

<https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06602>

## Efectos del ejercicio grupal de moderada intensidad sobre la presión arterial y capacidad funcional en mujeres posmenopáusicas hipertensas

### Effects of moderate-intensity group exercise on blood pressure and functional capacity in hypertensive post-menopausal women

Diego A. Bonilla<sup>1,2</sup>, Carlos Hernán Méndez Díaz<sup>3</sup>, Orlando José Angulo Ceballos<sup>4</sup>, Jhoanna Andrea Cruz Ramírez<sup>3</sup>, José Luis Chaves Rengifo<sup>3</sup>, Salvador Vargas-Molina<sup>1,5</sup>, Jorge L. Petro<sup>1,6</sup>, Luis Hebert Palma Pulido<sup>3</sup>

1. Research Division, Dynamical Business & Science Society - DBSS International SAS, Bogotá. Colombia
2. Grupo de Investigación Bioquímica y Biología Molecular, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Colombia
3. Facultad Ciencias de la Educación, Unidad Central del Valle del Cauca, Tuluá. Colombia
4. Facultad de Medicina, Universidad Cooperativa de Colombia, Medellín. Colombia
5. EADE-University of Wales Trinity Saint David, Málaga. España
6. Grupo de Investigación en Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud - GICAFS, Facultad de Educación y Ciencias Humanas, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia

#### Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de un programa de ejercicio grupal de moderada intensidad (EGMI) sobre la presión arterial (PA) y la capacidad funcional ( $VO_{2\text{pico}}$ ) en mujeres posmenopáusicas hipertensas. Treinta mujeres voluntarias ( $63.36 \pm 1.06$  años;  $158.6 \pm 5.50$  cm;  $70.97 \pm 9.44$  kg;  $28.21 \pm 2.60$  kg·m<sup>-2</sup>) fueron asignadas aleatoriamente a un grupo de EGMI (n=15) y uno control (n=15, GC), el cual mantuvo sus actividades de la vida diaria, durante 12 semanas. Se evaluó la presión arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) y el  $VO_{2\text{pico}}$ , estimado usando el test de caminata de seis minutos, tanto antes como después de la intervención. Se encontró cambio significativo en la PAS en el grupo EGMI (cambio promedio [IC 95%], valor p, d de Cohen;  $-9.2$  [-3.95, -14.44] mmHg,  $p=0.002$ ,  $d=-0.7$ ), mientras que no se encontraron cambios en el GC. La PAD no presentó cambios en el grupo EGMI, pero aumentó de manera significativa en el GC ( $10.0$  [3.72, 16.27] mmHg,  $p=0.004$ ,  $d=1.1$ ). Se observó un incremento significativo en  $VO_{2\text{pico}}$  en EGMI ( $3.87$  [2.91, 4.82] ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>,  $p<0.001$ ,  $d=1.2$ ), sin diferencia en el GC. Hubo diferencias significativas entre grupos en PAS y en  $VO_{2\text{pico}}$  ( $p=0.05$ ). Nuestra propuesta de EGMI reduce la PAS y mejora la capacidad funcional en mujeres posmenopáusicas hipertensas de +60 años.

**Palabras clave:** Hipertensión; adaptación fisiológica; envejecimiento; factores de riesgo; salud del anciano.

#### Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of a proposal of moderate-intensity group exercise (EGMI) program on blood pressure (BP) and functional capacity ( $VO_{2\text{peak}}$ ) in hypertensive post-menopausal women. Thirty female volunteers ( $63.36 \pm 1.06$  y;  $158.6 \pm 5.50$  cm;  $70.97 \pm 9.44$  kg;  $28.21 \pm 2.60$  kg·m<sup>-2</sup>) were randomly assigned to an EGMI group (n=15) and a control (n=15, CG), which maintained its activities of daily life, for 12 weeks. Systolic (SBP), diastolic blood pressure (DBP) and  $VO_{2\text{peak}}$  estimated using the six-minute walk test, were evaluated before and after the intervention. Significant change in SBP was found in the EGMI group (mean change [95% CI], p-value, Cohen's d;  $-9.2$  [-3.95, -14.44] mmHg,  $p=0.002$ ,  $d=-0.7$ ), while no changes were found in CG. DBP was unchanged in the EGMI group but increased significantly in the CG ( $10.0$  [3.72, 16.27] mmHg,  $p=0.004$ ,  $d=1.1$ ). A significant increase in estimated  $VO_{2\text{peak}}$  was observed in EGMI ( $3.87$  [2.91, 4.82] ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>,  $p<0.001$ ,  $d=1.2$ ), with no difference in CG. There were significant differences between the groups in SBP and estimated  $VO_{2\text{peak}}$  ( $p=0.05$ ). Our proposal of EGMI reduces SBP and improves functional capacity in hypertensive post-menopausal women over 60 years old.

**Keywords:** Hypertension; physiological adaptation; aging; risk factors; elderly health.

**Correspondencia/correspondence:** Diego A. Bonilla  
Research Division, Dynamical Business & Science Society - DBSS International SAS, Bogotá. Colombia  
Email: [dabonilla@dbss.pro](mailto:dabonilla@dbss.pro)

## Introducción

En la actualidad, las enfermedades cardiovasculares (ECV) son consideradas una de las principales causas de muerte a nivel mundial. Al tener una naturaleza multifactorial, se describen varias situaciones de riesgo que inciden en su desarrollo; por ejemplo, la inactividad física, dislipidemia, diabetes, hipertensión arterial (HTA), obesidad abdominal, entre otros (Gómez, Camacho, López-López, y López-Jaramillo, 2019). De hecho, la HTA es uno de los factores de riesgo modificable de mayor prevalencia en Colombia (Patiño-Villada, Arango-Vélez, Quintero-Velásquez, y Arenas-Sosa, 2011). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), en 2018 se diagnosticó un 40% de los adultos mayores de 25 años con HTA, y se registró un aumento de 600 a 1000 millones de personas afectadas desde 1980 a 2008 en el mundo. En Colombia, aunque se ha expedido la Resolución 0780 de 2014, que establece las líneas técnicas para la implementación de los programas de promoción y prevención en el marco de la estrategia de atención primaria en salud para la mitigación de las ECV, se han identificado 317.938 nuevos casos de HTA entre 2015 y 2018, de los cuales el 60.2% (191.318) fueron mujeres (el promedio de edad en los casos incidentes de HTA fue de  $61 \pm 14.2$  años) (Fondo Colombiano de Enfermedades de Alto Costo, 2018). Dicho ascenso pasó de 6.9% a un 9.13% en el caso del departamento del Valle del Cauca (Ministerio de Salud y Protección Social, 2017).

La HTA es la elevación persistente ( $\geq 130/80$  mmHg) de la presión arterial (PA), ya sea en presión arterial sistólica (PAS), PA diastólica (PAD) o ambas (basada en una media de  $\geq 2$  lecturas cuidadosas obtenidas en ocasiones de  $\geq 2$ ) (Whelton y col., 2017). Aunque la elevación de la PAS se ha asociado popularmente con acontecimientos de ECV independientemente de la PAD (Stamler, Stamler y Neaton, 1993), actualmente existe consenso que relaciona el incremento constante de cualquiera de las dos con un mayor riesgo de ECV (Rapsomaniki y col., 2014). No obstante, se debe tener en cuenta que en poblaciones mayores algunas investigaciones no han relacionado la PAD con este tipo de enfermedades (Benetos, Thomas, Bean, Gautier, Smulyan, y Guize, 2002). Ahora bien, el desarrollo de HTA involucra varios factores ambientales o externos asociados (e.g., obesidad, resistencia a la insulina, alto consumo de alcohol, elevado consumo de sodio / bajo consumo de potasio y calcio [en personas susceptibles], edad avanzada, sedentarismo y estrés), aunque la influencia genética es muy relevante (Whelton y col., 2017). Respecto a la HTA en la persona mayor, según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 1990), esta puede llegar a incrementarse desde la tercera hasta la séptima década de vida entre 4.0 – 10.5 mmHg en la PAS y entre 3.5 – 7.0 mmHg en la PAD. Sin embargo, este aumento en la PA no es efecto del propio envejecimiento y, como se ha mencionado anteriormente, depende del estilo de vida de la persona. De hecho, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020) recomienda un mayor nivel de actividad física, reducir el estrés y el consumo de tabaco y alcohol, entre otros, con el objetivo de evitar el desarrollo de la enfermedad.

Considerando la literatura científica disponible, es bien sabido que un incremento en el nivel de actividad física se ha asociado con reducción de la PA, tanto PAS como PAD, en sujetos normo- e hipertensos (Whelton, Chin, Xin y He, 2002; Hedge y Solomon, 2015; Rêgo, Cabral, Costa y Fontes, 2019). En este sentido, la práctica regular de ejercicio cardiovascular, erróneamente denominado como ‘ejercicio aeróbico’ (Chamari y Padulo, 2015), de baja-moderada intensidad (Lopes y col., 2020; Heberle, de Bacerlos, Silveira, Costa, Gerage y Delevatti, 2021) y el entrenamiento de la fuerza (Polito, Dias Jr y Rapst, 2021; da Silva y col., 2021) han mostrado reducir la PA en población hipertensa. Así, a pesar de la creencia general, el entrenamiento de la fuerza o contra resistencia también ha resultado ser

beneficioso para reducir la PA (Waclawovsky, Pedralli, Eibel, Schaun y Lehnen, 2021), probablemente al inducir mejoras en la salud vascular (vasodilatación y mejora de la función endotelial y del riego sanguíneo), gasto cardiaco (regulación de la frecuencia cardiaca y disminución del consumo de oxígeno a nivel miocárdico) y al disminuir la actividad del sistema nervioso simpático (Sabbahi, Arena, Elokda, y Phillips, 2016; Domínguez, Garnacho-Castaño, y Maté-Muñoz, 2016). En cuanto a la respuesta aguda, algunos autores reportan que la PA puede reducirse, aproximadamente, en 5-7 mmHg después de una sesión de ejercicio aislado, manteniéndose disminuida hasta 22 horas después de finalizado el esfuerzo físico (Rodríguez-Hernández, 2012).

Sin embargo, a pesar del potencial de la terapia a través de la danza (Conceição, Neto, do Amaral, Martins-Filho y Oliveira-Carvalho, 2016), hace falta más estandarización a nivel de ejercicio grupal que combine diferentes ejercicios e incluya actividad física musicalizada para que sea planificado y ejecutado de acuerdo a las características, necesidades, recursos y objetivos de las personas mayores hipertensas. Esto ha quedado de manifiesto en la reciente revisión sistemática y metaanálisis de Peng, Su, Wang, Yuan, Wang y Dai (2021), quienes resaltaron el número limitado de estudios disponibles (solamente cinco estudios cumplieron los criterios de inclusión) que han evaluado los efectos de la terapia a través de la danza sobre la presión arterial en pacientes con HTA. Por lo tanto, considerando la necesidad de programas de ejercicio físico que concuerden con las características socioculturales y el alcance económico de la población de Tuluá (Valle del Cauca), el objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de un programa de ejercicio grupal de moderada intensidad (EGMI) con un enfoque recreativo sobre la PA y la capacidad funcional (consumo de oxígeno pico indirecto [ $VO_{2\text{pico}}$ ]) en mujeres posmenopáusicas hipertensas. Se planteó la hipótesis de que las sesiones de ejercicio físico grupal podrían mejorar los valores de PA y la capacidad funcional en mujeres posmenopáusicas con HTA.

## Método

Se empleó un diseño experimental, aleatorizado, con medidas repetidas antes y después de la intervención y un grupo control (GC).

### *Participantes*

Treinta mujeres adultas ( $63.36 \pm 1.06$  años;  $158.6 \pm 5.50$  cm;  $70.97 \pm 9.44$  kg;  $28.21 \pm 2.60$   $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) residentes en el municipio de Tuluá Colombia, fueron ubicadas aleatoriamente en un grupo de EGMI ( $n=15$ ) o un GC ( $n=15$ ). Los criterios de inclusión fueron: i) mujeres diagnosticadas con HTA; ii) mujeres posmenopáusicas mayores de 60 años dispuestas a realizar el programa de ejercicio físico propuesto por los investigadores; y iii) estar afiliadas a cualquier entidad prestadora de servicios de salud. Se excluyeron mujeres diagnosticadas con enfermedad ósea, enfermedad isquémica o arritmia y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Todos los sujetos se ofrecieron voluntariamente y dieron su consentimiento informado conforme a las directrices éticas establecidas por la Resolución de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2013). El estudio fue aprobado por el Comité de investigación de la Unidad Central del Valle del Cauca (Acta 319-012418).

### *Antropometría*

Para la medición de la masa corporal y la estatura se utilizó una báscula digital de piso 844KL (Health o Meter® Professional Scales, Illinois, USA) y un estadiómetro móvil Seca 217 (Seca, Hamburg, Alemania), respectivamente. Todas las mediciones se realizaron dos veces y los resultados se promediaron. Las mediciones se realizaron de acuerdo al protocolo estándar de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría ISAK (Esparza-Ros, Vaquero-Cristóbal, y Marfell-Jones, 2019).

### *Presión arterial*

La medición de la PAS y la PAD se llevó a cabo después de, al menos, cinco minutos en posición sedente en ausencia de movimiento, utilizando esfigmomanómetros aneroides calibrados DS44 (Welch Allyn, New York, USA) con manguitos de dimensiones estándar. Un equipo de profesionales en salud (médico general y auxiliar de enfermería) realizó las mediciones por duplicado en el brazo derecho y en un ambiente tranquilo en horas de la tarde antes de iniciar la sesión de ejercicios, dentro de las instalaciones de la unidad móvil y de acuerdo, al protocolo establecido por el Colegio Americano de Cardiología y la Asociación Americana del Corazón (Whelton y col., 2017).

### *Consumo de oxígeno pico indirecto*

Se utilizó el protocolo estandarizado del test de caminata de seis minutos (TC6M) especificado por Barón y Díaz (2016), con el fin de calcular de manera indirecta el  $VO_{2pico}$  en los grupos EGMI y GC. Se usó la ecuación de estimación descrita por Ross, Murthy, Wollak, y Jackson (2010):  $VO_{2pico} (ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}) = 4.948 + 0.023 \times distancia\ promedio\ (m)\ TC6M$ . Esta ecuación presenta un error estándar de estimación de  $1.1\ ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  en población con trastornos cardiopulmonares, incluida la HTA.

### *Ejercicio grupal de moderada intensidad*

Después de una semana de familiarización para explicar la metodología de la intervención, se inició con el programa de EGMI, el cual tuvo una duración total de 12 semanas, con una frecuencia de tres sesiones semanales y aproximadamente 48 horas de recuperación. Cada sesión contó con la supervisión de un profesional de la salud, un sistema de suministro de oxígeno, sillas para descansar, desfibrilador, teléfono y equipo de primeros auxilios con nitratos y aspirina. El programa se dividió en dos fases, una de acondicionamiento y seguimiento, y otra de mejora. El grupo EGMI desarrolló el programa bajo estricta supervisión médica en el campus de la Unidad Central del Valle del Cauca (Tuluá, Colombia), mientras que el GC mantuvo sus actividades de la vida diaria habituales.

El programa de EGMI se efectuó entre el 50 y el 70% de la frecuencia cardíaca máxima teórica ( $FC_{Máx\ Teórica}$ ), la cual se estimó con la fórmula para mujeres de Whaley, Kaminsky, Dwyer, Getchell, y Norton (1992):  $FC_{Máx\ Teórica} (latidos \cdot min^{-1}) = 204.8 - 0.718(edad) + 0.162(FC_{Reposo}) - 0.105(MC) - 6.2(CF)$ . En donde: la edad es en años;  $FC_{Reposo}$  es la frecuencia cardíaca en reposo en  $latidos \cdot min^{-1}$ ; MC es la masa corporal en kilogramos; y CF corresponde al código de fumadores (adimensional, siendo 0 para no fumador y 1 para fumador). Esta ecuación presentó un  $R^2$  de 0.410 ( $p < 0.001$ ) con un error estándar de estimación de  $10.2\ latidos \cdot min^{-1}$ . Para el control de la frecuencia cardíaca (FC) se utilizaron pulsómetros Polar FT1 (Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia).

Las primeras ocho semanas fueron destinadas a la fase de acondicionamiento y seguimiento, aunque desde la tercera semana se fue aumentando el volumen y la intensidad con el objetivo de mejorar la fuerza, coordinación y la resistencia muscular necesaria para la fase de mejora.

Durante toda la programación se implementaron ejercicios dinámicos, teniendo en cuenta valores inferiores a 4 en la escala de valoración subjetiva del esfuerzo OMNI-GSE para el control de la intensidad global en sesiones de objetivos múltiples en personas mayores (Da Silva-Grigoletto y col., 2013). A la quinta semana se incrementaron los ejercicios, la intensidad y el volumen. La selección de los ejercicios se realizó considerando aquellos que generaran diversión y adherencia entre las participantes, tales como: actividad física musicalizada (i.e., danza), ejercicios realizados a campo abierto (*outdoor*) y esfuerzos que generaran un reto grupal (i.e., caminata denominada durante la intervención “Cross-Paseo” con obstáculos). Al finalizar cada sesión se utilizó el *Thai Chi* como actividad de vuelta a la calma. La Tabla 1 muestra el programa del grupo EGMI.

Tabla 1. Programa de 12 semanas de ejercicio a moderada intensidad

Semana	Fase 1.								Fase 2.			
	Acondicionamiento y Seguimiento								Mejora			
<b>Frecuencia (Días)</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Calentamiento (min)</b>	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<b>Actividades al 50-60% FC<sub>Máx Teórica</sub> (min)</b>	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	60	60
<i>Acondicionamiento de la fuerza (min)</i>	35	35	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>Ejercicios dinámicos a intensidades bajas 0-4 OMNI-GSE (min)</i>	35	35	30	30	30	30	30	30	45	45	40	40
<i>Cross-Paseo (min)</i>	-	-	20	30	30	30	30	30	45	45	40	40
<b>Actividades al 60-70% FC<sub>Máx Teórica</sub> (min)</b>	-	-	-	-	30	30	30	30	60	60	70	70
<i>Circuitos (min)</i>	-	-	-	-	20	20	20	20	40	30	30	30
<i>Caminata con Obstáculos (min)</i>	-	-	-	-	10	10	10	10	20	30	40	40
<b>Vuelta a la calma <i>Thai Chi</i> (min)</b>	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
<b>Volumen total por sesión (min)</b>	120	120	120	120	150	150	150	150	180	180	180	180

FC<sub>Máx Teórica</sub>: frecuencia cardiaca máxima teórica; OMNI-GSE: escala OMNI - *Global Session in the Elderly*, rango: 0-10.

### Variables

Las variables principales medidas antes y después del estudio fueron: PAS (mmHg), PAD (mmHg) y VO<sub>2pico</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>). También se reporta la adherencia al programa.

### Análisis estadístico

La estadística descriptiva se expresa como media y desviación estándar (DE). Se comprobó la normalidad y homogeneidad de las varianzas de los datos utilizando el test de Shapiro-Wilk y el test de Levene, respectivamente. La comparación de grupos *a priori* se realizó con la prueba *t* de Student para muestras independientes. Para la comparación de medias pretest y

postest se usó la prueba *t* de Student para datos relacionados y se llevó a cabo un análisis de cambio ( $\Delta = \text{postest} - \text{pretest}$ ) para determinar el intervalo de confianza del 95% (IC 95%) para la media. Se interpretó como cambio significativo un IC 95% del valor medio totalmente por encima o por debajo del valor inicial (valor 0). El tamaño del efecto fue calculado con la prueba de *d* de Cohen (considerando un resultado de  $\leq 0.3$  como *efecto de pequeño*, alrededor de 0.5 como un *efecto medio* y de  $\geq 0.8$  como *efecto de grande*). Se realizó un análisis de diferencia en diferencias (DID) para cuantificar el grado de diferencia entre los grupos (Calin-Jageman & Cumming, 2019). El nivel de significación estadística utilizado para todos los análisis fue de  $p < 0.05$ . El análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico SPSS 14.0 (SPSS Inc., Chicago, USA).

## Resultados

Considerando que se confirmó la normalidad de los datos y la homogeneidad de las varianzas (Tabla 2), se utilizaron pruebas de estadística paramétrica en análisis posteriores. No hubo diferencia significativa entre los grupos en los valores de la línea base ( $p > 0.05$  para la prueba *t* de Student para muestras independientes). Se reporta una adherencia del 100% al programa por parte de los sujetos.

Tabla 2. Análisis descriptivo e inferencial de la línea base

Variable	X $\pm$ DE		S-W <i>p</i> -valor		Test Levene	
	EGMI (n=15)	GC (n=15)	EGMI	GC	F	<i>p</i> -valor
<b>Edad (años)</b>	63.33 $\pm$ 1.17	63.40 $\pm$ 0.98	0.133	0.082	0.575	0.455
<b>MC (kg)</b>	70.72 $\pm$ 9.55	71.23 $\pm$ 9.65	0.799	0.508	0.002	0.962
<b>PAS (mmHg)</b>	137.20 $\pm$ 16.04	131.33 $\pm$ 8.33	0.054	0.284	3.356	0.078
<b>PAD (mmHg)</b>	78.00 $\pm$ 10.82	72.00 $\pm$ 9.41	0.082	0.060	0.181	0.674
<b>VO<sub>2pico</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</b>	25.26 $\pm$ 3.19	26.06 $\pm$ 2.43	0.075	0.508	1.220	0.279

Los valores son expresados como media  $\pm$  desviación estándar. EGMI: ejercicio grupal de moderada intensidad; GC: grupo control; S-W: Shapiro Wilk; MC: masa corporal; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; VO<sub>2pico</sub>: consumo de oxígeno pico estimado usando el TC6M.

No se evidenciaron diferencias significativas en el  $\Delta$  de los valores de masa corporal de los sujetos en los momentos pretest (70.72  $\pm$  9.55 y 71.23  $\pm$  9.65) ni postest (69.18  $\pm$  8.95 y 71.27  $\pm$  9.57) en los grupos EGMI y GC, respectivamente. El análisis de los datos obtenidos antes y después de la intervención reveló cambios significativos y un efecto moderado en la PAS en el grupo experimental ( $\Delta$  [IC 95%], valor *p*, *d* de Cohen; -9.2 [-3.95, -14.44] mmHg,  $p=0.002$ ,  $d=-0.7$ ), mientras que no se encontraron diferencias en el GC (2.0 [4.29, -0.29] mmHg,  $p=0.082$ ,  $d=0.2$ ). La PAD no presentó cambios en el grupo EGMI (0.2 [-0.97, -1.37] mmHg,  $p=0.722$ ,  $d=0.0$ ), mientras que en el GC aumentó (10.0 [3.72, 16.27] mmHg,  $p=0.004$ ,  $d=1.1$ ). Con respecto a los valores de VO<sub>2pico</sub> se observó un incremento significativo pre- a post-intervención en el grupo EGMI (3.87 [2.91, 4.82] ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>,  $p < 0.001$ ,  $d=1.2$ ), sin encontrarse diferencia en el GC (-0.53 [-1.28, 0.21] ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>,  $p=0.150$ ,  $d=-0.2$ ). Los resultados pretest y postest se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Valores pre- y post-intervención de las variables principales del estudio

Variable	Grupo	PRETEST X ± DE	POSTEST X ± DE	Δ [95% IC]	p	d
PAS (mmHg)	EGMI	137.20 ± 16.04	128.00 ± 7.74	-9.2 [-3.95, -14.44]*	0.002	-0.7
	GC	131.33 ± 8.33	133.33 ± 8.99	2.0 [4.29, -0.29]	0.082	0.2
PAD (mmHg)	EGMI	78.00 ± 10.82	78.20 ± 11.46	0.2 [-0.97, -1.37]	0.722	0.0
	GC	72.00 ± 9.41	82.00 ± 8.61	10.0 [3.72, 16.27]*	0.004	1.1
VO <sub>2pico</sub> (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	EGMI	25.26 ± 3.19	29.13 ± 3.52	3.87 [2.91, 4.82]*	<0.001	1.2
	GC	26.06 ± 2.43	25.53 ± 2.72	-0.53 [-1.28, 0.21]	0.150	-0.2

Los valores son expresados como media ± desviación estándar. Δ, cambios a partir de la línea de base; IC: Intervalo de confianza; P, significación de la prueba de t-Student en la comparación de pretest vs posttest; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; VO<sub>2pico</sub>: consumo de oxígeno pico estimado usando el TC6M. \* Diferencia significativa (p<0.05) entre pretest y posttest.

Los resultados del análisis de diferencia en diferencias (DID [IC 95%], valor p) se reportan en la Tabla 4. Se encontró diferencia significativa entre grupos en PAS (-11.2 [-22.39, -0.011], 0.05) y en VO<sub>2pico</sub> (4.4 [1.300, 7.497], 0.006). Sin embargo, a pesar de los cambios significativos en PAD en el GC, no hubo diferencia significativa con respecto a la magnitud de cambio del grupo EGMI (-9.8 [-20.29, 0.687], 0.066). La Figura 1 muestra los gráficos de estimación de DID para las variables de estudio.

Tabla 4. Diferencia en diferencias de las variables principales entre los grupos

Variable	Δ EGMI - Δ Control	DID	IC 95%	p
PAS (mmHg)	-9.2 — 2.0	-11.2	-22.39, -0.011 *	0.05
PAD (mmHg)	0.2 — 10.0	-9.8	-20.29, 0.687	0.066
VO <sub>2pico</sub> indirecto (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	3.87 — -0.53	4.4	1.30, 7.497 *	0.006

DID: Diferencia en diferencias. El valor de p es para una prueba de dos colas con significación estadística cuando es < 0.05. \* Diferencia significativa entre el grupo EGMI y el control.

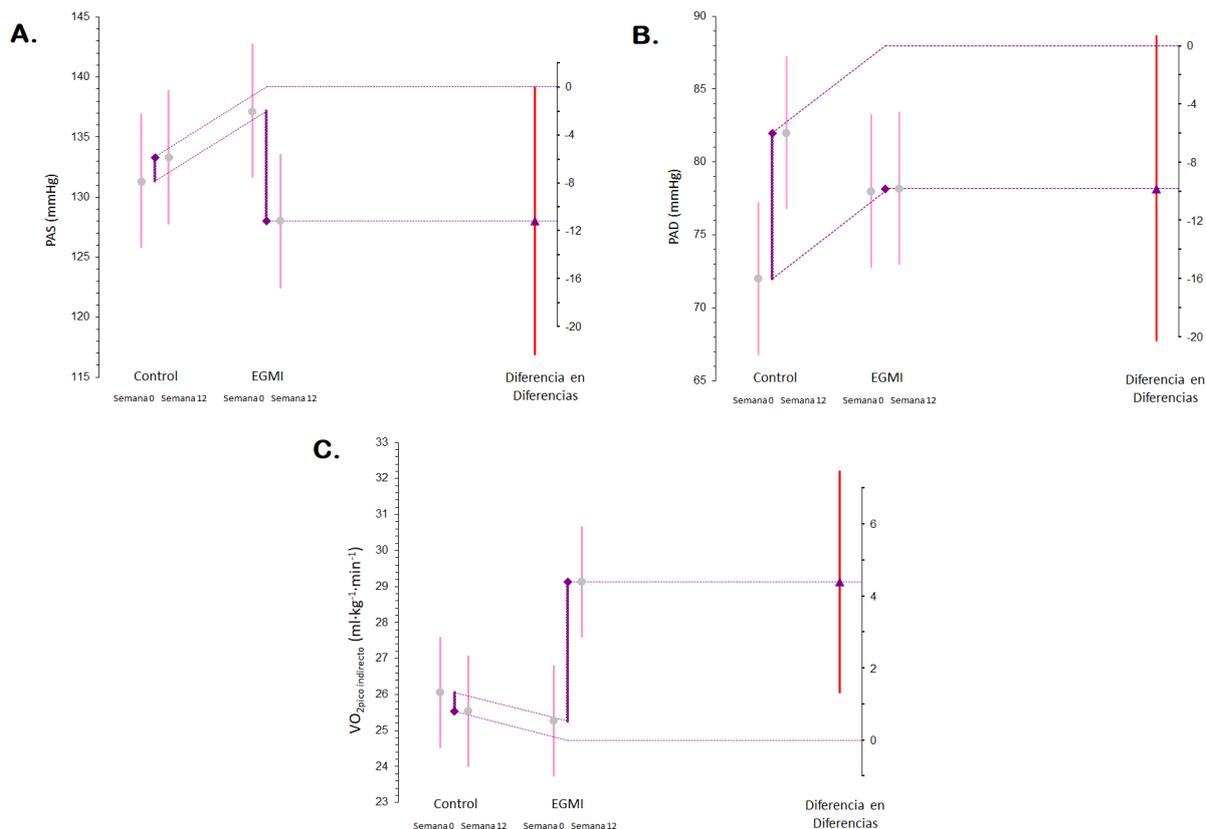


Figura 1. Gráficos de estimación de diferencia en diferencias para las variables de estudio. Este gráfico muestra en púrpura la diferencia ( $\Delta = \text{Semana 12} - \text{Semana 0}$ ) de las diferencias, que es el cálculo de las medias de los grupos: EGMI ( $\Delta_{\text{EGMI}}$ ) y Control ( $\Delta_{\text{Control}}$ ), en los valores de PAS (A), PAD (B) y  $\text{VO}_{2\text{pico}}$  (C). El efecto elegido para el análisis ( $\Delta_{\text{EGMI}} - \Delta_{\text{Control}}$ ) se muestra como un triángulo, con su intervalo de confianza del 95% en rojo, contra un eje flotante diferente. PAD, presión arterial diastólica; PAS, presión arterial sistólica;  $\text{VO}_{2\text{pico}}$ , consumo de oxígeno pico estimado usando el TC6M.

## Discusión

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto que podría tener una propuesta de EGMI sobre la PA y la capacidad funcional en mujeres post-menopáusicas hipertensas, esperando que la intervención generara cambios positivos en estas variables. De acuerdo a los resultados obtenidos, se respaldó la hipótesis inicial al encontrarse una reducción significativa en los valores de PAS y un aumento clínicamente importante en el  $\text{VO}_{2\text{pico}}$  luego de 12 semanas del programa de EGMI (Tabla 3). Estos cambios, posiblemente debidos a las adaptaciones a nuestra propuesta de EGMI, fueron estadísticamente significativos con respecto al control (Figura 1A y 1C). En la actualidad es bien sabido que el ejercicio de moderada intensidad es una estrategia efectiva para mejorar los hábitos de vida saludable y ha mostrado reducir la PA, lo cual podría disminuir el riesgo de accidente cerebrovascular ( $\approx 14\%$ ), enfermedad coronaria ( $\approx 9\%$ ) y la tasa de mortalidad ( $\approx 7\%$ ) (Pescatello, Franklin, Fagard, Farquhar, Kelley, y Ray, 2004; Pescatello, MacDonald, Lamberti, y Jhonson, 2015). MacDonald (2002) infiere que se obtiene una disminución de la PA cuando se realiza un esfuerzo físico a una intensidad entre 40 - 100% de la  $\text{VO}_{2\text{max}}$ , lo cual corresponde a un 20 - 100% de la  $\text{FC}_{\text{Máx}}$ , rango dentro del cual se encontraba la  $\text{FC}_{\text{Máx Teórica}}$  (50 - 70%) utilizada en este estudio. Aunque no se utilizó actividad física musicalizada, Salinas, Bello, Flores, Carbullanca, y Torres (2005) reportaron resultados similares sobre la reducción de la PA al intervenir personas obesas, hipertensas y diabéticas con un programa de entrenamiento de baja-moderada intensidad que, de manera similar al presente estudio, incluyó ejercicios de fuerza.

De hecho, se ha registrado que el entrenamiento combinado parece ser más efectivo que el ejercicio cardiovascular (Caminiti y col., 2021), lo cual también ha sido demostrado en mujeres post-menopáusicas en los últimos años (Loaiza-Betancur, Chulvi-Medrano, Díaz-López y Gómez-Tomás, 2021). Así, esta investigación aporta datos en población mayor con HTA acerca del beneficio del ejercicio grupal como herramienta terapéutica, lo cual concuerda con los resultados positivos evidenciados en estudios previos sobre valores de PA después de >2 meses de intervención con ejercicio físico (García-Delgado, Pérez-Coronel, Chí-Arcia, Martínez-Torrez, y Pedroso-Morales, 2008; Nieto-Cárdenas, García-Cardona, Jiménez, y Landázuri, 2013; Stewart y col., 2005). Precisamente, una de las adaptaciones del sistema vascular periférico en respuesta al ejercicio físico es la angiogénesis; es decir, la formación de nuevos capilares en el tejido muscular que suponen un aumento de la densidad capilar (Glieman y col., 2015), lo cual con base en nuestros resultados soportaría la recomendación práctica de incluir un programa de EGMI en personas mayores con HTA cuando el objetivo es mejorar la salud vascular.

Cabe resaltar el aumento significativo y efecto grande en los valores de PAD en el GC, aunque no se observó una diferencia significativa con respecto al EGMI (Figura 1B), en el cual no se presentaron cambios. Esto concuerda con el hecho que, con el paso del tiempo, las mujeres post-menopáusicas presentan un aumento ligero pero significativo en la PA en comparación con mujeres pre-menopáusicas (Zanchetti y col., 2005; Lima, Wofford y Reckelhoff, 2013), sobre todo en los valores de PAD en situaciones de estrés mental (Morimoto y col., 2008). Además, el ejercicio de moderada intensidad ha mostrado ser efectivo para reducir de manera significativa tanto la PAS como la PAD en personas de <50 años; sin embargo, el ejercicio sólo muestra reducciones clínicamente relevantes en la PAS (sin cambios en PAD) en participantes de  $\geq 50$  años (Cornelissen & Smart, 2013; Almeida y col., 2021). Es posible que el efecto protector del ejercicio físico sobre la reducción de PAS y el mantenimiento de la PAD en mujeres post-menopáusicas pueda deberse, al menos en parte, a las mejoras en el perfil hormonal (i.e., niveles de estrógenos e IGF-1) (McTiernan y col., 2004; Razzak, Khan y Farooqui, 2019), aunque se requiere más investigación para identificar los mecanismos exactos en esta población (Loaiza-Betancur, Chulvi-Medrano, Díaz-López y Gómez-Tomás, 2021). A pesar de lo anterior, se debe tener en cuenta que la evidencia reciente apunta a que, en la mayoría de los casos, la hipertensión diastólica en personas mayores no se asocia con eventos de riesgo cardiovascular (Chrysant, 2020).

Ahora bien, en la mayoría de los estudios, la evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria se ha llevado a cabo con protocolos que hacen uso de ergómetros o banda sin fin; no obstante, en este estudio se analizó el  $VO_{2\text{pico}}$  de manera indirecta al aire libre al utilizar el TC6M y se evidenció cambio significativo con un tamaño del efecto grande en este indicador de capacidad funcional solamente en el grupo EGMI (Tabla 3), con diferencia significativa respecto al GC (Figura 1C). Cabe resaltar que el uso de una escala de esfuerzo percibido (i.e., OMNI-GSE) puede ser útil para manipular la intensidad del esfuerzo físico sin necesidad de pruebas invasivas, teniendo en cuenta que dichos valores han mostrado correlacionarse con indicadores de estrés fisiológico (e.g., [bLa $^-$ ]) (Vargas-Molina y col., 2020). Por lo tanto, los resultados de este estudio no solo respaldan la promoción de programas monitoreados de EGMI, sino que también brindan opciones de trabajo accesibles a nivel metodológico a los entrenadores personales y profesionales de la actividad física, la recreación y el ejercicio físico. Ejemplos de EGMI incluyen caminar, trotar, nadar, montar bicicleta y la actividad física musicalizada, los cuales pueden ser recomendados para hipertensos teniendo en cuenta que requieren el movimiento de grandes grupos musculares a una intensidad baja-moderada.

Además, este tipo de programa muestra una alta adherencia a la intervención y gran impacto desde el punto de vista de la socialización (actividades en grupo) y el desarrollo humano, aunque es importante resaltar la respectiva supervisión por personal calificado con experiencia y formación en entrenamiento de poblaciones especiales.

Investigaciones futuras podrían analizar los efectos de una intervención con un programa similar a nuestra propuesta de EGMI sobre los cambios en la prevalencia del uso de medicamentos y en la distribución de la muestra por estadios de HTA. Un factor importante es que la persona mayor involucrada en programas de EGMI podría llegar a ser menos dependiente de medicamentos antihipertensivos de primera línea, aprovechando que uno de los principales mecanismos involucrados en la vasodilatación periférica que produce este tipo de ejercicio es la mayor biodisponibilidad de óxido nítrico (ON) (Sabbahi, Arena, Elokda, y Phillips, 2016) y la activación del sistema de barorreflejo, que podría jugar un rol importante en el desarrollo de hipotensión posejercicio (Chen y Bonham, 2010). Además, próximos estudios podrían evaluar la combinación de EGMI y el consumo de una dieta rica en nitratos (e.g., *Beta vulgaris*, *Amaranthus hypochondriacus*). Lo anterior considerando que el consumo de vegetales ricos en nitrato han mostrado ser una intervención dietética fácil y económica para reducir la PA en diferentes poblaciones (Bonilla, Paipilla, Marín, Vargas, Petro, y Pérez-Idárraga, 2018) y mejorar la aptitud cardiorrespiratoria en adultos jóvenes (Liubertas y col., 2020), posiblemente a través de un incremento de la ruta metabólica del nitrato/nitrito/ON.

Finalmente, nuestro estudio tiene algunas limitaciones que se deben mencionar. Primero, pese a la aleatorizaron usando una relación 1:1, se requieren estudios con un tamaño de la muestra más grande para ser más asertivos en las recomendaciones prácticas. Segundo, solamente se tomaron y analizaron datos pre- y post-intervención, por lo que es difícil conocer la duración mínima del programa de EGMI para obtener cambios positivos a nivel de PA y capacidad funcional. Tercero, no se evaluó composición corporal y se realizó la estimación de  $VO_{2pico}$ ; por lo tanto, es necesario utilizar métodos sensibles para detectar cambios de relevancia a nivel de salud y aptitud física cardiorrespiratoria.

## Conclusiones

En conclusión, esta propuesta de programa de 12 semanas de EGMI redujo de manera significativa la PAS en mujeres post-menopáusicas hipertensas (>60 años) con diferencia significativa al comparar contra los cambios del GC. Además, a pesar de que no se produjeron cambios significativos pre-posttest ni diferencia significativa entre grupos para los valores de PAD, el programa de EGMI incrementó de manera significativa la capacidad funcional ( $VO_{2pico}$ ) de las mujeres hipertensas tanto pre-posttest como al comparar con respecto al GC. Los resultados de este estudio indican que un programa de entrenamiento al aire libre, de intensidad moderada, con enfoque recreativo y realizado de forma grupal podría no solo usarse como estrategia de promoción de la salud y la prevención de enfermedades sino también para reducir los valores de PA en mujeres con HTA y mejorar su capacidad funcional.

## Referencias

- Almeida, J., Bessa, M., Lopes, L., Gonçalves, A., Roeber, L., & Zanetti, H. R. (2021). Isometric handgrip exercise training reduces resting systolic blood pressure but does not interfere with diastolic blood pressure and heart rate variability in hypertensive subjects: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Hypertension research*, 44, 1205-1212. <https://doi.org/10.1038/s41440-021-00681-7>
- Barón, O., y Díaz, G. (2016). Caminata de seis minutos: propuesta de estandarización del protocolo y aplicación práctica para la evaluación de la hipertensión pulmonar con especial referencia a la de los niños. *Revista Colombiana de Cardiología*, 23(1), 59-67. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2015.05.011>
- Benetos, A.; Thomas, F.; Bean, K.; Gautier, S.; Smulyan, H., & Guize, L. (2002). Prognostic value of systolic and diastolic blood pressure in treated hypertensive men. *Archives of Internal Medicine*, 162(5), 577-581. <https://doi.org/10.1001/archinte.162.5.577>
- Bonilla, D. A.; Paipilla, A. F.; Marín, E.; Vargas, S.; Petro, J. L., & Pérez-Idárraga, A. (2018). Dietary Nitrate from Beetroot Juice for Hypertension: A Systematic Review. *Biomolecules*, 8(4), e134. <https://doi.org/10.3390/biom8040134>
- Calin-Jageman, R. J., & Cumming, G. (2019). The new statistics for better science: Ask how much, how uncertain, and what else is known. *The American Statistician*, 73(sup1), 271-280. <https://doi.org/10.1080/00031305.2018.1518266>
- Caminiti, G., Iellamo, F., Mancuso, A., Cerrito, A., Montano, M., Manzi, V., & Volterrani, M. (2021). Effects of 12 weeks of aerobic versus combined aerobic plus resistance exercise training on short-term blood pressure variability in patients with hypertension. *Journal of Applied Physiology*, 130(4), 1085-1092. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00910.2020>
- Chamari, K., & Padulo, J. (2015). 'Aerobic' and 'Anaerobic' terms used in exercise physiology: a critical terminology reflection. *Sports Medicine-Open*, 1(1), 9. <https://dx.doi.org/10.1186/s40798-015-0012-1>
- Chen, C. Y., & Bonham, A. C. (2010). Postexercise Hypotension: Central Mechanisms. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 38(3), 122-127. <https://doi.org/10.1097/jes.0b013e3181e372b5>
- Chrysant S. G. (2020). The clinical significance of isolated diastolic hypertension. *Postgraduate medicine*, 132(7), 624-628. <https://doi.org/10.1080/00325481.2020.1788294>
- Cornelissen, V. A., & Smart, N. A. (2013). Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American heart association*, 2(1), e004473. <https://doi.org/10.1161/JAHA.112.004473>
- Conceição, L. S., Neto, M. G., do Amaral, M. A., Martins-Filho, P. R., & Oliveira Carvalho, V. (2016). Effect of dance therapy on blood pressure and exercise capacity of individuals with hypertension: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*, 220, 553-557. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.06.182>

- Da Silva, A., de Oliveira, S. N., Vieira, B. A., Leite, C., Martins, D. M., Moro, A., Gerage, A. M., & Delevatti, R. S. (2021). Acute effect of bodyweight-based strength training on blood pressure of hypertensive older adults: A randomized crossover clinical trial. *Clinical and experimental hypertension*, 43(3), 223–229. <https://doi.org/10.1080/10641963.2020.1847130>
- Da Silva-Grigoletto, M. E.; Viana-Montaner, B. H.; Heredia, J. R.; Mata, F.; Peña, G.; Brito, C. J.; Vaamonde, D.; García-Manso, J. M. (2013). Validación de la escala de esfuerzo percibido subjetivo OMNI-GSE para controlar la intensidad global en sesiones multipropósito en personas mayores. *Kronos*, 12(1), 32-40.
- Domínguez, R.; Garnacho-Castaño, M. V.; Maté-Muñoz, J. L. (2016). Efectos del entrenamiento contra resistencias o resistance training en diversas patologías. *Nutrición Hospitalaria*, 33(3), 719-733. <http://dx.doi.org/10.20960/nh.284>
- Esparza-Ros, F.; Vaquero-Cristóbal, R.; & Marfell-Jones M. International Standards for Anthropometric Assessment. The International Society for the Advancement of Kinanthropometry: Murcia, Spain. 2019.
- Fondo Colombiano de Enfermedades de Alto Costo. (2018). Situación de la enfermedad renal crónica, la hipertensión arterial y la diabetes mellitus en Colombia 2018. [Internet]. Disponible en: <https://cuentadealtocosto.org/site/publicaciones/situacion-de-la-enfermedad-renal-cronica-la-hipertension-arterial-y-la-diabetes-mellitus-en-colombia-2018/>. Consultado marzo del 2021
- García-Delgado, J. A.; Pérez-Coronel, P. L.; Chí-Arcia, J.; Martínez-Torrez, J.; Pedroso-Morales, I. (2008). Efectos terapéuticos del ejercicio físico en la hipertensión arterial. *Revista Cubana de Medicina*, 47(3).
- Gliemann, L.; Buess, R.; Nyberg, M.; Hoppeler, H.; Odriozola, A.; Thaning, P.; Hellsten, Y.; Baum, O., & Mortensen, S. P. (2015). Capillary growth, ultrastructure remodelling and exercise training in skeletal muscle of essential hypertensive patients. *Acta Physiologica*, 214(2), 210-220. <https://doi.org/10.1111/apha.12501>
- Gómez, J. F.; Camacho, P. A.; López-López, J., y López-Jaramillo, P. (2019). Control y tratamiento de la hipertensión arterial: Programa 20-20. *Revista Colombiana de Cardiología*, 26(2), 99-106. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2018.06.008>
- Heberle, I., de Barcelos, G. T., Silveira, L., Costa, R. R., Gerage, A. M., & Delevatti, R. S. (2021). Effects of aerobic training with and without progression on blood pressure in patients with type 2 diabetes: A systematic review with meta-analyses and meta-regressions. *Diabetes research and clinical practice*, 171, 108581. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.108581>
- Hegde, S. M., & Solomon, S. D. (2015). Influence of physical activity on hypertension and cardiac structure and function. *Current hypertension reports*, 17(10), 1-8. <https://doi.org/10.1007/s11906-015-0588-3>
- Lima, R., Wofford, M., & Reckelhoff, J. F. (2012). Hypertension in postmenopausal women. *Current hypertension reports*, 14(3), 254–260. <https://doi.org/10.1007/s11906-012-0260-0>
- Liubertas, T., Kairaitis, R., Stasiule, L., Capkauskiene, S., Stasiulis, A., Viskelis, P., Viškelis, J., & Urbonaviciene, D. (2020). The influence of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) dietary nitrates on the aerobic capacity of physically active young persons. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00366-5>

Bonilla, D. A.; Méndez, C. H.; Angulo, O. J.; Cruz, J. A.; Chaves, J. L.; Vargas-Molina, S.; Petro, J. L., y Palma, L. H. (2021). Efectos del ejercicio grupal de moderada intensidad sobre la presión arterial y capacidad funcional en mujeres posmenopáusicas hipertensas. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 66(17), 306-320. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06602>

---

Lopes, J., Fonseca, M., Torres-Costoso, A., López-Muñoz, P., Alves, A. J., Magalhães, P., & Ribeiro, F. (2020). Low-and moderate-intensity aerobic exercise acutely reduce blood pressure in adults with high-normal/grade I hypertension. *The Journal of Clinical Hypertension*, 22(9), 1732-1736. <https://doi.org/10.1111/jch.14000>

MacDonald, J. R. (2002). Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *Journal of Human Hypertension*, 16(4), 225-236. <https://doi.org/10.1038/sj.jhh.1001377>

McTiernan, A., Tworoger, S. S., Ulrich, C. M., Yasui, Y., Irwin, M. L., Rajan, K. B., Sorensen, B., Rudolph, R. E., Bowen, D., Stanczyk, F. Z., Potter, J. D., & Schwartz, R. S. (2004). Effect of exercise on serum estrogens in postmenopausal women: a 12-month randomized clinical trial. *Cancer research*, 64(8), 2923-2928. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.can-03-3393>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2017). Día Mundial de la Hipertensión - Ficha Técnica 2017. [Internet]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/dia-mundial-hipertension-2017.pdf>. Consultado marzo del 2021

Morimoto, K., Morikawa, M., Kimura, H., Ishii, N., Takamata, A., Hara, Y., Uji, M., & Yoshida, K. (2008). Mental stress induces sustained elevation of blood pressure and lipid peroxidation in postmenopausal women. *Life sciences*, 82(1-2), 99-107. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2007.10.018>

Nieto-Cárdenas, O.; García-Cardona, D.; Jiménez, J., y Landázuri, P. (2013). Efecto del ejercicio en subpoblaciones de lipoproteínas de alta densidad y en la presión arterial. *Revista de Salud Pública*, 15(1), 12-22.

Organización Mundial de la Salud. (2013). Información General sobre la Hipertensión en el Mundo – OMS 2013. [Internet]. Disponible en: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/87679/1/WHO\\_DCO\\_WHD\\_2013.2\\_spa.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/87679/1/WHO_DCO_WHD_2013.2_spa.pdf). Consultado marzo del 2021

Organización Panamericana de la Salud. La hipertensión arterial como problema de salud comunitario - Manual de normas operativas para un programa de control en los diferentes niveles de atención 1990. [Internet]. Disponible en: <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/3113/La%20hipertension%20arterial%20como%20problema%20de%20salud%20comunitario.pdf;jsessionid=9EFE619617E4AFDF2055F25A808F328A?sequence=1>. Consultado abril del 2020

Patiño-Villada, F.; Arango-Vélez, E.; Quintero-Velásquez, M., y Arenas-Sosa, M. (2011). Factores de riesgo cardiovascular en una población urbana de Colombia. *Revista de Salud Pública*, 13(3), 433-445.

Peng, Y., Su, Y., Wang, Y. D., Yuan, L. R., Wang, R., & Dai, J. S. (2021). Effects of regular dance therapy intervention on blood pressure in hypertension individuals: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 61(2), 301-309. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.11088-0>

Pescatello, L. S.; Franklin, B. A.; Fagard, R.; Farquhar, W. B.; Kelley, G. A.; Ray, C. A., & American College of Sports Medicine. (2004). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(3), 533-553. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000115224.88514.3a>

- Pescatello, L. S.; MacDonald, H. V.; Lamberti, L., & Jhonson, 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>
- Polito, M. D., Dias, J. R., Jr, & Papst, R. R. (2021). Resistance training to reduce resting blood pressure and increase muscle strength in users and non-users of anti-hypertensive medication: A meta-analysis. *Clinical and experimental hypertension (New York, N.Y.: 1993)*, 1–12. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/10641963.2021.1901111>
- Rapsomaniki, E.; Timmis, A.; George, J.; Pujades-Rodriguez, M.; Shah, A. D.; Denaxas, S.; White, I. R.; Caulfield, M. J.; Deanfield, J. E.; Smeeth, L.; Williams, B.; Hingorani, A., & Hemingway, H. (2014). Blood pressure and incidence of twelve cardiovascular diseases: lifetime risks, healthy life-years lost, and age-specific associations in 1.25 million people. *Lancet (London, England)*, 383(9932), 1899–1911. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60685-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60685-1)
- Razzak, Z. A., Khan, A. A., & Farooqui, S. I. (2019). Effect of aerobic and anaerobic exercise on estrogen level, fat mass, and muscle mass among postmenopausal osteoporotic females. *International Journal of Health Sciences*, 13(4), 10–16.
- Rêgo, M. L., Cabral, D. A., Costa, E. C., & Fontes, E. B. (2019). Physical exercise for individuals with hypertension: It is time to emphasize its benefits on the brain and cognition. *Clinical Medicine Insights: Cardiology*, 13, 1-10. <https://doi.org/10.1177/1179546819839411>
- Rodríguez-Hernández, M. (2012). La actividad física en la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 13(26), 142-156.
- Ross, R. M.; Murthy, J. N.; Wollak, I. D., & Jackson AS. (2010). The six minute walk test accurately estimates mean peak oxygen uptake. *BMC Pulmonary Medicine*, 26 10(1), 31. <https://doi.org/10.1186/1471-2466-10-31>
- Stamler, J.; Stamler, R., & Neaton, J. D. (1993). Blood pressure, systolic and diastolic, and cardiovascular risks. US population data. *Archives of Internal Medicine*, 153(5), 598–615. <https://doi.org/10.1001/archinte.153.5.598>
- Sabbahi, A.; Arena, R.; Elokda, A., & Phillips, S. A. (2016). Exercise and Hypertension: Uncovering the Mechanisms of Vascular Control. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 59(3), 226–234. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2016.09.006>
- Salinas, J.; Bello, M.; Flores, A.; Carbullanca, L., y Torres M. (2005). Actividad física integral con adultos y adultos mayores en Chile: resultados de un programa piloto. *Revista Chilena de Nutrición*, 32(3), 215-224. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182005000300006>
- Stewart, K. J.; Bacher, A. C.; Turner, K. L.; Fleg, J. L.; Hees, P. S.; Shapiro, E. P.; Tayback, M., & Ouyang, P. (2005). Effect of exercise on blood pressure in older persons: a randomized controlled trial. *Archives of Internal Medicine*, 165(7), 756-762. <https://doi.org/10.1001/archinte.165.7.756>
- Vargas-Molina, S.; Martín-Rivera, F.; Bonilla, D. A.; Petro, J. L.; Carbone, L.; Romance, R.; de Diego, M.; Schoenfeld, B. J., & Benítez-Porres, J. (2020). Comparison of blood lactate and perceived exertion responses in two matched time-under-tension protocols. *Plos One*, 15(1), e0227640. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227640>

Bonilla, D. A.; Méndez, C. H.; Angulo, O. J.; Cruz, J. A.; Chaves, J. L.; Vargas-Molina, S.; Petro, J. L., y Palma, L. H. (2021). Efectos del ejercicio grupal de moderada intensidad sobre la presión arterial y capacidad funcional en mujeres posmenopáusicas hipertensas. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 66(17), 306-320. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06602>

---

Waclawovsky, G., Pedralli, M. L., Eibel, B., Schaun, M. I., & Lehnen, A. M. (2021). Effects of Different Types of Exercise Training on Endothelial Function in Prehypertensive and Hypertensive Individuals: A Systematic Review. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, 116(5), 938–947. <https://doi.org/10.36660/abc.20190807>

Whaley, M. H.; Kaminsky, L. A.; Dwyer, G. B.; Getchell, L. H., & Norton, J. A. (1992). Predictors of over- and underachievement of age-predicted maximal heart rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(10), 1173-1179.

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 Williamson, J. D., & Wright Jr, J. T. (2018). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA. Guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension*, 71(19), e127-e248. <https://doi.org/10.1161/hyp.0000000000000066>

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

World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*, 310(20), 2191-2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>

Zanchetti, A., Facchetti, R., Cesana, G. C., Modena, M. G., Pirrelli, A., Sega, R., & SIMONA participants (2005). Menopause-related blood pressure increase and its relationship to age and body mass index: the SIMONA epidemiological study. *Journal of hypertension*, 23(12), 2269–2276. <https://doi.org/10.1097/01.hjh.0000194118.35098.43>