicio aeróbico en el agua de 10 semanas, tiene un efecto impresionante en la presión arterial sistólica en reposo y la presión arterial medida en individuos con hipertensión de leve a moderada. Este modo de ejercicio puede ser especialmente beneficioso para las personas de edad

				intensidad del entrenamiento entre 60%-75% de la frecuencia cardiaca máxima.	avanzada con problemas ortopédicos, las personas con sobrepeso y aquellos que no han aprendido a nadar.
Farpour-lambert et al., 2009 Suiza	GE – 22 GC - 22	12 semanas	GE- 3 días	GE- las sesiones de entrenamiento consistieron en 30 minutos de ejercicio aeróbico (caminar rápido, correr, juegos de pelota o la natación), a una frecuencia cardiaca del 55 a 65 % VO_{2max} , seguido de 20 minutos de fortalecimiento y 10 minutos de estiramiento, a una intensidad del entrenamiento entre el 55% - 65% de la frecuencia cardiaca máxima.	Un programa de actividad física regular de al menos 60 minutos 3 veces/ semana durante 3 meses, reduce significativamente la PA sistémica. Los cambios en la PA son mayores en sujetos hipertensos e independientes de la reducción de grasa corporal. La continuación de ejercicio durante 6 meses conduce a una mayor disminución de la PA y reducción de la rigidez arterial. La participación en programas de ejercicio físico debe fomentarse en niños jóvenes obesos para reducir la PA sistémica y prevenir el desarrollo prematura de arterosclerosis.
Westhoff et al., 2008 Alemania	GC- 12 GE- 12	12 semanas	GE- 3 días	GE- programa de entrenamiento consistió en una bicicleta de las extremidades superiores, en la primera semana se realizó 30 minutos (1 minuto trabajo y 1 de descanso), en la semana 11 y 12 ya se realizó 30 minutos sin interrupción.	El presente estudio demuestra que el entrenamiento de resistencia aeróbica regular de la extremidad superior conduce a una marcada reducción de la PA sistólica y diastólica acompañado de una mejora en el cumplimiento de la arteria oscilatoria.

Grupo control (GC), Grupo experimental (GE), grupo de alto volumen a intensidad moderada(HV MICT), grupo de gran volumen de entrenamientos de alta intensidad a intervalos (HV-HITi), grupo de bajo volumen de entrenamientos de alta intensidad a intervalos (LV- HIIT)

En conjunto, los programas de entrenamiento de resistencia, tuvieron una duración del entrenamiento varió desde 4 hasta 36 semanas, la frecuencia de las sesiones varió de dos a cinco días por semana. El tipo de ejercicio aeróbico predominante fue el de caminar,

incluyendo otras modalidades como: bicicleta estática, bicicleta de las extremidades superiores, entrenamiento en el agua, baile y fútbol. La intensidad la midieron en tres formas distintas: % frecuencia cardiaca que varió desde el 55% hasta el 90%, en la escala de Borg (6-20) entre 12 a 15 y el %VO_{2MAX} que fue entre el 40% y el 90%.

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 6 (Anexo 2). Las puntuaciones más cercanas al valor máximo nos indican puntuaciones de mayor calidad. Los trece artículos seleccionados mostraron los criterios de elegibilidad, y se asignaron al azar. El cegamiento de la evaluación de resultados se realizó únicamente en dos estudios (15%), pero ninguno de los estudios informó de que los observadores estuviesen cegados en la asignación del tratamiento.

Los tamaños del efecto

Las figuras 2-4 muestran los forest plots de las principales variables analizadas en el entrenamiento aeróbico en personas con HTA (PAS, PAD, 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 (-6.27mmHg [IC del 95% = -9.61, -2.92], véase la figura 2), PAD (-4.08mmHg [IC del 95% = -5.77, -2.39], véase la figura 3), PAS (-9.36mmHg [IC del 95% = -13.28, -5.44], véase la figura 4).

En la figura 2 se observa que de los 13 artículos utilizados en este meta-análisis, solamente 4 (30%) analizaron la variable PAM. En estos 4 artículos puede observar que el artículo Mohr et al., (2014) es el que más peso con un 32.6 %, posiblemente por tener una muestra más homogénea y con ello una desviación estándar más pequeña. Tres de los cuatro artículos (Goldberg et al., 2012; Mohr et al., 2014; Vashegani et al., 2010) nos muestran que el entrenamiento de resistencia para sujetos con hipertensión mejora significativamente la variable PAM, sin embargo, en el artículo de Gorostegui-Anduaga et al., (2018) no se encontraron mejoras significativas del entrenamiento de hipertensión para mejorar esta variable.

En comparación con los grupos de control y experimentales (intervenciones IRT) de los valores de PAD (Figura 3) Y PAS (figura 4), se observa que el entrenamiento aeróbico para sujetos con hipertensión mejoró considerablemente con unos valores de - 4.08mmHg y - 9.36mmHg, respectivamente. En los estudios analizados para la variable de PAD, se puede observar que ningún estudio destacó con un mayor peso respecto al resto, pero si cabe destacar que el artículo Lamina et al. (2013) es el artículo que más peso presenta (12.9%) pudiendo deberse a una mayor muestra en comparación con el resto de los estudios ($n=140$) para el grupo intervención y ($n=105$) para el grupo control. En esta figura 3 también se observa que cuatro (30%) de los trece estudios analizados no presentaron mejoras significativas (Gorostegui-Anduaga et al. 2018; Lamina et al. 2013; Sousa et al. 2013; Swit et al. 2011). En relación a la variable de PAS, todos los artículos tienen un peso muy parecido. En esta variable diez (77%) de los trece artículos analizados redujeron la PAS. Por parte, el estudio de Pitsavos et al. (2010) fue el que mayor reducción produjo con más de 20mmHg.

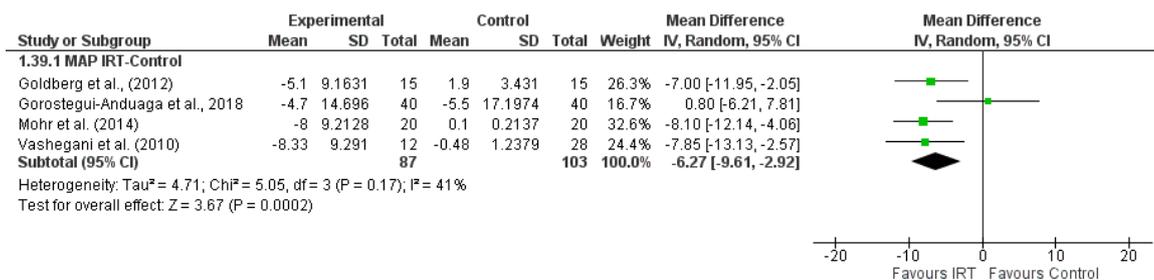


Figura 2. Forest plot Presión Arterial Media.

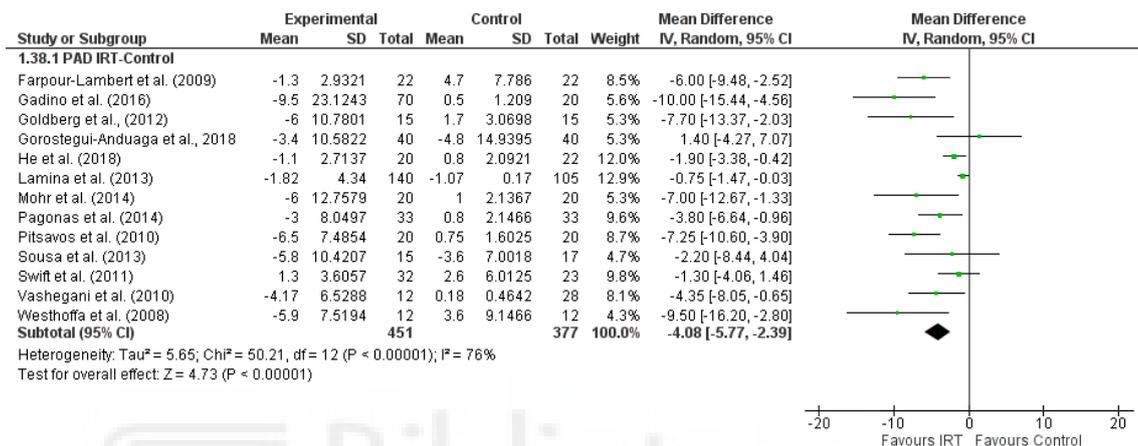


Figura 3. Forest plot Presión Arterial Diastólica.

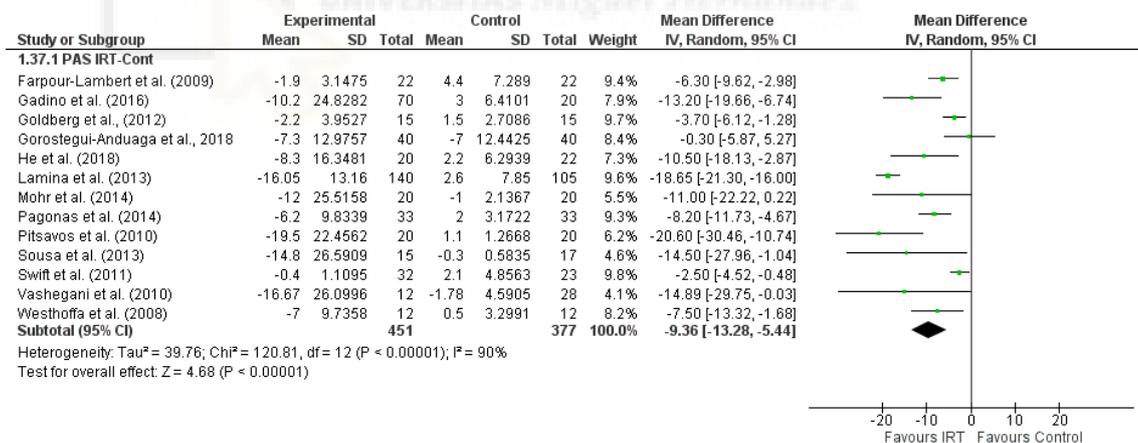


Figura 4. Forest plot Presión Arterial Sistólica.

DISCUSIÓN

Los principales resultados de esta revisión sistemática y meta-análisis indicaron que el entrenamiento aeróbico provoca un estímulo suficiente en la función cardiovascular para reducir la presión arterial en adultos. Así, se encontró una reducción significativa y relevante (-2mmHg) en los valores de PAS [-9.38mmHg (95%IC de -13.28 a -5.44; P < 0.00001)], PAD [-4.08mmHg (95% IC de -5.77 a -2.39; P < 0.00001)] y de PAM [-6.27mmHg (95%IC de 9.61 a 2.92; P=0.0002)], en comparación con una revisión publicada recientemente (Börjesson et al. 2016), se observan resultados muy similares, ya que obtuvo una reducción media de -10.8/-4.7mmHg

para la PAS/PAD respectivamente, por lo que se puede afirmar que el entrenamiento aeróbico reduce los niveles de presión arterial, esta reducción podría dar lugar a una disminución de la mortalidad cardiovascular debido a un accidente cerebrovascular y enfermedad coronaria. (Whelton et al. 2002)

Las reducciones superiores a 2mmHg en las variables estudiadas (PAS, PAM Y PAD), pueden reducir el riesgo de accidente cerebro vascular en un 14 al 17%, y el riesgo de accidente coronario en un 6 al 9% (Fisher y Paton et al. 2012). El mecanismo por el cual se da la reducción de la presión arterial por efecto del ejercicio incluye adaptaciones positivas del organismo, tales como mejoras vasculares y estructurales, así como la disminución de los agentes que intervienen negativamente en la presión arterial, disminuye la resistencia total periférica total, mejora la sensibilidad a la insulina y mejora la función de los vasodilatadores y vasoconstrictores (Fisher y Paton et al. 2012). Estos efectos positivos del entrenamiento aeróbico para bajar la presión arterial junto con la ausencia de efectos secundarios, documentados hacen de este tipo de entrenamiento un tratamiento no farmacológico apropiado para la prevención y tratamiento de la HTA.

Así mismo, se ha observado que una reducción superior de 3mmHg en la presión arterial sistólica está asociada con una reducción del 5-9% en la morbilidad por causas cardíacas, una reducción del 8-14% en la morbilidad por accidentes cerebrovasculares, y del 4% en la mortalidad por todas las causas (Hernández et al. 2012). Por lo que según esta revisión sistemática, el entrenamiento aeróbico, produce una reducción significativa - 9.38mmHg, lo que supone un medio de ahorro para la salud pública puesto que no supone ningún coste asociado al ámbito clínico. Dos de los artículos que mayor reducción de PAS presentaban eran los estudios de Lamina et al. (2013) y Pitsavos et al. (2010). El primero redujo en -18mmHg la PAS mediante un entrenamiento de intervalos en bicicleta estática con una intensidad entre el 60 – 79% de la frecuencia cardíaca máxima, mientras que el segundo redujo -20mmHg con un entrenamiento realizado en bicicleta estática igual que el anterior y, al 75 % de la frecuencia cardíaca máxima. Por otro lado, el de Pitsavos et al. (2010) duró 8 semanas más que el anterior estudio, por lo que un entrenamiento en bicicleta estática de 8 semanas, con una intensidad mínima del 60% de la frecuencia cardíaca máxima, y con volumen de entrenamiento mínimo de 45 minutos, durante 3 días a la semana, parece ser suficiente para producir una disminución de la presión arterial sistólica.

En esta revisión se observó una reducción de -4.08mmHg en la PAD, dos de los artículos que mayor reducción de PAD presentaron fueron los estudios de Galdino et al. (2016) y Whestofia et al. (2008). El primero redujo en 10mmHg la PAD mediante un entrenamiento de caminar con una intensidad entre el 60 – 70% de la frecuencia cardíaca máxima, con un volumen de entrenamiento de 30 minutos, mientras que el segundo redujo en 9.50mmHg la PAD con un entrenamiento realizado en bicicleta de las extremidades superiores, al 75 % de la frecuencia cardíaca máxima. El primer estudio duró 8 semanas, con una frecuencia semanal de 2 días por semana, sin embargo en el segundo estudio obtuvieron una reducción inferior, aunque utilizaron una duración de 12 semanas, el primer estudio presento una mayor reducción pudiendo deberse a que utilizaron una mayor muestra para el grupo entrenamiento (n=70), mientras que el otro estudió utilizaron para el grupo de entrenamiento únicamente 12 sujetos pudiendo deberse esta diferencia a que en el segundo estudio utilizaron un tipo de entrenamiento aeróbico en el que solo realizaban movimiento de la extremidad superior, por lo que un entrenamiento de caminar con una frecuencia cardíaca mínima de 2 días a la semana, con una intensidad mínima del 60% de la frecuencia cardíaca máxima, y un volumen

de entrenamiento mínima de 30 minutos, parece ser suficiente para producir una disminución de la presión arterial diastólica.

Estas reducciones mayores en la PAS que en la PAD pueden originarse por factores como: decrecimiento en los niveles de norepinefrina en el plasma por la activación del sistema nervioso parasimpático, incremento de las sustancias vasodilatadoras, alteración en la función renal y la normalización de la hiperinsulineemia (Hernández, 2012)

Por otro lado, este trabajo también reveló una reducción -6.27mmHg en la PAM, siendo los artículos de Mohr et al. (2014) y Goldberg et al. (2012) los que mayor reducción de PAM presentaron. El primero disminuyó en 8.10mmHg la PAM mediante un entrenamiento de fútbol con una intensidad entre el 70 – 90% de la frecuencia cardíaca máxima, con un volumen de entrenamiento de 60 minutos, mientras que el segundo disminuyó 7mmHg con un entrenamiento realizado en bicicleta estática al 65 VO_{2MAX} . El primer estudio duró 15 semanas, con una frecuencia semanal de 3 días por semana. Por otro lado, el de Mohr et al. (2014) duró 9 semanas más que el anterior estudio, por lo que un entrenamiento en bicicleta estática de 4 semanas, con una intensidad mínima del 65% del VO_{2MAX} , y con volumen de entrenamiento mínimo de 30 minutos, durante 3 días a la semana, parece ser suficiente para producir una disminución de la presión arterial media.

Una de las hipótesis más importantes que se manejan sobre el efecto positivo del ejercicio físico sobre la presión arterial, es la mejora de la función endotelial (Fuster y Wayne et al. 2007). El endotelio, ubicado en las paredes de los vasos sanguíneos, mantiene el tono, favorece el flujo sanguíneo y regula el crecimiento vascular. Anormalidades en estas funciones contribuyen al proceso lesivo de muchas enfermedades incluyendo entre otras infarto de miocardio e hipertensión arterial. El endotelio es el responsable de mantener la homeostasis de la pared vascular y ayuda a mantener el flujo sanguíneo, por estos motivos es necesario la existencia de un endotelio sano para que se produzca la respuesta normal de dilatación vascular, a través de la secreción de sustancias relajantes vasculares como: óxido nítrico (ON), prostaciclina y péptido natriurético C. En condiciones normales, el equilibrio entre vasodilatación y vasoconstricción, tiende hacia la vasodilatación y se mantiene así por efecto de las sustancias ya mencionadas ayudando a regular la presión sanguínea (Rosales 2001). Un endotelio lesionado favorece la vasoconstricción, propiciada por sustancias (Angiotensina II-endotelina y los mediadores) que causan la contracción del músculo liso vascular, como ocurre en la enfermedad coronaria, hipertensión arterial (HTA) y en la insuficiencia cardíaca.

El entrenamiento aeróbico produce un aumento de las funciones del sistema parasimpático disminuyendo la actividad adrenérgica, atenuando los efectos deletéreos de la hiperactividad simpática (taquicardia, vasoconstricción), aumenta la velocidad del flujo sanguíneo debido a una menor vasoconstricción periférica y aumenta la liberación endotelial de sustancias vasodilatadoras, también se ha demostrado la mejora de la función endotelial, relacionada con la capacidad de vasodilatación de las arterias (Hernández, 2012). El ejercicio físico ayuda a mejorar los niveles de presión arterial, ya que produce un efecto protector del sistema cardiovascular y renal.

El colegio Americano de Medicina Deportiva recomienda que las personas hipertensas deben de iniciar un programa regular de ejercicios con intensidad moderada (Pescatello et al. 2004). Las recomendaciones de ejercicio actuales para la gestión de la presión arterial en adultos, se recomienda al menos 150 minutos de intensidad moderada, 75 minutos de intensidad vigorosa o una combinación de ambos, y al menos 2 días de fortalecimiento muscular (Mozaffarian et al., 2016). En este sentido, algunas revisiones previas habían

demostrado reducciones más pequeñas con el ejercicio aeróbico de PAS/PAD 1.7/2.3 mmHg, respectivamente (Pescatello et al. 2015), respecto a esta revisión.

En comparación con una revisión reciente de entrenamiento de fuerza isométrica (López-Valenciano et al.2019), se observaron reducciones clínicamente relevantes (superiores a 2mmHg) en la PAS (-5.23mmHg), en la PAM (-2.9mmHg), y en la PAD (-1.64mmHg). Esto nos revela claramente que este tipo de entrenamiento debería ser complementario al resto de entrenamientos y formar parte de un nuevo tratamiento para la HTA, porque además permite realizar ejercicio en cualquier lugar sin necesidad de acudir a un centro deportivo. Por su parte, el entrenamiento de fuerza dinámica, en una revisión de MacDonald et al. (2016), también mostró reducciones 5.7mmHg en la PAS y de 5.2mmHg en la PAD, con la prescripción de 8 o más ejercicios con una intensidad mínima del 60% RM. Estas reducciones se deben al cambio de la presión arterial en la resistencia periférica, porque con el ejercicio cambia su estructura vascular, lo cual afecta a la resistencia periférica (Phillips et al., 2011). Al comparar estos resultados el entrenamiento aeróbico observamos que obtuvo una mayor reducción que los demás entrenamientos, puede ser por la carga de trabajo, ya que el entrenamiento aeróbico supone una mayor carga de trabajo cardiovascular, que produce mejoras en la circulación sanguínea y reduce la resistencia vascular periférica. Por lo que según esta revisión se debe de practicar un mínimo de 3 días a la semana con un volumen de entrenamiento aeróbico mínimo de 40 minutos, a una intensidad mínima de 60 % de la frecuencia cardiaca máxima, acompañado de 2 días de fortalecimiento muscular, debido a que las actividades diarias requieren de un esfuerzo físico, por lo que con el trabajo de fortalecimiento muscular estas adaptaciones serán más seguras como resultado de la adaptación crónica por el entrenamiento regular de fuerza.

Varias limitaciones están presentes en esta revisión. En primer lugar, algunos criterios científicos importantes no se cumplieron en todos los estudios incluidos (como por ejemplo, la evaluación a la adherencia a un programa de ejercicio físico, la falta de mediciones cegadas, seguimiento del grupo control). En segundo 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 con la misma metodología lo que podría distorsionar ligeramente los resultados. En cuarto lugar, el tamaño de la muestra fue muy dispar y en algunos estudios no especificaba si los sujetos están sometidos a tratamiento farmacológico o no. Por último, las medidas presión arterial ambulatoria podría estar influida por la afectación 'bata blanca' (Mancia et al., 2013), ya que en algunos estudios no especifica si se mide en casa o en el centro de salud.

CONCLUSIONES

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

- Con respecto a las reducciones de los valores de la presión arterial diastólica, el entrenamiento aeróbico que obtuvo un efecto más positivo fue el de caminar 30 minutos en un tapiz rodante.
- Con respecto a las reducciones de los valores de la presión arterial sistólica, el entrenamiento aeróbico consiguió una mayor reducción de presión arterial fue realizar ejercicio en bicicleta estática durante 44 minutos.
- Una frecuencia de entrenamiento aeróbico de 3 días a la semana, es suficiente para producir mejoras en la presión arterial.

- En cuanto a la intensidad del entrenamiento aeróbico, parece ser que al 50 % VO_{2MAX} , o 60% de la frecuencia cardiaca puede ser suficiente para producir mejoras en la presión arterial.
- En relación al volumen de entrenamiento, 40 minutos de ejercicio de entrenamiento aeróbico produce mejoras significativas en la reducción de la presión arterial.

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

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Teniendo en cuenta los resultados observados en esta revisión y meta-análisis, el entrenamiento para personas con hipertensión debería tener en cuenta las siguientes variables. En primer lugar, antes de comenzar el entrenamiento se realizaría una entrevista con el cliente, para preguntarle y tener en cuenta sobre su historial médico y deportivo (práctica de deporte semanal, frecuencia, intensidad y volumen).

En segundo lugar, partiendo de los resultados obtenidos en esta revisión, se recomendaría un entrenamiento mínimo de 8 semanas (Gadino et al. 2016; Lamina et al. 2013), con una frecuencia semanal de 3 días (lunes, miércoles y viernes) de entrenamiento aeróbico y 2 días (martes y jueves) de fortalecimiento muscular, con un volumen mínimo en ambos entrenamientos de 40 minutos, puesto que parece ser la dosis a partir de la cual se producen mayores beneficios. El entrenamiento aeróbico se realizaría en bicicleta estática durante dos días (lunes y viernes) y el otro día (miércoles) se realizaría un entrenamiento aeróbico de caminar, con un volumen de 40 minutos, a una intensidad mínima del 60% de la frecuencia cardiaca máxima. El entrenamiento de fuerza se realizaría una rutina completa del cuerpo, con una intensidad del 60%RM (MacDonald et al. 2016) y un volumen de entrenamiento total de 16 series de 12 repeticiones, ejecutando 2 series de 5 ejercicios de tren superior y 2 series de 3 ejercicios del tren inferior, con descansos entre series de un minuto y medio a dos minutos.

Para finalizar, con el objetivo de ir comprobando los resultados obtenidos en el programa se realizaría una evaluación pre-intervención (semana 0), otra evaluación a mitad de la intervención (semana 4) y otra evaluación al finalizar la intervención, de esta manera se comprobaría cual habría sido la evolución de la presión arterial del usuario. Se debe de tener en cuenta que en cada evaluación se medirá la presión arterial sistólica, la presión arterial diastólica y la presión arterial media, además de la frecuencia cardiaca en reposo. Para evaluar la presión arterial se va a utilizar una medición indirecta por esfigmomanometría de brazo-manguito. Las condiciones de evaluación siempre serían las mismas, se realizando todas las mediciones a las 9:00 de la mañana en el centro de salud, excepto la frecuencia cardiaca en reposo que se la mediría el usuario nada más despertarse.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez-Aguilar, P. (2015). Acute effects of exercise on blood pressure. Therapeutic implications in hypertensive patients. *Acta Médica Costarricense*, 57(4), 163-171.

American College of Cardiology Foundation. (2018). New ACC/AHA high blood pressure guidelines lower definition of hypertension.

Banegas, JR., Rodríguez-Artalejo, F., de la Cruz Troca, JJ., Guallar-Castillón, P., y del Rey Calero, J. (1998). La presión arterial en España: distribución, conciencia, control y beneficios de una reducción de la presión media. *Hipertensión*, 32 (6), 998-1002.

Blair, SN (2009). La inactividad física: el mayor problema de salud pública del siglo XXI. *Revista británica de medicina deportiva*, 43 (1), 1-2.

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.

Chow, C. K., Teo, K. K., Rangarajan, S., Islam, S., Gupta, R., Avezum, A., ... & Kazmi, K. (2013). Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in rural and urban communities in high-, middle-, and low-income countries. *Jama*, 310(9), 959-968.

Cook, N. R., Cohen, J., Hebert, P. R., Taylor, J. O., & Hennekens, C. H. (1995). Implications of small reductions in diastolic blood pressure for primary prevention. *Archives of Internal Medicine*, 155(7), 701-709.

De la Sierra, A., Gorostidi, M., Marín, R., Redón, J., Banegas, J. R., Armario, P., ... & Abarca, B. (2008). Evaluación y tratamiento de la hipertensión arterial en España. Documento de consenso. *Medicina clínica*, 131(3), 104-116.

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.

Fagard, RH., y Cornelissen, VA. (2007). Efecto del ejercicio sobre el control de la presión arterial en pacientes hipertensos. *Revista Europea de Prevención y Rehabilitación Cardiovascular*, 14 (1), 12-17.

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.

Furberg, C., Wright, J. T., Davis, B. R., Cutler, J. A., Alderman, M., & Black, H. (2002). The ALLHAT Officers and Coordinators for the ALLHAT Collaborative Research Group, et al. Major outcomes in high-risk hypertensive patients randomized to angiotensin-converting enzyme inhibitor or calcium channel blocker vs diuretic. The antihypertensive and lipid-lowering treatment to prevent heart attack trial (ALLHAT). *JAMA*, 288, 2981-97.

Fuster, V., & Wayne, A. (2007). O'Rourke RA, Hurst S. El corazón: Cardiopatía coronaria e hipertensión arterial.

Garrido, A. L., Nunes, C., Costa, D., Barreto, G., Abreu, K., Pinho, L., ... & Pereira, P. A. (2017). La importancia de la actividad física en hipertensos. *Revista Científica Multidisciplinaria Base De Conocimiento*, 2(3), 17-35.

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

Gutiérrez, J. (2001). Tratamiento de la hipertensión arterial. Cambio de estilo de vida. *Colombia médica*, 32(2), 99-102.

Hernández, M. R. (2012). La actividad física en la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial. *InterSedes*, 13(26).

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.

Iza Stoll, A. (2006). Tratamiento de la hipertensión arterial primaria. *Acta Médica Peruana*, 23(2), 93-99.

Kearney, P. M., Whelton, M., Reynolds, K., Muntner, P., Whelton, P. K., & He, J. (2005). Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. *The Lancet*, 365(9455), 217-223.

Lamina, S., Okoye, C. G., & Hanif, S. M. (2013). Randomised controlled trial: effects of aerobic exercise training programme on indices of adiposity and metabolic markers in hypertension. *J Pak Med Assoc*, 63(6), 680-7.

Lawes, CM., Bennett, DA., Lewington, S., y Rodgers, A. (2002). La presión arterial y la cardiopatía coronaria: una revisión de la evidencia. En *seminarios de medicina vascular* (Vol. 2, No. 04, pp. 355-368). Copyright © 2002 por Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, Nueva York, NY 10001, EE. UU. Tel. : + 1 (212) 584-4662.

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.

Lingappa, V. R., & Ganong, W. F. (2003). *Fisiopatología médica: una introducción a la medicina clínica*. S. J. McPhee (Ed.). El Manual Moderno.

López-Valenciano, A., Ruiz-Pérez, I., Ayala, F., Sánchez-Meca, J., y Vera-García, FJ (2019). Revisión sistemática actualizada y metaanálisis sobre el papel del entrenamiento de resistencia isométrica para el manejo de la presión arterial en reposo en adultos. *Diario de la hipertensión*.

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.

Mancia, G., Fagard, R., Narkiewicz, K., Redon, J., Zanchetti, A., Boehm, M., ... & Galderisi, M. (2013). 2013 ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *Blood pressure*, 22(4), 193-278.

Manson, JE., Skerrett, PJ., Greenland, P., y VanItallie, TB. (2004). Las crecientes pandemias de obesidad y estilo de vida sedentario: un llamado a la acción para los clínicos. *Archivos de medicina interna*, 164 (3), 249-258.

Millar, P. J., McGowan, C. L., Cornelissen, V. A., Araujo, C. G., & Swaine, I. L. (2014). Evidence for the role of isometric exercise training in reducing blood pressure: potential mechanisms and future directions. *Sports Medicine*, 44(3), 345-356.

Moholdt, T., Vold, MB, Grimsmo, J., Slørdahl, SA, y Wisløff, U. (2012). El entrenamiento a intervalos aeróbico en el hogar mejora el consumo máximo de oxígeno igual a la rehabilitación cardíaca residencial: un ensayo aleatorizado y controlado. *PloS one*, 7(7), e41199.

Mohr, M., Lindenskov, A., Holm, P. M., Nielsen, H. P., Mortensen, J., Weihe, P., & Krstrup, P. (2014). Football training improves cardiovascular health profile in sedentary, premenopausal hypertensive women. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24, 36-42.

Moore, G., Durstine, J. L., Painter, P., & American College of Sports Medicine. (2016). *ACSM's Exercise Management for Persons With Chronic Diseases and Disabilities*, 4E. Human Kinetics.

Mozaffarian, D., Benjamin, E. J., Go, A. S., Arnett, D. K., Blaha, M. J., Cushman, M., ... & Howard, V. J. (2016). Heart disease and stroke statistics-2016 update a report from the American Heart Association. *Circulation*, 133(4), e38-e48.

Orwin, RG, y Vevea, JL (2009). Evaluando decisiones de codificación. *El manual de síntesis de la investigación y el meta-análisis*, 2, 177-203.

Pagonas, N., Dimeo, F., Bauer, F., Seibert, F., Kiziler, F., Zidek, W., & Westhoff, T. H. (2014). The impact of aerobic exercise on blood pressure variability. *Journal of human hypertension*, 28(6), 367.

Pérez, A. B., Rodrigo, A. B., Fernández, J. R. B., Alcaine, R. L., Fernández, E. L., Marqueta, P. M., ... & de Beristain, I. (2000). Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología sobre la actividad física en el cardiópata. *Revista Española de Cardiología*, 53(5), 684-726.

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.

Pescatello, LS, Franklin, BA, Fagard, R., Farquhar, WB, Kelley, GA, y Ray, CA (2004). Ejercicio e hipertensión. *Medicina y ciencia en deportes y ejercicio*, 36 (3), 533-553.

Pescatello, LS, Riebe, D., y Thompson, PD (Eds.). (2013). *Pautas de ACSM para la realización de pruebas de ejercicio y prescripción*. Lippincott Williams & Wilkins.

Pitsavos, C., Chrysohoou, C., Koutroumbi, M., Aggeli, C., Kourlaba, G., Panagiotakos, D., ... & Stefanadis, C. (2011). The impact of moderate aerobic physical training on left ventricular mass, exercise capacity and blood pressure response during treadmill testing in borderline and mildly hypertensive males. *Hellenic J Cardiol*, 52(1), 6-14.

Rosales, W. (2001). Entrenamiento Aeróbico y de Fuerza en Rehabilitación Cardiovascular. *Revista Sobreentrenamiento*, 10(8).

Sosa-Rosado, J. M. (2010, December). Tratamiento no farmacológico de la hipertensión arterial. In *Anales de la Facultad de Medicina* (Vol. 71, No. 4, pp. 241-244). UNMSM. Facultad de Medicina.

Sousa, N., Mendes, R., Abrantes, C., Sampaio, J., & Oliveira, J. (2013). A randomized 9-month study of blood pressure and body fat responses to aerobic training versus combined aerobic and resistance training in older men. *Experimental gerontology*, 48(8), 727-733.

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.

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.

Westhoff, T. H., Schmidt, S., Gross, V., Joppke, M., Zidek, W., van der Giet, M., & Dimeo, F. (2008). The cardiovascular effects of upper-limb aerobic exercise in hypertensive patients. *Journal of hypertension*, *26*(7), 1336-1342.

Whelton, P. K., He, J., Appel, L. J., Cutler, J. A., Havas, S., Kotchen, T. A., ... & Karimbakas, J. (2002). Primary prevention of hypertension: clinical and public health advisory from The National High Blood Pressure Education Program. *Jama*, *288*(15), 1882-1888.

Williams, B., Mancia, G., Spiering, W., Agabiti-Rosei, E., Azizi, M., Burnier, M., & Kahan, T. (2019). Guía ESC/ESH 2018 sobre el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial. *Revista española de cardiología*, *72*(2), 160-160.

Zaar, A., Reis, V. M., & Sbardelotto, M. L. (2014). Efeitos de um programa de exercícios físicos sobre a pressão arterial e medidas antropométricas. *Rev. bras. med. esporte*, *20*(1), 13-16.



ANEXOS

Anexo 1: Lista de verificación PRISMA

Sección/tema	#	Ítem	Presente en página #
TÍTULO			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	3
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.	3
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.	4
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.	5

Section/topic	#	Checklist item	Reported on page #
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.	6
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.	6
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).	7
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).	8
Síntesis de los resultados	21	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas de	11

		consistencia.	
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	11
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])	12
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).	12
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).	14
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 PeDro.

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Puntuación
Gorostegi-Anduaga et al., 2018	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	7
Chan et al., 2018	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	6
He et al., 2018	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	8
Galdino et al., 2016	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	7
Mohr et al., 2014	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	7
Pagonas et al., 2014	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	7
Lamina et al., 2013	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	8
Sousa et al., 2013	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	8
Goldberg et al., 2012	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	8
Pitsavos et al., 2011	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	7
Farahani et al., 2010	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	8
Farpour-lambert et al., 2009	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	8
Westhoff et al., 2008	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	8

