



TRABAJO FIN DE GRADO

EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA ISOMÉTRICA
SOBRE LA PRESIÓN ARTERIAL

Autor: Daniel Velázquez Díaz

Tutor Académico: Ana Carbonell Baeza

Modalidad temática: Revisión narrativa sobre actividad física y salud

Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Curso Académico: 2014/2015

Universidad de Cádiz

Puerto Real, Junio de 2015

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	3
2. PALABRAS CLAVES.....	3
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. OBJETIVOS.....	5
5. METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA.....	5
6. RESULTADOS.....	6
7. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE LA EVIDENCIA CIENTÍFICA.....	14
8. CONCLUSIONES.....	17
9. BIBLIOGRAFÍA.....	18

1. RESUMEN

La hipertensión arterial es un problema de salud pública, que afecta a un número muy elevado de personas en todo el mundo. Por ello es de interés social investigaciones en esta enfermedad para mejorar el control, conocimiento y tratamiento de la misma. En esta revisión se han analizado estudios con el objetivo de estudiar los efectos del entrenamiento de fuerza isométrica (FI) sobre la presión arterial (PA) y para comprobar si es seguro trabajar este tipo de ejercicio físico en personas hipertensas y normotensas adultas y mayores. Se han analizado 16 investigaciones, 10 llevadas a cabo con personas normotensas y 6 con personas hipertensas. En personas normotensas, para obtener beneficios en las cifras de PA a través del entrenamiento de FI, es necesario trabajar al menos 4 semanas, mientras que en personas hipertensas se recomienda 8 semanas. En ambas poblaciones es necesario trabajar 3 días en semana. En personas hipertensas, el entrenamiento de FI, mediante dinamometría manual al 30% de la máxima contracción voluntaria, es efectivo para reducir la PA, tanto en personas medicadas como no medicadas, con valores normales-altos de PA. El entrenamiento de FI es seguro en ambas poblaciones.

2. PALABRAS CLAVES

``ejercicio isométrico``, ``fuerza isométrica``, ``presión arterial``, ``hipertensión``, ``programa de ejercicio`` y ``entrenamiento``.

3. INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial (HTA) es una enfermedad cardiovascular, que se caracteriza por el aumento crónico de las cifras de presión arterial (PA). Según la Sociedad Europea de Hipertensión y Cardiología (2013), cuando los valores de PA sistólica y diastólica de una persona están por encima de los 140/90mmHg, debe de ser diagnosticado como hipertensa.

Las personas con cifras de PA sistólica/diastólica entre 130-139/85-89, estarían consideradas pre-hipertensas o con presión normal-alta. En función de las cifras de PA sistólica/diastólica se han establecido diferentes grados de HTA. El grado 1, corresponde a cifras de PA sistólica/diastólica entre 140-159/90-99, el grado 2, corresponde a cifras de PA entre 160-179/100-109 y por último el grado 3, coincide con valores de PA $\geq 180/\geq 110$ (Sociedad Europea de Hipertensión y Cardiología, 2013).

La HTA es una enfermedad cardiovascular que está asociada a un mayor riesgo de mortalidad por todo tipo de causas (Artero y otros, 2011). En las últimas décadas ha mejorado significativamente el conocimiento, tratamiento y control de esta enfermedad, pero aún no es suficiente y son necesarios más estudios para mejorar el tratamiento y la calidad de vida de personas con HTA (Chobanian y otros, 2003).

La HTA es un problema importante de salud pública en los países desarrollados y cuya prevalencia va en aumento. Afecta aproximadamente a un billón de personas en todo el mundo y mueren cerca de 8 millones de personas al año en nuestro planeta a causa de esta enfermedad cardiovascular (Lawes y otros, 2008).

En cuanto a la población española, en la Encuesta Nacional de Salud (2011-2012), se revelaron datos del aumento de algunas enfermedades crónicas como la HTA, y se observó que sigue una tendencia ascendente. Según los datos históricos de esta encuesta, en el año 1993, tan solo el 11% de la población española estaba diagnosticada con HTA, cifras que han aumentado hasta un 18.5% en el año 2011-2012. Los últimos datos de la Sociedad Española de Hipertensión (2013), muestran que el 24% de la población adulta española está diagnosticada con HTA.

Niveles medios y altos de capacidad cardiorrespiratoria previene la aparición de HTA en personas con PA normal (Barlow y otros, 2006). Personas normotensas con niveles medios y altos de fuerza muscular, tienen menor riesgo de padecer hipertensión en el futuro (Artero y otros, 2011). Destacar que cuando se tiene en cuenta niveles de fuerza y niveles de capacidad aeróbica en personas normotensas, cuanto más alto es el nivel de ambas cualidades físicas, aún menos riesgo tienen estas personas de padecer hipertensión en el futuro (Maslow y otros, 2011). En cuanto a la actividad física regular, también es beneficiosa para prevenir la incidencia de HTA en personas normotensas (Chase y otros, 2009).

Según la evidencia científica, el entrenamiento de la capacidad cardiorrespiratoria en personas hipertensas produce una reducción significativa en las cifras de PA (Cardoso y otros, 2010 y Millar y otros, 2014). También hay evidencia científica de que el entrenamiento de fuerza en personas con HTA, disminuye el riesgo de mortalidad por todo tipo de causas (Kelley y Kelley, 2011).

Sin embargo hay cierta controversia o desconocimiento de los efectos del entrenamiento de fuerza isométrica (FI) sobre la PA, ya que tradicionalmente los ejercicios isométricos (EI) no se han recomendado en personas con HTA, debido a que elevan la resistencia vascular periférica y esto provoca que aumenten los valores de PA.

En las últimas décadas se han publicado algunas investigaciones en las que se han observado una reducción de las cifras de presión arterial, tras un programa de entrenamiento de FI (Kiveloff y Huber, 1971 y Wiley y otros, 1992). Así mismo se han publicado algunos ensayos clínicos en los que se apoya que la práctica regular de ejercicios isométricos, disminuyen las cifras de PA en las personas hipertensas (Owen y otros, 2010), por lo que estos estudios sugieren que el entrenamiento isométrico puede servir como una herramienta no farmacológica para prevenir y combatir la presión arterial. Mortimer y Mckune (2011), publicó un estudio en el que se realizó un pequeño programa de entrenamiento de ejercicio de FI, en los que no se observaron cambios significativos sobre la PA, en cambio destacó la necesidad

de una revisión bibliográfica, para analizar los cambios sobre la PA en diferentes investigaciones.

El propósito de esta revisión bibliográfica es analizar los efectos del entrenamiento de FI sobre la PA.

4. **OBJETIVOS**

Los objetivos de esta revisión bibliográfica son los siguientes: i) Analizar los efectos del entrenamiento de FI sobre la PA en personas normotensas; ii) Analizar los efectos del entrenamiento de FI sobre la PA en personas con HTA y iii) Estudiar si es seguro el entrenamiento de FI en personas con HTA.

5. **METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA**

La búsqueda de artículos se realizó en las bases de datos PubMed, SportDiscus y Medline.

Los términos que hemos empleado para la búsqueda han sido, "ejercicio isométrico", "ejercicio de resistencia", "presión arterial", "hipertensión", "programa de ejercicio" y "entrenamiento". Esta terminología la he utilizado con diferentes combinaciones en las bases de datos para localizar las investigaciones incluidas dentro del estudio. También se han incluido algunas publicaciones obtenidas de las referencias de otras investigaciones.

Los criterios de inclusión fueron: i) estudios que analizarán como variable independiente el entrenamiento de FI y como variable dependiente la PA; ii) Estudios publicados entre 2000 y 2015; iii) estudios cuya muestra está formada por personas adultas y/o mayores normotensas ó hipertensas. Se han excluido algunos estudios que incluían también entrenamiento aeróbico.

6. RESULTADOS

Teniendo en cuenta los criterios de inclusión, se han obtenido 16 investigaciones sobre los efectos del entrenamiento de FI en la PA.

De los 16 estudios 10 se han realizado con personas normotensas (Tabla 1), y 6 se han llevado a cabo con personas hipertensas (Tabla2).

Respecto a la duración de los programas de FI, en personas normotensas encontramos 1 estudio de 1 semana de intervención (Mortimer y Mckune, 2011), 1 de 4 semanas (Devereux y otros, 2010), 2 de 5 semanas (Howden y otros, 2002 y Ray y Carrasco, 2010), 4 de 8 semanas (Baross y otros, 2012; McGowan y otros, 2007; Millar y otros, 2008 y Wiles y otros, 2010) y 2 de 10 semanas (Garg y otros, 2014 y Millar y otros, 2008). El tipo de EI empleado en 7 de los estudios fue dinamometría manual con handgrip (HG), en 2 de ellos se realizó un protocolo unilateral (McGowan y otros, 2007 y Ray y Carrasco, 2010), en 3 de ellos bilateral (Garg y otros, 2014; Millar y otros, 2009 y Millar y otros, 2008) y en otro no se especificó si el ejercicio fue unilateral o bilateral (Mortimer y Mckune, 2011) y en 3 de los estudios se realizó extensión de rodillas (Ext. R) (Baross y otros, 2012; Devereux y otros, 2010 y Wiles y otros, 2010). En 1 de los estudios un grupo trabaja con HG y otro con Ext. R (Howden y otros, 2002).

La frecuencia de entrenamiento semanal es de 3 sesiones, excepto en el estudio de 1 semana, que realizan 5 sesiones (Mortimer y Mckune, 2011) y uno de los estudios de 5 semanas que realizan 4 sesiones de entrenamiento de FI (Ray y Carrasco, 2010). En 7 de los estudios, trabajan al 30% de 1 contracción máxima voluntaria (MVC), en 1 de ellos además de trabajar 1 grupo experimental al 30% MVC, el 2 grupo experimental trabaja al 20% MVC (Howden y otros, 2002), De los 3 estudios restantes, 1 trabaja al 24% MVC (Devereux, 2010), y los otros 2 estudios incluyen 2 grupos experimentales que trabajan al 21% y 10% MVC (Wiles y otros, 2010 y al 14% y 8% MVC (Baross y otros, 2012).

Con respecto a los cambios en las cifras de PA, en el estudio de 1 semana no hay reducciones en las cifras de PA (Mortimer y Mckune, 2011), en el estudio de 4 semanas se observa una reducción de 4.2% y 4% en la PAS y PAD respectivamente (Devereux y otros, 2010). En cuanto a los 2 estudios de 5 semanas, en 1 de ellos no hay cambios significativos en la PAS y en cuanto a las cifras de PAD disminuyen 7.5% (Ray y Carrasco, 2010), mientras que en el otro estudio, 1 grupo realiza Ext. R al 20% MVC y reduce la PAS un 8.3%, y el otro grupo, realiza HG a un 30% MVC y disminuye la PAS un 11.4%, ninguno de los 2 grupos muestra cambios significativos

en la PAD (Howden y otros, 2002). De los 4 estudios de 8 semanas, hay una reducción media de 6.2% de las cifras de PAS, además de una reducción media de la PAD de 4.1% en 2 de los estudios (Millar y otros, 2008 y Wiles y otros, 2010) y no hay cambios significativos en las cifras de PAD en los otros 2 estudios (McGowan y otros, 2007 y Baros y otros, 2008). Wiles y otros (2010) también trabaja durante 8 semanas 3 sesiones semanales al 10% MVC, y tras el periodo de entrenamiento hay una reducción en las cifras de PAS y PAD de 3.1% y 3.6% respectivamente. Por último en los 2 estudios de 10 semanas (Garg y otros, 2014 y Millar y otros, 2008), hay una reducción media en las cifras de la PAS de 5.3%, y en uno de ellos hay una reducción de 6.2% en la PAD (Garg y otros, 2014), mientras que no hay cambios significativos de la PAD en el otro estudio (Millar y otros, 2009).

Tabla 1. Efecto del entrenamiento de fuerza isométrica en personas normotensas sobre la presión arterial.

Autores (Año)	Población	Duración Frecuencia	Tiempo total semanal (min´) Descanso entre sesión	M Duración(min) N Descansos (min´- segundos´´)	Resultados
Garg, R y cols. (2014)	n=30(14 mujeres) 29.8±6.3años GE=30	10 semanas 3 días/ semana	105´	H 3´/5´ 5 3	↓PAS 8,2% (122.7±2.31 a 112.8±1.86mmHg). ↓PAD 6.2% (81.3±2.66 a 76.5±3mmHg).
Baross, AW Y cols. (2012)	n=30 hombres 55años sedentarios prehipertensos GE ₁ =10 GE ₂ =10 GC=10	8 semanas 3 días/ semana	42´ 24h descanso entre sesión	E 2´/2´ 4 G G	↓PASR 8% en GE ₁ (138.7±7 a 127.9±8mmHg). ↓MPAR 5.1% en GE ₁ (98.3±5.5 a 93.6±6.6mmHg). En GE ₂ y GC no se observó cambios significativos sobre la PA.
Mortimer, J y Mckune, AJ. (2011)	n=18 mujeres 47.9 años activas GC=9 GE=9	1 semana 5 días/ semana	30´	H 45´/1´ 4 3	No se observó cambios significativos en la PA.
Devereux, G y cols. (2010)	n=26 hombres 21±2,4 años GC=13 GE=13	4 semanas 3 días/ semana	51´ 24h entre de descanso sesión	E 2´/3´ 4 2	↓PAS 4.2% (119.9±11.6 a 115±11.5mmHg). ↓PAD 4% (69±4.4 a 66.2±5mmHg). ↓MPA 3% (89.1±4.7 a 86.5±5.2mmHg).

Ray, CA y Carrasco, DI (2010)	n=24 (11 mujeres) 27 años GC= 8 GE ₁ =9 Inactivos	5 semanas 4 días/semana	4 108'	H 3'/5' 4 3	PAS no sufre cambios significativos. ↓PAD 7.5% (67±1 a 62±1mmHg). ↓MPA 4.6%(86±1 a 82±1mmHg). En GC no se observó cambios significativos en la PA.
Wiles, JD y cols. (2010)	n=33 hombres 26±8años Físicamente activos GE ₁ =11 GE ₂ =11 GC= 11	8 semanas 3 días/semana	42' 24h de descanso entre sesión	E 2'/2' 4 G G	↓PAS 4.3% en GE ₁ (121.5±4,6 a 116,3±6.9mmHg) y 3.1% en GE ₂ (118±10.1 a 114.3±8.6mmHg). ↓PAD 4% en GE ₁ (68.5±4.6 a 65.8±3.2mmHg) y en GE ₂ 3.6% (69.6±9.7 a 67.1±8.3mmHg). En GC no se observó cambios significativos sobre la PA.
Millar, PJ y cols. (2009)	n=18 (9 mujeres) 70±5 años GC=9 GE=9	10 semanas 3 días/semana		H 2'/1' 4 3	↓PAS 2.4% en GE (125±2 a 122±1mmHg) y PAD en GE no se observó cambios significativos. En GC no se observó cambios significativos sobre la PA.

Millar, PJ y cols. (2008)	n=49(28 mujeres) 66.4años GC=24 GE=25	8 semanas 3 días/ semana	33' 24h de descanso entre sesión	H 2'/1' 4 3	↓PAS 8.2% (122±2.8 a 111.8±3mmHg). ↓PAD 4.2% (70±1.3 a 67±1mmHg). En GC no se observó cambios significativos sobre la PA.
McGowan, CL y cols. (2007)	n=13 (3 mujeres) 27.5±14.2 años Activos(≥2 sesiones por semana)	8 semanas 3 días/ semana	60' 24 h de descanso entre sesión	H 2'/4' 4 3	↓PAS 4.2% (118.1±2.4 a 113.2±1.3mmHg). PAD no se observaron cambios significativos.
Howden, JR y cols. (2002)	n=27 (9 mujeres) 22.2 años GC=8 GE ₁ =11 GE ₂ =8	5 semanas 3 días/ semana	51' 24 h de descanso entre sesión	E 2'/3' 4 2 3	↓PAS 8.3% en GE ₁ (120.7±9.6 a 110.7±8.4mmHg) y 11.4% en GE ₂ (114.3±11.3 a 101.9±7.7mmHg). En GE _{1y2} y GC no se observó cambios significativos en la PA.

Ext. R, extensión de rodillas; GC, Grupo Control; GE, Grupo Experimental; HG, Handgrip; HTA, Hipertensión Arterial; I, Intensidad; MPA, Media de la Presión Arterial; MPAR, Media de la Presión Arterial en Reposo; MVC, Máxima Contracción Voluntaria; PA, Presión arterial; PAD, Presión Arterial Diastólica; PAR, Presión Arterial en Reposo; PAS, Presión Arterial Sistólica y PASR, Presión Arterial Sistólica en Reposo.

En cuanto a la duración de los programas de FI, en personas hipertensas encontramos 1 estudio de 1 semana de intervención (Vieira y otros, 2013), 3 de 8 semanas (McGowan y otros, 2007; McGowan y otros, 2006 y Stiller-Moldovan y otros, 2012) y 2 de 10 semanas (Badrov y otros, 2013 y Taylor y otros, 2003). El tipo de EI empleado en los estudios fue HG, en 5 de ellos se realizó un protocolo unilateral (Badrov y otros, 2013; McGowan y otros, 2006; Stiller-Moldovan y otros, 2012; Taylor y otros, 2003 y Vieira y otros, 2013) mientras que en 1 de ellos, un grupo experimental siguió un protocolo unilateral, y el otro grupo un protocolo bilateral (McGowan y otros, 2007).

La frecuencia de entrenamiento semanal es de 3 sesiones, excepto en el estudio de 1 semana, que realizan 2 sesiones (Vieira y otros, 2013). En 6 de los estudios, trabajan al 30% MVC, y en 1 de ellos, trabajan entre el 30 y el 50% MVC (Vieira y otros, 2013).

Con respecto a los cambios en las cifras de PA en los programas de FI con personas hipertensas, en el estudio de 1 semana no hay cambios significativos en las cifras de PA (Vieira y otros, 2013). En los 3 estudios de 8 semanas, en 1 de ellos hay una reducción de la media de la PA de 4% (McGowan y otros, 2006), en el otro estudio no hay cambios significativos en las cifras de la PA (Stiller-Moldovan y otros, 2012) y por último en el estudio de McGowan y otros (2007), con un grupo experimental trabaja con HG realizando un protocolo bilateral y obtiene una reducción en la PAS y PAD de 11.3% y 8.2% respectivamente, con el otro grupo de trabajo realiza un protocolo unilateral y los resultados son, una disminución de las cifras de PAS y PAD de 6.4% y 4.5% respectivamente. En cuanto a los 2 estudios de 10 semanas, hay una reducción media en las cifras de PAS y PAD de 9.2% y 7.7% respectivamente (Badrov y otros, 2013 y Taylor y otros, 2003).

Tabla 2. Efecto del entrenamiento de fuerza isométrica en personas hipertensas sobre la presión arterial.

Autores (Año)	Población	Duración Frecuencia	Tiempo total semanal de actividad (min´)	Método Nº de ejercicios Intensidad (MCV)	Duración (min) Descansos (min´-segundos´´)	Resultados
Badrov, MB y cols. (2013)	n=24 (11 mujeres) 64 años GC=12 GE=12	10 semanas 3 días/ semana	33´	HG unilateral 4 30%	2´/1´	↓PAS en GE 6.2% (129 a 121mmHg). ↓PAD en GE 6.9% (72 a 67mmHg). En GC no se observó cambios significativos sobre la PA.
Vieira, RR y cols. (2013)	n=12 mujeres / 64 años GE=12 100% medicadas para la HTA Inactivas	1 semana 2 días/ semana	14´	HG unilateral 4 30-50%	1´/1´	No hay cambios significativos en la PA.
Stiller- Moldovan, C y cols. (2012)	n=20 (10 mujeres) 61.35 años GC=9 GE=11 95% medicadas para la HTA	8 semanas 3 días/ semana	33´	HG unilateral 4 30%	2´/1´	No hubo cambios significativos en la PA.

McGowan, CL y cols. (2007)	n=16 66.9±5.8 años GE ₁ =7 GE ₂ =9 100% medicadas para la HTA Activos(≥2 sesiones de ejercicios por semana)	8 semanas 3 días/ semana	GE ₁ =33' GE ₂ =60'	GE ₁ HG bilateral GE ₂ HG unilateral 4 30%	GE ₁ =2'/1' GE ₂ =2'/4'	↓PAS en GE ₁ 11.3% y en GE ₂ 6.4% (133.9±5 a 118.5±4 mmHg y 141.6±3.8 a 132.4±4.4mmHg respectivamente). ↓PAD en GE ₁ 8.2% y en GE ₂ 4.5% (73.2±3.2 a 67.2± 3.4mmHg y 79.6±3.8 a 76±3.1mmHg respectivamente).
McGowan, CL y cols. (2006)	n=20 66.9±5.8 años GE=20 100% medicadas para la HTA Activos(≥2 sesión/semana)	8 semanas 3 días/ semana	60'	HG Unilateral 4 30%	2'/4'	↓MPA en GE 4% (96.6±2.6 a 92.7±3.6mmHg).

Taylor,AC y cols. (2003)	n=17 (7 mujeres) 67.5 años GC=8 GE=9 75% medicadas para la HTA	10 semanas 3 días/ semana	33´	HG unilateral 4 30%	2´/1´	↓PAS en GE 12.17% (156±9.4 a 137±7.8mmHg). PAD en GE y PA en GC no se observó cambios significativos.
--------------------------	--	------------------------------------	-----	------------------------------	-------	---

Ext. R, extensión de rodillas; GC, Grupo Control; GE, Grupo Experimental; HG, Handgrip; HTA, Hipertensión Arterial; I, Intensidad; MPA, Media de la Presión Arterial; MPAR, Media de la Presión Arterial en Reposo; MVC, Máxima Contracción Voluntaria; PA, Presión arterial; PAD, Presión Arterial Diastólica; PAR, Presión Arterial en Reposo; PAS, Presión Arterial Sistólica y PASR, Presión Arterial Sistólica en Reposo

7. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE LA EVIDENCIA CIENTÍFICA

Los resultados de esta revisión, nos muestra que el entrenamiento de FI de baja-moderada intensidad puede provocar beneficios sobre la PA. Tras el análisis de los 16 estudios realizados tanto con personas normotensas, pre-hipertensas e hipertensas, se ha podido observar los cambios en la PAS y PAD. El rango de estos cambios puede estar determinado por la duración, frecuencia e intensidad de los EI realizados.

En cuanto a la duración del programa de entrenamiento de FI en personas normotensas, los mayores beneficios se han observado en un programa de entrenamiento de 10 semanas, con reducciones en la PAS y PAD de 8.2% y 6.2% respectivamente (Garg y otros, 2014) y en los programas de 8 (Baross y otros, 2012; McGowan y otros, 2007; Millar y otros, 2008 y Wiles y otros, 2010), 5 (Howden y otros, 2002 y Ray y Carrasco, 2010) y 4 semanas (Devereux y otros, 2010), también ha habido importantes reducciones de la PA, con un rango de reducción de PAS entre 2.4% y 11.4% y hasta una reducción de la PAD de 7.5%. En cambio el único estudio de una semana con personas normotensas, no se observan cambios en las cifras de PA (Mortimer y Mckune, 2011).

Se ha observado en algunos estudios la importancia de trabajar al menos 4 semanas para observar mejoras significativas en las cifras de PA. En los estudios de Millar y otros (2008) y Baross y otros (2012), se observa cómo a partir de la semana 4, comienza a reducir las cifras de PA, pero son mucho mayores al final de las 8 semanas, que es la duración total del programa de entrenamiento. Igualmente en el estudio de Wiles y otros (2010), que dura 8 semanas, a la semana 4 no hay cambios significativos en las cifras de PA, en cambio al final de las 8 semanas del periodo de entrenamiento sí muestran una reducción significativa de la PA. Esto muestra la necesidad de trabajar al menos 4 semanas, según los estudios analizados, para empezar a obtener beneficios sobre la PA.

Normalmente la frecuencia semanal de los programas de entrenamiento FI analizados en personas normotensas, suele ser 3 días a la semana. En 8 de los 10 estudios se trabajó 3 días a la semana y se obtuvieron las mejoras más significativas. 1 de los estudios ha trabajado 5 días a la semana, pero tan solo 1 semana, y como hemos visto anteriormente, 1 semana no es suficiente para mejorar las cifras de PA (Mortimer y Mckune, 2011), independientemente de la frecuencia utilizada. Ray y Carrasco (2010), trabajaron 4 días a la semana durante 5 semanas en su programa de entrenamiento, sus resultados no mostraron cambios en la PAS de los sujetos estudiados, pero en cambio si hubo una reducción significativa en la PAD y la MPA. Por lo que los resultados nos muestran la importancia de trabajar al menos 3 días a la semana durante 4 semanas para obtener mejoras en la PA.

Con respecto a la intensidad de los EI en personas normotensas, la mayoría de los estudios han trabajado al 30% MVC, y de los que han trabajado a esta intensidad, todos han mostrado una disminución significativa en las cifras de PAS y/o PAD. Wiles y otros (2010) realiza 1 programa de EI durante 8 semanas, 3 sesiones semanales con 2 grupos experimentales, el primero de ellos trabaja al 21% MVC y el segundo al 10% MVC, los resultados mostraron que en ambos grupos hubo una reducción significativa de la PAS y PAD, pero fue mayor en el primero de los grupos. Por otro lado, Baros (2012) realizó un entrenamiento de FI con personas normotensas, en el que trabajaba 8 semanas, 3 sesiones semanales con 2 grupos

experimentales, uno trabajaba al 14% MVC y el otro al 8% MVC, en el primero de los grupos hubo una reducción significativa de la PAS y PAD, en cambio el segundo grupo de trabajo no mostró cambios en las cifras de PA. Los resultados nos muestran que para obtener beneficios en las cifras de PA a través del entrenamiento de FI, es necesario trabajar por encima del 8% MVC, 3 días en semana, al menos 4 semanas.

La duración de los programas de entrenamiento de FI con personas hipertensas en los estudios analizados, normalmente es de 8 semanas, excepto en 2 de ellos que es de 10 semanas y en 1 de ellos que es de 1 semana. Los mayores beneficios en la PAS se han obtenido en 1 de los programas de 10 semanas de duración, ya que los resultados han mostrado una reducción de la PAS de 12.17% (Taylor y otros, 2003) y en cuanto a la PAD, los mejores beneficios se obtienen en 1 de los estudios de 8 semanas, con una disminución en la PAD de 8.2% (McGowan y otros, 2007). En los estudios de 8 semanas también se producen importantes mejoras en las cifras de PA, hasta una disminución de un 11.3% y 6.4% en las cifras de PAS y PAD (McGowan y otros, 2007). En cambio en el estudio de 1 semana de duración, no obtuvieron cambios significativos en las cifras de PA (Vieira y otros, 2013), por lo que para obtener beneficios o una disminución significativa en las cifras de PA, el programa de entrenamiento de FI debe de tener una duración mayor a 1 semana.

En los estudios incluidos en esta revisión con personas hipertensas, la frecuencia semanal de entrenamiento es de 3 días, excepto en el estudio de 1 semana, que la frecuencia semanal de entrenamiento es de 2 días (Vieira y otros, 2013). En todos los estudios con una frecuencia semanal de entrenamiento de 3 días, se han obtenido mejoras significativas en la PA, excepto en 1 de ellos, que los resultados no muestran cambios en las cifras de PA, esto se puede deber, como los propios autores describen, a la PA inicial de las personas hipertensas medicadas que realizaron el programa de entrenamiento, que tenían unos valores en la PAS y PAD de 113.9 ± 12.7 / 60.7 ± 11.6 respectivamente (Stiller-Moldovan y otros, 2012), un poco más bajo de los valores normales según la Sociedad Europea de Hipertensión y Cardiología (2013), por lo que a partir de estos resultados no se debe pretender bajar aún más los valores de la PA, ya que puede resultar contraproducente, el objetivo de estas personas hipertensas medicadas debe de ser mantenerse en esas cifras de PA. Por lo tanto, trabajar 3 días a la semana EI, durante más de 1 semana, es efectivo para reducir los valores de PA en personas hipertensas con cifras iniciales de PAS y PAD normal-alta.

En cuanto a la intensidad de los EI en personas hipertensas, todos los estudios analizados realizan los EI al 30% MVC, en todos ellos se producen disminuciones significativas de la PA, en un rango de un 6.2% a 12.17% sobre la PAS y de hasta un 6.9% sobre la PAD, excepto en el estudio de Stiller-Moldovan y otros (2012) mencionado anteriormente. Según los resultados de esta revisión, el entrenamiento de FI con HG al 30% de intensidad, 3 veces por semanas, al menos 8 semanas es efectivo para reducir la PA en personas hipertensas, tanto medicadas como no medicadas, con valores normales-altos de PA.

Otro aspecto importante que se ha estudiado durante esta revisión, es la necesidad de una fase de mantenimiento tras el programa de entrenamiento, ya que ningún estudio sigue registrando la PA tras el programa de entrenamiento. En el estudio de Howden y otros (2002), se registró la PA 1 semana más tarde tras la última sesión del programa, y la PA de los sujetos tendía a igualarse a los valores iniciales del

estudio, perdiendo los beneficios obtenidos durante el programa de entrenamiento. Por esta razón son necesarios más estudios que registren la PA tras finalizar el programa de entrenamiento, para ver si se consiguen mantener las cifras de PA obtenidas durante el estudio y en el caso de que no se mantenga, poder confirmar la necesidad del entrenamiento continuado para mantener las reducciones conseguidas en la PA.

Actualmente se desconocen los mecanismos que expliquen estas reducciones significativas de la PA en personas normotensas, prehipertensas e hipertensas (Millar y otros, 2014), se piensa que puede ser debido a algunas adaptaciones tales como una disminución de la resistencia total periférica, una mejora de la función vasodilatadora del endotelio, un aumento del diámetro de los vasos, una disminución de la actividad nerviosa simpática, un aumento de la actividad nerviosa parasimpática y reducción de la concentración de noradrenalina y adrenalina (Pescatello y otros, 2004). Algunos de los estudios incluidos en esta revisión, destacan la necesidad de realizar futuras investigaciones para detectar los mecanismos que reducen la PA (Millar y otros, 2014; Millar y otros, 2009; McGowan y otros, 2007; McGowan y otros, 2006 y Ray y Carrasco, 2000). Lo que si se ha demostrado son mejoras significativas en la vasodilatación dependiente del endotelio del miembro entrenado, tras un programa de entrenamiento de fuerza isométrica con personas hipertensas (McGowan y otros, 2007), pero los autores concluyen que esta mejora no explicaría las reducciones en la PA.

Esta revisión muestra que la evidencia científica del entrenamiento de FI sobre la PA, no es una línea que esté tan estudiada como la capacidad cardiorrespiratoria, siendo el número de publicaciones más reducido. Además la mayoría de los estudios realizados se realizan con muestras pequeñas, con un rango entre 12 a 49 personas y muchos de los estudios no incluyen grupo control.

Además destacar que el entrenamiento de FI es seguro tanto en personas normotensas, prehipertensas como, ya que no se registraron, ni se han descrito ninguna anomalía, ni ningún problema en los estudios analizados. Lo que juega un papel muy importante en la seguridad en el entrenamiento de FI con personas hipertensas para que no haya riesgo durante la práctica, es no realizar ejercicios a intensidad máxima, no llegar al agotamiento del músculo, evitar la maniobra Valsalva y planificar correctamente las sesiones de entrenamiento (Chobanian y otros, 2003).

8. CONCLUSIONES

En personas normotensas, para empezar a obtener beneficios en las cifras de PA a través del entrenamiento de FI, es necesario trabajar al menos 4 semanas, 3 días en semana por encima del 8% de la MVC.

El entrenamiento de FI con HG al 30% de intensidad, 3 veces por semanas, al menos 8 semanas es efectivo para reducir la PA en personas hipertensas, tanto medicadas como no medicadas, con valores normales-altos de PA.

El entrenamiento de FI es un medio sencillo, efectivo y seguro para disminuir las cifras de PA, aunque se desconocen los mecanismos responsables de la disminución en las cifras de PA.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Artero, E.G.; Lee, D.C.; Ruiz, J.R.; Xuemei, S.; Ortega, F.B.; Church, T.S.; Lavie, C.J.; Castillo, M.J. & Blair, S.N. (2011). A prospective study of muscular strength and all cause mortality in men with hypertension. *Journal American Collegue of Cardiology*. 1831-1837.
- Badrow, M.B.; Horton, S.; Millar, P.J. and McGowan, C.L. (2013). Cardiovascular stress activity tasks successfully predict the hipotensive response of isometric handgrip training in hipertensives. *Psychophysiology*. 407-414.
- Barlow, C. E., Lamonte, M. J., Fitzgerald, S. J., Kampert, J. B., Perrin, J. L., & Blair, S. N. (2006). Original Contribution Cardiorespiratory Fitness Is an Independent Predictor of Hypertension Incidence among Initially Normotensive Healthy Women, 163(2), 142–150.
- Baross, A. W., Wiles, J. D., & Swaine, I. L. (2012). Effects of the intensity of leg isometric training on the vasculature of trained and untrained limbs and resting blood pressure in middle-aged men. *International journal of vascular medicine*. 2012, 964697.
- Bocalini, D. S., Bacurau, R. F., Rodriguez, D., & Simões, H. G. (2013). Isometric handgrip does not elicit cardiovascular overload or post-exercise hypotension in hypertensive older women. 649–655.
- Boletín informativo del instituto nacional de estadística (2012). Gobierno de España.
- Cardoso, C. G., Gomides, R. S., Queiroz, A. C. C., Pinto, L. G., da Silveira Lobo, F., Tinucci, T., de Moraes Forjaz, C. L. (2010). Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. *Clinics (São Paulo, Brazil)*, 65(3), 317–25.
- Chase, N.L., Sui, X. & Blair, S.N. (2009). The association of cardiorespiratory fitness and physical activity with incidence of hypertension in men. *American journal hypertension*. 22(4): 417-24.
- Chobanian A.V., Bakris G.L., Negro H.R., Cushman W.C., Verde L.A., Izzo J.L.J. (2003). Séptimo Informe del Comité Nacional Conjunto sobre Prevención, Detección, Evaluación y Tratamiento de la Hipertensión Arterial.
- Cornelissen, A., Fagard, R. H., Coeckelberghs, E., & Vanhees, L. (2011). Impact of Resistance Training on Blood Pressure and Other Cardiovascular Risk Factors. doi:10.1161 /Hypertensionaha .111 .177071
- Devereux, G. R., Wiles, J. D., & Swaine, I. L. (2010). Reductions in resting blood pressure after 4 weeks of isometric exercise training. *European journal of applied physiology*. 601–6.
- Garg, R., Malhotra, V., Kumar, A., Dhar, U., & Tripathi, Y. (2014). Effect of Isometric Handgrip Exercise Training on Resting Blood Pressure in Normal Healthy Adults. 10–12.
- Gowan, C. L. M. C., Levy, A. S., Cartney, N. M. C., & Donald, M. J. M. A. C. (2007). Isometric handgrip training does not improve flow-mediated dilation in subjects with normal blood pressure. 409, 403–409.

- Howden, R., Lightfoot, J. T., Brown, S. J., & Swaine, I. L. (2002). The effects of isometric exercise training on resting blood pressure and orthostatic tolerance in humans. *The Physiological Society*.
- Kelley, G.A. & Kelley, K.S. (2000). Progressive resistance exercise and resting blood pressure: A meta analysis of randomized cotrolled trials. *Hypertension*. 838-881.
- Kiveloff, B. & Huber, O. (1971). Brief maximal isometric exercise in hypertension. *Journal of the American geriatrics Society*.
- Lawes, C.M., Vander Hoorn, S., Rodgers, A. (2008). Global burden of blood pressure related disease. *Lancet*. 371:1513-8.
- Lawrence, M. M., Cooley, I. D., Huet, Y. M., Arthur, S. T., & Howden, R. (2015). Factors influencing isometric exercise training-induced reductions in resting blood pressure. 131–142.
- Lee, D., Artero, E. G., Sui, X., & Blair, S. N. (2010). Mortality trends in the general population : the importance of cardiorespiratory fitness.
- Lopes, H. F., & Riccio, G. M. G. (2008). Increased sympathetic activity in normotensive offspring of malignant hypertensive parents compared to offspring of normotensive parents. 41(5).
- López Chicharro, J. & López Mojares, L.M. (2008). *Fisiología clínica del ejercicio*. Editorial médica panamericana.
- Maslow, A. L., Sui, X., Colabianchi, N., Ph, D., Hussey, J., Ph, D., & Blair, S. N. (2011). *NIH Public Access*. 42(2), 288–295.
- Mcgowan, C.L.; Levy, A.S.; McCartney, N. & McDonald, M.J. (2007). Isometric handgrip training does not improve flow mediated dilation in subjects with normal blood pressure. 403-409.
- Mcgowan, C. L., Visocchi, A., Faulkner, M., Verduyn, R., Rakobowchuk, M., Levy, A. S., Macdonald, M. J. (2007). Isometric handgrip training improves local X ow-mediated dilation in medicated hypertensives. *European Journal Applied Physiology*. 227–234.
- Mcgowan, C. L., Levy, A. S., Millar, P. J., Guzman, J. C., Morillo, C. A., Mccartney, N., Maureen, J. (2006). Acute vascular responses to isometric handgrip exercise and effects of training in persons medicated for hypertension. *American Journal Heart and Circulatory Physiology*. 1797–1802.
- Members, F., Mancia, G., Fagard, R., Germany, R. E. S., Anton, P., & Uk, P. S. (2013). 2013 ESH / ESC Guidelines for the management of arterial hypertension TheT ask Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). 1281–1357.
- Millar, P. J., Mcgowan, C. L., & Swaine, I. L. (2014). Evidence for the Role of Isometric Exercise Training in Reducing Blood Pressure : Potential Mechanisms and Future Directions, 345–356. doi:10.1007/s40279-013-0118-x
- Millar, P. J., Bray, S. R., Mcgowan, C. L., Macdonald, M. J., & Mccartney, N. (2009) Effects of isometric handgrip training among people medicated for hypertension : a multilevel analysis. *European Journal applied physiology*. 307–314.

- Millar, P. J., Macdonald, M. J., Bray, S. R., & McCartney, N. (2009). Isometric handgrip exercise improves acute neurocardiac regulation, 509–515.
- Millar, P. J., Bray, S. R., Macdonald, M. J., & McCartney, N. (2008). The Hypotensive Effects of Isometric Handgrip Training Using an Inexpensive Spring Handgrip Training Device. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* 203–207.
- Mortensen, S. P., Nyberg, M., Gliemann, L., Thaning, P., Saltin, B., & Hellsten, Y. (2014). Exercise training modulates functional sympatholysis and α -adrenergic vasoconstrictor responsiveness in hypertensive and normotensive individuals. *14*, 3063–3073.
- Mortimer, J. & Mckune, A. J. (2011). Effect of short-term isometric handgrip training on blood pressure in middle-aged females. *Cardiovascular Journal of Africa*. 257–260.
- Owen, A.; Wiles, J. & Swaine, I. (2010). Effects of isometric exercise on resting blood pressure: a meta analysis. *Journal of Human Hypertension*. 796-800.
- Pescatello, L.; Franklin, B.; Fagard, R.; Farquhar, W.; Kelley, G.A. & Ray, C.A. (2004). Exercise and Hypertension. *Medecin Science Sports exercise*. 533-553.
- Ray, C. A., Carrasco, D. I., Chester, A., & Isometric, D. I. C. (2000). Isometric handgrip training reduces arterial pressure at rest without changes in sympathetic nerve activity. 245–249.
- Stiller-moldovan, C., Kenno, K., & MCGOWAN, C. L. (2012). Effects of isometric handgrip training on blood pressure (resting and 24 h ambulatory) and heart rate variability in medicated hypertensive patients. *Lippincott William & Wilkins*. 55–61.
- Taylor, A. C., McCartney, N., Kamath, M. V, & Wiley, R. L. (2003). Isometric training lowers resting blood pressure and modulates autonomic control. *Medicine & science in sports & exercise*. 251–256.
- Tibana, R. A., Fontana, K. E., Neto, F. R., De, F. S., & Silva, A. O. (2014). Sustained effect of resistance training on blood pressure and hand grip strength following a detraining period in elderly hypertensive women : a pilot study. 219–225.
- Umeda, M., Williams, J. P., Marino, C. A., & Hilliard, S. C. (2015). Physiology & Behavior Muscle pain and blood pressure responses during isometric handgrip exercise in healthy African American and non-Hispanic White adults. *Physiology & Behavior*. 138, 242–246.
- Vieira, R.R.; Bocalini, D.S; Bacurau, R.F.; Rodriguez, D.; Figueira, A.; Pontes, F.L.; Navarro, F. Simoes, H.G.; Araujo, R.C. & Moraes, M.R. (2013). Isometric handgrip does not elicit cardiovascular overload or post-exercise hypotension in hipertensive older women.
- Wiles, J.D.; Coleman, D.A. & Swaine, I.L. (2010). The effects of performing isometric training at two exercise intensities in healthy Young males. *Eur J Appl Physiol*.
- Wiley, R.L., Dunn, C.L., Cix, R.H., Hueppchen, N.A. & Scott, M.S. (1992). Isometric exercise training lowers resting blood pressure. *Journal of the American College of Sports Medicine*.

