



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

# ENTRENAMIENTO DE FUERZA COMO MEDIDA PARA EL TRATAMIENTO DE LA HIPERTENSIÓN

**TITULACIÓN: GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE**

**AUTOR: CRISTIAN RIPOLL RICO**

**TUTOR: JOSE LUIS HERNÁNDEZ DAVÓ**

**CURSO: 2017/2018**

## ÍNDICE

1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	3
2. PROCEDIMIENTO DE LA REVISIÓN. ....	5
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	7
4. DISCUSIÓN.....	15
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN. ....	17
6. BIBLIOGRAFÍA. ....	18



## 1. CONTEXTUALIZACIÓN.

La presión arterial es una medición de fuerza ejercida por la sangre contra las paredes de las arterias a medida que el corazón la bombea por el cuerpo.

La presión arterial es medida en milímetro de mercurio (mmHg) y se obtienen dos valores, un primer valor que nos indica la presión arterial sistólica y un segundo valor que nos indica la presión arterial diastólica. Un ejemplo puede ser 120 de presión sistólica y 80 de presión diastólica, en este caso la presión arterial sería 120/80mmHg. Esos valores se consideran los normales o saludables, pero puede darse el caso que los valores sean superiores, dando lugar a la patología conocida como hipertensión. Así, en función de los valores de presión arterial.

Podemos obtener tres grupos de personas en función de su presión arterial:

- Normotensa: cuando la presión arterial es menor a 120/80 mmHg.
- Prehipertensión: si los valores de presión arterial son de 120/80 o más, pero no alcanzan 140/90 mmHg.
- Hipertensión: cuando la presión arterial es de 140/90 mmHg o más.

Las causas de la hipertensión no se conocen con exactitud pero hay diferentes factores y condicionantes que pueden tener un papel importante en la aparición de dicha enfermedad, algunos de ellos pueden ser: ser fumador, tener sobrepeso u obesidad, falta de actividad física, exceso de sal en la dieta, demasiado consumo de alcohol, estrés, diabetes, enfermedad del riñón, enfermedad renal crónica, trastornos de la glándula suprarrenal, apnea del sueño, edad avanzada, genética o antecedentes familiares con hipertensión arterial entre otros.

A pesar de no ser una enfermedad que tenga unos síntomas evidentes, puede ser identificada con chequeos regulares. Aquellas personas que padecen hipertensión arterial tienen algunos de los siguientes síntomas: dolor de cabeza, dificultad para respirar, mareos, dolor en el pecho, palpitaciones del corazón, sangrado de la nariz, dolor de estómago, fiebre, visión borrosa etc.

Desde el punto de vista epidemiológico la hipertensión arterial o HTA es el factor de riesgo cardiovascular más prevalente en el mundo, afectando al 26% de la población adulta en el mundo, unos 1.000 millones de personas en todo el mundo. Como es bien conocido, la prevalencia aumenta con la edad, por lo que se estima que con el envejecimiento de la población en el 2025 la HTA afectará a 1.500 millones de personas. La prevalencia de HTA en España se estima en torno a un 35%, aunque llega a un 40% en edades medias y al 68% en personas mayores de 65 años, afectando a más de 10 millones de personas. (Organización Mundial de la Salud, OMS)

## TRATAMIENTO

El tratamiento de una enfermedad como la hipertensión variará en función de diferentes condicionantes:

- ❖ Edad
- ❖ Cualquier condición médica que ya tenga
- ❖ Qué riesgo tiene la enfermedad cardíaca y el accidente cerebrovascular
- ❖ Las posibles causas de su hipertensión arterial
- ❖ Qué tan alta es su presión arterial etc.

Las clasificaciones basadas en las pruebas realizadas tendrán tres estadios, el estadio 1, el estadio 2 y estadio 3 o severa. El estadio 1 puede mejorar con el cambio de estilo de vida, el estadio 2 necesitará un tratamiento farmacológico además del cambio de estilo de vida y el estadio 3 o severa necesitará un tratamiento urgente mediante fármacos para bajar la presión arterial rápido.

Dentro de los posibles tratamientos que encontramos para esta enfermedad está el tratamiento farmacológico y el cambio de estilo de vida por uno más saludable y la realización de actividad física.

En cuanto al tratamiento farmacológico los tipos de fármacos son los siguientes: los inhibidores de la enzima convertidora de la angiotensina (ECA), los antagonistas de los receptores de la angiotensina II (ARA-II), los bloqueadores de los canales de calcio, los diuréticos tiazídicos actúan sobre los riñones, los betabloqueantes, los alfa-bloqueadores.

En cuanto al cambio de estilo de vida, englobamos la alimentación y la actividad física.

- Alimentación: reducir el consumo de alcohol, reducir el consumo de alimentos salados y la sal en general, añadir más calcio y potasio a la dieta, reducir las grasas saturadas y también el azúcar (bebidas azucaradas...) y disminuir el consumo de bebidas con cafeína.
- Actividad física: dentro de la actividad física recomendable para cualquier persona que padezca hipertensión encontramos un entrenamiento basado en entrenamiento de resistencia y también entrenamiento de fuerza.

Entrenamiento de resistencia para la mejora de la hipertensión: podemos encontrar diferentes tipos de entrenamiento de resistencia ya sea en bicicleta, en un medio acuático o en el medio terrestre mediante la carrera. Este tipo de entrenamiento, siempre dependiendo de las características del sujeto y de la prescripción es un entrenamiento que suele utilizar las grasas como medio para obtener energía por lo que suele ser bueno para la pérdida de masa grasa, además y aquí nos centramos en lo que más nos interesa mejora la función cardiovascular y la capacidad pulmonar, ya que mejora la circulación sanguínea y la oxigenación del organismo. También ayuda a disminuir la presión arterial y a reducir los niveles de colesterol LDL, aumentando por otro lado el colesterol HDL, disminuyendo el riesgo de sufrir un accidente cardiovascular. Además, tiene otros beneficios psicológicos ya que se liberan endorfinas, mejorando el estado de ánimo, la autoestima, la calidad del sueño etc.

Entrenamiento de fuerza: En lo que respecta del entrenamiento de fuerza en la población de hipertensos, es un campo menos estudiado (respecto al entrenamiento de resistencia) y donde se pueden sacar menos conclusiones ya que los resultados son muy dispares, la escasez de individuos estudiados y las variables analizadas (Marqueta et al., 2013). Además, antiguas creencias tenían el entrenamiento de fuerza como nocivo o desaconsejado para la población hipertensa (Uranga García, 2014). Se ha demostrado que con el entrenamiento de fuerza dinámico se produjo un descenso de 3,2 mmHG de presión arterial sistólica (TAS) y 1,8 mmHG en la presión arterial diastólica (PAD). Sin embargo, El entrenamiento con carga máximas provocan grandes incrementos en la PA sistólica y diastólica, por lo que hay que tener mucha precaución evitando trabajar con cargas máximas (Marqueta et al., 2013). En cuanto a la carga de trabajo, con en torno al 50% de la 1RM (repetición máxima) se encuentran descensos de tensión arterial en hipertensos (Collier et al., 2008). Incluso comparando cargas, el 40% de la 1RM frente al 80% de la 1RM, la presión arterial sistólica (PAS) disminuye de forma similar, pero la presión arterial diastólica (PAD) disminuye en la carga baja frente a la carga alta (Rezk, Marrache, Tinucci, Mion, & Forjaz, 2006).

Hay que evitar en la medida de lo posible los ejercicios isométricos, pero dentro de un programa de entrenamiento. Las recomendaciones del ACSM para la realización adecuada de los ejercicios de fuerza son las siguientes: Realizar ejercicios de fuerza dinámicos con pesos que permitan realizar entre 8 y 12 repeticiones, no se debe alcanzar la fatiga completa, es decir, se han de realizar las series sin llegar al fallo muscular. También se recomienda evitar la aparición de la maniobra de valsava en adultos aparentemente sanos, además para principiantes las intensidades de entrenamiento deben estar entre el 60% y el 70% del peso máximo posible en una sola repetición (1RM), sin embargo, para los sujetos avanzados se aconseja trabajar hasta el 80% de 1RM y en aquellas personas muy desentrenadas o con debilidad muscular deberían iniciarse con cargas del 40-50% de 1RM. Por último, los adultos mayores deben trabajar la fuerza con una carga situada entre el 20% y el 50% de 1RM.

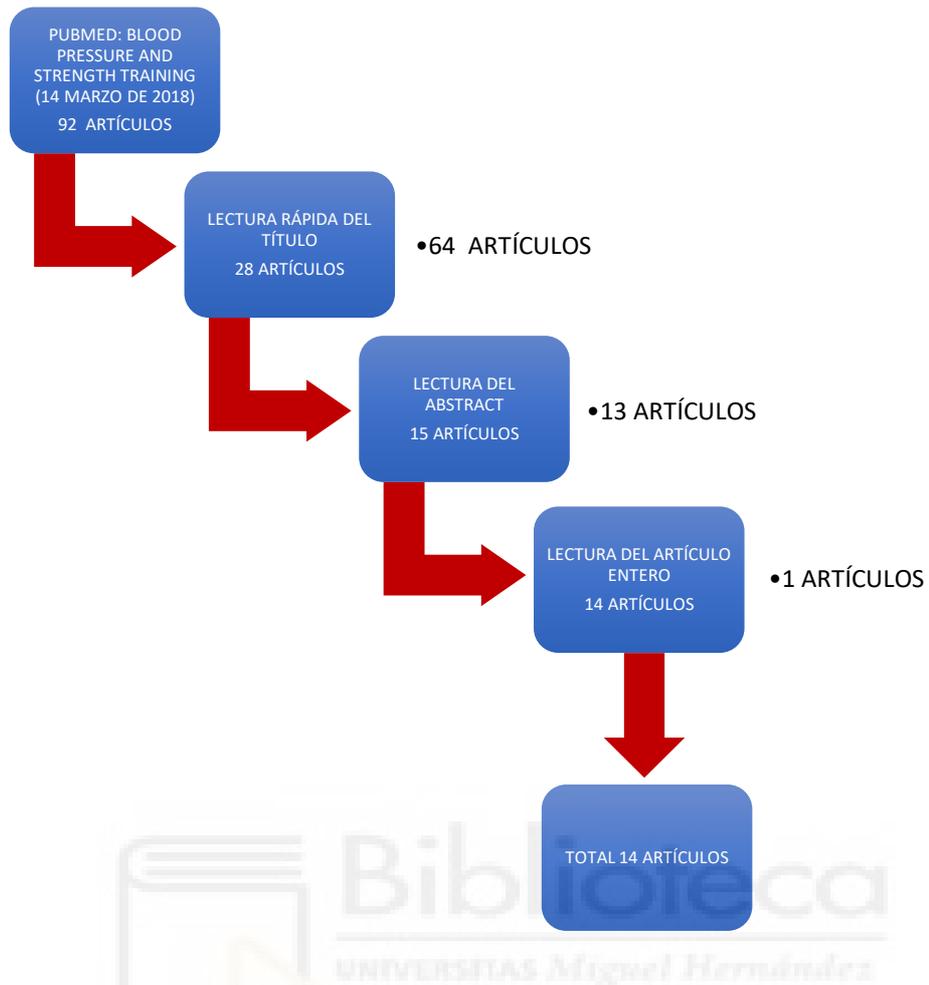
El objetivo de esta revisión es observar si el entrenamiento de fuerza hace disminuir la presión sanguínea tanto sistólica como diastólica. La hipótesis es, realizar un entrenamiento de fuerza aislado puede hacer disminuir la presión sanguínea tras la sesión, pero realizar un programa de entrenamiento de fuerza individualizado durante al menos 2 semanas, creo que hará que disminuya todavía más la presión sanguínea, tanto la presión sistólica como la diastólica y que los cambios sean más duraderos en el tiempo tras las sesiones. Además probablemente la intensidad sea un factor que influirá notablemente en los cambios en los valores de presión sanguínea que podremos encontrar tras la realización del entrenamiento o los entrenamientos de fuerza.

## 2. PROCEDIMIENTO DE LA REVISIÓN.

Se ha realizado una búsqueda sistemática de artículos que comprenden entre 2008 y 2018. (fecha de inicio 1 de enero de 2008, fecha de corte 1 de marzo de 2018). Se ha utilizado la base de datos para la búsqueda de artículos, Pubmed. Realizando un búsqueda avanzada acotando a título y abstract (Blood pressure and strength training).

A continuación, se exponen los criterios de inclusión y exclusión que se han utilizado para la criba de artículos:

- ❖ Criterios de inclusión:
  - Artículos en inglés.
  - Que se lleve a cabo entrenamiento de fuerza.
  - Que tenga medida de mmHg de la presión sanguínea.
- ❖ Criterios de exclusión:
  - Que se lleve a cabo entrenamiento aeróbico o concurrente.
  - Que se lleve a cabo entrenamientos de oclusión sanguínea.



**Figura 1.** Proceso de inclusión de artículos.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

AUTOR	MUESTRA	INTERVENCIÓN	VARIABLES EVALUADAS	RESULTADOS
<b>Martin Gronbech et al. (2018)</b>	Adultos mayores de 50 años con hipertensión.	Presión manual isométrica, (30% of maximum grip strength for a total of 8 min por día y mano) 3 veces a la semana durante 20 semanas.	PAS	**
<b>Filipe Fernandes Oliveira Dantas et al. (2016)</b>	25 mujeres ancianas hipertensas (grupo ST: n=13; IMC 28.6±3.2 kg/m <sup>2</sup> ; PAS 142.9±13.1 mmHg; PAD 68.2±6.2 mmHg; grupo control: n=12 ; IMC 27.7±3.7 kg/m <sup>2</sup> ; PAS 139.9±10.3 mmHg; PAD 67.4±9.5 mmHg)	9 ejercicios (5 de tren superior y 4 de tren inferior)	FSA y PAM	MEDIA PA C BASAL 0,33 MEDIA PA C 1' 0,14 MEDIA PA C 2' 0,50 MEDIA PA C 3' 0,73 MEDIA PA ST BASAL -0,48 MEDIA PA ST 1' -0,67 MEDIA PA ST 2' -0,37 MEDIA PA ST 3' -0,94
<b>Hamid Arazi et al. (2012)</b>	11 Hombres normotensos (Edad 19,5 ± 1,0 años, altura 172,8 ± 5,7 cm y peso 65,1 ± 8,1 kg)	Los protocolos consistieron en 3 circuitos de 6 ejercicios con 10 repeticiones máximas (10RM) y 2 minutos de descanso entre circuitos, seguidos por un período de recuperación de 80 minutos.	PAS y PAD	SBP. C-30SEG REST -0,13 SBP. C-30SEG 10' -0,06 SBP. C-30SEG 20' 0,17 SBP. C-30SEG 30' 0,80 SBP. C-30SEG 40' 0 SBP. C-30SEG 50' 0 SBP. C-30SEG 60' 0 SBP. C-30SEG 70' 0 SBP. C-30SEG 80' 0 SBP. C-40SEG REST -0,18



Biblioteca  
UNIVERSITAS Miguel Hernández

SBP. C-40SEG 10'	-0,51
SBP. C-40SEG 20'	-0,14
SBP. C-40SEG 30'	0,54
SBP. C-40SEG 40'	0
SBP. C-40SEG 50'	0
SBP. C-40SEG 60'	0
SBP. C-40SEG 70'	0
SBP. C-40SEG 80'	0
DBP. C-30SEG REST	0,35
DBP. C-30SEG 10'	-0,11
DBP. C-30SEG 20'	0,03
DBP. C-30SEG 30'	0,35
DBP. C-30SEG 40'	0,26
DBP. C-30SEG 50'	-0,24
DBP. C-30SEG 60'	0,07
DBP. C-30SEG 70'	0,02
DBP. C-30SEG 80'	-0,16
DBP. C-40SEG REST	0,00
DBP. C-40SEG 10'	-0,14
DBP. C-40SEG 20'	0,15
DBP. C-40SEG 30'	0,38
DBP. C-40SEG 40'	0,17
DBP. C-40SEG 50'	-0,41
DBP. C-40SEG 60'	-0,32
DBP. C-40SEG 70'	-0,18
DBP. C-40SEG 80'	-0,21

**Claudio M. Bentes et al. (2017)**

33 hombres, 5 años de exp.  
(Edad  $20 \pm 1.3$ , altura  $179 \pm 0.03$ , peso  $79 \pm$

Entrenamiento tradicional: 3x 10 40% 1RM

PAS, PAD y PAM

SBP TRAD-SS REST	X
SBP TRAD-SS 10'	-1,05
SBP TRAD-SS 20'	-1,90

4.3, IMC  $24 \pm 0.7$ , SBP  $123 \pm 5.2$ , DBP  $76 \pm 9.0$ , MAP  $92 \pm 6.6$ )

Entrenamiento superseries: 3x 10 + 10 40% 1 RM

SBP TRAD-SS 30' -0,92  
 SBP TRAD-SS 40' -0,82  
 SBP TRAD-SS 50' -0,48  
 SBP TRAD-SS 60' -0,48  
 DBP TRAD-SS REST X  
 DBP TRAD-SS 10' 0,58  
 DBP TRAD-SS 20' 0,34  
 DBP TRAD-SS 30' 0,00  
 DBP TRAD-SS 40' 0,00  
 DBP TRAD-SS 50' -0,20  
 DBP TRAD-SS 60' 0,42

**Tiago Figueiredo et al. (2016)**

11 hombres prehipertensos, con experiencia previa de 6 meses en entrenamiento de fuerza. (edad  $26.1 \pm 3.6$  años; peso  $74.1 \pm 7.9$  kg; altura  $172.1 \pm 4.1$  cm; IMC  $25.1 \pm 1.9$ ; grasa corporal  $18.3 \pm 6.3$  %)

Los protocolos 2 ST mismos ejercicios pero con intervalos de descanso de 1 minuto (SEQ1) o de 2 minutos (SEQ2) entre series y ejercicios.  
 3 series al 70% de 1RM

PAS, PAD y PAM

SBP SEQ1-SEQ2 REST 0,39  
 SBP SEQ1-SEQ2 1' -1,02  
 SBP SEQ1-SEQ2 10' -3,37  
 SBP SEQ1-SEQ2 20' -5,27  
 SBP SEQ1-SEQ2 30' -6,83  
 SBP SEQ1-SEQ2 40' -1,72  
 SBP SEQ1-SEQ2 50' -2,38  
 SBP SEQ1-SEQ2 60' -1,70  
 DBP SEQ1-SEQ2 REST -0,09  
 DBP SEQ1-SEQ2 1' -2,52  
 DBP SEQ1-SEQ2 10' -4,38  
 DBP SEQ1-SEQ2 20' -4,15  
 DBP SEQ1-SEQ2 30' -0,28  
 DBP SEQ1-SEQ2 40' -6,17  
 DBP SEQ1-SEQ2 50' -1,51  
 DBP SEQ1-SEQ2 60' -0,72

**Helena Laciuga et al. (2012)**

31 adultos sanos, jóvenes y no fumadores (24 mujeres, edad  $21.2 \pm 2.17$  años; IMC

PAS, PAD y PAM

\*\*

	21.5±2.02 y 7 hombres, edad 23.1±3.5años; IMC 23.6±3.9)				
<b>Ben F. Hurley et al. (2011) REVISIÓN DE: Dale I. Lovell et al. ()</b>	24 hombres mayores que no participan regularmente en actividades físicas pero son activos. RT group (n=12; edad 74.1±2.7 años; altura 177.8±4.8cm; peso 79.4±14.2kg) Control group (C; n = 12; mean age 73.5 ± 3.3 years; height 177 ± 5 cm; weight 78.9±11.3kg)	Primeras 2 semanas: 3x 8 reps 50% 1 RM 3ª semana en adelante: 3x 6-10 reps 70-90%1RM Se agregaron incrementos absolutos en la carga de entrenamiento durante las 16 semanas para mantener la intensidad de entrenamiento de los participantes en 70-90% de 1RM.	PAS y PAD	SBP PRE C-RT SBP 16SEM C-RT DBP PRE C-RT DBP 16SEM C-RT	0,36 0,31 -0,33 -0,50
<b>Lindy M. Rossow et al. (2014)</b>	29 mujeres (jóvenes = 16; mayores = 13). Las jóvenes tenían entre 19 y 25 años (22 ± 2) años y las mayores tenían entre 51 y 62 (57 ± 3) años, posmenopáusicas y no tomaban hormonas exógenas.	3 entrenamientos por semana durante 8 semanas. 3 x 10 rep al 80% 1 RM, una vez que podía hacer + de 10 rep se subía el peso.	PA y FSA	SBP JÓVENES SBP MAYORES DBP JÓVENES DBP MAYORES	-0,22 -0,15 -0,28 0,28
<b>Belmiro Freitas de Salles et al. (2010)</b>	17 hombres ancianos normotensos (Edad 67.6 ± 2.2 ,altura 172 ± 6.6 ,peso 76.29 ± 8.3 ,	3 x 10 rep al 70% 1 RM descanso de 1 o 2 minutos entre series.	PAS, PAD y PAM	SBP 1' REST 10' SBP 1' REST 20' SBP 1' REST 30' SBP 1' REST 40' SBP 1' REST 50'	3,66 3,36 3,33 3,46 3,25

BMI 25.5 ± 2.3, SBP 122 ± 4.9, DBP 81.2 ± 4.7)

SBP 1' REST 60'	3,30
SBP 2' REST 10'	7,86
SBP 2' REST 20'	6,83
SBP 2' REST 30'	6,21
SBP 2' REST 40'	5,62
SBP 2' REST 50'	5,13
SBP 2' REST 60'	4,45
DBP 1' REST 10'	2,16
DBP 1' REST 20'	1,94
DBP 1' REST 30'	1,67
DBP 1' REST 40'	1,23
DBP 1' REST 50'	1,00
DBP 1' REST 60'	0,60
DBP 2' REST 10'	3,59
DBP 2' REST 20'	3,02
DBP 2' REST 30'	2,86
DBP 2' REST 40'	2,70
DBP 2' REST 50'	2,27
DBP 2' REST 60'	1,75



**P. Jason Wickwire et al. (2009)**

11 hombres y 9 mujeres( edad 24.65±3.47 años;altura 174.07±9.88 cm; peso 73.18±16.53 kg; PAS 115.85±10.04 mmHg; PAD 73.00±8.75 mmHg)

3 sesiones:  
1: Test 1 RM y familiarización.  
Super lenta: 3 series al fallo con descansos de 5-8 min al 40% 1 RM (10 seg concéntrico – 5 seg excéntrico)  
Máquina tradicional: igual que Super lenta pero (2 seg concéntrico –

PAS y PAD

SS SBP	-0,42
SS SBP	0,28
TM SBP	-0,59
TM SBP	0,59
SS DBP	-0,28
SS DBP	0,00
TM DBP	-0,52
TM DBP	0,35

4 seg excéntrico) a 65% 1  
RM.

<b>Claudio M. Bentes et al. (2014)</b>	13 mujeres con 5 años de experiencia en entrenamiento de fuerza. (edad: 29.84 ± 11 años, masa corporal: 63.52 ± 4.22 kg, altura: 167 ± 0.05 cm, índice de masa corporal: 22.78 ± 1.99, PAS: 120.31 ± 11 43 mmHg y PAD: 80.53 ± 9.87 mmHg).	Test 1 RM de los diferentes ejercicios (LG, CP, LE, PD, LC y BC). SeqA alterna tren superior e inferior. secuencia A con un 60% y 80% de 1RM (SeqA60%, SeqA80%); secuencia B con un 60% y 80% de 1RM (SeqB60%, SeqB80%)	PAS y PAD	SBP 60% REST	-0,08		
				SBP 60% 15'	-0,39		
				SBP 60% 30'	-0,48		
				SBP 60% 45'	-0,44		
				SBP 60% 60'	-0,75		
				SBP 80% REST	-0,03		
				SBP 80% 15'	0,04		
				SBP 80% 30'	0,39		
				SBP 80% 45'	0,24		
				SBP 80% 60'	0,25		
				DBP 60% REST	0,00		
				DBP 60% 15'	-0,30		
				DBP 60% 30'	0,47		
				DBP 60% 45'	0,09		
DBP 60% 60'	0,54						
DBP 80% REST	-1,96						
DBP 80% 15'	1,06						
DBP 80% 30'	1,26						
DBP 80% 45'	0,61						
DBP 80% 60'	-4,40						
<b>Tiago Figueiredo et al. (2015)</b>	11 hombres normotensos, con experiencia en entrenamiento de fuerza. (Edad: 26.09 ± 3.56 años; peso: 74.11 ± 8.12 kg; altura: 172 ± 4 cm; IMC: 25 ± 1.96 kg/m <sup>2</sup> ; % grasa	1 RM → BP, LPD, SP, BC, TE, LP, LE y LC 3 sesiones: sesión 1: 1x 8-10 rep 70% 1 RM sesión 2: 3x 8-10 rep 70% 1 RM sesión 3: 5x 8-10 rep 70% 1 RM	PAS, PAD y PAM	SBP S1 10'	0,7	DBP S1 10'	1,55
				SBP S1 20'	1,02	DBP S1 20'	1,69
				SBP S1 30'	1,03	DBP S1 30'	1,51
				SBP S1 40'	0,77	DBP S1 40'	1,23

corporal :  $18.26 \pm 6.35\%$ ;  
 experiencia > 6 meses)

SBP S1 50'	0,77	DBP S1 50'	0,44
SBP S1 60'	0,85	DBP S1 60'	0,63
SBP S3 10'	0,5	DBP S3 10'	2,01
SBP S3 20'	0,26	DBP S3 20'	1,53
SBP S3 30'	0,54	DBP S3 30'	2,08
SBP S3 40'	0,71	DBP S3 40'	1,63
SBP S3 50'	0,68	DBP S3 50'	1,59
SBP S3 60'	0,96	DBP S3 60'	0,97
SBP S5 10'	0,92	DBP S5 10'	0,91
SBP S5 20'	1,18	DBP S5 20'	1,35
SBP S5 30'	1,61	DBP S5 30'	1,29
SBP S5 40'	1,30	DBP S5 40'	0,79
SBP S5 50'	1,54	DBP S5 50'	1,02
SBP S5 60'	1,28	DBP S5 60'	0,51

**Cristopher A. Fhas et al. (2010)**

19 hombres jóvenes (N = 79; mean  $\pm$  SD, edad =  $23 \pm 4$  años)

PAS, PAD y PAM

\*\*

**Tiago Figueiredo et al.  
(2015)**

11 hombres (edad: 26.1 ± 3.6 años; peso: 74.1 ± 8.1 kg; altura: 172.0 ± 4.0 cm; IMC: 25.0 ± 1.96 kg/m<sup>2</sup>; %G: 18.3 ± 6.4) 3 x 8-10 rep 60-70-80% 1RM → BP, LPD, SP, BC, TE, LP, LE y LC

PAS, PAD y PAM	SBP 60%10'	-1,01	DBP60%10'	-1,49
	SBP 60%20'	-2,70	DBP60%20'	-1,18
	SBP 60%30'	-1,73	DBP60%30'	-0,85
	SBP 60%40'	-3,36	DBP60%40'	-0,88
	SBP 60%50'	-2,38	DBP60%50'	-0,52
	SBP 60%60'	-1,89	DBP60%60'	-0,24
	SBP 70%10'	-1,68	DBP70%10'	-2,12
	SBP 70%20'	-1,11	DBP70%20'	-1,65
	SBP 70%30'	-2,58	DBP70%30'	-2,08
	SBP 70%40'	-2,92	DBP70%40'	-1,69
	SBP 70%50'	-2,28	DBP70%50'	-1,55
	SBP 70%60'	-3,50	DBP70%60'	-0,98
	SBP 70%10'	-1,07	DBP80%10'	-1,60
	SBP 80%10'	0,50	DBP80%20'	-1,53
	SBP 80%20'	-2,93	DBP80%30'	-1,64
	SBP 80%30'	-2,27	DBP80%40'	-1,00
SBP 80%40'	-2,83	DBP80%50'	-0,69	
SBP 80%50'	-2,27	DBP80%60'	-0,33	

**PAS:** PRESIÓN ARTERIAL SISTÓLICA **PAD:** PRESIÓN ARTERIAL DIASTÓLICA **PAM:** PRESIÓN ARTERIAL MEDIA **PA:** PRESIÓN ARTERIAL **FSA:** FLUJO SANGUÍNEO DEL ANTEBRAZO

#### 4. DISCUSIÓN.

En primer lugar cabe destacar que tras la realización de una o varias sesiones de entrenamiento de fuerza podemos encontrar mejoras en la presión arterial, pero estas mejoras no se dan tanto en presión arterial sistólica como diastólica, puede ser que en una obtengan mejoras y la otra no por lo que haremos una división para poder enfocar mejor las posibles causas de dichos cambios. Se encontraron diferentes variables que podían hacer que tanto PAS como PAD disminuyeran y a continuación las veremos:

Presión arterial sistólica (PAS).

Una de las variables que pueden hacer que la PAS se mantenga o disminuya es la **intensidad del entrenamiento**, según Mohebbi H, Rahmaninia F, Vatani DS, Faraji H. (2009) dijo que en su estudio la intensidad no influyó en la magnitud ni la duración del efecto hipotensor por lo que no ha quedado nada demostrado al respecto. En otro estudio de Tiago Figuereido (2015) se observó que PA disminuyó independientemente de la intensidad a la que se realizara. A pesar de esto vemos otros estudios como el de de Salles BF, Maior AS, Polito M, et al. (2010) en el que se encontró un descenso significativo en dicha PAS después de 3 series de 10 repeticiones al 70% de 1 RM con descansos de 1 o 2 minutos, Brown et al. (1994), Devan, AE, Anton, MM, Cook, JN, Neidre, DB, Cortez-Cooper, MY, and Tanaka, H. (2005) y Fisher et al. (2001) también demostraron que con una intensidad del 40 y 80% de 1RM descendía la PAS durante 90 minutos. Además Claudio M. Bentes et al. (2015) también observó disminuciones significativas en la presión arterial con intensidades de 60 y 80% de 1RM, en este caso la PAS disminuye en mayor medida con intensidades más altas cerca del 80%, como se ha podido observar en los ES (tamaño del efecto) 0,25 en intensidad de 80% y -0,75 en intensidad del 60% tras 60 minutos después del entrenamiento de fuerza.

La **edad** es otra de las variables que pueden influir a la hora de observar bajadas en PAS tras el entrenamiento de fuerza, según un estudio de Belmiro Freitas et al. (2010) puede haber diferencias en el efecto del entrenamiento de fuerza ya sea para mayores o para jóvenes, se ha observado que el entrenamiento de fuerza disminuye significativamente la PAS en personas mayores, por el contrario, en personas jóvenes disminuye PAS.

El **tiempo de descanso** es otra variable que podría modificar la PA. Según un estudio de Claudio M. Bentes (2017) descansos de 2 minutos fueron significativamente mejores que 1 minuto para el descenso de la PA con un tipo de entrenamiento de fuerza tradicional. Por otro lado Belmiro Freitas (2010) en su estudio comparó descansos de 1 o 2 minutos y lo midió durante 60 minutos después del entrenamiento para así observar también la duración del posible efecto hipotensor, pero observó que ambos descansos descendían la PA, por lo que probablemente la duración de la respuesta hipotensora no tenía relación con el descanso pero sí con la magnitud. En este mismo estudio se observó que había mayor respuesta hipotensora con descansos de 2 minutos en PAS. Por otro lado se encontraron descensos en PAS pero menos importantes en el tiempo tras descansos cortos de 1 o 2 minutos.

El **volumen** es otra variable a tratar cuando hablamos de PAS. Según un estudio de Tiago Figuereido (2015) en el que comparó 3 sesiones con diferente número de series (1, 3 y 5), observó una reducción aguda de la PAS, siendo esta reducción de mayor magnitud y duración cuando se realizaban 5 series debido a la acumulación de trabajo, que conllevaba un mayor esfuerzo cardíaco y una mayor activación del sistema nervioso simpático. Realizar 5 series promovía mayores alteraciones en la presión arterial y el control autonómico cardíaco en comparación con volúmenes bajos.

El **tipo de entrenamiento** influye en la PAS de forma que tras un entrenamiento en circuito en jóvenes se observó un descenso significativo en la PAS Hamid Arazi (2012). Tras una

investigación acerca del entrenamiento de fuerza en superseries (SS) comparado con el entrenamiento tradicional (TRAD) se observó que tras el entrenamiento de SS no había descensos en la PA pero si tras el entrenamiento TRAD y tenían una duración de hasta 40 minutos después. Lizardo y Simoes (2005) observaron que cuando se involucra mayor masa muscular durante el entrenamiento de fuerza, la magnitud y la duración de la respuesta hipotensora fue mayor que en un entrenamiento con menos masa muscular involucrada, esto podía ser debido a que la resistencia vascular sistémica experimenta una mayor reducción después del ejercicio en el tren inferior, de modo que en una sesión de entrenamiento que involucren el tren inferior, los vasos sanguíneos se dilatan en los músculos activos mientras que los vasos sanguíneos se vasoconstringen en los músculos inactivos (MacDougall et al., 1985; Mac.Donald et al., 2000). Según Claudio M. Bentes (2014) cuando se realizan entrenamientos en el que combinas tren superior y tren inferior hay mayores descensos de PAS que cuando se realiza un entrenamiento en el que primero se realizaban los ejercicios que implicaban la musculatura más superior e iba bajando hasta el tren inferior trabajando los diferentes grupos musculares.

#### Presión arterial diastólica (PAD).

Una de las variables que pueden hacer que la PAD se mantenga o disminuya es la **intensidad del entrenamiento**, según Mohebbi et al. (2009) dijo que en su estudio la intensidad no influyó en la magnitud ni la duración del efecto hipotensor por lo que no ha quedado nada demostrado al respecto. Al contrario, Simao R, Fleck SJ, Polito M, et al. (2010) se encontró un descenso significativo en PAD durante 10 minutos tras la realización de 12 repeticiones a una intensidad de 50% de 6RM. En otro estudio de Hill et al. (1989) observó descensos en PAD tras 3 series de 4 ejercicios al fallo con una intensidad de 70% de 1 RM en circuito. Además Claudio M. Bentes et al. (2014) también observó disminuciones significativas en la PAD con intensidades de 60 y 80% de 1RM después de 15 minutos. En otro estudio de Tiago Figueredo (2015) se observó que PA disminuyó independientemente de la intensidad a la que se realizara. Otro efecto que se le podría atribuir a la intensidad es la magnitud y la duración del efecto hipotensor. Brown et al. (1994), Devan et al. (2005) y Fisher et al. (2001) demostraron que con una intensidad del 40 y 80% de 1RM descendía la PAS durante 90 minutos pero PAD no descendió durante tanto tiempo con la intensidad de 40% de 1RM. En definitiva es probable que una mayor intensidad (80% 1 RM) contribuya a un mayor descenso en PAD debido a una mayor activación simpática.

La **edad** es otra de las variables que pueden influir, según un estudio de Belmiro Freitas et al. (2010) puede haber diferencias en el efecto del entrenamiento de fuerza ya sea para mayores o para jóvenes, se ha observado que el entrenamiento de fuerza disminuye significativamente la PAD en personas mayores, por el contrario, en personas jóvenes la PAD se mantiene.

El **tiempo de descanso** es otra variable que podría modificar la PA. Belmiro Freitas (2010) en su estudio comparó descansos de 1 o 2 minutos y lo midió durante 60 minutos después del entrenamiento para así observar también la duración del posible efecto hipotensor, pero observó que ambos descansos descendían la PA, por lo que probablemente la duración de la respuesta hipotensora no tenía relación con el descanso pero si con la magnitud. En este mismo estudio se observó que había mayor respuesta hipotensora con descansos de 2 minutos tanto en PAS como PAD. En otro estudio realizado por Tiago Figueredo (2016) se observó que descansos de 1 o 2 minutos hacían descender PAD hasta 40-50 minutos después de la realización del entrenamiento de fuerza. En este mismo estudio también se vio que el descanso de 2 minutos hacía que el descenso de PAD persistiera durante más tiempo tras el entrenamiento.

El **volumen** es otra variable a tratar cuando hablamos de PAD. Según un estudio de Tiago Figueredo (2015) en el que comparo 3 sesiones con diferentes series (1, 3 y 5), observó una

gran reducción en la PAD. Esta reducción en la PAD tenía una respuesta hipotensiva mayor y más prolongada cuando se realizaban 3 series debido a una activación del sistema nervioso parasimpático tras la realización del entrenamiento de fuerza comparado con la realización de 5 series, realizar 5 series en general disminuye la PAS, PAD y PAM, pero en este caso nos centramos en la disminución de PAD y dicha disminución era más importante con la realización de 3 series.

El **tipo de entrenamiento** influye en la PA de forma que tras un entrenamiento en circuito en jóvenes se observó que la PAD se mantuvo Hamid Arazi (2012). Tras una investigación acerca del entrenamiento de fuerza en superseries (SS) comparado con el entrenamiento tradicional (TRAD) se observó que tras el entrenamiento de SS no había descensos en la PA pero si tras el entrenamiento TRAD y tenían una duración de hasta 40 minutos después. Lizardo y Simoes (2005) observaron que cuando se involucra mayor masa muscular durante el entrenamiento de fuerza, la magnitud y la duración de la respuesta hipotensora fue mayor que en un entrenamiento con menos masa muscular involucrada.

Otra variable que también puede afectar a como desciende y cuanto tiempo desciende la PA ya sea PAS o PAD es la experiencia del sujeto en el entrenamiento de fuerza, pero es algo que no se ha observado en esta revisión ya que no es fruto de estudio y aun que si se haya diferenciado entre sujetos con experiencia y sujetos sin experiencia no se mencionan diferencias al respecto.

## 5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.

Tras la realización de esta revisión se podría decir que es posible que el entrenamiento de fuerza a intensidad moderada a alta (70% de 1RM) se realice con múltiples series (3 y 5 series) y con un intervalo de descanso moderado entre series y ejercicios (2 minutos) contribuya a una mayor hipotensión después del ejercicio en sujetos entrenados, pero que con 5 series se promueve un estrés cardíaco mayor. Esto se debe a que con el 70% de 1RM involucra la compensación correcta entre una menor activación del sistema nervioso simpático (a través de menos series al fallo que con 80% de 1RM) y un mayor volumen de carga completado de esta forma se estimula la reducción y una mayor reducción de la presión arterial después del ejercicio.

DURACIÓN PROGRAMA	DÍAS/SEMANA	SERIES	REPETICIONES	DESCANSO	INTENSIDAD	EJERCICIOS
10/12 Semanas	3 Días	3-5 series	10 Repeticiones	2 Minutos	70% 1RM	Grandes grupos musculares, combinando, tren superior e inferior.

Como partes importantes del entrenamiento se medirá la presión arterial en reposo y después de cada sesión de entrenamiento a los 10 minutos.

Se realizarían diferentes test de fuerza para obtener su RM en los ejercicios más importantes (press banca, sentadilla, peso muerto...) dependiendo de la experiencia y la técnica del sujeto lo realizaremos mediante un test máximo o submáximo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

- Laciuga, H., Davenport, P., & Sapienza, C. (2012). The Acute Effects of a Single Session of Expiratory Muscle Strength Training on Blood Pressure, Heart Rate, and Oxygen Saturation in Healthy Adults. *Frontiers In Physiology*, 3. doi: 10.3389/fphys.2012.00048
- Fahs, C., Heffernan, K., Ranandive, S., Jae, S., & Fernhall, B. (2010). Muscular Strength is Inversely Associated with Aortic Stiffness in Young Men. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 42(9), 1619-1624. doi: 10.1249/mss.0b013e3181d8d834
- Jørgensen, M., Ryg, J., Danielsen, M., Madeleine, P., & Andersen, S. (2018). Twenty weeks of isometric handgrip home training to lower blood pressure in hypertensive older adults: a study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 19(1). doi: 10.1186/s13063-018-2441-x
- Hurley, B., Hanson, E., & Sheaff, A. (2011). Strength Training as a Countermeasure to Aging Muscle and Chronic Disease. *Sports Medicine*, 41(4), 289-306. doi: 10.2165/11585920-000000000-00000
- Dantas, F., Brasileiro-Santos, M., Batista, R., do Nascimento, L., Castellano, L., & Ritti-Dias, R. et al. (2016). Effect of Strength Training on Oxidative Stress and the Correlation of the Same with Forearm Vasodilatation and Blood Pressure of Hypertensive Elderly Women: A Randomized Clinical Trial. *PLOS ONE*, 11(8), e0161178. doi: 10.1371/journal.pone.0161178
- de Salles, B., Maior, A., Polito, M., Novaes, J., Alexander, J., Rhea, M., & Simão, R. (2010). Influence of Rest Interval Lengths on Hypotensive Response After Strength Training Sessions Performed by Older Men. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 24(11), 3049-3054. doi: 10.1519/jsc.0b013e3181ddb207
- Bentes, C., Costa, P., Neto, G., Costa e Silva, G., de Salles, B., Miranda, H., & Novaes, J. (2014). Hypotensive effects and performance responses between different resistance training intensities and exercise orders in apparently health women. *Clinical Physiology And Functional Imaging*, 35(3), 185-190. doi: 10.1111/cpf.12144
- Figueiredo, T., Rhea, M., Peterson, M., Miranda, H., Bentes, C., Machado de Ribeiro dos Reis, V., & Simão, R. (2015). Influence of Number of Sets on Blood Pressure and Heart Rate Variability After a Strength Training Session. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 29(6), 1556-1563. doi: 10.1519/jsc.0000000000000774
- Figueiredo, T., Willardson, J., Miranda, H., Bentes, C., Reis, V., & Simão, R. (2015). Influence of Load Intensity on Postexercise Hypotension and Heart Rate Variability after a Strength Training Session. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 29(10), 2941-2948. doi: 10.1519/jsc.0000000000000954
- Figueiredo, T., Willardson, J., Miranda, H., Bentes, C., Machado Reis, V., Freitas de Salles, B., & Simão, R. (2016). Influence of Rest Interval Length Between Sets on Blood Pressure and Heart Rate Variability After a Strength Training Session Performed By Prehypertensive Men. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 30(7), 1813-1824. doi: 10.1519/jsc.0000000000001302
- Lovell, D., Cuneo, R., & Gass, G. (2009). Resistance training reduces the blood pressure response of older men during submaximum aerobic exercise. *Blood Pressure Monitoring*, 14(4), 137-144. doi: 10.1097/mbp.0b013e32832e0644
- Rossow, L., Fahs, C., Thiebaud, R., Loenneke, J., Kim, D., & Mouser, J. et al. (2014). Arterial stiffness and blood flow adaptations following eight weeks of resistance exercise training in young and older women. *Experimental Gerontology*, 53, 48-56. doi: 10.1016/j.exger.2014.02.010
- Wickwire, P., McLester, J., Green, J., & Crews, T. (2009). Acute Heart Rate, Blood Pressure, and RPE Responses During Super Slow vs. Traditional Machine Resistance Training Protocols Using Small Muscle Group Exercises. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 23(1), 72-79. doi: 10.1519/jsc.0b013e3181854b15

- Arazi, H., Ghiasi, A., & Afkhami, M. (2012). Effects of Different Rest Intervals between Circuit Resistance Exercises on Post-exercise Blood Pressure Responses in Normotensive Young Males. *Asian Journal Of Sports Medicine*, 4(1). doi: 10.5812/asjasm.34534
- Bentes, C. M., Costa, P. B., Corrêa NETO, V. G., Simão, R., Paz, G. A., Maia, M. F., ... Miranda, H. (2017). Hypotensive Responses of Reciprocal Supersets versus Traditional Resistance Training in Apparently Healthy Men. *International Journal of Exercise Science*, 10(3), 434–445.
- de Salles BF, Maior AS, Polito M, et al. Influence of rest interval lengths on hypotensive response after strength training sessions performed by older men. *J Strength Cond Res* 2010;24:3049-54.
- Simao R, Fleck SJ, Polito M, et al. Effects of resistance training intensity, volume and session format on the postexercise hypotensive response. *J Strength Cond Res* 2005;19:853-8.
- Mohebbi H, Rahmaninia F, Vatani DS, Faraji H. Post-resistance exercise hypotensive responses at different intensities and volumes. *Facta Universitatis* (2009); 7: 171–179.
- Devan, AE, Anton, MM, Cook, JN, Neidre, DB, Cortez-Cooper, MY, and Tanaka, H. Acute effects of resistance exercise on arterial compliance. *J Appl Physiol* 98: 2287–2291, 2005.

