

AÑO 2016-2017



# ACTUALIZACIÓN DEL EFECTO DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA ISOMÉTRICA SOBRE LA PRESIÓN ARTERIAL: REVISIÓN SISTEMÁTICA Y METÁANÁLISIS

Grado de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Universidad Miguel Hernández

Autor: Manuel Cañadas Aranega  
Tutor Académico: Francisco Ayala Rodríguez

## ÍNDICE

<b>Resumen y palabras clave</b>	2
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	3
<b>2. MÉTODO</b>	4
2.1 Estrategia de búsqueda y criterios de inclusión	4
2.2 Extracción de datos	6
2.3 Evaluación de la calidad metodológica	6
<b>3. RESULTADOS</b>	7
3.1 Selección de estudios	7
3.2 Diseño de los estudios	8
3.3 Población	8
3.4 Parámetros de la carga	8
3.5 Análisis de la calidad metodológica	9
3.6 Pruebas de la evaluación	9
3.7 Resultados obtenidos	9
<b>4. DISCUSIÓN</b>	10
<b>5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN</b>	12
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	13
Anexo 1, tabla de lista de extracción	15
Anexo 2, tabla de escala de evaluación metodológica	16
Anexo 3, tabla de diseño de estudios	17
Anexo 4, tabla de características de la muestra	18
Anexo 5, tabla de análisis de la calidad metodológica	19
Anexo 6, forest plot	20

## **RESUMEN**

**Objetivo:** Realizar una revisión sistemática con metanálisis para cuantificar los efectos del entrenamiento en la presión arterial con el ejercicio isométrico.

**Participantes y métodos:** Se realizó una revisión sistemática con metanálisis en estudios de intervención aleatorizados de más de 4 semanas en adultos (mayores de 18 años). Se actualizó una anterior revisión (Carlson et al., 2014) con una búsqueda realizada en Pubmed y Sportdiscus desde 31 de Julio de 2013 hasta el 31 de Octubre de 2016. 3 nuevos artículos fueron sumados a los anteriores 9 artículos de la anterior revisión, obteniendo así un total de 12 artículos y 322 participantes.

**Resultados:** Se observaron las siguientes reducciones. La presión arterial sistólica se redujo mostrando un tamaño del efecto de 1,55 (95%CI de 0,85 a 2,26,  $P < 0,01$ ) y la presión arterial diastólica se redujo 0,86 (95%CI de 0,31 a 1,40,  $P < 0,01$ )

**Conclusión:** La presión arterial se redujo de forma significativa y sus resultados son similares a otras revisiones que utilizan otras modalidades de ejercicio diferentes. Se sugiere que puede ser una modalidad de ejercicio complementaria para el control de la presión arterial en personas con hipertensión.

### **Palabras clave:**

Presión Sanguínea, Presión Arterial, Enfermedad Cardiovascular, Entrenamiento.

## **ABSTRACT**

**Objective:** To perform a systematic review with meta-analysis to quantify the effects of training on blood pressure with isometric exercise.

**Participants and methods:** We performed a systematic review with meta-analysis in randomized intervention studies of more than 4 weeks in adults (over 18 years). We updated an earlier review (Carlson et al., 2014) with a search conducted in Pubmed and Sportdiscus from July 31, 2013 until October 31, 2016. 3 new articles were added to the previous 9 articles of the previous review, Obtaining a total of 12 articles and 322 participants.

**Results:** The following reductions were observed. Systolic blood pressure was reduced by 1.55 (95% CI from 0.85 to 2.26,  $P < 0.01$ ) and diastolic blood pressure was reduced by 0.86 mmHg (95% CI from 0.31 to 1.40,  $P < 0.01$ )

**Conclusion:** Blood pressure was significantly reduced and its results are similar to other reviews using other different exercise modalities. It is suggested that it may be a supplementary exercise modality for the control of blood pressure in people with hypertension.

### **Keywords:**

Blood Pressure, Cardiovascular Disease, Training.

## 1. INTRODUCCION

La última actualización llevada a cabo en el año 2013 de la prestigiosa guía clínica para el manejo de la hipertensión arterial (HTA) elaborada por la Sociedad Europea de Hipertensión en colaboración con la Sociedad Europea de Cardiología (ESH/ESC) indica que, aunque la prevalencia de HTA en los países europeos varía según sexos y etnia, ésta oscila entre el 30% y 45% de la población adulta, mostrando además una tendencia al alza si se compara con las últimas publicaciones de la citada guía en los años 2003 y 2007 (Maciá et al, 2013).

Si se acota al ámbito nacional, la última Encuesta Nacional de Salud (ENS, 2011) advierte que las tasas de prevalencia de HTA en la población española han ascendido de un 13% en el año 1993 a un 18% en el año 2011. Estas tasas de prevalencia son especialmente altas en la Comunidad Valenciana, donde estudios epidemiológicos recientes informan de una prevalencia de HTA del 38,2% de la población que reside en dicha comunidad (Zubeldia-Lauzurica, Quiles-Izquierdo, Mañes-Vinuesa & Redón-Más, 2016).

La HTA, definida como la elevación crónica de la presión arterial de reposo (PA) > 140 mmHg sistólica (PAS) y/o > 90 mmHg diastólica (PAD), continúa siendo uno de los principales factores de riesgo modificable de enfermedad cardiovascular (enfermedad arterial de las coronarias, infarto, fallo cardíaco) (López, Mathers, Ezzati, Jamison & Murray, 2006).

La prescripción de medicamentos hipertensivos ha demostrado ser una eficaz y segura terapia para el tratamiento de esta enfermedad. Sin embargo, su elevado coste económico ha hecho que en los últimos años se exploren nuevas alternativas de tratamiento para la HTA (Heidenreich et al., 2011). En este sentido, las actuales guías nacionales e internacionales sobre la HTA recomiendan como tratamiento no farmacológico para la prevención y tratamiento de la misma la modificación del estilo de vida, dando un rol prioritario al incremento del nivel de actividad física (Sociedad Española de Hipertensión y Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial [SEH-LELHA] 2014; American College of Sports Medicine, 2004).

Tanto el ejercicio físico cardiovascular de leve y moderada intensidad, como el ejercicio físico de resistencia muscular dinámica con cargas moderadas, parecen ser terapias complementarias efectivas para el control de la HTA, pues inducen un efecto hipotensor crónico post ejercicio. (Subirats, Subirats & Soteras, 2012).

Sin embargo, y hasta la fecha, parece no existir un consenso internacional en lo referente a qué parámetros de la carga o dosis de ejercicio físico (intensidad, volumen, duración, frecuencia semanal, etc.) son los más eficaces para el tratamiento de la HTA. Aunque aún débil, cierta evidencia científica sugiere que la intensidad moderada es tan o más efectiva que la alta intensidad, siendo las recomendaciones de intensidad para el ejercicio aeróbico entre el 60% y el 75% del consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max) y para el ejercicio de resistencia muscular dinámica entre el 40% y el 50% de la repetición máxima (1RM). (Pérez, 2008).

Los últimos estudios y revisiones indican que la modalidad o tipo de ejercicio físico realizado puede ser un parámetro de la carga de entrenamiento que podría afectar a la eficacia del ejercicio físico regular como terapia para el tratamiento de la HTA. Estas recomendaciones colectivas demuestran reducciones medias pequeñas, pero significativas en la PA. Concretamente, con el entrenamiento aeróbico disminuye la PAS en 2-4 mmHg y la PAD en / 1-3 mmHg (clase I, nivel de evidencia A). Por su parte, el ejercicio de fuerza y resistencia muscular dinámica produce disminuciones de 3-5 mmHg en la PAS y 3-4 mmHg en la PAD (clase IIA, nivel de evidencia B).

En los últimos años, una serie de estudios científicos aleatorizados y controlados han empezado a defender el rol del ejercicio de resistencia isométrica de manos y piernas como la

modalidad de ejercicio físico más apropiada para reducir la HTA. Estos estudios basan sus alegatos en que, en comparación con las modalidades de ejercicio aeróbico y de fuerza y resistencia dinámica, el ejercicio de fuerza y resistencia muscular isométrica controlado puede producir reducciones medias mayores de la PA en reposo. En particular, el ejercicio de fuerza isométrica ha demostrado producir descensos de 10-14 mmHg en la PAS y 6-8 mmHg para la PAD. Las principales adaptaciones por las que se produce este descenso podrían atribuirse a la mejora de la función endotelial, el aumento de la producción de óxido nítrico y la optimización de la función vagal. (Ghadieh et al., 2015).

Además, esta modalidad de ejercicio físico presenta otras ventajas, como son el que requiere de poco material, se puede hacer sin salir de casa, precisa menos habilidad técnica que otras modalidades y la duración de las sesiones de entrenamiento es considerablemente menor. (Millar et al., 2014) (Ghadieh et al., 2015).

El número de estudios controlados aleatorizados publicados y el tamaño muestral de los mismos es aún limitado como para poder establecer posicionamientos sólidos con respecto al rol del ejercicio de fuerza isométrica (Carlson et al, 2014). Sin embargo, debe de ser resaltado que en la actualidad el número de estudios científicos que están abordando esta cuestión está creciendo rápidamente, por lo que se antoja necesaria una actualización del estado actual de esta temática.

Por lo tanto, el objetivo principal del presente Trabajo Final de Grado fue realizar una actualización de la revisión sistemática (años 2014-2016) sobre el efecto del ejercicio físico de fuerza isométrica sobre la presión arterial de reposo (sistólica y diastólica) en personas adultas hipertensas.



## 2. METODO

### 2.1 Estrategia de búsqueda y criterios de inclusión

La localización de artículos se realizó en las dos bases de datos informatizadas on-line más importantes en el ámbito de las Ciencias del Deporte:

- PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>): es la base de datos de la Librería Nacional de Medicina de los Estados Unidos de América y de los Institutos Nacionales de Salud.
- SportsDiscus (<http://www.sirc.ca/products/sportsdiscus.cfm>): es la base de datos del Sport Information Resource Centre (SIRC) realizada por la Coaching Association de Canadá

La palabra “hypertension” fue siempre utilizada como criterio de búsqueda, de tal forma que, en las diversas exploraciones bibliográficas efectuadas, el término hypertension siempre estuvo presente en uno de los campos de búsqueda, quedando el resto de campos subordinados con la preposición “and” y completos por una de las siguientes palabras clave: “blood pressure”, “isometric exercise”, “isometric training”, “physical activity”.

Además, se incluyeron los 9 artículos seleccionados en la anterior revisión llevada a cabo por Carlson et al. (2014) (desde 1 de enero del 1966 hasta el 31 de julio de 2013) y los nuevos artículos encontrados desde el 31 de julio de 2013 hasta el 01 de enero de 2017.

La selección de estudios científicos estuvo basada en los siguientes criterios de inclusión: (Carlson, 2014):

- Ensayos controlados aleatorios o cruzados.
- Estudios de ejercicio isométrico en adultos mayores de 18 normotensos, pre-hipertensos o hipertensos.
- No son estudios con animales.
- No son estudios de corta duración (menos de 4 semanas)
- Los estudios que no tiene ninguna de las medidas de resultados deseados o un grupo control son excluidos.
- Estudios con datos incompletos o estudios ya incluidos fueron excluidos.
- Los estudios que utilizan otras intervenciones que no fuera el ejercicio isométrico fueron excluidos.

Los títulos y resúmenes de los artículos encontrados a través del empleo de la estrategia de búsqueda anteriormente expuesta fueron inicialmente analizados por un único investigador (alumno de último curso del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte) para determinar si a priori cumplían los criterios de inclusión y exclusión establecidos. En este sentido, los títulos y resúmenes de los artículos encontrados fueron categorizados como: (a) aptos; (b) dudosos; y (c) no aptos. En los casos de aquellos artículos cuyo título y resumen no proporcionaban información explícita suficiente sobre el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión, se procedió a la total lectura y análisis del mismo para su posterior categorización como “apto” o “no apto”. La opinión de un experto independiente fue solicitada para los casos en los cuales tras el análisis del artículo completo no se llegó a un juicio claro de “apto” o “no apto”.

Una vez seleccionados todos los artículos cuyos títulos y resúmenes potencialmente cumplían los criterios de inclusión y exclusión se procedió a su obtención en versión electrónica como artículos completos.

## 2.2 Extracción de datos

Una lista con variables metodológicas de interés fue desarrollada a priori (Anexo 1, Tabla 1). Todas las variables metodológicas fueron extraídas, registradas y analizadas en todos los artículos por el mismo investigador. Aquellos artículos que no especificaron explícitamente alguna de las variables anteriores recibieron la categorización en dicha sección de “no informa”, no siendo eliminados de proceso de análisis por este hecho. Este método de extracción de datos ha sido recomendado por “Cochrane Collaboration Back Review Group” para la realización de revisiones sistemáticas (Van Tulder, Furland, Bombardier y Bouter, 2003) y utilizado previamente por numerosos autores (Decoster, Cleland, Altieriy Russell, 2005; Herbert y Gabriel, 2002; Simons, Wollersheim y Thien, 2009).

## 2.3 Evaluación de la calidad metodológica

La escala “Physiotherapy Evidence Database (PEDro)” fue empleada para analizar la calidad metodológica de todos los artículos seleccionados (Verhagen et al, 1998; Maher, Sherrington, Herbert, Moseley y Elkins, 2003). La escala PEDro es una herramienta diseñada para evaluar la calidad metodológica de los diseños clínicos (Anexo 2, tabla 2) y empleada en numerosas revisiones bibliográficas (Decoster et al., 2005; Herbert y Gabriel, 2002; Maher et al., 2003). Esta escala está basada en la lista desarrollada por Verhagen et al. (1998) utilizando la técnica de consenso Delphi.

La escala PEDro presenta un total de 11 ítems. El ítem 1 hace referencia a la validez externa del estudio, mientras que los ítems 2-9 hacen referencia a la validez interna, indicando los ítems 10 y 11 si la información estadística aportada por los autores permite interpretar los resultados de forma adecuada. Todos los ítems de esta lista están dicotomizados como “sí”, “no” o “no informa”. Cada ítem contestado como “sí” suma un punto, mientras que los ítems contestados como “no” o “no informa”, no recibe puntuación alguna.

El primer ítem de la escala PEDro no fue tenido en cuenta en esta revisión, ya que estaba relacionado con la evaluación de la validez externa de los estudios. Por lo tanto, solo los ítems del 2 al 11 fueron seleccionados para el análisis de la calidad metodológica. Por ello, la máxima puntuación de un artículo no será superior a los 10 puntos, pudiendo ser la mínima de 0 puntos.

Aunque la escala PEDro es comúnmente utilizada para evaluar la calidad metodológica de los diseños controlados aleatorizados, en esta revisión sistemática también fue utilizada para puntuar la calidad de los estudios con diseño de grupo único pre-test/post-test y permitir con ello, la comparación metodológica entre ambos diseños.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Selección de estudios

La estrategia de búsqueda y selección de artículos empleada en esta revisión obtuvo un total de 34 artículos cuyos títulos y resúmenes presumían de cumplir los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos por los autores (figura 1). De todos los títulos y resúmenes seleccionados como aptos (n = 11), 2 de ellos tuvieron un acceso restringido y/o fue imposible su obtención en formato electrónico. Así, un total de 9 artículos fueron conseguidos como artículos completos en versión electrónica. Sin embargo, 6 artículos fueron desechados por no cumplir los criterios de inclusión. Por lo tanto, un total de 3 artículos fueron examinados e incluidos en esta revisión. Todos los estudios analizaron el efecto crónico de diferentes rutinas de ejercicios isométricos para la mejora de la HTA.

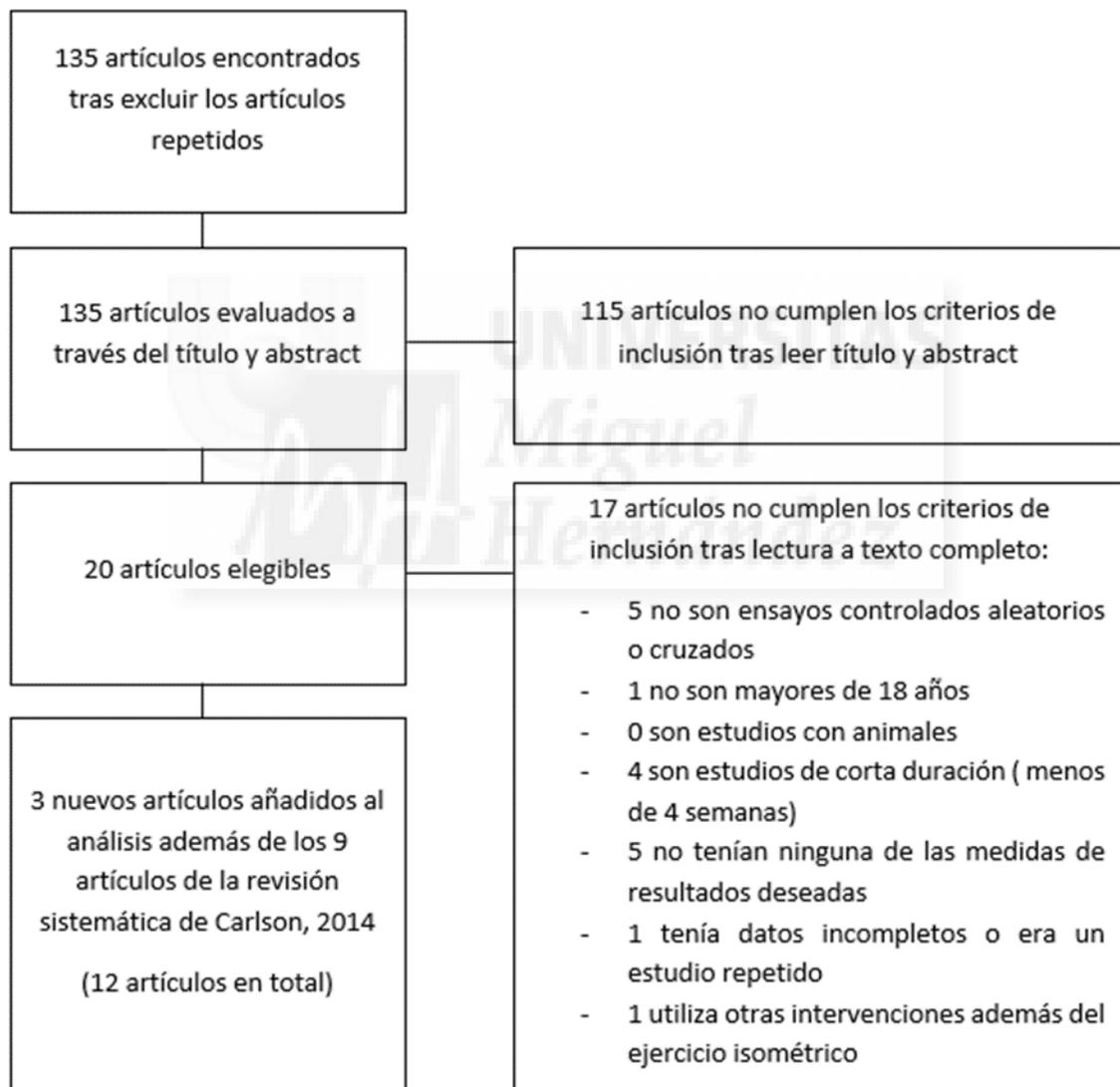


Figura 1: Diagrama de flujo

### **3.2 Diseño de los estudios**

La tabla 3 (Anexo 3) muestra el número y porcentaje de estudios que utilizan cada uno de los diseños experimentales o cuasi-experimentales más habituales para evaluar la eficacia de un programa de intervención. Cabe destacar el diseño Pre-Test y Post-Test con grupo control como el más empleado por los diversos autores con un 67%, seguido por el diseño de medidas repetidas con un 33% de los casos.

### **3.3 Población**

Un total de 322 personas fueron incluidas en los diversos estudios analizados (Anexo 4, Tabla 4). Así, 5 de los estudios utilizaron como muestras objeto de estudio a hombres y mujeres (Badrov, 2013) (Taylor et al, 2003) (Miller et al, 2008) (Hess et al, 2016) (Garg et al, 2014). 5 estudios incluían solo hombres (Baross, Wiles y Swaine, 2010) (Badrov et al, 2013) (Wiles, Coleman y Swaine, 2009) (Devereux, Wiles y Swaine, 2011) (Wiles, Goldring y Coleman, 2016), 1 solo mujeres (Stiller-Moldovan, 2010) y 1 estudios no especificaban el sexo de sus participantes (Wiley et al, 1992).

La media de edad de los participantes en los estudios seleccionados fue de 42,7 años.

Por otro lado, de todos los artículos finalmente seleccionados, 3 empleaban participantes con niveles de PA altos y por tanto categorizados como hipertensos (en función de los diversos valores de normalidad establecidos para cada uno de las pruebas de valoración utilizadas (Stiller-Moldovan, 2010; Taylor et al., 2003; Badrov et al., 2013), 9 empleaban participantes con valores normales de PA (Baross, Wiles y Swaine, 2010; Badrov et al., 2013; Wiles, Coleman y Swaine, 2009; Millar et al., 2008; Devereux, Wiles y Swaine, 2011; Wiley et al., 1992; Hess et al., 2016; Garg et al., 2014; Wiles, Goldring y Coleman, 2016). Todos los artículos indicaron el estado inicial de salud de los participantes.

En relación al nivel de condición física de los participantes de los artículos analizados, 2 de ellos empleaban personas sedentarias (Wiley et al., 1992) (Baross, Wiles y Swaine, 2010) o no informaban específicamente de la realización a nivel cuantitativo de práctica regular de actividad física (Garg et al., 2014) (Hess et al., 2016) (Devereux, Wiles y Swaine, 2011) (Taylor et al., 2003) (Badrov et al., 2013) (Badrov et al., 2013, mientras que 4 de ellos utilizaban como muestra objeto de estudio a personas físicamente activas (practica regular de actividad física de 2-4 días a la semana, un mínimo de 45 minutos cada día durante al menos 3 meses) (Wiles, Goldring y Coleman, 2016) (Stiller-Moldovan, 2010) (Millar et al., 2008) (Wiles, Coleman y Swaine, 2009).

### **3.4 Parámetros de la carga de entrenamiento**

La intensidad que más coincide en la mayoría de los estudios es la que corresponde al 30%MVC. La intensidad mínima que se utilizó en los estudios fue de un 5%MVC.

La mayoría de los estudios analizados en esta revisión utilizan periodos de descansos cortos entre series (2 minutos o menos).

Todos los estudios utilizan 4 series de trabajo en cada sesión de entrenamiento.

Todos los estudios, excepto 1 (Garg et al., 2014), utilizan 2 minutos de contracción en cada ejecución del ejercicio.

Las semanas de entrenamiento de los estudios oscilan entre 4 y 8 semanas, exceptuando 2 que utilizaron 10 semanas (Bradov et al., 2013) (Taylor et al., 2003).

La frecuencia de entrenamiento que se utilizó mayoritariamente fue la de 3 días por semana, exceptuando un estudio que utilizó 5 días por semana (Bradov et al 2013).

El entrenamiento de la extremidad superior fue elegido en 8 de los estudios de esta revisión (Badrov et al., 2013) (Badrov et al., 2013) (Taylor et al., 2003) (Millar et al., 2008) (Stiller-Moldovan, 2010) (Wiley et al., 1992) (Hess et al., 2016) (Garg et al., 2014), mientras que el resto (4 estudios) utilizó el entrenamiento de la extremidad inferior (Baross, Wiles y Swaine, 2010) (Wiles, Coleman y Swaine, 2009) (Devereux, Wiles y Swaine, 2011) (Wiles, Goldring y Coleman, 2016).

Todos los estudios utilizan la sedestación como posición para la ejecución de los ejercicios, exceptuando un estudio que no especifica la posición de ejecución (Bradov et al., 2013) y 2 que especifican que lo hacen de pie (Stiller-Moldovan, 2010) (Wiles, Goldring y Coleman, 2016).

### **3.5 Evaluación de la calidad metodológica**

La escala PEDro determinó que de los 13 artículos evaluados, 7 obtuvieron una puntuación de 8, 2 obtuvieron una puntuación de 7, 3 obtuvieron una puntuación de 6 y 1 una puntuación de 5 puntos. Por tanto la media fue de 7,1 puntos con 1,1 puntos de desviación estándar (Anexo 5, tabla 5).

### **3.6 Pruebas de valoración**

Las pruebas de valoración para la medición de la PA que se usaron en los estudios fueron técnicas no invasivas. En 2 de los estudios se utilizó un oscilómetro braquial (Bradov et al., 2013) (Bradov et al., 2013), en 4 de los estudios se utilizó un monitor de presión arterial automático (Baross, Wiles y Swaine, 2010) (Wiles, Coleman y Swaine, 2009) (Millar et al., 2008) (Devereux, Wiles y Swaine, 2011), en 3 de los estudios se utilizó un finómetro (Stiller-Moldovan, 2010) (Hess et al., 2016) (Wiles, Goldring y Coleman, 2016) y en 3 de los estudios se utilizó un esfigmomanómetro de mercurio (Taylor et al., 2003) (Wiley et al., 1992) (Garg et al., 2014).

### **3.7 Efecto del entrenamiento isométrico**

Ninguno de los estudios presentó efectos adversos con el ejercicio isométrico. La PAS se redujo significativamente, con un tamaño del efecto de 1,55 mmHg (95%CI de 0,85 a 2,26,  $P<0,01$ ) y la PAD se redujo con un tamaño del efecto de 0,86 (95%CI de 0,31 a 1,40,  $P<0,01$ ). (Anexo X)

Todos los estudios tuvieron reducciones significativas de las PAS excepto en 2 (Stiller-Moldovan, 2010) (Hess et al., 2014). La PAD se redujo de forma significativa solamente en 6 de los 12 estudios (Millar et al., 2008) (Wiles, Coleman y Swaine., 2009) (Bradov et al., 2013) (Devereux, Wiles y Swaine, 2011) (Wiles, Goldring y Coleman, 2016) (Garg et al., 2014).

La reducción de la PAS y la PAD en los estudios que utilizan el tren superior fue mayor que la de estudios que utilizan el tren inferior.

La reducción media de la PA en los participantes que pertenecían a la tercera edad (>60años) tuvo una reducción mayor que la de los participantes adultos (<60años).

## 4 DISCUSIÓN

Esta nueva revisión sistemática y metanálisis se realizó con el propósito de analizar los efectos crónicos del ejercicio isométrico sobre la presión sanguínea. Los principales hallazgos del presente estudio muestran que el ejercicio isométrico produce una reducción significativa en los valores de la PAS de 1,55 (95%CI de 0,85 a 2,26,  $P<0,01$ ) y de la PAD en 0,86 (95%CI de 0,31 a 1,40,  $P<0,01$ ).

Estos resultados son similares a los obtenidos en el metanálisis sobre el mismo contenido llevado a cabo por Carlson et al. (2014) para ambos parámetros de la presión sanguínea

Determinados estudios sugieren que el mecanismo responsable de esta reducción crónica en los niveles de PAS y PAD podría estar relacionado con una mayor activación parasimpática y con la mejora de la función endotelial. Del total de los estudios, en dos de ellos se observaron descensos en la modulación de la actividad simpática del miocardio, los cuales se relacionan con el descenso de la PA (Taylor et al., 2003) (Bradov et al., 2013). Esto podría deberse a que el ejercicio isométrico es capaz de incrementar el tono parasimpático y ofrecer adaptaciones como el descenso de la variabilidad cardiaca y la dilatación arterial. Otro de los estudios analizados encontró relación en el descenso de la PA con la mejora de la función endotelial (Bradov et al., 2013). En dicho estudio no se exponen las posibles adaptaciones pero podría deberse a que el ejercicio isométrico podría dar lugar a un aumento de la función vagal, al aumento de la producción de óxido nítrico o al aumento de ambas. Hasta el momento la producción de óxido nítrico no fue evaluada en ningún estudio por lo que no podemos sacar resultados concluyentes sobre las adaptaciones que hace que el ejercicio isométrico disminuya la PA.

Aunque aún en fase inicial, del análisis de los datos obtenidos en el presente estudio se pueden extraer las siguientes apreciaciones

- Con respecto a los tiempos de descanso entre series, parecen ser más efectivos los tiempos de recuperación cortos (<2 minutos) que los largos (>2 minutos).
- El ejercicio isométrico en la extremidad superior parece obtener reducciones mayores que el ejercicio isométrico en la extremidad inferior.
- Personas de la tercera edad parecen obtener reducciones más importantes que los adultos con el ejercicio isométrico.
- La relación volumen intensidad es inversa, es decir, a menor volumen de trabajo (menos semanas de entrenamiento) mayores intensidades se deben utilizar y cuando el volumen de trabajo es mayor (más semanas) la intensidad de entrenamiento puede reducirse para obtener reducciones similares, aunque esto se debe de estudiar con más profundidad.
- Las intensidades de 5%MVC y 10%MVC no parecen ser suficientes para provocar mejoras en el descenso de la PA (Hess et al., 2014).
- El ejercicio isométrico no ejerce efecto hipotensor con sujetos hipertensos que tengan ya controlada su PA con medidas farmacológicas (Stiller-Moldovan, 2010).

Reducciones similares se han visto también en otras revisiones actuales, donde han comprobado que con el ejercicio aeróbico las reducciones medias de PAS/PAD han sido de 1,7/2,3 mmHg respectivamente (Pascatello et al., 2015). Pero podemos observar algunas diferencias respecto al ejercicio isométrico. La frecuencia que se recomendada con el ejercicio aeróbico es de todos los días (Pascatello et al., 2015) mientras que en nuestra revisión las reducciones similares aparecen con una frecuencia de 3 días a la semana. El tiempo por sesión en ejercicio aeróbico debe de ser entre 30-60 minutos al día (Pascatello et al., 2015) mientras

que en nuestra revisión el tiempo medio de trabajo por sesión es de 20 minutos. Pensamos que estas reducciones de tiempo pueden representar una ventaja para mejorar la adherencia al programa de ejercicios para personas con hipertensión. Además, en nuestra revisión se muestra que los participantes que pertenecían a la tercera edad obtuvieron mayores reducciones de la PA que los adultos. Puede ser interesante, que si las reducciones son similares, este tipo de entrenamiento en individuos de edad avanzada pueda ser de mayor ayuda para combatir la hipertensión reduciendo los riesgos, pues este tipo de ejercicio no tiene impacto y su técnica de ejecución requiere de menos habilidad.

Varias limitaciones surgieron en nuestra revisión. Las reducidas muestras que presentan los estudios hacen que las intervenciones pierdan consistencia. En futuras intervenciones convendría que las muestras fueran de mayor tamaño. Otra limitación fue que muy pocas muestras contenían pacientes en estado de hipertensión arterial, por lo que aunque se demuestra el descenso de la PA, no sabemos con claridad si personas en estado de hipertensión medicada se beneficiarían de igual manera de las reducciones de PA del ejercicio isométrico. Futuros estudios deberían escoger a personas en estado de hipertensión medicada para obtener esta información. También fue una limitación que todas las intervenciones se realizasen con un único ejercicio. Futuras intervenciones y revisiones deberían enfocarse en ese punto y concretar si es mejor trabajar hemisferio superior, hemisferio inferior o ambos hemisferios en nuestras sesiones de entrenamiento para la reducción de la PA con el ejercicio isométrico. Además, aunque el número de estudios que aborda el tema está en constante crecimiento, la fuerza de evidencia del ejercicio isométrico para la reducción de la PA aun es débil y más estudios y revisiones deben de realizarse para evidenciar en mayor medida que el ejercicio isométrico reduce la PA.

En conclusión, nuestra revisión demuestra que el ejercicio isométrico produce reducciones significativas de la PA y puede ser una medida no farmacológica eficaz, fácil y barata para controlar la presión arterial.

## 5 PROPUESTA METODOLOGICA

El entrenamiento para el control de la hipertensión debería tener las siguientes variables.

1- Recogida de datos y caracterización del sujeto

2- Evaluación

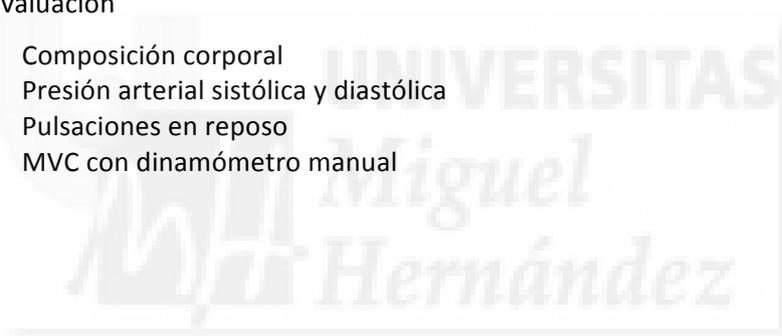
- a) Composición corporal
- b) Presión arterial sistólica y diastólica
- c) Pulsaciones en reposo
- d) MVC con dinamómetro manual

3- Entrenamiento

- a) Ejercicio: Dinamómetro manual unilateral en ambas manos
- b) 8 semanas
- c) 3 días por semana
- d) 4 series cada sesión
- e) 2 minutos de contracción al 30%MVC
- f) 2 minutos de descanso entre series

4- Reevaluación

- a) Composición corporal
- b) Presión arterial sistólica y diastólica
- c) Pulsaciones en reposo
- d) MVC con dinamómetro manual



## 6. REFERENCIAS

- Badrov, M. B., Bartol, C. L., DiBartolomeo, M. A., Millar, P. J., McNevin, N. H., & McGowan, C. L. (2013). Effects of isometric handgrip training dose on resting blood pressure and resistance vessel endothelial function in normotensive women. *European Journal of Applied Physiology*, *113*(8), 2091-2100.
- Badrov, M. B., Horton, S., Millar, P. J., & McGowan, C. L. (2013). Cardiovascular stress reactivity tasks successfully predict the hypotensive response of isometric handgrip training in hypertensives. *Psychophysiology*, *50*(4), 407-414.
- Baross, A. W., Wiles, J. D., & Swaine, I. L. (2013). Double-leg isometric exercise training in older men. *Open Access Journal of Sports Medicine*, *4*, 33.
- Börjesson, M., Onerup, A., Lundqvist, S., & Dahlöf, B. (2016). Physical activity and exercise lower blood pressure in individuals with hypertension: narrative review of 27 RCTs. *British Journal of Sports Medicine*, bjsports-2015.
- Carlson, D. J., Dieberg, G., Hess, N. C., Millar, P. J., & Smart, N. A. (2014, March). Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis. In *Mayo Clinic Proceedings* *89*, 27-334.
- Cornelissen, V.A., Buys, R., & Smart, N.A. (2013). Endurance exercise beneficially affects ambulatory blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Hypertension*, *31*(4), 639-648.
- Devereux, G. R., Wiles, J. D., & Swaine, I. (2011). Markers of isometric training intensity and reductions in resting blood pressure. *Journal of Sports Sciences*, *29*(7), 715-724.
- 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), 0-0.
- 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. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, *8*(9), BC08.
- Ghadieh, A.S., & Saab, B. (2015). Evidence for exercise training in the management of hypertension in adults. *Canadian Family Physician*, *61*(3), 233-239.
- Heidenreich, P.A., Trogdon, J.G., Khavjou, O.A., Butler, J., Dracup, K., Ezekowitz, M.D., ... & Lloyd-Jones, D.M. (2011). Forecasting the future of cardiovascular disease in the United States a policy statement from the American Heart Association. *Circulation*, *123*(8), 933-944.
- Hess, N. C. L., Carlson, D. J., Inder, J. D., Jesulola, E., McFarlane, J. R., & Smart, N. A. (2016). Clinically meaningful blood pressure reductions with low intensity isometric handgrip exercise. A randomized trial. *Physiological Research*, *65*(3), 461.
- Lopez, A.D., Mathers, C.D., Ezzati, M., Jamison, D.T., & Murray, C.J. (2006). Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. *Lancet*, *367*, 1747-1757.

- Mancia, G., Fagard, R., Narkiewicz, K., Redon, J., Zanchetti, A., Böhm, M., ... & Galderisi, M. (2013). Guía de práctica clínica de la ESH/ESC para el manejo de la hipertensión arterial (2013). *Revista Española de Cardiología*, 66(11), 880-e1.
- 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*, 28(3), 203-207.
- Millar, P.J., McGowan, C.L., Cornelissen, V.A., Araujo, C.G., & Swaine, I.L. (2014). Evidence for the role of isometric exercise training in reducing blood pressure: potential mechanisms and future directions. *Sports Medicine*, 44(3), 345-356.
- Pérez, A.B. (2008). Ejercicio, piedra angular de la prevención cardiovascular. *Revista Española de Cardiología*, 61(5), 514-528.
- Pescatello, L. S., MacDonald, H. V., Lamberti, L., & Johnson, B. T. (2015). Exercise for hypertension: a prescription update integrating existing recommendations with emerging research. *Current Hypertension Reports*, 17(11), 87.
- Stillier-Moldovan, C., Kenno, K., & McGowan, C. L. (2010). Effects Of Isometric Handgrip Exercise On Post-exercise Hypotension In Medicated Hypertensives.: 684: June 2 5: 00 PM-5: 15 PM. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(5), 31.
- Subirats, B.E., Subirats, V.G., & Soteras, M.I. (2012). Exercise prescription: indications, dosage and side effects. *Medicina Clínica*, 138(1), 18-24.
- Taylor, A. C., McCartney, N. E. I. L., Kamath, M. V., & Wiley, R. L. (2003). Isometric training lowers resting blood pressure and modulates autonomic control. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(2), 251-256.
- Van Tulder, M., Furlan, A., Bombardier, C., Bouter, L., & Editorial Board of the Cochrane Collaboration Back Review Group. (2003). Updated method guidelines for systematic reviews in the Cochrane Collaboration Back Review Group. *Spine*, 28(12), 1290-1299.
- Verhagen, A. P., de Vet, H. C., de Bie, R. A., Kessels, A. G., Boers, M., Bouter, L. M., & Knipschild, P. G. (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12), 1235-1241.
- Wiles, J. D., Coleman, D. A., & Swaine, I. L. (2010). The effects of performing isometric training at two exercise intensities in healthy young males. *European Journal of Applied Physiology*, 108(3), 419-428.
- Wiles, J. D., Goldring, N., & Coleman, D. (2016). Home-based isometric exercise training induced reductions resting blood pressure. *European Journal of Applied Physiology*, 1-11.
- Wiley, R. L., Dunn, C. L., Cox, R. H., Hueppchen, N. A., & Scott, M. S. (1992). Isometric exercise training lowers resting blood pressure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(7), 749-754.
- Zubeldia Lauzurica, L. (2014). *Prevalencia de la hipertensión arterial y factores asociados en población adulta de la Comunitat Valenciana*. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la alimentación, Toxicología y Medicina Legal, España.

## ANEXO 1, LISTA DE EXTRACCIÓN

**Tabla 1 Lista de extracción de datos de los estudios científicos analizados**

<b>Referencia</b>
Título artículo
Autores
Año
<b>Diseño</b>
Tipo (medidas repetidas, pre-test y post-test)
Sesión de familiarización (si/no)
Variables analizadas
<b>Población</b>
Número
Sexo (hombre/mujer)
Edad (media y desviación estándar)
Estado inicial de salud (Hipertenso o Normotenso)
Nivel de condición física (sedentarios, físicamente activos, ...)
<b>Parámetros de la carga de entrenamientos</b>
Semanas de entrenamiento
Frecuencia semanal (sesiones/días)
Intensidad de la contracción (máxima contracción voluntaria [MVC], frecuencia cardiaca máxima)
Repeticiones y series por ejercicio
Tiempo de descanso entre series
Ejercicio
Posición (bipedestación, sedestación)
Descanso entre sesiones de entrenamiento
<b>Pruebas de valoración</b>
Tipo
Utensilio de valoración
<b>Resultados y Conclusiones</b>
Cuantitativos (porcentuales, $\Delta$ entre pre-test y post-test en grados)

## ANEXO 2, ESCALA DE EVALUACION METODOLOGICA

**Tabla 2. Escala “Physiotherapy Evidence Database (PEDro)” para analizar la calidad metodológica de los estudios clínicos.**

Criterios	Si	No
1. Criterios de elegibilidad fueron especificados (no se cuenta para el total)	1	0
2. Sujetos fueron ubicados aleatoriamente en grupos	1	0
3. La asignación a los grupos fue encubierta	1	0
4. Los grupos tuvieron una línea de base similar en el indicador de pronóstico más importante	1	0
5. Hubo cegamiento para todos los grupos	1	0
6. Hubo cegamiento para todos los terapeutas que administraron la intervención	1	0
7. Hubo cegamiento de todos los asesores que midieron al menos un resultado clave	1	0
8. Las mediciones de al menos un resultado clave fueron obtenidas en más del 85% de los sujetos inicialmente ubicados en los grupos	1	0
9. Todos los sujetos medidos en los resultados recibieron el tratamiento o condición de control tal como se les asignó, o sino fue este el caso, los datos de al menos uno de los resultados clave fueron analizados con intención de tratar	1	0
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron reportados en al menos un resultado clave	1	0
11. El estadístico provee puntos y mediciones de variabilidad para al menos un resultado clave	1	0

### ANEXO 3, TABLA DE DISEÑO DE ESTUDIOS

**Tabla 3: Diseños de los estudios científicos seleccionados (n = 12).**

<b>Tipo de diseño</b>	<b>Número de estudios (n)</b>	<b>Porcentaje de estudios (%)</b>
Medidas repetidas	4	33%
Pre-test y post-test con grupo control	8	67%
Pre-test y post-test sin grupo control	0	0%
Sesión de familiarización	11	92%



**ANEXO 4, TABLA CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA**

**Tabla 4. Características de la muestra de cada uno de los estudios seleccionados.**

<b>Estudio</b>	<b>Número</b>	<b>Sexo (hombre, mujer)</b>	<b>Edad (años ± DS)</b>	<b>Nivel inicial de PA*</b>	<b>Nivel condición física†</b>
Badrov et al. (2013)	24	(11,13)	(65±7)	Hipertensos	No especifica
Baross, Wiles y Swaine (2010)	35	(35,0)	(54±5)	Normotensos	Sedentarios
Badrov et al. (2013)	36	(36,0)	(24,6±6)	Normotensos	No especifica
Taylor et al. (2003)	17	(10,7)	(69,3±6)	Hipertensos	No especifica
Wiles, Coleman y Swaine (2009)	33	(33,0)	(25± -)	Normotensos	Físicamente activos
Millar et al. (2008)	49	(21,28)	(66,4±0,9)	Normotensos	Físicamente activos
Devereux, Wiles y Swaine (2011)	13	(13,0)	(21±2,4)	Normotensos	No especifica
Stiller-Moldovan (2010)	25	(0,25)	(61±8,2)	Hipertensos	Físicamente activos
Wiley et al. (1992)	10	-	(27± -)	Normotensos	Sedentarios
Hess et al. (2016)	22	(13,9)	(38,8±11)	Normotensos	No especifica
Garg et al. (2014)	30	(16,14)	(29,8±6,29)	Normotensos	No especifica
Wiles, Goldring y Coleman (2016)	28	(28,0)	(30±7)	Normotensos	Físicamente activos

DS: desviación estándar; PA: presión arterial; -: no especifica; \*: esta variable presenta 2 niveles: hipertenso y normotenso; †: esta variable presenta 4 niveles: sedentarios, físicamente activos, deportista (modalidad deportiva).

**ANEXO 5, TABLA DE ANALISIS DE LA CALIDAD METEDOLOGICA**

**Tabla 5: Análisis de la calidad metodológica de los estudios finalmente seleccionados (n = 13)**

<b>Estudio</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>Puntuación</b>
Badrov et al. (2013)	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	8
Baross, Wiles y Swaine (2010)	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	8
Badrov et al. (2013)	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	8
Taylor et al. (2003)	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	8
Wiles, Coleman y Swaine (2009)	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	8
Millar et al. (2008)	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	7
Devereux, Wiles y Swaine (2011)	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Stiller-Moldovan (2010)	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	6
Wiley et al. (1992)	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	6
Hess et al. (2016)	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	8
Garg et al. (2014)	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6
Wiles, Goldring y Coleman (2016)	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	8

Los números de las columnas corresponden con los siguientes ítems de la escala PEDro.

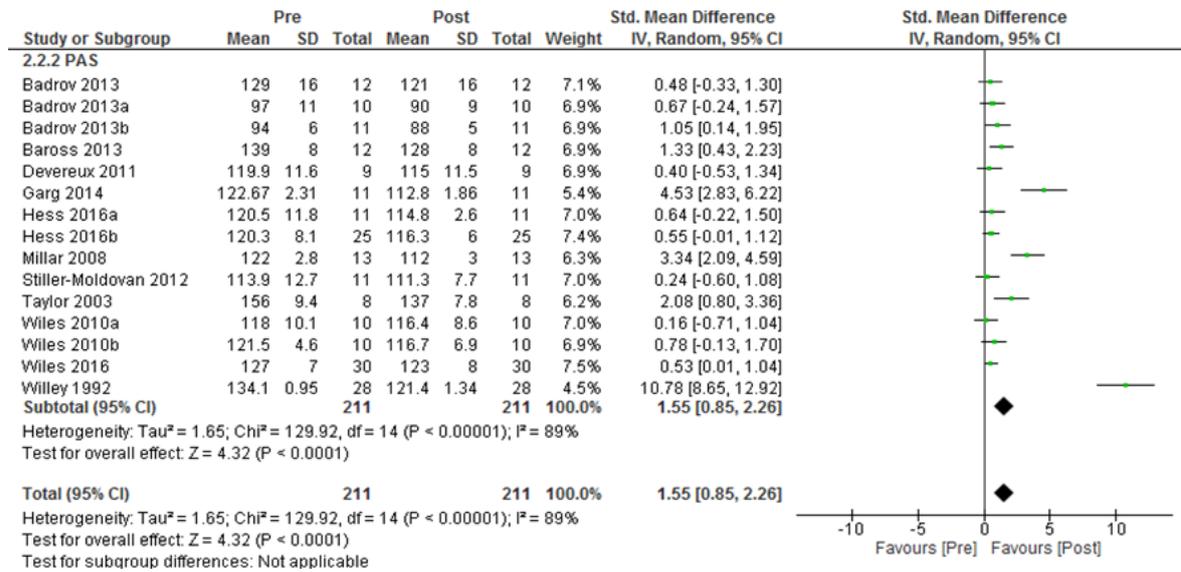
1. Criterios de elegibilidad fueron especificados (no se cuenta para el total).
2. Sujetos fueron ubicados aleatoriamente en grupos.
3. La asignación a los grupos fue encubierta.
4. Los grupos tuvieron una línea de base similar en el indicador de pronóstico más importante.
5. Hubo cegamiento para todos los grupos.
6. Hubo cegamiento para todos los terapeutas que administraron la intervención.
7. Hubo cegamiento de todos los asesores que midieron al menos un resultado clave.
8. Las mediciones de al menos un resultado clave fueron obtenidas en más del 85% de los sujetos inicialmente ubicados en los grupos.
9. Todos los sujetos medidos en los resultados recibieron el tratamiento o condición de control tal como se les asignó, o sino fue este el caso, los datos de al menos uno de los resultados clave fueron analizados con intención de tratar.
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron reportados en al menos un resultado clave.
11. El estadístico provee puntos y mediciones de variabilidad para al menos un resultado clave...

La puntuación final estuvo determinada por la suma de los ítems que cumplen los criterios establecidos, con la salvedad de que el ítem número 1 no se tuvo en consideración.

+ indica que el ítem fue cumplido claramente, - indica que el ítem no fue cumplido, ? indica que no está claro si el ítem fue cumplido o no.

## ANEXO 6, FOREST PLOT

### Presión Arterial Sistólica



### Presión Arterial Diastólica

