

DISEÑO DE PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO COMBINADO INDIVIDUALIZADO PARA ADULTOS CON HIPERTENSIÓN ARTERIAL

DESIGN OF INDIVIDUALISED COMBINED TRAINING PROGRAMMES FOR ADULTS WITH HYPERTENSION

Isabel López-Ruiz¹ , Fernando Lozano² , María Dolores Masiá³ , Noelia González-Gálvez¹ 

¹ Facultad de Deporte, UCAM Universidad Católica de Murcia, España

² Hospital General Universitario de Ciudad Real, España

³ Hospital Universitario San Juan de Alicante, España

Autor para la correspondencia:

Noelia González-Gálvez, ngonzalez@ucam.edu

Título abreviado:

Entrenamiento Combinado Individualizado en Hipertensión

Cómo citar el artículo:

López-Ruiz, I., Lozano, F., Masiá MD., & González-Gálvez, N. (2024). Diseño de programas de entrenamiento combinado individualizado para adultos con hipertensión arterial. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 20(64), 2368. <https://doi.org/10.12800/ccd.v20i64.2368>

Recibido: 5 diciembre 2024 / Aceptado: 18 febrero 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Resumen

Actualmente la enfermedad cardiovascular es la causa principal de muerte en el mundo. Entre los factores de riesgo desencadenantes de muerte cardiovascular a nivel mundial se encuentra la hipertensión arterial. En consecuencia, son muchos los planes estratégicos para abordar y mejorar los niveles de presión arterial con el objetivo de frenarla la alta incidencia de mortalidad anual, encontrándose entre estas estrategias los programas de ejercicio físico. Por ello, el objetivo de este trabajo es proporcionar a los profesionales de la salud una guía para poder diseñar correctamente un programa de entrenamiento combinado individualizado efectivo, de fuerza y resistencia aeróbica, con la finalidad de mejorar la salud cardiometabólica de esta población. En el presente trabajo se abordan las actuales recomendaciones sobre prescripción de ejercicio físico en personas con hipertensión, y se aportan consideraciones generales a tener en cuenta para la práctica del mismo. Además, se hace referencia al efecto de los fármacos durante el ejercicio físico y cómo tenerlo presente durante su realización, se describen cuales son las adaptaciones agudas al ejercicio y las recomendaciones para el entrenamiento combinado de resistencia y fuerza en esta población. Por último, se propone un programa de entrenamiento combinado individualizado para personas con hipertensión de 12 semanas de duración con una frecuencia de entrenamiento de 2 días/semana. Para el entrenamiento de fuerza la intensidad será baja-moderada y el volumen será bajo, ambas variables individualizadas a través de la velocidad de ejecución; se relizarán 2 ejercicios, 3 series/ejercicio y en progresión horizontal. Para el entrenamiento de resistencia aeróbica la intensidad será baja progresando a moderada, del 55% al 70% de la FCresv incrementando cada 4 semanas, esta variable será individualizada mediante un test clínico en cicloergómetro; el volumen será de 20 min/sesión en bicicleta estática.

Palabras clave: Presión arterial alta, ejercicio, entrenamiento concurrente, fuerza, resistencia.

Abstract

Cardiovascular disease is currently the leading cause of death worldwide. High blood pressure is one of the risk factors that can trigger cardiovascular disease related deaths worldwide. Consequently, there are many strategic plans to address and improve blood pressure levels, with the aim of slowing down the high incidence of annual mortality, and physical exercise programs are among these strategies. Therefore, the objective of this work is to provide health professionals with a guide to correctly design an effective individualized combined training program for strength and aerobic endurance, with the aim of improving the cardiometabolic health of this population. This work addresses the current recommendations on prescribing physical exercise for people with hypertension, and provides general considerations to consider when practicing it. In addition, a reference is made to the effect of drugs during physical exercise and how to keep this in mind during its performance, and the acute adaptations to exercise and the recommendations for combined resistance and strength training in this population are described. Finally, an individualized combined training program for people with hypertension lasting 12 weeks, with a training frequency of 2 days/week, is proposed. For strength training, the intensity will be low-moderate and the volume will be low, with both variables individualized through the speed of execution; 2 exercises will be performed, 3 sets/exercise and in a horizontal progression. For endurance training, the intensity will be low progressing to moderate, from 55% to 70% of the heart rate reserve (HRR) increasing every 4 weeks, and this variable will be individualized by means of a clinical test on a cycloergometer; the volume will be 20 min/session on a static bicycle.

Keywords: High blood pressure, exercise, concurrent training, strength, endurance.

Introducción

Los últimos estudios epidemiológicos posicionan a la enfermedad cardiovascular como primera causa de muerte en el mundo, con la cardiopatía isquémica en primer lugar, seguida del accidente cerebrovascular. Estos estudios también apuntan que la hipertensión arterial sigue siendo el principal factor de riesgo modificable de muerte cardiovascular a nivel mundial, responsable de más de 10 millones de muertes al año (Mensah et al., 2023; Unger et al., 2020; Vaduganathan et al., 2022). Una de las metas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para 2025, en relación con las enfermedades no transmisibles, es reducir la prevalencia de la hipertensión arterial en un 25% (tomando como re-

ferencia los datos de 2010) (OMS, 2023), pero a día de hoy las cifras de incidencia y mortalidad por dicha enfermedad siguen aumentando.

La hipertensión arterial se considera un trastorno crónico y prácticamente asintomático con una etiología multifactorial sin causa concreta. Se puede diferenciar entre hipertensión primaria y secundaria, la más frecuente es la primaria, que corresponde al 90-95% aproximadamente de los casos; la hipertensión secundaria, mucho menos común, suele presentarse en un 5-10% de los pacientes hipertensos (Rimoldi et al., 2014; Unger et al., 2020). La hipertensión primaria es muy heterogénea y presenta una serie de factores de riesgo intrínsecos (no modificables) por su origen biológico y otros factores extrínsecos (modificables) por su naturaleza ambiental asociados al estilo de vida (Gorostidi et al., 2022). Más del 50% de las personas con hipertensión arterial presentan otros factores de riesgo adicionales como sobrepeso-obesidad, dislipemia, resistencia a la insulina o diabetes tipo II; así como unos hábitos de vida poco saludables, entre los que se encuentra el sedentarismo o una mala alimentación (Menéndez et al., 2016; Unger et al., 2020). Con respecto a la hipertensión secundaria, su etiología se puede clasificar en frecuentes e infrecuentes. Entre las causas frecuentes figuran la enfermedad renal parenquimatosa, la enfermedad renovascular, el hiperaldosteronismo primario, el síndrome de apnea-hipopnea del sueño y la hipertensión inducida por fármacos (Unger et al., 2020; Whelton et al., 2018).

Las últimas guías europeas de cardiología e hipertensión consideran hablar de hipertensión arterial cuando en consulta los niveles de presión arterial sistólica son iguales o superiores a 140 mmHg y/o los niveles de presión arterial diastólica son iguales o superiores a 90 mmHg, aunque los valores de corte para definir hipertensión arterial en el hogar o con dispositivos de registro de 24 horas son mostrar una tensión arterial sistólica igual o superior a 135 mmHg y/o una presión arterial diastólica igual o superior a 85 mmHg (Mancia et al., 2023).

En la actualidad existe suficiente evidencia para justificar que el ejercicio físico actúa como una intervención capaz de prevenir y tratar numerosas enfermedades no transmisibles, entre ellas se encuentran las enfermedades cardiometabólicas, inmunológicas, neurológicas o incluso enfermedades como el cáncer (Pedersen, 2006; Pedersen & Saltin, 2015). En esta línea de los beneficios para la mejora de la salud y la calidad de vida de las personas que se consiguen a través de las terapias no farmacológicas, se pueden encontrar grandes estudios epidemiológicos donde se ha mostrado una relación inversa entre la incidencia de hipertensión arterial y la práctica de ejercicio físico (Liu et al., 2017; Rijal et al., 2024). Las intervenciones no farmacológicas son claves para la prevención y tratamiento de este trastorno; estas intervenciones requieren cambios en los hábitos y conductas de la vida diaria, como abandonar el sedentarismo y comenzar con la práctica de ejercicio físico de forma habitual (Charchar et al., 2024; Pelliccia et al., 2020; Whelton et al., 2018). En 1989, y por primera vez, la OMS y la Sociedad Internacional de Hipertensión Arterial incluyeron recomendaciones de ejercicio físico entre las medidas no farmacológicas destinadas a la disminución de los valores de la presión arterial (OMS, 1989).

En el ámbito clínico las guías de patología cardiovascular e hipertensión marcan las directrices sobre la prescripción de ejercicio físico a nivel mundial en este tipo de población. Estos documentos internacionales contemplan recomendaciones muy generales para la mejora de la salud cardiovascular (Mancia et al., 2023; Unger et al., 2020; Whelton et al., 2018). El ejercicio de resistencia aeróbica ha sido una modalidad bien estudiada por la comunidad científica y se considera, hasta la fecha, el entrenamiento prioritario para sujetos con hipertensión, por ser la modalidad que mayores beneficios obtiene sobre los niveles de presión arterial, con reducciones de -4,9 a -12 mmHg en presión arterial sistólica y de -3,4 a -5,8 mmHg en presión arterial diastólica (Hanssen et al., 2021; Mancia et al., 2023; Pescatello et al., 2015). El trabajo de fuerza se recomienda como entrenamiento complementario al de resistencia, para que los pacientes se puedan beneficiar de las mejoras que ofrece dicha modalidad, entre esas mejoras reducciones de -3,0 a -4,7 mmHg en presión arterial sistólica y de -3,2 a -3,8 mmHg en presión arterial diastólica (Hanssen et al., 2021; Mancia et al., 2023). El entrenamiento combinado de ambas modalidades, fuerza y resistencia, en la misma sesión de entrenamiento también ofrece grandes beneficios para la salud cardiometabólica, como ya se ha demostrado en estudios previos (Corso et al., 2016; López-Ruiz et al., 2023). Esta modalidad combinada es una buena herramienta para abordar la hipertensión arterial debido a las reducciones significativas que tiene sobre los niveles de presión arterial, de hasta -21,68 mmHg en los niveles de presión arterial sistólica y de hasta -13,92 mmHg en los de presión arterial diastólica, incluso, presenta mayores reducciones que el entrenamiento de resistencia por sí solo, de hasta -12,8 mmHg, -6,8 mmHg respectivamente.

Prescripción de Ejercicio Físico Para la Mejora de la Salud Cardiometabólica en Sujetos Adultos con Hipertensión Arterial

Consideraciones Generales Para la Práctica de Ejercicio Físico

Antes de comenzar con un programa de entrenamiento es importante que el sujeto pase por un reconocimiento médico en el que se realizarán unas pruebas rutinarias recomendadas para sujetos con hipertensión arterial, con ello se podrá descartar un riesgo aumentado de ECV o comorbilidades relevantes y garantizar la seguridad para el desarrollo de los programas de entrenamiento. Las pruebas incluyen: análisis de sangre para medir la hemoglobina glucosilada

(HbA1C), los electrolitos, la creatinina, la tasa de filtración glomerular y el perfil lipídico; análisis de orina para estimar la ratio albúmina:creatinina y comprobar la hematuria mediante una tira reactiva; examinar el fondo de ojo para detectar la presencia de retinopatía hipertensiva; y por último, un electrocardiograma de 12 derivaciones (McEvoy et al., 2024; NICE, 2023; Unger et al., 2020).

Las guías clínicas internacionales de cardiología e hipertensión recomiendan la práctica de ejercicio físico como tratamiento no farmacológico para la mejora y el control de la hipertensión arterial (Charchar et al., 2024; Rabi et al., 2020; Unger et al., 2020; Whelton et al., 2018). Estas pautas recomiendan realizar entrenamiento de resistencia de 150 a 300 min/semana (5-7 días/semana) con intensidad moderada y se puede alternar de 75 a 150 min/semana (2-3 días/semana) con intensidad vigorosa (Charchar et al., 2024; McEvoy et al., 2024; Pelliccia et al., 2020; Rabi et al., 2020). Algunos de estos documentos también recomiendan incorporar de 2 a 3 días por semana entrenamiento de fuerza, como complementario al de resistencia aeróbica, sin profundizar sobre su prescripción (Brook et al., 2013; Charchar et al., 2024; Hanssen et al., 2021; Whelton et al., 2018).

Estos patrones de ejercicio deben ser integrados dentro de una sesión completa de entrenamiento que debe mantener siempre la misma estructura, sea cual sea el programa de ejercicio o disciplina deportiva que se vaya a realizar. La estructura de la sesión se compone de tres fases sólidas y sucesivas, la fase de preparación al entrenamiento o calentamiento, la fase principal y fase de recuperación post-entrenamiento o vuelta a la calma, que garantizan la salud y la mejora del rendimiento del sujeto (Bishop, 2003a, 2003b; Fradkin et al., 2010; McGowan et al., 2015).

Actualmente, las guías clínicas no hacen referencia a todas las fases de esta estructura, centrándose exclusivamente en la fase principal de la sesión (Arnett et al., 2019; Brook et al., 2013; Charchar et al., 2024; Mancía et al., 2023; Pelliccia et al., 2020; Rabi et al., 2020). Antes de comenzar con la fase principal, es necesario realizar una fase preparatoria específica que aumente de forma gradual la frecuencia cardíaca (FC), la actividad pulmonar y el flujo sanguíneo para incrementar el aporte de oxígeno al organismo en general y a nivel muscular en particular; que aumente la temperatura de la musculatura implicada mejorando la elasticidad muscular evitando distensiones, desgarros y roturas, así como la viscosidad sinovial para facilitar el deslizamiento de las articulaciones. Una vez terminada la fase principal, es necesario realizar una fase de recuperación post-entrenamiento para volver al estado de reposo de forma gradual. Es importante conocer que la medicación antihipertensiva puede provocar reducciones repentinas y excesivas de la presión arterial después del ejercicio, este periodo de vuelta a la calma debe ser prolongado y controlado (Bishop, 2003a, 2003b; Fradkin et al., 2010; McGowan et al., 2015; Pescatello, 2020; Safran et al., 1989; Taylor et al., 2019; Woods et al., 2007).

Estas directrices generales, en un primer momento, pueden servir de ayuda a los pacientes hipertensos para comenzar a moverse y llevar una vida más activa. Sin embargo, la individualización es uno de los principios básicos del entrenamiento y seleccionar los ejercicios dependiendo de los objetivos y necesidades de cada sujeto, programar de manera precisa la carga de trabajo y utilizar la metodología más adecuada será muy importante para conseguir los mejores resultados (Fleck & Kraemer, 2014; Pescatello, 2020; San-Millán, 2023).

Otras recomendaciones a tener en cuenta en este tipo de población serán, por un lado, evitar la maniobra de Valsalva durante la ejecución técnica de los ejercicios de fuerza; prestar especial atención a los ejercicios de hemisferio superior y/o con los brazos por encima de la cabeza, por la respuesta hipertensiva que provocan; tener cuidado con los ejercicios estáticos y a llegar al fallo muscular, por la dificultad de controlar la maniobra de Valsalva, la respuesta hipertensiva o el riesgo de lesión (Nazir et al., 2024; Williams et al., 2007).

Por otro lado, la indumentaria también será importante para una práctica de ejercicio físico segura. Algunos medicamentos antihipertensivos, betabloqueantes o diuréticos, afectan la capacidad de regular la temperatura corporal durante el ejercicio, sobre todo en ambientes cálidos y/o húmedos, lo que puede provocar una hipoglucemia. El sujeto debe llevar prendas transpirables y cómodas para evitar la sudoración excesiva y lesiones en la piel. Respecto al calzado, será recomendable el uso de zapatillas deportivas. Se deben evitar prendas y fajas efecto sauna que puedan favorecer un síncope (Marcos-Pardo et al., 2021; Pescatello, 2020).

Por último, la hidratación es un factor relevante en este grupo de población tratados con betabloqueantes o diuréticos, antes, durante y después del entrenamiento, para evitar una posible deshidratación (Marcos-Pardo et al., 2021; Pescatello, 2020).

En base a todo lo expuesto, y con el objetivo de prevenir y tratar la hipertensión arterial, se debería desde el ámbito médico animar a los pacientes a buscar ayuda en los profesionales del ejercicio físico para realizar un correcto e individualizado programa de entrenamiento, así como asesoramiento y recomendaciones para el momento de la práctica.

Fármacos Antihipertensivos y Ejercicio Físico

Son muchos los medicamentos disponibles para tratar la hipertensión arterial y los posibles efectos secundarios de estos fármacos deben tenerse en cuenta a la hora de comenzar con un programa de ejercicio físico, dado que pueden afectar a las respuestas fisiológicas (Khalil & Zelster, 2020; Laurent, 2017; Pelliccia et al., 2020):

- Inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA): pueden producir erupción cutánea, pérdida de sabor o tos seca y persistente, pero no afectan la capacidad de realizar ejercicio. No deben ser administrados a mujeres en edad reproductiva debido a los posibles efectos adversos fetales/neonatales.
- Antagonistas del receptor de la angiotensina II (ARA-II): pueden provocar mareos ocasionales, pero no afectan la capacidad de realizar ejercicio. No deben ser administrados a mujeres en edad reproductiva debido a los posibles efectos adversos fetales/neonatales.
- Bloqueadores de los canales de calcio o calcioantagonistas: son la mejor opción alternativa a los IECA y ARAII. Pueden provocar palpitaciones, hinchazón de tobillos, cefaléas y mareos, pero no afectan la capacidad de realizar ejercicio.
- Betabloqueantes: pueden provocar insomnio, frialdad de manos y pies, asma y depresión. Estos fármacos afectan la capacidad de realizar ejercicio, puesto que reducen la frecuencia cardíaca y disminuyen la tolerancia al esfuerzo aumentando la sensación de fatiga.
- Los diuréticos: pueden provocar fatiga, debilidad o calambres musculares, ataques de gota, irritabilidad, depresión e incontinencia urinaria. Estos fármacos si afecta la capacidad de realizar ejercicio, puesto que aumenta la diuresis y favorece la deshidratación.

Cuando un sujeto con hipertensión arterial comienza un programa de ejercicio físico y está bajo tratamiento antihipertensivo se debe tener en cuenta los posibles efectos del mismo: a) la respuesta hipotensiva post-ejercicio; b) la respuesta hipotensiva por cambios de posición, (hipotensión ortostática); c) la respuesta hipotensiva como consecuencia de la temperatura (calor y humedad); y d) la respuesta hipotensiva debido a la práctica de ejercicio físico de manera regular y mantenida en el tiempo; estas situaciones pueden hacer que el sujeto experimente mareos, aturdimiento, inestabilidad, náuseas y sensación de cansancio y/o fatiga (Khalil & Zelster, 2020; Laurent, 2017). Ante cualquier situación de hipotensión con sintomatología el sujeto debe ser derivado a su médico para que revise y ajuste el tratamiento si lo ve necesario. Se debe prestar especial atención a los sujetos tratados con betabloqueantes, dado que este fármaco disminuye la frecuencia cardíaca en el esfuerzo y si se atenúa demasiado también podría ocasionar mareos, inestabilidad y sensación de cansancio y/o fatiga (Khalil & Zelster, 2020; Laurent, 2017; Mitchell et al., 2019). De todos los fármacos antihipertensivos, los betabloqueantes son los que más pueden afectar a la capacidad física para realizar ejercicio, ya que al disminuir el ritmo cardíaco durante la práctica será difícil controlar y ajustar correctamente la carga o estímulo de entrenamiento y conseguir la frecuencia cardíaca deseada, esto implica tener que buscar otra herramienta o método alternativo para controlar dicha variable (Adami et al., 2022; Mitchell et al., 2019). El control de la intensidad del ejercicio a través de la escala de esfuerzo percibido puede ser un método fiable y comúnmente utilizado en los programas de rehabilitación cardíaca como complemento al monitoreo de la frecuencia cardíaca (Mitchell et al., 2019; Taylor et al., 2019). En relación esto, es importante entender que las ecuaciones para estimar la frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx}), como la fórmula de Fox ($FC_{max} = 220 - \text{edad}$) o la fórmula de Karvonen ($FC_{max} = 208 - (0.7 * \text{edad})$), están basadas en sujetos sanos que no padecen hipertensión arterial, insuficiencia cardíaca o enfermedad coronaria y que no están en terapia con betabloqueantes, con lo cual, este tipo de ecuaciones no parecen ser muy válidas para este tipo de población. Sin embargo, existen fórmulas para estimar la FC_{máx} que consideran la enfermedad cardiovascular tratada con betabloqueantes. Por ello, se propone la siguiente fórmula para la población que presenta este tipo de afección: $164 - 0.7 \times \text{edad}$, siendo una ecuación más precisa en este grupo de población (Brawner et al., 2004; Fernandes Silva et al., 2012; Taylor et al., 2019).

Adaptación Aguda de la Presión Arterial al Ejercicio Físico

La práctica de ejercicio físico induce una serie de respuestas fisiológicas en el organismo y entre ellas se encuentran los cambios en la dinámica de la presión arterial.

Al iniciar la práctica de ejercicio físico se produce un aumento de la presión arterial como respuesta de la activación de la corteza motora cuyo objetivo es preparar al organismo. A continuación, los valores de la presión arterial pueden disminuir debido a la vasodilatación de las zonas activas, dependiendo del tamaño del área de las zonas implicadas. A medida que aumenta la intensidad del entrenamiento la presión arterial sistólica, generalmente, aumenta de manera lineal, por el contrario, la presión arterial diastólica aumenta menos, se mantiene relativamente estable o incluso experimenta una ligera bajada. Al terminar la práctica de ejercicio físico, se recupera paulatinamente los niveles de presión arterial en reposo, pudiendo tardar un tiempo en volver a los niveles previos al entrenamiento. Si la vuelta a la calma no se realiza de manera gradual, puede producirse una hipotensión post-ejercicio, principalmente en sujetos susceptibles o en condiciones climáticas desfavorables, provocando malestar, vertido o lipotimias (Halliwill, 2001; Halliwill et al., 2013; Seeley et al., 2021).

Estas oscilaciones transitorias de la presión arterial durante el ejercicio hacen que sea fundamental su monitorización y control antes, durante y después de la práctica para evitar algún evento cardíaco fatal e inesperado. Las variaciones extremas de estas respuestas pueden ser un valor pronóstico significativo de posibles eventos adversos cardiovasculares (Nayor et al., 2023; Pesova et al., 2023). Un aspecto importante a destacar sobre estos cambios extremos es la falta de consenso sobre la definición de respuesta hipertensiva al ejercicio, pese a ello, valores de presión arterial sistólica por encima o

igual a 210 mmHg para los hombres y 190 mmHg para las mujeres son los puntos de corte utilizados a nivel mundial para detener la práctica deportiva y considerar que existe una respuesta hipertensiva al ejercicio (Fletcher et al., 2013; Sabbahi et al., 2018).

Entrenamiento de Resistencia Aeróbica Individualizado en Hipertensión Arterial

- La frecuencia es una variable que hace referencia al número de sesiones o unidades de entrenamiento realizadas en un periodo de tiempo, en el ámbito de la salud, normalmente, sería en la semana (Elvar & García-Orea, 2019). La frecuencia de entrenamiento mínima para este grupo de población será de 2-3 días por semana.
- La duración de la sesión será ≤ 60 minutos.
- La intensidad de entrenamiento prioritaria para mejorar la salud cardiometabólica será moderada, estará entre el 55%-70% del $VO_2^{\text{máx}}$ o FCresv, lo que conoce como Zona 2 de entrenamiento (Gu et al., 2021; Riddell et al., 2017; San-Millán, 2023). Para programar la intensidad del entrenamiento de forma individualizada se recomienda estimar el volumen máximo de oxígeno ($VO_2^{\text{máx}}$), la FCmáx, la frecuencia cardiaca de reserva (FCresv) o la percepción de esfuerzo subjetivo (RPE); siendo de preferencia el uso del $VO_2^{\text{máx}}$ o la FCresv por su relación lineal 1/1 con el gasto energético ($VO_2^{\text{máx}}$ / $VO_2^{\text{de reserva}}$) (Ferguson, 2014; Liguori & American College of Sports Medicine, 2020; Manonelles et al., 2016). El cálculo de estos parámetros puede valorarse de manera directa o indirecta. Uno de los protocolos más indicados para estimar del $VO_2^{\text{máx}}$ en población hipertensa es por medio de una prueba de esfuerzo en cicloergómetro, por ser más preciso y fácil para medir la presión arterial durante el esfuerzo (Manonelles et al., 2016). Durante la prueba se debe monitorizar y registrar en todo momento la frecuencia cardiaca para conocer la FCmáx; simultáneamente se debe registrar la RPE (Borg, 1990); y además, se debe medir la potencia para conocer el umbral de potencia funcional (FTP), que ofrece una forma precisa y objetiva de medir la intensidad del entrenamiento (Allen et al., 2019). Como se ha comentado anteriormente, la FCmáx también se puede estimar a través de diferentes fórmulas. La más utilizada en el ámbito de la salud son las ya comentadas fórmulas de Fox (Fox et al., 1971; Liguori & American College of Sports Medicine, 2020) o fórmula de Tanaka (Tanaka et al., 2001), pero el valor resultante no es preciso si no meramente orientativo, y para población sin patología. Se propone el uso de la siguiente fórmula para el cálculo de la FCmáx en población con patología cardíaca ($FCmáx = 64 - 0.7 \times \text{edad}$) (Brawner et al., 2004; Fernandes Silva et al., 2012; Taylor et al., 2019). Por otro lado, la FCresv y su utilización para el cálculo de la intensidad de entrenamiento será más preciso que el uso de la FCmáx y para su cálculo será necesario conocer la frecuencia cardiaca basal o reposo (FCbasal). La FCresv se calculará por medio de la fórmula de Karvonen: $FCresv = FCmáx - FCbasal$. Una vez conocido estos datos se calculará el porcentaje prescrito de intensidad. Para ello se utilizará la fórmula de Karvonen ($\% \text{ de FC} = (FCresv \times \% \text{ de intensidad}) + FCbasal$) (Karvonen et al., 1957).
- En relación con la escala RPE (Rating of Perceived Exertion), definida como la percepción subjetiva del esfuerzo, tensión y/o fatiga experimentada durante la práctica de ejercicio físico, es un indicador de intensidad fiable y comúnmente utilizado en los programas de rehabilitación cardíaca simultáneamente con el monitoreo de la frecuencia cardiaca (Mitchell et al., 2019; Taylor et al., 2019). Esta escala valora numéricamente y de forma gradual del 0 al 10, donde 0 es reposo total y 10 esfuerzo máximo (Borg, 1982).
- Las zonas e intensidades de entrenamiento, desde ergometrías máximas, quedan reflejadas en la tabla 1 (Hansen et al., 2021; Pelliccia et al., 2020).

Tabla 1
Zonas e Intensidades de Entrenamiento de Resistencia

Zona	Intensidad	$VO_2^{\text{máx}}$ (%)	FCmáx (%)	FCresv (%)
1	Baja	< 40	< 55	< 40
2	Moderada	40-69	55-74	40-69
3-4	Alta	70-85	75-90	70-85
5	Muy Alta	> 85	> 90	> 85

Nota. Esta tabla muestra la equivalencia de las zonas de entrenamiento con la intensidad de entrenamiento, el volumen máximo de oxígeno ($VO_2^{\text{máx}}$), la frecuencia cardiaca máxima (FCmáx) y la frecuencia cardiaca de reserva (FCresv) (Pelliccia et al., 2020).

- El volumen de entrenamiento mínimo para este tipo de población será de 150 a 300 minutos/semana (5-7 días/semana) si el ejercicio se realiza con intensidad moderada (zona 2). Se puede alternar de 75 a 150 minutos/semana (2-3 días/semana) si la intensidad es vigorosa (zona 3) (Bull et al., 2020; McEvoy et al., 2024).
- El tipo de actividad a realizar debe implicar grandes grupos musculares, movimientos cíclicos y mantenidos durante un medio-largo periodo de tiempo como pedalear, correr, remar, nadar etc.

Entrenamiento de Fuerza Individualizado en Hipertensión Arterial

- La frecuencia mínima de entrenamiento para este grupo de población será de 2-3 días por semana no consecutivos.
- La duración de la sesión \leq 60 minutos.
- Incluir ejercicios poliarticulares que impliquen grandes grupos musculares que simulen actividades de la vida diaria (sentadillas, remos, press banca, etc).
- El número de ejercicios por sesión se deben progresar de seis hasta 8-10 ejercicios (López-Ruiz et al., 2023; Pescatello, 2020; Whelton et al., 2018).
- La intensidad en el entrenamiento de fuerza será la variable más determinante para configurar el grado de esfuerzo que exige la ejecución de un ejercicio en cada repetición, que debe ser bajo-moderado para este grupo de población (Badillo & Serna, 2002; Elvar & García-Orea, 2019). La cuantificación de la carga de entrenamiento se hará a través de la velocidad de ejecución mediante un test de cargas progresivas para estimar la 1RM, de manera segura y precisa, y determinar la intensidad relativa de trabajo, pero la intensidad, por si sola, no es suficiente para definir el estímulo de entrenamiento y debe ir unida especialmente a otra de las variables de la programación, a el volumen (Badillo, 2017; Badillo & Serna, 2002).
- El volumen se debe concretar mediante un test de porcentaje de la pérdida de velocidad intra-serie con respecto a la 1ª repetición. La magnitud de pérdida de velocidad debe ser baja-moderada, entre un 10%-20%, ya que porcentajes más altos de pérdida de velocidad no se asocian con mayores beneficios y pueden suponer una reducción del rendimiento físico (Badillo & Serna, 2002; Rodríguez-Rosell et al., 2020; Rodríguez-Rosell et al., 2021).
- A continuación, se realiza una propuesta de protocolo para prescribir la intensidad en sujetos con hipertensión arterial. La intensidad se determinará a través de un test de cargas progresivas para estimar la 1RM y establecer una intensidad baja-moderada de trabajo, entre el 50-65% de 1RM para este tipo de población (Alves et al., 2022; Pescatello, 2020). Las recomendaciones actuales de intensidad de trabajo en el entrenamiento de fuerza en hipertensión, según el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM), son las siguientes: intensidad baja, entre el 40%-50% de 1RM, para sujetos sedentarios o con debilidad muscular; intensidad moderada, entre el 60%-70% de 1RM, para sujetos principiantes o intermedios; intensidad alta, un 80% de 1RM, para sujetos avanzados y experimentados en el entrenamiento (Alves et al., 2022; Pescatello, 2020; Pescatello et al., 2015). El volumen de entrenamiento, o número de repeticiones por serie, se concretará a través de un test de pérdida de velocidad intraserie para cada sujeto. La magnitud de pérdida de velocidad (%PV) debe ser baja-moderada, entre un 10-15% (Badillo, 2017; Rodríguez-Rosell et al., 2020; Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011).
- El carácter de esfuerzo (CE) debe ser medio-bajo. Se entiende por CE la relación entre las repeticiones realizadas en cada serie con respecto a las repeticiones que se podrían realizar si se llegara al fallo muscular (Badillo & Serna, 2002), como se puede ver en la tabla 2. No confundir el CE con la percepción subjetiva de esfuerzo.

Tabla 2
Caracter de Esfuerzo

CE	%PV en la serie	Repeticiones realizadas en la serie
Bajo	5-10%	Menos de la mitad de las posibles
Medio	15-30%	La mitad de las posibles
Alto	>30%	Alguna más de la mitad de las posibles
Máximo	>50%	Máximo o casi máximo número de las posibles

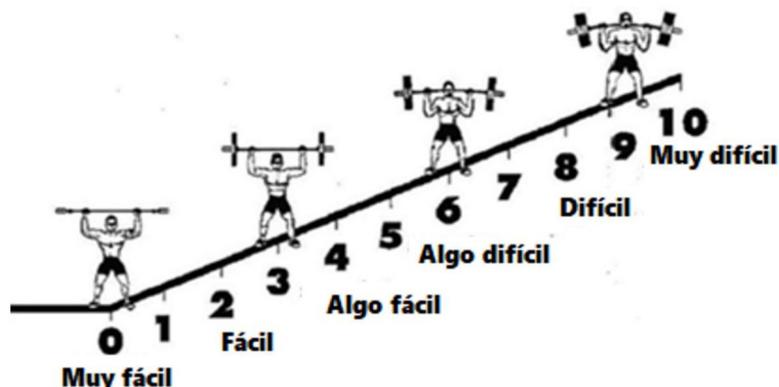
Nota. Esta tabla muestra la relación entre el carácter de esfuerzo (CE), el porcentaje de pérdida de velocidad (%PV) intra-serie respecto a la 1ª repetición y las repeticiones realizadas por serie con respecto a las máximas que realmente se podrían realizar (Badillo & Serna, 2002).

- El número de series por ejercicio pueden ser de 2-4, según el punto de partida y la evolución del sujeto.
- El tiempo de recuperación entre series de entrenamiento será de 3-5 minutos
- El tiempo de recuperación entre sesiones de entrenamiento será de 48-72 horas.

Respecto a la programación del entrenamiento, aunque cada vez se dispone de más recursos y dispositivos tecnológicos, que sin duda han permitido programar de forma más precisa la intensidad y el volumen del entrenamiento y conseguido evolucionar en la dosificación del esfuerzo, no se debe menospreciar otras herramientas o indicadores más simples y que son fácilmente accesibles para este mismo fin. Una de estas herramientas es la escala OMNI-RES, la cual se presenta como descriptores visuales donde el sujeto identifica su propia percepción de esfuerzo o fatiga sobre una escala numéricamente

gradual del 0 al 10, como se muestra en la figura 1, donde 0 es muy fácil y el 10 es muy difícil, durante o inmediatamente después del ejercicio (Robertson et al., 2003).

Figura 1
Escala OMNI-RES para fuerza



Nota. Esta escala representa la propia percepción de esfuerzo o fatiga del sujeto sobre una progresión numéricamente del 0 (muy fácil) al 10 (muy difícil) (Robertson et al., 2003).

Entrenamiento Combinado Individualizado en Hipertensión Arterial

El ensayo clínico Corazón y Salud se centra en los programas de entrenamiento combinado, entendido este como aquel que en la misma sesión de entrenamiento combina unidades de entrenamiento diferentes, el trabajo de fuerza y el de resistencia aeróbica. El entrenamiento combinado ha mostrado ser eficaz en la reducción de los niveles de presión arterial y en la mejora de la salud cardiometabólica en sujetos con hipertensión arterial (Herrod et al., 2018; López-Ruiz et al., 2023). Diferentes ensayos controlados han mostrado reducciones significativas en los niveles de PAS y PAD con intervenciones de programas de entrenamiento combinado (Dos Santos et al., 2014; Lima et al., 2017; Masroor et al., 2018; Sousa et al., 2013). Además, se pueden encontrar revisiones sistemáticas y metaanálisis cuyos resultados también han mostrado que intervenciones con entrenamiento combinado consiguieron reducir significativamente los niveles de PAS y PAD (Corso et al., 2016; López-Ruiz et al., 2023; Pescatello et al., 2019).

La intención del presente proyecto es servir de guía a los profesionales de la salud para poder diseñar los programas de entrenamiento combinado de manera individualizada para cada sujeto con una dosis mínima, pero efectiva, de ejercicio. Estas intervenciones van dirigidas a sujetos adultos con hipertensión arterial, sedentarios, que no sufran problemas osteoarticulares o musculoesqueléticos (osteoartritis, fractura reciente, tendinitis o uso de prótesis), enfermedad aguda o crónica (cardiopatías, enfermedad coronaria inestable, insuficiencia cardíaca, insuficiencia renal, hipertensión pulmonar grave o diabetes no controlada), problemas neurológicos, dificultades cognitivas, obesidad mórbida o embarazadas.

Programa de Entrenamiento Combinado Corazón y Salud

A continuación, se muestra un diseño de programa de entrenamiento combinado individualizado de fuerza y resistencia aeróbica teniendo en cuenta las pautas de ejercicio descritas anteriormente para sujetos adultos con hipertensión arterial. Esta prescripción de ejercicio ha mostrado grandes beneficios para la salud cardiometabólica, la composición corporal y la condición física en este tipo de población.

Cada sesión de entrenamiento tendrá una duración de 60 min aproximadamente y estará dividida en tres fases que se pueden ver de forma resumida en la tabla 3.

Fase Preparatoria al Entrenamiento

Esta primera fase tiene una duración de unos 10 min y estará dividida en un calentamiento general y un calentamiento específico. El calentamiento general incluirá 5 min de marcha nórdica en bicicleta elíptica; ejercicios de movilidad articular de miembros superiores e inferiores y estiramientos dinámicos. El calentamiento específico incluirá dos ejercicios globales, un squat y un press banca; el sujeto realizará dos series por ejercicio solamente con el peso de la barra de entrenamiento (5 kg de peso) y descansará 2 min entre series; la primera serie de 8-10 repeticiones y la segunda serie de 6-8 repeticiones.

Tabla 3
Programa de Entrenamiento Combinado Corazón y Salud

Periodo de intervención		12 Semanas
Frecuencia semanal		2 sesiones/semana; 4 unidades de entrenamiento/semana (2 de fuerza; 2 de resistencia)
Unidad de Entrenamiento de Fuerza		
Calentamiento		10 min (3-5 min calentamiento general y 5-7 min calentamiento específico)
Volumen	Nº Ejercicios	2 ejercicios generales (sentadilla y press de banca)
	Nº de Series	3
	Nº Repeticiones	Individualizadas para cada paciente mediante %PV intra-serie
Intensidad	% Pérdida de velocidad (intra-serie)	Sentadillas: Baja 10% Press de banca: Moderada 15%
	% 1RM VMP 1ª Repetición	Sentadillas: 60% de 1RM Press de banca: 50% de 1RM
	Velocidad de Ejecución	Fase concéntrica: máxima posible Fase excéntrica: moderada
Carácter de esfuerzo		Medio-Bajo
OMNI-RES		4-5
Descanso inter-serie		3 min
Selección de Ejercicios		Sentadilla - Press Banca
Método		Progresión Horizontal
Unidad de Entrenamiento de Resistencia Aeróbica		
Volumen		20 min
Intensidad		Progresar cada cuatro semanas del 55% al 70% del VO ² máx/ FCresv
Zona de Entrenamiento		2
RPE del 0 al 10		Moderada 3-4
Selección de Ejercicios		Cicloergómetro
Método		Entrenamiento continuo extensivo
Vuelta a la calma		10 min (3-5 min vuelta a la calma y 5-7 min estiramientos estáticos pasivos)

Nota. Nº= número; RM= repetición máxima; VO²máx= volumen máximo de oxígeno; FCresv= frecuencia cardiaca de reserva; VMP= velocidad media propulsiva; OMNI-RES= escala de esfuerzo percibido para ejercicios de resistencia; RPE= escala de esfuerzo percibido.

Fase Principal

La segunda fase presenta una duración de 40 min y estará compuesta por dos unidades de entrenamiento, una de fuerza y otra de resistencia aeróbica. La unidad de entrenamiento de fuerza se realizará durante los primeros 20 min de la sesión y en ella se incluirán dos ejercicios que reproducen acciones motrices básicas. El primer ejercicio será un empuje de hemisferio inferior del cuerpo, un squat, que cada sujeto realizará a una intensidad del 60% de su 1RM. El volumen de trabajo será de tres series con un descanso entre cada una de ellas de 3 min. El número de repeticiones por serie será individualizado para cada sujeto mediante el test inicial de pérdida de velocidad. El carácter de esfuerzo será bajo-medio. Entre los dos ejercicios también habrá un descanso de 3 min. El segundo ejercicio será un empuje de hemisferio superior del cuerpo, un press banca, que cada sujeto realizará a una intensidad del 50% de su 1RM. El volumen de trabajo será de tres series con un descanso entre cada una de ellas de 3 min. El número de repeticiones por serie será individualizado para cada sujeto mediante el test inicial de pérdida de velocidad. El carácter de esfuerzo será bajo-medio. Como se ha explicado anteriormente, si no se dispone de las herramientas necesarias para poder estimar la 1RM se puede utilizar la escala OMNI-RES. Los últimos 20 min de la sesión serán para la unidad de entrenamiento de resistencia aeróbica que se realicen en cicloergómetro. El sujeto trabajará con un método continuo extensivo a una intensidad moderada que irá progresando cada 4 semanas: de la semana 1 a la 4 trabajo en zona 1-2 con una intensidad entre el 55%-60% FCresv; de la semana 5 a la 8 trabajo en zona 2 con una intensidad entre el 60%-65% FCresv; y de la semana 9 a la 12 trabajo en zona 2 con una intensidad entre el 65%-70% FCresv.

Fase de Recuperación Post-Entrenamiento

El tiempo dedicado a la última parte del entrenamiento será de 10 min. Esta fase constará de una vuelta a la calma de unos 3-5 min en la que el sujeto irá recuperándose del esfuerzo con un pedaleo suave sin carga para después pasar a una parte de estiramientos estáticos de unos 5-7 min. Se debe estirar la musculatura con predominancia tónica/postural debido a su estado de tensión permanente y su tendencia al acortamiento para evitar posibles problemas musculoesqueléticos que afecten al sistema locomotor (Chang et al., 2023; Sadler et al., 2017). La musculatura tónica incluye: fibras superiores del trapecio, dorsal ancho y cuadrado lumbar; pectoral, deltoides anterior y bíceps; psoas ilíaco y recto anterior del cuádriceps; abductores; piramidal, isquiosurales y tríceps sural (gemelos y sóleo). Se recomienda utilizar la técnica estático pasiva, realizando 3-4 series por estiramiento y la duración por serie será de 20-30 segundos (Bayles, 2023; Liguori & American College of Sports Medicine, 2020).

Conclusiones

El programa de entrenamiento combinado diseñado en el proyecto Corazón y Salud proporciona una guía a los profesionales del ejercicio y la salud basada en la evidencia científica y en los últimos avances sobre prescripción de ejercicio físico en población con hipertensión arterial; una de las enfermedades no transmisibles más prevalentes de la sociedad actual y responsable de 10.8 millones de muertes al año en el mundo. En este estudio se marcan las pautas a seguir para diseñar un correcto, adecuado y seguro programa de entrenamiento combinado para conseguir los beneficios que proporcionan ambas modalidades de ejercicio, tanto el entrenamiento de fuerza como el de resistencia aeróbica, con el objetivo de mejorar los parámetros hemodinámicos, la composición corporal y la condición física de los sujetos adultos con hipertensión arterial.

Declaración del Comité de Ética

No aplica debido a la no implicación de seres vivos durante el desarrollo del presente artículo.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés

Financiación

Esta investigación no recibió financiación.

Contribución de los Autores

Conceptualización L.-R.I. & G.G.N.; Metodología L.-R.I. & G.G.N.; Validación L.-R.I., L.G., M.M.D., & G.G.N.; Investigación L.-R.I. & G.G.N.; Escritura – versión original L.-R.I. & G.G.N.; Escritura – revisión y edición L.-R.I. & G.G.N.; Visualización L.-R.I., L.G., M.M.D., & G.G.N.; Supervisión G.G.N.; Todos los autores han leído y están de acuerdo con la versión publicada del manuscrito.

Declaración de Disponibilidad de Datos

Los datos no se encuentran disponibles debido a que no se han generado datos.

Referencias

- Adami, P. E., Koutlianos, N., Baggish, A., Bermon, S., Cavarretta, E., Deligiannis, A., Furlanello, F., Kouidi, E., Marques-Vidal, P., Niebauer, J., Pelliccia, A., Sharma, S., Solberg, E. E., Stuart, M., & Papadakis, M. (2022). Cardiovascular effects of doping substances, commonly prescribed medications and ergogenic aids in relation to sports: a position statement of the sport cardiology and exercise nucleus of the European Association of Preventive Cardiology. *European Journal of Preventive Cardiology*, 29(3), 559-575. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwab198>
- Allen, H., Coggan, A. R., & McGregor, S. (2019). *Training and racing with a power meter*. VeloPress.
- Alves, A. J., Wu, Y., Lopes, S., Ribeiro, F., & Pescatello, L. S. (2022). Exercise to Treat Hypertension: Late Breaking News on Exercise Prescriptions That FITT. *Current Sports Medicine Reports*, 21(8), 280-288. <https://doi.org/10.1249/jsr.0000000000000983>
- Arnett, D. K., Blumenthal, R. S., Albert, M. A., Buroker, A. B., Goldberger, Z. D., Hahn, E. J., Himmelfarb, C. D., Khera, A., Lloyd-Jones, D., McEvoy, J. W., Michos, E. D., Miedema, M. D., Muñoz, D., Smith, S. C., Jr, Virani, S. S., Williams, K. A., Sr, Yeboah, J., & Ziaiean, B. (2019). 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report

- of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*, 140(11), e596-e646. <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000000678>
- Badillo, J. J. G. (2017). *La velocidad de ejecución como referencia para la programación, control y evaluación del entrenamiento de fuerza*. Ergotech.
- Badillo, J. J. G., & Serna, J. R. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Inde.
- Bayles, M. P. (2023). *ACSM's exercise testing and prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Bishop, D. (2003a). Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine*, 33(6), 439-454. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333060-00005>
- Bishop, D. (2003b). Warm up II: performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Medicine*, 33(7), 483-498. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00002>
- Borg, G. (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 16(1), 55-58. <https://doi.org/10.5271/sjweh.1815>
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5), 377-381.
- Brawner, C. A., Ehrman, J. K., Schairer, J. R., Cao, J. J., & Keteyian, S. J. (2004). Predicting maximum heart rate among patients with coronary heart disease receiving beta-adrenergic blockade therapy. *American Heart Journal*, 148(5), 910-914. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2004.04.035>
- Brook, R. D., Appel, L. J., Rubenfire, M., Ogedegbe, G., Bisognano, J. D., Elliott, W. J., Fuchs, F. D., Hughes, J. W., Lackland, D. T., Staffileno, B. A., Townsend, R. R., & Rajagopalan, S. (2013). Beyond medications and diet: alternative approaches to lowering blood pressure: a scientific statement from the American Heart Association. *Hypertension*, 61(6), 1360-1383. <https://doi.org/10.1161/HYP.0b013e318293645f>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451-1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Chang, M. C., Choo, Y. J., Hong, K., Boudier-Revéret, M., & Yang, S. (2023). Treatment of Upper Crossed Syndrome: A Narrative Systematic Review. *Healthcare (Basel)*, 11(16). <https://doi.org/10.3390/healthcare11162328>
- Charchar, F. J., Prestes, P. R., Mills, C., Ching, S. M., Neupane, D., Marques, F. Z., Sharman, J. E., Vogt, L., Burrell, L. M., Korostovtseva, L., Zec, M., Patil, M., Schultz, M. G., Wallen, M. P., Renna, N. F., Islam, S. M. S., Hiremath, S., Gyeltshen, T., Chia, Y.-C., ... Tomaszewski, M. (2024). Lifestyle management of hypertension: International Society of Hypertension position paper endorsed by the World Hypertension League and European Society of Hypertension. *Journal of Hypertension*, 42(1), 23-49. <https://doi.org/10.1097/hjh.0000000000003563>
- Corso, L. M. L., Macdonald, H. V., Johnson, B. T., Farinatti, P., Livingston, J., Zaleski, A. L., Blanchard, A., & Pescatello, L. S. (2016). Is Concurrent Training Efficacious Antihypertensive Therapy? A Meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(12), 2398-2406. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001056>
- Dos Santos, E. S., Asano, R. Y., Filho, I. G., Lopes, N. L., Panelli, P., Nascimento, D. da C., Collier, S. R., & Prestes, J. (2014). Acute and chronic cardiovascular response to 16 weeks of combined eccentric or traditional resistance and aerobic training in elderly hypertensive women: a randomized controlled trial. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3073-3084. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000537>
- Elvar, J. R. H., & García-Orea, G. P. (2019). *El entrenamiento de la fuerza para la mejora de la condición física y la salud*. Círculo rojo.
- Ferguson, B. (2014). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed. 2014. *Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 58(3), 328-329.
- Fernandes Silva, M. M., Bacal, F., Roque, J. M., Teixeira-Neto, I. S., Carvas Junior, N., Bocchi, E. A., & Guimarães, G. V. (2012). Age-related maximum heart rate among ischemic and nonischemic heart failure patients receiving β -blockade therapy. *Journal of Cardiac Failure*, 18(11), 831-836. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2012.10.007>
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. (2014). *Designing resistance training programs*, 4E. Human Kinetics.
- Fletcher, G. F., Ades, P. A., Kligfield, P., Arena, R., Balady, G. J., Bittner, V. A., Coke, L. A., Fleg, J. L., Forman, D. E., Gerber, T. C., Gulati, M., Madan, K., Rhodes, J., Thompson, P. D., & Williams, M. A. (2013). Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 128(8), 873-934. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31829b5b44>
- Fox, S. M., 3rd, Naughton, J. P., & Haskell, W. L. (1971). Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Annals of Clinical Research*, 3(6), 404-432.

- Fradkin, A. J., Zazryn, T. R., & Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming-up on physical performance: a systematic review with meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 140-148. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c643a0>
- Gorostidi, M., Gijón-Conde, T., de la Sierra, A., Rodilla, E., Rubio, E., Vinyoles, E., Oliveras, A., Santamaría, R., Segura, J., Molinero, A., Pérez-Manchón, D., Abad, M., Abellán, J., Armario, P., Banegas, J. R., Camafort, M., Catalina, C., Coca, A., Divisón, J. A., ... García-Donaire, J. A. (2022). Guía práctica sobre el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial en España, 2022. Sociedad Española de Hipertensión-Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial (SEH-LELHA). *Hipertensión y Riesgo Vascular*, 39(4), 174-194. <https://doi.org/10.1016/j.hipert.2022.09.002>
- Gu, C., Yan, J., Zhao, L., Wu, G., & Wang, Y. L. (2021). Regulation of Mitochondrial Dynamics by Aerobic Exercise in Cardiovascular Diseases. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 8, 788505. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.788505>
- Halliwill, J. R. (2001). Mechanisms and clinical implications of post-exercise hypotension in humans. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 29(2), 65-70. <https://doi.org/10.1097/00003677-200104000-00005>
- Halliwill, J. R., Buck, T. M., Laceywell, A. N., & Romero, S. A. (2013). Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? *Experimental Physiology*, 98(1), 7-18. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2011.058065>
- Hansen, D., Abreu, A., Ambrosetti, M., Cornelissen, V., Gevaert, A., Kempes, H., Laukkanen, J. A., Pedretti, R., Simonenko, M., Wilhelm, M., Davos, C. H., Doehner, W., Iliou, M.-C., Kränkel, N., Völler, H., & Piepoli, M. (2021). Exercise intensity assessment and prescription in cardiovascular rehabilitation and beyond: why and how: a position statement from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *European Journal of Preventive Cardiology*, 29(1), 230-245. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwab007>
- Hanssen, H., Boardman, H., Deiseroth, A., Moholdt, T., Simonenko, M., Kränkel, N., Niebauer, J., Tiberi, M., Abreu, A., Solberg, E. E., Pescatello, L., Brguljan, J., Coca, A., & Leeson, P. (2021). Personalized exercise prescription in the prevention and treatment of arterial hypertension: a Consensus Document from the European Association of Preventive Cardiology (EAPC) and the ESC Council on Hypertension. *European Journal of Preventive Cardiology*, 29(1), 205-215. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwaa141>
- Herrod, P. J. J., Doleman, B., Blackwell, J. E. M., O'Boyle, F., Williams, J. P., Lund, J. N., & Phillips, B. E. (2018). Exercise and other nonpharmacological strategies to reduce blood pressure in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Society of Hypertension: JASH*, 12(4), 248-267. <https://doi.org/10.1016/j.jash.2018.01.008>
- Karvonen, M. J., Kentala, E., & Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae*, 35(3), 307-315.
- Khalil, H., & Zelster, R. (8 de mayo de 2023). *Antihypertensive Medications*. NCBI. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554579/>
- Laurent, S. (2017). Antihypertensive drugs. *Pharmacological Research: The Official Journal of the Italian Pharmacological Society*, 124, 116-125. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2017.07.026>
- Liguori, G., & American College of Sports Medicine (2020). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Lima, L. G., Bonardi, J. T. M., Campos, G. O., Bertani, R. F., Scher, L. M. L., Moriguti, J. C., Ferriolli, E., & Lima, N. K. C. (2017). Combined aerobic and resistance training: are there additional benefits for older hypertensive adults? *Clinics (Sao Paulo)*, 72(6), 363-369. [https://doi.org/10.6061/clinics/2017\(06\)06](https://doi.org/10.6061/clinics/2017(06)06)
- Liu, X., Zhang, D., Liu, Y., Sun, X., Han, C., Wang, B., Ren, Y., Zhou, J., Zhao, Y., Shi, Y., Hu, D., & Zhang, M. (2017). Dose-Response Association Between Physical Activity and Incident Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies. *Hypertension*, 69(5), 813-820. <https://doi.org/10.1161/hypertensionaha.116.08994>
- López-Ruiz, I., Lozano, F., Masia, M. D., & González-Gálvez, N. (2023). Multicomponent Training and Optimal Dosing Strategies for Adults with Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Sports (Basel)*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/sports11060115>
- Mancia, G., Kreutz, R., Brunström, M., Burnier, M., Grassi, G., Januszewicz, A., Muiesan, M. L., Tsioufis, K., Agabiti-Rosei, E., Algharably, E. A. E., Azizi, M., Benetos, A., Borghi, C., Hitij, J. B., Cifkova, R., Coca, A., Cornelissen, V., Cruickshank, J. K., Cunha, P. G., ... Kjeldsen, S. E. (2023). 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension: Endorsed by the International Society of Hypertension (ISH) and the European Renal Association (ERA). *Journal of Hypertension*, 41(12), 1874-2071. <https://doi.org/10.1097/hjh.0000000000003480>
- Marcos-Pardo, P., González-Gálvez, N., Vaquero-Cristóbal, R., Sagarra, L., López-Vivancos, A., Velazquez, D., Gea-García, G.M., Ponce-González, J.G., Esteban-Cornejo, I., Jiménez-Pavón, D., & Carbonell-Baeza, A. (2021). Programa de Intervención

- Multidominio Healthy-Age. Recomendaciones para un envejecimiento saludable: por la red Healthy-Age. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 16, 311-320. <https://doi.org/10.12800/ccd.v16i48.1743>
- Manonelles, P., Franco, L., & Naranjo, J. (2016). Pruebas de esfuerzo en medicina del deporte. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE). *Archivos de medicina del deporte*, 33(1), 5-83. https://www.femede.es/documentos/Consenso_PE.pdf
- 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(3), 28-35. <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2018.03.005>
- McEvoy, J. W., McCarthy, C. P., Bruno, R. M., Brouwers, S., Canavan, M. D., Ceconi, C., Christodorescu, R. M., Daskalopoulou, S. S., Ferro, C. J., Gerdtts, E., Hanssen, H., Harris, J., Lauder, L., McManus, R. J., Molloy, G. J., Rahimi, K., Regitz-Zagrosek, V., Rossi, G. P., Sandset, E. C., ... ESC Scientific Document Group (2024). 2024 ESC Guidelines for the management of elevated blood pressure and hypertension. *European Heart Journal*, 45(38), 3912-4018. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae178>
- McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G., & Rattray, B. (2015). Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Medicine*, 45(11), 1523-1546. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0376-x>
- Mensah, G. A., Fuster, V., Murray, C. J. L., & Roth, G. A. (2023). Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risks, 1990-2022. *Journal of the American College of Cardiology*, 82(25), 2350-2473. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2023.11.007>
- Menéndez, E., Delgado, E., Fernández-Vega, F., Prieto, M. A., Bordiú, E., Calle, A., Carmena, R., Castaño, L., Catalá, M., Franch, J., Gaztambide, S., Gurbés, J., Goday, A., Gomis, R., López-Alba, A., Martínez-Larrad, M. T., Mora-Peces, I., Ortega, E., Rojo-Martínez, G., ... Soriguer, F. (2016). Prevalence, Diagnosis, Treatment, and Control of Hypertension in Spain. Results of the Di@bet.es Study. *Revista Espanola de Cardiologia*, 69(6), 572-578. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2015.11.034>
- Mitchell, B. L., Davison, K., Parfitt, G., Spedding, S., & Eston, R. G. (2019). Physiological and Perceived Exertion Responses during Exercise: Effect of β -blockade. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(4), 782-791. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001845>
- Nayor, M., Gajjar, P., Murthy, V. L., Miller, P. E., Velagaleti, R. S., Larson, M. G., Vasan, R. S., Lewis, G. D., Mitchell, G. F., & Shah, R. V. (2023). Blood Pressure Responses During Exercise: Physiological Correlates and Clinical Implications. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 43(1), 163-173. <https://doi.org/10.1161/atvbaha.122.318512>
- Nazir, A., Heryaman, H., Juli, C., Ugusman, A., Martha, J. W., Moeliono, M. A., & Atik, N. (2024). Resistance Training in Cardiovascular Diseases: A Review on Its Effectiveness in Controlling Risk Factors. *Integrated Blood Pressure Control*, 17, 21-37. <https://doi.org/10.2147/ibpc.s449086>
- NICE (2023). *Hypertension in adults: diagnosis and management*. National Institute for Health and Care Excellence. <https://www.nice.org.uk/guidance/ng136/resources/hypertension-in-adults-diagnosis-and-management-pdf-66141722710213>
- OMS (1989). *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases*. World Health Organization. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/42665/WHO_TRS_916.pdf
- OMS (2023). *Global report on hypertension: The race against a silent killer*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240081062>
- Pedersen, B. K. (2006). The anti-inflammatory effect of exercise: its role in diabetes and cardiovascular disease control. *Essays Biochem*, 42, 105-117. <https://doi.org/10.1042/bse0420105>
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(3), 1-72. <https://doi.org/10.1111/sms.12581>
- Pelliccia, A., Sharma, S., Gati, S., Bäck, M., Börjesson, M., Caselli, S., Collet, J.-P., Corrado, D., Drezner, J. A., Halle, M., Hansen, D., Heidbuchel, H., Myers, J., Niebauer, J., Papadakis, M., Piepoli, M. F., Prescott, E., Roos-Hesselink, J. W., Graham Stuart, A., ... ESC Scientific Document Group. (2020). 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease: The Task Force on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*, 42(1), 17-96. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa605>
- Pescatello, L. S. (11 de junio de 2020). *What's New in the ACSM Pronouncement on Exercise and Hypertension*. American College of Sport Medicine. <https://acsm.org/exercise-hypertension/>
- Pescatello, L. S., Buchner, D. M., Jakicic, J. M., Powell, K. E., Kraus, W. E., Bloodgood, B., Campbell, W. W., Dietz, S., Dipietro, L., George, S. M., Macko, R. F., McTiernan, A., Pate, R. R., & Piercy, K. L. (2019). Physical Activity to Prevent and Treat Hypertension: A Systematic Review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(6), 1314-1323. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001943>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s11906-015-0600-y>

- Pesova, P., Jiravska Godula, B., Jiravsky, O., Jelinek, L., Sovova, M., Moravcova, K., Ozana, J., Gajdusek, L., Miklik, R., Sknouril, L., Neuwirth, R., & Sovova, E. (2023). Exercise-Induced Blood Pressure Dynamics: Insights from the General Population and the Athletic Cohort. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/jcdd10120480>
- Rabi, D. M., McBrien, K. A., Sapir-Pichhadze, R., Nakhla, M., Ahmed, S. B., Dumanski, S. M., Butalia, S., Leung, A. A., Harris, K. C., Cloutier, L., Zarnke, K. B., Ruzicka, M., Hiremath, S., Feldman, R. D., Tobe, S. W., Campbell, T. S., Bacon, S. L., Nerenberg, K. A., Dresser, G. K., ... Daskalopoulou, S. S. (2020). Hypertension Canada's 2020 Comprehensive Guidelines for the Prevention, Diagnosis, Risk Assessment, and Treatment of Hypertension in Adults and Children. *The Canadian Journal of Cardiology*, 36(5), 596-624. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2020.02.086>
- Riddell, M. C., Gallen, I. W., Smart, C. E., Taplin, C. E., Adolfsson, P., Lumb, A. N., Kowalski, A., Rabasa-Lhoret, R., McCrimmon, R. J., Hume, C., Annan, F., Fournier, P. A., Graham, C., Bode, B., Galassetti, P., Jones, T. W., Millán, I. S., Heise, T., Peters, A. L., ... Laffel, L. M. (2017). Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. *The Lancet. Diabetes & Endocrinology*, 5(5), 377-390. [https://doi.org/10.1016/s2213-8587\(17\)30014-1](https://doi.org/10.1016/s2213-8587(17)30014-1)
- Rijal, A., Adhikari, T. B., Dhakal, S., Maagaard, M., Piri, R., Nielsen, E. E., Neupane, D., Jakobsen, J. C., & Olsen, M. H. (2024). Effects of adding exercise to usual care on blood pressure in patients with hypertension, type 2 diabetes, or cardiovascular disease: a systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. *Journal of Hypertension*, 42(1), 10-22. <https://doi.org/10.1097/hjh.0000000000003589>
- Rimoldi, S. F., Scherrer, U., & Messerli, F. H. (2014). Secondary arterial hypertension: when, who, and how to screen? *European Heart Journal*, 35(19), 1245-1254. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehf534>
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J., & Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(2), 333-341. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000048831.15016.2a>
- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., Pareja-Blanco, F., Ravelo-García, A. G., Ribas-Serna, J., & González-Badillo, J. J. (2020). Velocity-based resistance training: impact of velocity loss in the set on neuromuscular performance and hormonal response. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 45(8), 817-828. <https://doi.org/10.1139/apnm-2019-0829>
- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., Sánchez-Medina, L., Ribas-Serna, J., & González-Badillo, J. J. (2021). Effect of velocity loss during squat training on neuromuscular performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(8), 1621-1635. <https://doi.org/10.1111/sms.13967>
- Sabbahi, A., Arena, R., Kaminsky, L. A., Myers, J., & Phillips, S. A. (2018). Peak Blood Pressure Responses During Maximum Cardiopulmonary Exercise Testing: Reference Standards From FRIEND (Fitness Registry and the Importance of Exercise: A National Database). *Hypertension*, 71(2), 229-236. <https://doi.org/10.1161/hypertensionaha.117.10116>
- Sadler, S. G., Spink, M. J., Ho, A., De Jonge, X. J., & Chuter, V. H. (2017). Restriction in lateral bending range of motion, lumbar lordosis, and hamstring flexibility predicts the development of low back pain: a systematic review of prospective cohort studies. *BMC Musculoskeletal Disord*, 18(1), 179. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1534-0>
- Safran, M. R., Seaber, A. V., & Garrett, W. E., Jr. (1989). Warm-up and muscular injury prevention. An update. *Sports Medicine*, 8(4), 239-249. <https://doi.org/10.2165/00007256-198908040-00004>
- San-Millán, I. (2023). The key role of mitochondrial function in health and disease. *Antioxidants*, 12(4), 782. <https://doi.org/10.3390/antiox12040782>
- Seeley, A. D., Giersch, G. E. W., & Charkoudian, N. (2021). Post-exercise Body Cooling: Skin Blood Flow, Venous Pooling, and Orthostatic Intolerance. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3, 658410. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.658410>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2013.04.008>
- Sánchez-Medina, L., & González-Badillo, J. J. (2011). Velocity Loss as an Indicator of Neuromuscular Fatigue during Resistance Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(9), 1725-1734. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213f880>
- Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153-156. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)01054-8)
- Taylor, J. L., Holland, D. J., Spathis, J. G., Beetham, K. S., Wisløff, U., Keating, S. E., & Coombes, J. S. (2019). Guidelines for the delivery and monitoring of high intensity interval training in clinical populations. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 62(2), 140-146. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2019.01.004>
- Unger, T., Borghi, C., Charchar, F., Khan, N. A., Poulter, N. R., Prabhakaran, D., Ramirez, A., Schlaich, M., Stergiou, G. S., Tomaszewski, M., Wainford, R. D., Williams, B., & Schutte, A. E. (2020). 2020 International Society of Hypertension Global Hypertension Practice Guidelines. *Hypertension*, 75(6), 1334-1357. <https://doi.org/doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.15026>

- Vaduganathan, M., Mensah, G. A., Turco, J. V., Fuster, V., & Roth, G. A. (2022). The Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk: A Compass for Future Health. *Journal of the American College of Cardiology*, *80*(25), 2361-2371. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.11.005>
- Whelton, P. K., Carey, R. M., Aronow, W. S., Casey, D. E., Jr, Collins, K. J., Dennison Himmelfarb, C., DePalma, S. M., Gidding, S., Jamerson, K. A., Jones, D. W., MacLaughlin, E. J., Muntner, P., Ovbiagele, B., Smith, S. C., Jr, Spencer, C. C., Stafford, R. S., Taler, S. J., Thomas, R. J., Williams, K. A., Sr, ... Wright, J. T., Jr. (2018). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*, *138*(17), e426-e483. <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000000597>
- Williams, M. A., Haskell, W. L., Ades, P. A., Amsterdam, E. A., Bittner, V., Franklin, B. A., Gulanick, M., Laing, S. T., Stewart, K. J., American Heart Association Council on Clinical Cardiology, & American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (2007). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*, *116*(5), 572-584. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.107.185214>
- Woods, K., Bishop, P., & Jones, E. (2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Medicine*, *37*(12), 1089-1099. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737120-00006>