

Análisis crítico

Medwave 2014 Sep;14(8):e6017 doi: 10.5867/medwave.2014.08.6017

Entrenamiento de fuerza isométrica para la disminución de la presión arterial sistólica: CAT

Decreasing systolic blood pressure with isometric muscle training: a CAT

Autores: Alexis Espinoza Salinas^(1,2), Pablo Sánchez Aguilera⁽¹⁾, Edson Zafra Santos⁽¹⁾, Cristian Cofre Bolados^(3,2), Hugo Prado Núñez⁽¹⁾, Gustavo Pavez Von Martens⁽¹⁾

Filiación:

⁽¹⁾Escuela de Kinesiología, Universidad Santo Tomás, Santiago, Chile

⁽²⁾Centro de Ejercicio Adaptado, Chile

⁽³⁾Universidad de Santiago, Chile

E-mail: alexisespinozasa@santotomas.cl

Citación: Espinoza A, Sánchez P, Zafra E, Cofre C, Prado H, Pavez G. Decreasing systolic blood pressure with isometric muscle training: a CAT. *Medwave* 2014 Sep;14(8):e6017 doi: 10.5867/medwave.2014.08.6017

Fecha de envío: 22/7/2014

Fecha de aceptación: 29/8/2014

Fecha de publicación: 11/9/2014

Origen: no solicitado

Tipo de revisión: con revisión por cuatro pares revisores externos, a doble ciego

Resumen

INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial es uno de los principales factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares, entre ellas la enfermedad coronaria o la insuficiencia cardíaca. Una de las intervenciones para el manejo de esta patología es el entrenamiento de fuerza isométrica en extremidad superior e inferior.

OBJETIVO

Comprobar la validez y aplicabilidad de los resultados en relación a la efectividad del entrenamiento isométrico en sujetos hipertensos. También se busca responder la siguiente interrogante: ¿cuál es la efectividad del entrenamiento isométrico para disminuir la presión arterial sistólica en pacientes con hipertensión arterial?

MÉTODOS

Se analizó la revisión "Entrenamiento de ejercicios isométricos para el manejo de la presión sanguínea", revisión sistemática y metanálisis.

RESULTADOS

El entrenamiento isométrico disminuye la presión arterial sistólica en sujetos hipertensos controlados y normotensos, con una diferencia media estandarizada de 6,77 mm Hg (intervalo de confianza 95%: 7,93-5,62).

CONCLUSIÓN

Se encuentra razonable recomendar un entrenamiento de ejercicio isométrico para disminuir la presión arterial sistólica, considerando el impacto de los resultados de la revisión realizada y la aplicabilidad de este tipo de entrenamiento.

Abstract

INTRODUCTION

Hypertension is a major risk factor for cardiovascular diseases such as coronary heart disease or heart failure. One of the interventions for the management of this disorder is isometric muscle training on upper and lower limbs.

PURPOSE

To prove the validity and applicability of results regarding the effectiveness of isometric training in hypertensive subjects. We also attempt to answer the following question: what is the effectiveness of isometric muscle training on the decrease of systolic blood pressure in hypertensive patients?

METHODS

Critical appraisal of the systematic review and meta-analysis "Isometric exercise training for blood pressure management".

RESULTS

Isometric training reduces systolic blood pressure in normotensive and medicated hypertensive subjects, with a standardized mean difference of 6.77 mm Hg (95% confidence interval: 7.93-5.62).

CONCLUSION

It is reasonable to recommend isometric muscle training with the aim of lowering systolic blood pressure, considering the impact of the results of the articles analyzed and the applicability of this type of training.

Introducción

La presión arterial se define como la fuerza de la sangre ejercida contra la pared de la arteria [1]. Se puede distinguir una presión arterial sistólica y una presión arterial diastólica. La presión arterial sistólica es la presión máxima que se alcanza durante la sístole cardíaca. Esta depende fundamentalmente del gasto cardíaco, la volemia, la distensibilidad de la aorta y las grandes arterias [2],[3].

La presión arterial diastólica es la mínima presión de la sangre contra las arterias y ocurre durante la fase de diástole cardíaca, influenciada principalmente por la resistencia vascular periférica [3],[4]. Los rangos de normalidad para estas presiones corresponden a presión arterial sistólica: 120-139 mm Hg y presión arterial diastólica: 80-89 mm Hg, según la Sociedad Europea de Hipertensión y la Sociedad Europea de Cardiología [5], Tabla I.

Nivel de presión arterial			
Categoría	Sistólica		Diastólica
Óptima	<120	y	<80
Normal	120-129	y/o	80-84
Normal alta	130-139	y/o	85-89
Hipertensión arterial			
Hipertensión grado 1	140-159	y/o	90-99
Hipertensión grado 2	160-179	y/o	100-109
Hipertensión grado 3	≥180	y/o	≥110
Hipertensión sistólica aislada	≥140	y	<90

Tabla I. Rangos de presión arterial, según la Sociedad Europea de Hipertensión y la Sociedad Europea de Cardiología [5].

Cuando los valores de ambas presiones en reposo superan el límite superior del rango en el largo plazo, se considera como hipertensión arterial [6]. La hipertensión arterial se caracteriza por la presencia de una disfunción endotelial que establece un desbalance entre los factores dilatadores del vaso sanguíneo (óxido nítrico y factor hiperpolarizante del endotelio) y los factores vasoconstrictores (endotelinas) [7]. En este contexto se encuentra una disminución de la prostaciclina (PGI₂), vasodilatador sintetizado por células endoteliales [8], y un aumento relativo del tromboxano (TXA₂), el cual induce una vasoconstricción [9]. Ello genera un incremento importante de la presión arterial sistólica [10],[11], que constituye un factor de riesgo relevante para padecer una enfermedad coronaria o una insuficiencia cardíaca [12],[13],[14],[15].

Las intervenciones para el tratamiento de la hipertensión arterial incluyen el tratamiento farmacológico y no farmacológico [16],[17]. El primero se enfoca en controlar el incremento de la presión arterial sistólica, mediante el uso de antihipertensivos [18]. El segundo se orienta hacia cambios en los hábitos alimentarios, fundamentalmente en una dieta con baja concentración de sodio y la incorporación de la actividad física a la rutina diaria [17],[19],[20]. En esta línea, existe una evidencia clase I nivel B, que indica que 150 minutos de actividad física a la

semana ofrecen una alternativa que puede ser usada para complementar la medicación antihipertensiva [21]. Sin embargo, el tipo de ejercicio es un factor que impactará sobre la efectividad de la disminución de la presión arterial [22].

Dentro de los sistemas de entrenamiento de fuerza se encuentra el método de contracción isométrica, el cual se entiende como una contracción estática donde no existe variación de los puntos de inserción muscular [23],[24]. Se basa en una disminución de la modulación del sistema nervioso simpático [25], con el incremento de la liberación de óxido nítrico que actúa como un potente vasodilatador en respuesta a una hiperemia reactiva que genera este tipo de ejercicio [26]; además de un aumento en la función endotelial, lo que incrementa el diámetro arterial del miembro entrenado y acrecienta el flujo sanguíneo [27].

En este contexto se formula la siguiente pregunta clínica: ¿cuál es la efectividad del entrenamiento isométrico para disminuir la presión arterial sistólica en pacientes con hipertensión arterial?, mediante el análisis de la revisión *Isometric Exercise Training for Blood Pressure Management*. Con esto se busca responder a la validez, resultado y efectividad del entrenamiento isométrico en pacientes con hipertensión arterial.

Artículo analizado

Carlson DJ, Dieberg G, Hess NC, Millar PJ, Smart NA. *Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis*. Mayo Clin Proc. 2014 Mar;89(3):327-34 [28].

Características del estudio

El artículo analizado corresponde a una revisión sistemática con metanálisis que incluye ensayos clínicos aleatorizados con diseño paralelo y diseño cruzado (*cross-over*), sobre el efecto del entrenamiento isométrico en pacientes con hipertensión arterial.

La revisión se realizó en las siguientes bases de datos: PubMed, CINAHL, y la Biblioteca *Cochrane Register of Controlled Trials* desde el 1 enero 1966 hasta el 31 de julio de 2013.

Se consultó a los autores de aquellos estudios que presentaban información incompleta o para clarificar duplicación de datos en publicaciones múltiples. Sin embargo, no se realizó búsqueda de literatura gris y tampoco se hizo seguimiento a las referencias de los estudios incluidos. No se produjo una restricción de idioma. La estrategia de búsqueda electrónica identificó 1288 artículos, de los cuales nueve cumplían con los criterios de elegibilidad. Los criterios de exclusión fueron estudios en animales, revisiones, estudios de ejercicios a corto plazo (menor a cuatro semanas) y estudios no aleatorios.

Los criterios de selección fueron los siguientes:

1. **Participantes:** sujetos con diagnóstico de hipertensión arterial controlada y normotensos, mayores de 18 años.
2. **Intervención:** entrenamiento de fuerza isométrica (presión manual isométrica o extensión isométrica de piernas bilateral).
3. **Desenlace (outcome):** medición de la presión arterial sistólica (medición de presión arterial automática, análisis de la forma de la onda y esfigmomanómetro).
4. **Diseño:** ensayos clínicos aleatorizados con diseño paralelo y diseño cruzado (*cross-over*).

Respecto a la reproducibilidad de la búsqueda, selección y evaluación de los estudios, estas fueron realizadas por dos investigadores de forma independiente. En caso de existir alguna discrepancia, un tercer revisor tomaría la decisión. La calidad metodológica de los estudios incluidos fue evaluada a través de la escala *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro) [29]. La significación se consideró con un $p < 0,05$ y un índice de confianza del 95%, valor obtenido mediante *RevMan* [5].

Se calculó la variabilidad de los estudios con el test de inconsistencia ($I^2 = 56\%$), considerado como un indicador de heterogeneidad significativa [30]. La validez de la evidencia obtenida se presenta en la Tabla II, Los resultados se observan en la Tabla III.

Pregunta específica y focalizada	Sí
Búsqueda amplia y completa	Sí
Criterios de inclusión y exclusión claros y pertinentes a la pregunta	Sí
Evaluación de la validez de los estudios incluidos	Sí
Dos revisores independientes	Sí
Evaluación de la heterogeneidad	Sí

Tabla II. ¿Es válida la evidencia obtenida de este estudio?

Desenlace (<i>Outcome</i>)	DME (IC95%)	Heterogeneidad
Presión arterial sistólica. (mm Hg)	6,77 [7,93 – 5,62]	I ² =56% X ² = 2,60
Efecto adverso.	No reportado.	No reportado.

DME: diferencia media estandarizada.
IC: Intervalo de confianza.
I²: Test de inconsistencia.
X²: Prueba no paramétrica de Pearson.

Tabla III. Resultados del estudio.

El meta-análisis observado realizó un estudio de subgrupos presentando una influencia favorable hacia el entrenamiento isométrico que se observa en las Tablas IV, V y VI.

Comentarios y aplicación práctica

Validez

El estudio nace con el objetivo de responder preguntas claras, específicas y transversales para comprender la influencia del entrenamiento isométrico sobre la presión arterial. Presenta criterios de inclusión y exclusión bien definidos, priorizando ensayos controlados aleatorizados con diseño paralelo o cruzado (*cross-over*) de cuatro o más semanas sobre el efecto del entrenamiento sobre la presión arterial en humanos con hipertensión arterial mayores de 18 años.

Por otro lado, los estudios seleccionados en la revisión, presentan en su gran mayoría (siete de nueve) un puntaje 5 o mayor en la escala PEDro, y una evidencia mínima de

sesgos de publicación. Los resultados obtenidos son consistentes y presentan una concordancia con estudios anteriores en el área.

Resultados

Los resultados del metanálisis sugieren que en individuos normotensos (n=162) o hipertensos controlados (n=61), que realizan entrenamiento de ejercicio isométrico de baja intensidad (entre 30% y 50% de su contracción voluntaria máxima), podrían disminuir su presión arterial sistólica y presión arterial diastólica en comparación con un grupo control, presentando una diferencia media estandarizada de 6,77 mm Hg (intervalo de confianza 95%: 7,93–5,62) y 3,96 mm Hg (intervalo de confianza 95%: 4,80–3,12) respectivamente, según se refleja en las Tablas IV, V y VI.

El impacto del entrenamiento de ejercicio isométrico de baja intensidad sobre la presión arterial fue evaluado en nueve artículos en la revisión. Ningún estudio clínico reportó algún tipo de evento adverso producido por el entrenamiento de ejercicio isométrico.

Estudios o subgrupos	Grupo experimental			Grupo control		
	X	DE	N	X	DE	N
Badrov, <i>et al.</i> 2013 Fem 3	-6	5,0308	12	2	1,6107	5
Badrov, <i>et al.</i> 2013 Fem 5	-6	6,2595	11	2	1,2569	4
Badrov, <i>et al.</i> 2013 Mixed	-8	4,973	12	1	12,4515	12
Baross, <i>et al.</i> 2013	-11	9,3945	10	-0,1	0,1398	10
Devereaux, <i>et al.</i> 2011	-4,9	3,4968	7	-0,1	2,3194	6
Millar, <i>et al.</i> 2008	-10	8,9835	25	-1	2,3628	24
Stiller-Moldovan, 2012	-0,9	1,3397	11	2,5	3,2524	9
Taylor, <i>et al.</i> 2003	-19	11,2885	9	-8	5,5935	8
Wiles, <i>et al.</i> 2010 High c	-5,2	6,2402	11	2,9	2,7634	6
Wiles, <i>et al.</i> 2010 Low c	-3,7	4,8552	11	2,9	2,3356	5
Wiley, <i>et al.</i> 1992	-12,7	8,8797	8	2,6	2,8113	7

DE: Desviación estándar

X: Promedio

Fem 3: grupo que entrenó 3 veces por semana

Fem 5: grupo que entrenó 5 veces por semana

High c: alta intensidad

Low c: baja intensidad

Tabla IV. Resumen de resultados de estudios primarios. Cambio en la presión arterial sistólica.

Estudios o subgrupos	Grupo experimental			Grupo control		
	X	DE	N	X	DE	N
Badrov, <i>et al.</i> 2013 Fem 3	-3	4,7217	12	0,01	0,013	5
Badrov, <i>et al.</i> 2013 Fem 5	0,5	2,3697	11	0,5	1,3074	4
Badrov, <i>et al.</i> 2013 Mixed	-5	5,5768	12	1	1,5739	12
Baross, <i>et al.</i> 2013	-2	2,7958	10	-0,1	0,1398	10
Devereaux, <i>et al.</i> 2011	-2,8	1,9982	7	1,3	1,7589	6
Millar, <i>et al.</i> 2008	-3	5,363	25	0,01	0,0237	24
Stiller-Moldovan, 2012	-5	7,4426	11	0,1	0,1301	9
Taylor, <i>et al.</i> 2003	-7,3	9,4969	9	-3,1	3,708	8
Wiles, <i>et al.</i> 2010 High c	-2,6	3,1201	11	3,1	2,954	6
Wiles, <i>et al.</i> 2010 Low c	-2,5	3,2806	11	3,1	2,4966	5
Wiley, <i>et al.</i> 1992	-6,4	4,4748	8	1,6	1,73	7

DE: Desviación estándar

X: Promedio

Fem 3: grupo que entrenó 3 veces por semana

Fem 5: grupo que entrenó 5 veces por semana

High c: alta intensidad

Low c: baja intensidad

Tabla V. Resumen de resultados de estudios primarios. Cambio en la presión arterial diastólica.

Estudios o subgrupos	Grupo experimental			Grupo control		
	X	DE	N	X	DE	N
Badrov, <i>et al.</i> 2013 Fem 3	-4	6,2955	12	0,01	0,0081	5
Badrov, <i>et al.</i> 2013 Fem 5	-2	2,977	11	0,01	0,0063	4
Badrov, <i>et al.</i> 2013 Mixed	-6	3,7324	12	0,01	0,0157	12
Baross, <i>et al.</i> 2013	-5	4,8559	10	0,7	0,9785	10
Devereaux <i>et al.</i> , 2011	-2,6	1,1544	7	0,4	1,7031	6
Millar, <i>et al.</i> 2008	-	-	-	-	-	-
Stiller-Moldovan, 2012	-	-	-	-	-	-
Taylor, <i>et al.</i> 2003	-11	9,7952	9	-5	5,9807	8
Wiles, <i>et al.</i> 2010 High c	-2,5	2,3073	11	2	1,9058	6
Wiles, <i>et al.</i> 2010 Low c	-2,6	2,3996	11	2	1,6107	5
Wiley, <i>et al.</i> 1992	-	-	-	-	-	-

Fem 3: grupo que entrenó 3 veces por semana
 Fem 5: grupo que entrenó 5 veces por semana
 High c: alta intensidad
 Low c: baja intensidad

Tabla VI. Resumen de resultados de estudios primarios. Cambio en la presión arterial media.

Comentarios sobre la aplicabilidad

La hipertensión arterial es el factor de riesgo modificable más significativo que desencadena enfermedades cardiovasculares como patologías coronarias, infarto al miocardio y falla cardíaca [15]. Debido a lo anterior y basado en la prevalencia de las enfermedades cardiovasculares, los costos económicos asociados son considerables. El método de intervención más recomendado para la hipertensión arterial consiste en farmacoterapia (antihipertensivos) más actividad física [17],[20]. Actualmente el entrenamiento que genera mayor reducción de la presión arterial es el ejercicio isométrico, incluso más que el ejercicio de resistencia aeróbica [31],[32]. Esta intervención terapéutica aplicada al entorno de rehabilitación física implica una mayor accesibilidad, menor tiempo de entrenamiento, requiere de un equipamiento de bajo costo y de alta portabilidad, permitiendo su utilización tanto en el hogar como en los centros de rehabilitación física. En consecuencia, se produce mayor adherencia a un programa de rehabilitación.

En esta revisión sistemática se incluyeron nueve estudios que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión propuestos. Los estudios presentaron las siguientes características:

1. Badrov, *et al.* 2013a: evaluaron en ocho semanas los cambios en la presión arterial sistólica, presión arterial diastólica, presión arterial media y frecuencia cardíaca en reposo en individuos normotensos, comparando los resultados entre el grupo de presión manual isométrica tres veces por semana, el grupo presión manual isométrica cinco veces por semanas y el grupo control [33].
2. Badrov, *et al.* 2013b: evaluaron en 10 semanas los cambios en la presión arterial sistólica, presión arterial diastólica, presión arterial media y frecuencia cardíaca en reposo en individuos hipertensos controlados, comparando los resultados entre el grupo presión manual isométrica y el grupo control [34].
3. Baross, *et al.*: evaluaron en ocho semanas los cambios en la presión arterial sistólica, presión arterial diastólica, presión arterial media y frecuencia cardíaca en reposo en individuos normotensos, comparando los resultados entre el grupo de extensión isométrica de piernas bilateral y el grupo control [35].
4. Devereux, *et al.*: evaluaron en cuatro semanas los cambios en la presión arterial sistólica, presión arterial diastólica y presión arterial media en individuos normotensos, comparando los valores pre y post intervención (extensión isométrica de piernas bilateral) [36].
5. Millar, *et al.*: evaluaron en ocho semanas los cambios en la presión arterial sistólica, presión arterial diastólica

y presión arterial media en individuos normotensos, comparando los resultados entre el grupo presión manual isométrica y el grupo control [37].

6. Stiller-Moldovan, *et al.*: evaluaron en ocho semanas los cambios en la presión arterial sistólica, presión arterial diastólica y frecuencia cardíaca en reposo en individuos hipertensos controlados, comparando los resultados entre el grupo presión manual isométrica y el grupo control [38].
7. Taylor, *et al.*: evaluaron en 10 semanas los cambios en la presión arterial sistólica, presión arterial diastólica, presión arterial media y frecuencia cardíaca en reposo en individuos hipertensos controlados, comparando los resultados entre el grupo presión manual isométrica y el de control [39].
8. Wiles, *et al.*: evaluaron en ocho semanas los cambios en la presión arterial sistólica, presión arterial diastólica y presión arterial media en individuos normotensos, comparando los resultados entre el grupo de extensión isométrica de piernas bilateral de baja intensidad, el de alta intensidad y el grupo control [40].
9. Wiley, *et al.*: evaluaron en ocho semanas los cambios en la presión arterial sistólica, presión arterial diastólica y frecuencia cardíaca en reposo en individuos normotensos, comparando los resultados entre el grupo presión manual isométrica y el de control [41].

Limitaciones metodológicas contenidas en los estudios primarios

La evaluación del riesgo de sesgo de los estudios incluidos en el metanálisis se realizó a través de la escala PEDro [29]. Es importante recalcar que en el proceso de la revisión sistemática se modificó la escala, debido a la dificultad que presentaron en el cegamiento los estudios de ejercicios de entrenamiento. Por lo tanto, los valores presentados en el análisis de riesgo de sesgo no incluyen este ítem en el puntaje.

El estudio de Devereux [36] presenta un puntaje 4 en la escala PEDro. Este estudio no presenta grupo de comparación, por lo tanto no presenta una asignación aleatoria de los individuos, ni una ocultación de la asignación, como tampoco es aplicable el ítem de similitud de los grupos al inicio del estudio. En el artículo no se realizó cegamiento a los asesores.

El estudio de Wiley [41] obtuvo un puntaje 4 en la escala PEDro. En este trabajo no se realizó una ocultación de la asignación, ni un cegamiento de los asesores. Por otro lado se reportó menos del 85% de los resultados de la intervención. No se realizó el análisis por la intención de tratar (*Intention to Treat*).

Los estudios de Badrov 2013a [33] y de Stiller-Moldovan [38] tienen un puntaje 5 en la escala PEDro. Ambos estudios mostraron una asignación de la secuencia poco clara, no cegaron a los asesores del estudio y no realizaron el análisis por la intención de tratar.

Los otros estudios incluidos en esta revisión exhiben un puntaje 6 en la escala PEDro. La asignación de la secuencia

y el cegamiento de los asesores fueron los ítems con mayor riesgo de sesgo.

La revisión analizó poblaciones distintas. Tres estudios estudiaron poblaciones hipertensas y seis lo realizaron en personas normotensas. El agrupar todos los resultados sin diferenciarlos en subgrupos podría generar un aumento del riesgo de sesgo de la revisión, enmascarando el impacto de los resultados.

Conclusión

Considerando los hallazgos de los estudios analizados, se plantea como razonable el recomendar un entrenamiento de ejercicio isométrico para disminuir la presión arterial. Estos evidencian una disminución promedio de la presión arterial sistólica en 6,77 mm Hg. Sin embargo, los estudios analizados en este metanálisis basado en la escala PEDro no exponen el riesgo de sesgo real existente.

Proyecciones

Se respalda esta recomendación no sólo en los efectos fisiológicos sobre la presión arterial, sino también en la reproducibilidad del entrenamiento, el bajo costo de implementación y la consiguiente adherencia al plan de ejercicios, lo cual facilita la intervención en diferentes poblaciones.

Notas

Declaración de conflictos de intereses

Los autores han completado el formulario de declaración de conflictos de intereses del ICMJE traducido al castellano por *Medwave*, y declaran no haber recibido financiamiento para la realización del CAT y no tener conflictos de intereses asociados a la materia de este estudio. Los formularios pueden ser solicitados al autor responsable o a la dirección editorial de la *Revista*.

Referencias

1. Mayet J, Hughes A. Cardiac and vascular pathophysiology in hypertension. *Heart*. 2003 Sep;89(9):1104-9. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
2. Safar ME, London GM, Asmar R, Frohlich ED. Recent advances on large arteries in hypertension. *Hypertension*. 1998 Jul;32(1):156-61. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
3. Berne R, Levy M. *Fisiología*. Madrid. España: Elsevier, 2006.
4. Ramanathan T, Skinner H. Coronary blood flow. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain*. 2005;5(2):61-64. | [CrossRef](#) |
5. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, Redón J, Zanchetti A, Böhm M, et al. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *J Hypertens*. 2013 Jul;31(7):1281-357. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
6. Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, Jamison DT, Murray CJ. Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health

- data. *Lancet*. 2006 May 27;367(9524):1747-57. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
7. Versari D, Daghini E, Virdis A, Ghiadoni L, Taddei S. Endothelium-dependent contractions and endothelial dysfunction in human hypertension. *Br J Pharmacol*. 2009 Jun;157(4):527-36. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 8. Blanco-Rivero J, Cachoeiro V, Lahera V, Aras-Lopez R, Márquez-Rodas I, Salaiques M, et al. Participation of prostacyclin in endothelial dysfunction induced by aldosterone in normotensive and hypertensive rats. *Hypertension*. 2005 Jul;46(1):107-12. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 9. Pechánová O, Simko F. The role of nitric oxide in the maintenance of vasoactive balance. *Physiol Res*. 2007;56(Suppl 2):S7-16. | [PubMed](#) | [Link](#) |
 10. Zhao WG1, Richardson JS. Prostacyclin, thromboxane A2, and hypertension. *Clin Invest Med*. 1990 Dec;13(6):343-52. | [PubMed](#) |
 11. Forstermann U, Kuhn K, Vesterqvist O, Green K, Frei U, Brunkhorst R, et al. An increase in the ratio of thromboxane A2 to prostacyclin in association with increased blood pressure in patients on cyclosporine A. *Prostaglandins*. 1989 May;37(5):567-75.
 12. Franklin SS, Larson MG, Khan SA, Wong ND, Leip EP, Kannel WB, et al. Does the relation of blood pressure to coronary heart disease risk change with aging? The Framingham Heart Study. *Circulation*. 2001 Mar 6;103(9):1245-9. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 13. Collins R, MacMahon S. Blood pressure, antihypertensive drug treatment and the risks of stroke and of coronary heart disease. *Br Med Bull*. 1994 Apr;50(2):272-98. | [PubMed](#) | [Link](#) |
 14. Dasgupta K, Quinn RR, Zarnke KB, Rabi DM, Ravani P, Daskalopoulou SS, et al. The 2014 Canadian Hypertension Education Program recommendations for blood pressure measurement, diagnosis, assessment of risk, prevention, and treatment of hypertension. *Can J Cardiol*. 2014 May;30(5):485-501. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 15. Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, Jamison DT, Murray CJ. Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. *Lancet*. 2006 May 27;367(9524):1747-57. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 16. Hedayati SS, Elsayed EF, Reilly RF. Non-pharmacological aspects of blood pressure management: what are the data? *Kidney Int*. 2011 May;79(10):1061-70. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 17. Hajjar I, Kotchen TA. Trends in prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in the United States, 1988-2000. *JAMA*. 2003 Jul;290(2):199-206. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 18. Bunker J. Hypertension: diagnosis, assessment and management. *Nurs Stand*. 2014 Jun;28(42):50-9. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 19. Wexler R, Aukerman G. Nonpharmacologic strategies for managing hypertension. *Am Fam Physician*. 2006 Jun 1;73(11):1953-6. | [PubMed](#) | [Link](#) |
 20. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL Jr, et al. Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Hypertension*. 2003 Dec;42(6):1206-52. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 21. Mosca L, Benjamin EJ, Berra K, Bezanson JL, Dolor RJ, Lloyd-Jones DM, et al. Effectiveness-based guidelines for the prevention of cardiovascular disease in women-2011 update: a guideline from the American Heart Association. *J Am Coll Cardiol*. 2011 Mar;57(12):1404-23. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 22. Kokkinos P, Myers J. Exercise and physical activity: clinical outcomes and applications. *Circulation*. 2010 Oct;122(16):1637-48. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 23. Rahnema L, Rezasoltani A, Khalkhali Zavieh M, Noori Kochi F, Akbarzadeh Baghban A. The effects of isometric contraction of shoulder muscles on cervical multifidus muscle dimensions in healthy office workers. *J Bodyw Mov Ther*. 2014 Jul;18(3):383-9. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 24. Bhambhani Y, Fan JL, Place N, Rodriguez-Falces J, Kayser B. Electromyographic, cerebral, and muscle hemodynamic responses during intermittent, isometric contractions of the biceps brachii at three submaximal intensities. *Front Physiol*. 2014 Jun;5:190. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 25. Taylor AC, McCartney N, Kamath MV, Wiley RL. Isometric training lowers resting blood pressure and modulates autonomic control. *Med Sci Sports Exerc*. 2003 Feb;35(2):251-6. | [PubMed](#) |
 26. McGowan CL, Visocchi A, Faulkner M, Verduyn R, Rakobowchuk M, Levy AS, et al. Isometric handgrip training improves local flow-mediated dilation in medicated hypertensives. *Eur J Appl Physiol*. 2006 Nov;98(4):355-62. | [PubMed](#) |
 27. Peters PG, Alessio HM, Hagerman AE, Ashton T, Nagy S, Wiley RL. Short-term isometric exercise reduces systolic blood pressure in hypertensive adults: possible role of reactive oxygen species. *Int J Cardiol*. 2006 Jun;110(2):199-205. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 28. Carlson DJ, Dieberg G, Hess NC, Millar PJ, Smart NA. Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis. *Mayo Clin Proc*. 2014 Mar;89(3):327-34. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 29. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003 Aug;83(8):713-21. | [PubMed](#) | [Link](#) |
 30. Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ*. 2003 Sep;327(7414):557-60. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 31. Cornelissen VA, Buys R, Smart NA. Endurance exercise beneficially affects ambulatory blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Hypertens*. 2013 Apr;31(4):639-48. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 32. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*. 2013 Feb;2(1):e004473. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
 33. Badrov MB, Bartol CL, DiBartolomeo MA, Millar PJ, McNevin NH, McGowan CL. Effects of isometric handgrip training dose on resting blood pressure and resistance vessel endothelial function in normotensive women. *Eur*

- J Appl Physiol. 2013 Aug;113(8):2091-100. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
34. Badrov MB, Horton S, Millar PJ, McGowan CL. Cardiovascular stress reactivity tasks successfully predict the hypotensive response of isometric handgrip training in hypertensives. Psychophysiology. 2013 Apr;50(4):407-14. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
35. Baross AW, Wiles JD, Swaine IL. Double-leg isometric exercise training in older men. Open Access J Sports Med. 2013 Jan 30;4:33-40. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
36. Devereux GR, Wiles JD, Swaine I. Markers of isometric training intensity and reductions in resting blood pressure. J Sports Sci. 2011 Apr;29(7):715-24. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
37. Millar PJ, Bray SR, MacDonald MJ, McCartney N. The hypotensive effects of isometric handgrip training using an inexpensive spring handgrip training device. J Cardiopulm Rehabil Prev. 2008 May-Jun;28(3):203-7. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
38. Stiller-Moldovan C, Kenno K, McGowan CL. Effects of isometric handgrip training on blood pressure (resting and 24 h ambulatory) and heart rate variability in medicated hypertensive patients. Blood Press Monit. 2012 Apr;17(2):55-61. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
39. Taylor AC, McCartney N, Kamath MV, Wiley RL. Isometric training lowers resting blood pressure and modulates autonomic control. Med Sci Sports Exerc. 2003 Feb;35(2):251-6. | [PubMed](#) |
40. Wiles JD, Coleman DA, Swaine IL. The effects of performing isometric training at two exercise intensities in healthy young males. Eur J Appl Physiol. 2010 Feb;108(3):419-28. | [CrossRef](#) | [PubMed](#) |
41. Wiley RL, Dunn CL, Cox RH, Hueppchen NA, Scott MS. Isometric exercise training lowers resting blood pressure. Med Sci Sports Exerc. 1992 Jul;24(7):749-54. | [PubMed](#) |

Correspondencia a:

Ejercito #146
Santiago
Chile



Esta obra de Medwave está bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 3.0 Unported. Esta licencia permite el uso, distribución y reproducción del artículo en cualquier medio, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente al autor del artículo y al medio en que se publica, en este caso, Medwave.