

TRABAJO DE FIN DE GRADO
GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE
CURSO ACADÉMICO 2024-2025
CONVOCATORIA DE OCTUBRE-NOVIEMBRE

**EFFECTO DEL VOLUMEN SOBRE LA HIPOTENSIÓN POSTEJERCICIO
EN EL EJERCICIO DE EXTENSIÓN DE CUÁDRICEPS EN POBLACIÓN
MAYOR HIPERTENSA**

Plesioaica, Mircea-Bogdan

ÍNDICE

1. Introducción.....	3
2. Objetivo	8
3. Metodología.....	8
4. Resultados.....	18
5. Discusión y conclusiones.....	23
6. Referencias bibliográficas	28
7. Anexos.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de trabajo.	12
Figura 2. Ejemplo de medición del ángulo de extensión de la rodilla con una ejecución considerada válida.	14
Figura 3. Posición para la medición de la PA.....	16
Figura 4. Efecto principal del tiempo (pre y post15) para la variable PAS; n = 8.	19
Figura 5. Interacción entre el protocolo (S2 y S4) y el tiempo (pre y post15) para la variable PAS; n = 8.....	19
Figura 6. Efecto principal del tiempo (pre y post15) para la variable PAM; n = 8.	20
Figura 7. Interacción entre el protocolo (S2 y S4) y el tiempo (pre y post15) para la variable PAM; n = 8.	21
Figura 8. Efecto principal del tiempo (pre y post15) para la variable PP; n = 8.	21
Figura 9. Efecto principal del tiempo (pre y post15) para la variable DP; n = 8.....	22

RESUMEN

Introducción. Una sesión de entrenamiento de fuerza puede producir una respuesta hipotensiva aguda que es beneficiosa para la salud, reduciendo transitoriamente el riesgo de sufrir un evento cardíaco. Sin embargo, el efecto del volumen en la respuesta hipotensiva en población hipertensa es todavía desconocido. **Objetivo.** Comparar el efecto hipotensivo entre dos protocolos modificando el volumen total realizando en el ejercicio de extensión de cuádriceps en población mayor hipertensa. **Metodología.** 8 participantes mayores (66 ± 3) hipertensos (presión arterial sistólica [PAS]: 140 ± 15 mmHg, presión arterial diastólica [PAD]: 82 ± 7 mmHg) medicados ($n = 4$, Enalapril; $n = 3$ Perindopril; $n = 1$, Amlodipino) llevaron a cabo dos protocolos en el ejercicio de extensión de cuádriceps modificando el volumen total: S4 (4 series de 10 repeticiones) y S2 (2 series de 10 repeticiones), ambos protocolos realizados con el 50% del 1RM y con un descanso entre series de 120". Se determinó la presión arterial (PA) y la frecuencia cardíaca (FC) antes (pre) y después de 15 minutos (post15). **Resultados.** El efecto principal para el tiempo reveló una disminución de la PAS, PA media (PAM), presión de pulso y doble producto ($p < 0,05$). Además, también se observaron interacciones significativas entre el protocolo y el tiempo para la PAS ($F_{1,7} = 12,543$, $p = 0,009$) y para la PAM ($F_{1,7} = 6,886$, $p = 0,034$), ($p < 0,05$), de manera que se encontraron reducciones tras el protocolo S4 que no se observaron en el protocolo S2. **Conclusiones.** Un volumen moderado de cuatro series tras un ejercicio de extensión de cuádriceps es capaz de producir una reducción de la PA clínicamente relevante, a diferencia de un volumen pequeño de dos series que no es capaz.

PALABRAS CLAVE

Entrenamiento de fuerza, presión arterial, respuesta hipotensiva.

1. INTRODUCCIÓN

Existe evidencia suficiente a día de hoy para garantizar el efecto que la actividad física tiene para el mantenimiento de la salud, dando lugar a la elaboración de pautas que aseguran una práctica eficaz y segura (Bull et al., 2020). Las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre actividad física y comportamiento sedentario esclarecen las recomendaciones elaboradas para los adultos mayores (65 años o más), por ello se aconseja llevar a cabo como mínimo de 150 a 300 minutos de actividad física aeróbica de intensidad moderada, de 75 a 150 minutos de actividad física aeróbica de intensidad vigorosa, o una cantidad equivalente entre ambas, de manera que existe la posibilidad de combinar una actividad de intensidad moderada como vigorosa (Bull et al., 2020). Además, se recalca complementar la actividad física aeróbica a través del entrenamiento de fuerza para beneficios adicionales para la salud, el cual permita trabajar todos los grupos musculares durante dos o más días a la semana, reduciendo el riesgo de caídas, así como posibles lesiones (Bull et al., 2020). La regularidad en la práctica de actividad física especialmente en población mayor reduce la mortalidad, de igual manera mejora la calidad de vida junto con la función cognitiva (Garber et al., 2011). Se ha observado que mayores dosis de actividad física crónica se corresponden con mayores beneficios para la salud, por lo tanto, encontramos una relación dosis-respuesta entre estas dos variables (Garber et al., 2011).

La práctica de la actividad física y/o ejercicio favorecen la aparición de mejoras a nivel del sistema cardiovascular, permitiendo una reducción de la presión arterial en reposo (MacDonald & Pescatello, 2019). Organizaciones como la OMS y la Sociedad Europea de Hipertensión destacan la importancia de la actividad física y el ejercicio llevado a cabo con regularidad para la prevención primaria, control, y tratamiento de la hipertensión (Pescatello et al., 2004), dado que permite reducir la PA de 5 a 7 mmHg en el caso del ejercicio aeróbico y de 2 a 3 mmHg tras el entrenamiento de resistencia dinámico (Pescatello et al., 2015). La hipertensión es un factor de riesgo cardiovascular que se caracteriza por un aumento en la PA crónica provocando efectos negativos en la población que la padece (Pescatello et al., 2015), dando lugar al daño orgánico, el cual hace referencia a cambios estructurales o funcionales en los vasos sanguíneos y/o de los

órganos que irrigan, como pueden ser el cerebro, el corazón, los riñones, los ojos, así como las arterias tanto centrales como periféricas (Unger et al., 2020). Unos valores de la PAS y/o de la PAD superiores o iguales a 140 mmHg y 90 mmHg respectivamente, conllevan una hipertensión de grado I, mientras que una PAS superior o igual a 160 mmHg y/o una PAD superior o igual a 100 mmHg supone una hipertensión de grado II (Chobanian et al., 2003). La Tabla 1 ofrece información referente a la estratificación de la presión arterial para adultos y personas mayores, considerando que la prehipertensión no se contempla como una enfermedad, sino que permite determinar la población con un mayor riesgo de desarrollar hipertensión (Chobanian et al., 2003). La inactividad, el sedentarismo, el consumo de tabaco, la obesidad o el sobrepeso son algunos factores de riesgo que repercuten directamente en el desarrollo de la hipertensión y en un mayor riesgo cardiovascular en las personas hipertensas (Mancia et al., 2023). A esto se suma que cuanto mayor sean los valores de la presión arterial, mayor serán las probabilidades de sufrir eventos cardiovasculares como ictus, cardiopatía isquémica o coronaria, insuficiencia cardiaca o el desarrollo de una enfermedad renal crónica (Mancia et al., 2023).

Tabla 1. Estratificación de la PA en adultos (Chobanian et al., 2003).

Estratificación de la PA	PAS mmHg	PAD mmHg
Normal	<120	y <80
Prehipertensión	120 – 139	o 80 – 89
Grado I de hipertensión	140 – 159	o 90 – 99
Grado II de hipertensión	≥160	o ≥100

PAS – presión arterial sistólica; PAD – presión arterial diastólica.

Año tras año la prevalencia de la hipertensión aumenta, duplicándose la cifra de personas que la padecen de 30 a 79 años entre 1990 y 2021, siendo mayor la población masculina afectada (34%), en contraposición a la población femenina (32%) (Zhou et al., 2021). Aunque la población masculina tenga mayor prevalencia en la hipertensión a nivel mundial, las mujeres experimentan un aumento exponencial más rápido de la PA a partir de la tercera década de edad, ocasionando un porcentaje superior de mujeres que padecen de hipertensión a partir de los 65 años respecto a los hombres (Mancia et al., 2023). La

PA alta afecta aproximadamente a 1000 millones de adultos en todo el mundo, dejando 10,8 millones de muertos al año (Banegas et al., 2024). Por otra parte, en España se estima que la mitad de las muertes asociadas a eventos cardiovasculares se producen debido a una PA alta junto con otros factores, por lo que es de vital importancia la mejora de su prevención y tratamiento (Banegas et al., 2024).

Para empezar un tratamiento farmacológico en personas con hipertensión, el equipo médico debe de tener en cuenta el grado de hipertensión y los factores de riesgo asociados a cada individuo. El grado I de hipertensión implica cambios en el estilo de vida, y si tras varios meses de aplicar esta medida no se producen mejoras significativas (sin otro factor de riesgo asociado), o bien tras varias semanas (1 o más factores de riesgo), se iniciará con el tratamiento farmacológico. En el caso del grado II de hipertensión, del mismo modo, tener tres factores de riesgo o más, significa una combinación en el cambio de estilo de vida, junto con la introducción de medicamentos (Hanssen et al., 2022). Aunque se sugiere que los medicamentos pueden llegar a ser más efectivos para el control de la PA que el ejercicio, la diferencia entre ambas intervenciones es mínima (Naci et al., 2019; Noone et al., 2018). Es por ello por lo que la intervención de ejercicio es importante en el tratamiento de la hipertensión (Cornelissen & Smart, 2013).

Uno de los beneficios que el ejercicio produce sobre el sistema cardiovascular es la reducción de la PA crónica en reposo (Moreira et al., 2016). Esta reducción de la PA crónica en reposo es consecuencia de la reducción de la PA aguda producido por cada estímulo de actividad física o ejercicio, produciéndose una relación entre los efectos crónicos y la dosis-respuesta aguda (Moreira et al., 2016). A esta reducción transitoria y aguda de la PA se la denomina efecto hipotensivo. Tanto el ejercicio aeróbico como el entrenamiento de fuerza producen un descenso de la PAS y de la PAD que puede durar hasta las 24 horas de haber realizado la actividad, siendo la magnitud de la reducción mayor durante los primeros 60 y 90 minutos tras finalizar el ejercicio (Casonatto et al., 2016). Adicionalmente, la magnitud de la reducción después del ejercicio es mayor en aquellas personas con valores de la PA más alta en reposo (MacDonald & Pescatello, 2019).

Hasta la década de 1990, la única recomendación realizada para personas con enfermedades cardiovasculares era el ejercicio aeróbico (Farinatti et al., 2006). No obstante, el entrenamiento de fuerza, en la actualidad se considera fundamental, ya que además de producir beneficios en el sistema cardiovascular, genera adaptaciones neuromusculares mejorando la coordinación intra e intermuscular, junto con la estabilidad de las articulaciones que se asocia a mayores ganancias de masa muscular (De Sousa et al., 2017; Farinatti et al., 2006; Polito et al., 2021). Esto, a su vez, mejora la calidad de vida, el control glucémico y reduce el estrés cardiovascular asociado a un esfuerzo físico (Polito et al., 2021). En cuanto al entrenamiento de fuerza dinámico, éste consiste en contracciones concéntricas y excéntricas de los músculos, durante las cuales, tanto la longitud como la tensión muscular varían, al generar una fuerza contra una resistencia externa (Cornelissen et al., 2011). El Colegio Americano de Cardiología recomienda como intervención no farmacológica el ejercicio de fuerza dinámico siguiendo las siguientes directrices: 3 series de 10 repeticiones realizando 6 ejercicios al 50% - 80% de la 1RM durante entre 90 a 150 minutos a la semana (Whelton et al., 2018). Un programa de entrenamiento de fuerza siguiendo las recomendaciones anteriormente mencionadas pueden llegar a producir una reducción de 3 mmHg para la PAS y para la PAD, minimizando el riesgo de padecer una enfermedad coronaria en un 5-9%, un accidente cerebrovascular en un 8-14%, y la mortalidad por cualquier causa en un 4% (Pescatello et al., 2004).

Aunque no hay un modelo del efecto hipotensivo en relación con los parámetros de la carga para el ejercicio de fuerza, es razonable dilucidar que los mecanismos fisiológicos para producirlo serán los mismos que en el entrenamiento aeróbico (Halliwill et al., 2013). Así, es importante conocer los parámetros de la carga que pueden maximizar el efecto hipotensivo para conseguir que la prescripción del ejercicio sea lo más favorable posible para las personas hipertensas. En este sentido, la selección de ejercicios que incluyan una masa muscular grande (Li et al., 2015), una intensidad suficiente y con la suficiente fatiga (De Souza et al., 2013; Figueiredo, Willardson, et al., 2015), un descanso pequeño entre series (Figueiredo et al., 2016), y un volumen total elevado (Carpio-Rivera et al., 2016) provocan el estímulo necesario para maximizar el efecto hipotensivo.

La cantidad de musculatura implicada durante el entrenamiento de fuerza influye en el efecto hipotensivo ya que parece ser que los ejercicios que conllevan una mayor masa muscular producen un efecto hipotensivo mayor (Li et al., 2015). Con respecto a la intensidad durante el entrenamiento de fuerza, todavía se necesitan más investigaciones para esclarecer este tema, pero las evidencias actuales apuntan a que el entrenamiento a una intensidad moderada-alta al 70% del 1RM producen un efecto hipotensivo más prolongado que intensidades relativamente más bajas y altas (60% y 80% del 1RM respectivamente) (Figueiredo, Willardson, et al., 2015). Acerca de la fatiga muscular, esta representa una parte importante durante la prescripción del ejercicio en persona hipertensas, ya que las series que se aproximan al fallo muscular generan una mayor respuesta hipotensiva que las que no lo hacen (De Souza et al., 2013). En cuanto al tiempo de descanso entre series, parece ser que períodos de 1 y 2 minutos de descanso son capaces de generar un efecto hipotensivo mayor que descansos más largos (Figueiredo et al., 2016).

Por lo que corresponde al volumen total elevado, mayores volúmenes de entrenamiento generan un mayor efecto hipotensivo en contraposición con aquellos entrenamientos con volúmenes inferiores (Carpio-Rivera et al., 2016; De Freitas Brito et al., 2019). En este sentido, independientemente del formato del entrenamiento o del número de ejercicios, trabajar con volúmenes más altos favorece un efecto hipotensivo prolongado en comparación con volúmenes inferiores (Figueiredo, Rhea, et al., 2015; Polito & Farinatti, 2009; Simão et al., 2005), existiendo una mayor reducción de la PAS respecto la PAD durante los primeros 60 minutos tras haber finalizado el entrenamiento (Scher et al., 2011).

No obstante, gran parte de los estudios que hay publicados hasta la fecha en relación con el efecto hipotensivo tras el entrenamiento de fuerza, utilizan como participantes a personas normotensas (Li et al., 2015; Polito & Farinatti, 2009; Simão et al., 2005). Por lo tanto, son necesarias más investigaciones que impliquen a personas hipertensas ya que los efectos en población normotensa e hipertensa no tienen por qué ser los mismos (Queiroz et al., 2015). Por este motivo, es importante analizar el efecto que el volumen tiene en la respuesta hipotensiva de la población hipertensa. En este sentido modificar el

volumen total, pero manteniendo los mismos parámetros de la carga como la misma intensidad, permite analizar el potencial efecto hipotensivo que el volumen total puede tener en población hipertensa.

2. OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es comparar el efecto hipotensivo entre dos sesiones de fuerza con diferente número de series y, por lo tanto, modificando el volumen total, en población mayor hipertensa realizando el ejercicio de extensión de cuádriceps. Se hipotetizó que la sesión con un mayor número de series, y, por lo tanto, con más volumen total desencadenará un efecto hipotensor mayor en comparación con la sesión con menos series.

3. METODOLOGÍA

Participantes

El trabajo se llevó a cabo con 8 participantes mayores (entre 63 y 74 años) físicamente activos con una experiencia entre 4 y 6 meses con el ejercicio propuesto (Mayo et al., 2016), además, todos los participantes tenían un diagnóstico previo de hipertensión, basado en el Séptimo Informe del *Joint National Committee* para la Prevención, Detección, Evaluación y Tratamiento de la Hipertensión Arterial (JNC7) (Chobanian et al., 2003) y estaban recibiendo un tratamiento controlado para la hipertensión, siendo los fármacos que tomaban los siguientes: siete participantes consumían inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (n = 4, Enalapril; n = 3 Perindopril) y uno consumía bloqueadores de los canales de calcio dihidropiridínicos (n = 1, Amlodipino) (Chobanian et al., 2003). En la Tabla 2 se pueden observar las características de los participantes.

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión para participar en el presente trabajo: hallarse en una edad comprendida entre los 60 y los 75 años, ser físicamente activo, tener una experiencia de mínimo 2 meses con el ejercicio propuesto y, por último, estar recibiendo un tratamiento farmacológico antihipertensivo. Los criterios de exclusión por

los cuales los participantes no pudieron formar parte del trabajo fueron los siguientes: sufrir de patologías osteoarticulares en las articulaciones de la cadera y de la rodilla, personas diagnosticadas con diabetes mellitus, además de otras patologías crónicas las cuales impidan realizar ejercicio físico y, finalmente, aquellas personas que tuvieran unos valores iniciales en la presión arterial sistólica y diastólica mayores a 160/105 mmHg de PAS y PAD respectivamente (Melo et al., 2006; De Freitas Brito et al., 2019).

Antes de comenzar con el estudio, a cada participante se le entregó un consentimiento informado con todos los datos de interés y los procedimientos que se llevarían a cabo en la intervención, junto con una hoja informativa en la que se especifican los requisitos previos a realizar y cumplir por los participantes antes de cada sesión (Anexo 1). También se entregó un cuestionario PAR-Q+ (Physical Activity Readiness Questionnaire +), una versión actualizada del PAR-Q original (Anexo 2). La nueva versión cuenta con una variedad de preguntas que amplía la posibilidad de detectar las barreras para la práctica de actividad física, además de una serie de cuestiones que dan lugar a un mejor seguimiento sobre las enfermedades crónicas específicas de la población (Warburton et al., 2011).

La franja horaria en la que se llevaron a cabo las sesiones fue entre las 9:00 y 11:00 am, debido a que el ejercicio matinal parece producir un mayor efecto hipotensivo, especialmente una mayor reducción de la PAS, junto con un menor aumento de la FC. Igualmente, en aquellos sujetos cuya PA es más elevada durante las mañanas, el ejercicio matutino atenuaría esos incrementos (De Brito et al., 2015). Por otro lado, las condiciones para la evaluación fueron las siguientes: no fumar, tomar cafeína, ni haber hecho ningún tipo de actividad física 24 horas antes de la evaluación inicial, además de realizar una ingesta de alimentos ligera antes de acudir al centro (Polito & Farinatti, 2009). Como se ha indicado anteriormente, el protocolo únicamente se llevó a cabo en aquellos participantes cuyos valores iniciales en la PAS y PAD fuesen menores a 160/105 mmHg (Melo et al., 2006). Se les indicó a los sujetos que no cambiasen los hábitos de toma de la medicación destinada a la hipertensión durante el periodo de tiempo en el cual se llevarían a cabo los protocolos.

Tabla 2. Características de los participantes; n = 8.

Hombre/Mujer (n)	2/6
Edad (años)	66 ± 3
Altura (m)	1,61 ± 0,05
Masa corporal (kg)	74,3 ± 15,6
IMC (Kg/m ²)	28,6 ± 4,8
FC reposo (ppm)	63 ± 6
PAS reposo (mmHg)	140 ± 15
PAD reposo (mmHg)	82 ± 7
PAM reposo (mmHg)	101 ± 9
PP reposo (mmHg)	58 ± 11
DP (mmHg × ppm)	8704 ± 851
1RM (kg)	61 ± 24,51
50% 1RM (kg)	30,5 ± 12,3
Fármacos	IECAs n = 7 BCCs DHPs n = 1

IMC – índice de masa corporal; FC – frecuencia cardiaca; PAS – presión arterial sistólica; PAD – presión arterial diastólica; PAM – presión arterial media; PP – presión de pulso; DP – doble producto; IECAs – inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina; BCCs DHPs – bloqueadores de los canales de calcio dihidropiridínicos. Los valores se expresan como media ± desviación típica.

Diseño de trabajo

Se llevó a cabo un diseño de medidas repetidas aleatorizado con un muestreo de conveniencia. Para ello se examinó el efecto de dos sesiones de fuerza en un ejercicio de extensión de cuádriceps con distinto número de series y por lo tanto modificando el volumen total (variable independiente) en la presión arterial postejercicio (PAS, PAD y PAM), la presión de pulso (PP), el doble producto (DP), la frecuencia cardiaca (FC) y el esfuerzo percibido (variables dependientes). Con ese fin, se llevaron a cabo dos sesiones experimentales de manera aleatorizada: en una de las sesiones se realizaron 2 series de 10 repeticiones con el 50% del 1RM con dos minutos de descanso entre series (S2). En

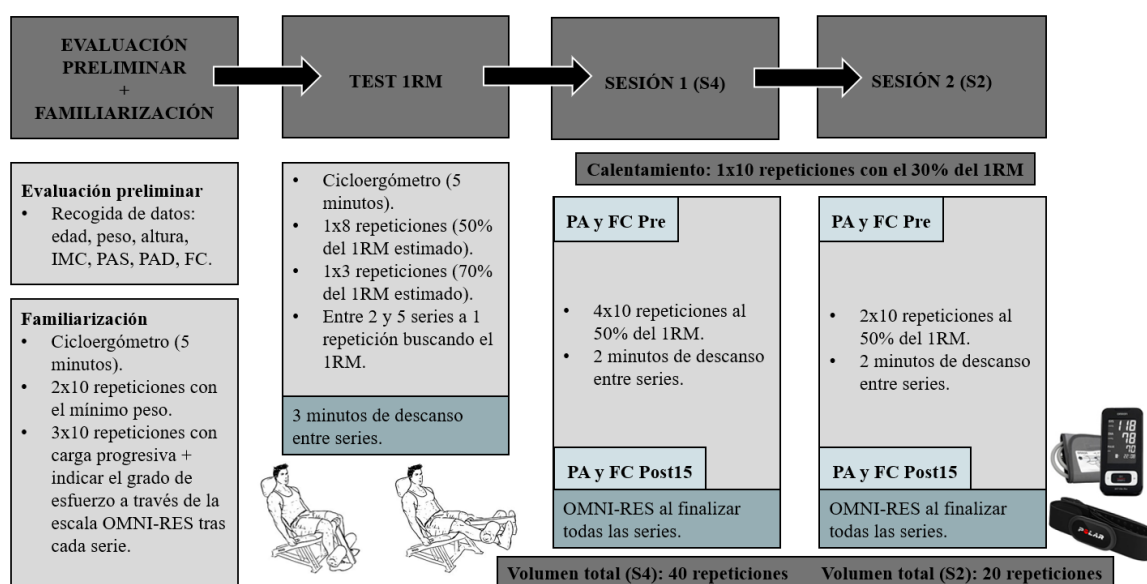
la otra sesión experimental se llevaron a cabo 4 series de 10 repeticiones con el 50% del 1RM con dos minutos de descanso entre cada serie (S4). La PA se tomó antes y 15 minutos tras finalizar las series.

En ambas sesiones experimentales se mantuvo el mismo número de repeticiones por serie, el mismo tiempo de descanso entre series y el mismo porcentaje del 1RM.

Procedimientos

El procedimiento fue llevado a cabo con usuarios matriculados en el Gimnasio Covibar localizado en Rivas-Vaciamadrid (Madrid), espacio donde se realizaron las prácticas externas. Los participantes tuvieron que acudir al centro a un total de 4 sesiones para completar la recogida de datos. En la sesión de familiarización se midió el peso y altura, datos que fueron obtenidos mediante la báscula OMRON BF511 y el tallímetro SECA 216, y se calculó el índice de masa corporal (IMC). Se obtuvieron la PAS, la PAD y la FC, además de realizar una familiarización con la máquina de extensión de cuádriceps y con la escala de percepción del esfuerzo OMNI-Resistance Exercise Scale (OMNI-RES). En la segunda sesión se obtuvo la carga que los participantes podían mover una sola vez (1 repetición máxima, 1RM) como indicador de la manifestación máxima de fuerza dinámica en la máquina de extensión de cuádriceps. Por último, en las dos sesiones experimentales se midió la PA y la FC antes y 15 minutos después de someterse al ejercicio de extensión de cuádriceps, modificando el volumen total realizado entre protocolos (20 repeticiones o 40 repeticiones) y manteniendo la misma intensidad y tiempo de descanso entre series. Las sesiones se llevaron a cabo con una diferencia de 48 horas entre ellas (Simão et al., 2005). Se puede observar el diagrama del diseño de trabajo en la Figura 1.

Figura 1. Diseño de trabajo.



IMC – Índice de Masa Corporal; PAS – Presión Arterial Sistólica; PAD – Presión Arterial Diastólica; FC – Frecuencia Cardíaca; OMNI-RES – Escala de percepción del esfuerzo; PA – Presión Arterial; S4 – Protocolo de 4 series; S2 – Protocolo de 2 series.

Sesión de familiarización

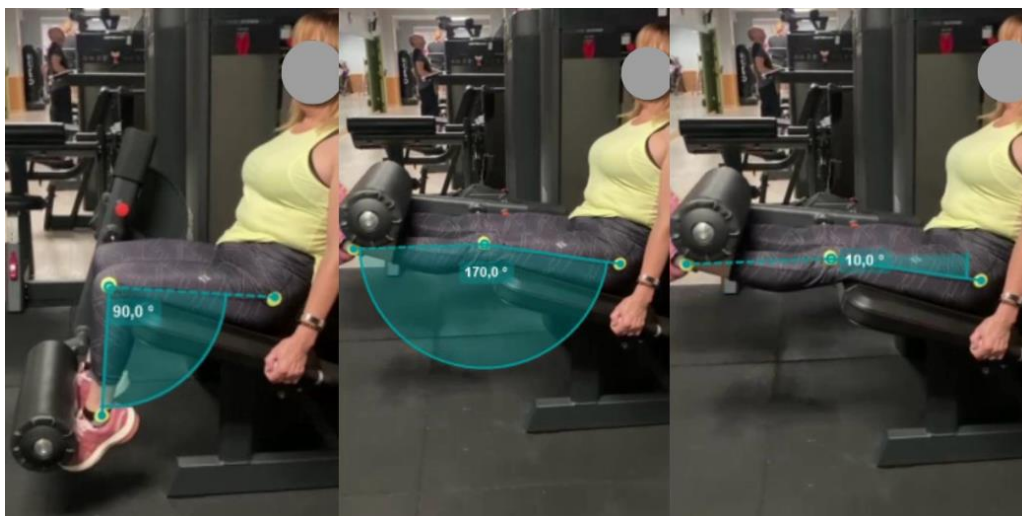
La sesión de familiarización comenzó con una evaluación preliminar donde se midió el peso, altura, el IMC, la PAS, la PAD y la FC en reposo. En la segunda parte de la sesión de familiarización, se introdujo a los participantes con la máquina de extensión de cuádriceps y con la escala de percepción del esfuerzo OMNI-RES. Los participantes comenzaron con un calentamiento de 5 minutos en el cicloergómetro para continuar en la máquina de extensión de cuádriceps realizando 2 series de 10 repeticiones con el mínimo peso que permite la máquina. Por último, tras el calentamiento se procedió a realizar 3 series de 10 repeticiones con una carga progresiva en la que los participantes tenían que indicar el grado de esfuerzo mediante uno de los descriptores que incluye la escala OMNI-RES.

Sesión de medición de la manifestación máxima de fuerza dinámica (1RM)

Los participantes comenzaban con un calentamiento general de 5 minutos en un cicloergómetro. La posición de la máquina se ajustó para cada sujeto, de tal manera que la espalda tendría que estar completamente apoyada en el respaldo, donde el ángulo de rodilla y cadera sería de 90° (Iglesias-Soler et al., 2016). El rango articular de cada ejecución comenzaba con la fase concéntrica con las rodillas en flexión a 90° con los pies en el punto más cercano al suelo hasta el final de la fase concéntrica, donde las rodillas tenían que llegar a una extensión de 180°. La fase excéntrica comenzaba con las rodillas en una extensión de 180° para acabar con las rodillas volviendo a una flexión de 90° (Robertson et al., 2003). Se le indicó a cada participante realizar todo el rango de movimiento, llegando a una extensión completa de la rodilla (0°) (Rúa-Alonso et al., 2022). En el momento en el que el participante no fuera capaz de alcanzar al menos 80° de extensión de la rodilla ($\Delta 80^\circ$, de 90° a 10° en la flexión de rodilla), la repetición no sería válida (Rúa-Alonso et al., 2022; Iglesias-Soler et al., 2016). Durante los descansos de las series en las que se realizaba una sola repetición se observaba el ángulo de extensión de rodilla para determinar la validez de la repetición a través del programa Kinovea (0.9.5b, Boston, EE. UU.). Para ello se utilizaron marcadores cinemáticos colocados en las siguientes zonas anatómicas: maléolo lateral, cóndilo lateral del fémur y en el trocánter mayor.

Tras el calentamiento, iniciarán la secuencia específica de calentamiento en la máquina de extensión de cuádriceps, donde la primera serie constará de 8 repeticiones al 50% del 1RM estimado, seguida por otra serie de 3 repeticiones al 70% del 1RM estimado. En la segunda fase las series se realizarán con una sola repetición, aumentando de forma progresiva el peso (Brown & Weir, 2001). Se busca completar al menos dos series de levantamientos únicos entre las series de calentamiento y el 1RM estimado, siendo lo óptimo ejecutar entre tres y cinco series de repeticiones únicas. Por otro lado, el descanso entre cada una de las series será de 3 minutos (Brown & Weir, 2001).

Figura 2. Ejemplo de medición del ángulo de extensión de la rodilla con una ejecución considerada válida.



Sesiones experimentales

Los participantes se sometieron a dos sesiones experimentales de manera aleatorizada para el ejercicio de extensión de cuádriceps: una primera sesión con un protocolo en la que los participantes realizaban 2 series de 10 repeticiones con el 50% del 1RM con dos minutos de descanso entre series (S2), y una segunda sesión en la que se realizaba un protocolo de 4 series de 10 repeticiones con el 50% del 1RM con dos minutos de descanso entre series (S4). El calentamiento previo consistió en una serie de 10 repeticiones en el ejercicio de extensión de cuádriceps con una carga ligera (30% del 1RM) (Figueiredo et al., 2016). En ambos protocolos la intensidad utilizada y el descanso entre series eran los mismos, diferenciándose solo en el volumen total realizado (20 repeticiones o 40 repeticiones). El tiempo de descanso entre series tanto en S2 como en S4 fue de 2 minutos (Figueiredo et al., 2016). El número de series totales, repeticiones por serie, el descanso entre series y el porcentaje del 1RM se justifica en base a las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina del Deporte (Riebe et al., 2018).

Inmediatamente antes y 15 minutos después de los protocolos se obtuvieron la PAS y la PAD mediante oscilometría a través del Omron Mit Elite Plus (OMRON HEM-7301-ITKE7; Kioto, Japón), y la FC con una banda Polar H10 (Polar, Kempele, Finlandia).

Asimismo, al finalizar cada protocolo experimental, se obtuvo la percepción del esfuerzo a través de la escala OMNI-RES.

Se indicó que el ritmo de ejecución se realice de tal manera que, la fase concéntrica se ejecute en 1 segundo mientras que la fase excéntrica se ejecute en 2 segundos (Scher et al., 2011). En todo momento el ritmo de la ejecución estuvo controlado por el mismo examinador gracias a un metrónomo. Adicionalmente se les informó sobre la necesidad de evitar la maniobra de Valsalva, donde los participantes debían respirar en todo momento durante la ejecución del ejercicio, ya que la maniobra de Valsalva puede dar lugar a un aumento exacerbado de la PA durante el ejercicio (MacDonald & Pescatello, 2019).

Medición de la presión arterial y la frecuencia cardiaca

Se procedió a realizar dos mediciones de la PA, una previa a comenzar los protocolos (pre), y otra medición pasados 15 minutos tras finalizar los protocolos (post15) (Figueiredo et al., 2016; Silva et al., 2021). Las mediciones se tomaron en una sala silenciosa con una temperatura agradable y con un descanso previo de 10 minutos en una postura sentada tras llegar al centro. Además, se les solicitaba a los participantes estar en silencio y sin moverse (Stergiou et al., 2021). La postura para la medición fue sentada con la espalda apoyada en la silla, los pies sin cruzar y apoyados en el suelo, adicionalmente el brazo debía estar destapado descansando en la mesa, con la parte media del brazo a la altura del corazón (Stergiou et al., 2021). Durante la sesión de familiarización se tomaron 3 medidas de la PA en cada brazo, a través del método oscilométrico con 1 minuto de descanso entre mediciones, a continuación, se eliminó la primera medida y se procedió a realizar la media de las dos últimas en ambos brazos. El brazo con el valor más alto se usó para determinar la PA en reposo, además de ser utilizado para los análisis de los datos obtenidos en las sesiones experimentales, repitiendo el mismo procedimiento anteriormente mencionado para la obtención de la PA, donde se desechaba la primera medición y se promediaba las dos últimas del brazo escogido (Stergiou et al., 2021).

La medición se realizó a través del método oscilométrico con el aparato Omron Mit Elite Plus (OMRON HEM-7301-ITKE7; Kioto, Japón) obteniendo la PAS y la PAD en la arterial braquial. La presión arterial máxima que se da durante la contracción del ventrículo izquierdo y que se mide en la arteria braquial se denomina PAS. Por el contrario, la PAD es la presión arterial mínima que se da durante el descanso entre dos latidos y que depende de las resistencias vasculares periféricas (Franklin, 2007; Smart et al., 2020). Se calculó la PAM a través de la siguiente ecuación: $PAM = PAD + ((PAS - PAD) / 3)$ (Polito & Farinatti, 2009). La PAM representa la presión que permite el suministro constante de sangre y oxígeno a los tejidos y órganos periféricos (Safar et al., 2003), siendo lo normal uno valores de la PAM de 70 mmHg a 110 mmHg (García Orjuela et al., 2016). También se obtuvo la PP, representada como la diferencia entre la PAS y la PAD (Benetos et al., 2019). La PP es considerada como un marcador de rigidez vascular, asimismo es una variable que parece predecir la mortalidad cardiovascular (Yazdani et al., 2020). Por otro lado, unos valores de la PP ≥ 50 mmHg representan un mayor riesgo cardiovascular (Benetos et al., 1998). También se calculó el DP, el cual es el resultado de multiplicar la FC por la PAS (Hargens et al., 2011). El DP representa un marcador de consumo miocárdico de oxígeno y muestra el gasto energético que implica para el corazón realizar una actividad física a una intensidad definida (Resnik et al., 2016). Por otro lado, la FC fue medida a través del pulsómetro Polar H10 antes y tras 15 minutos después de llevarse a cabo los protocolos en las mismas condiciones en las que se tomó la PA.

Figura 3. Posición para la medición de la PA.



Instrumentos

Para la medición de la PA se utilizó el dispositivo oscilométrico Omron Mit Elite Plus (OMRON HEM-7301-ITKE7; Kioto, Japón), validado a través del protocolo de la Sociedad Británica de Hipertensión (SBH) (Chung et al., 2012). La medición de la PA a través del método oscilométrico ofrece una ventaja muy grande respecto al método auscultatorio, ya que no es necesaria una gran formación para poder realizar las tomas de la PA, aunque se deben tener en cuenta una serie de consideraciones prácticas, como pueden ser la posición del sujeto y el tamaño del manguito, entre otros, además, para poder asegurar la máxima exactitud debemos usar dispositivos validados (Alpert et al., 2014). Por otro lado, la FC se midió a través del pulsómetro Polar H10 (Polar, Kempele, Finlandia).

Para obtener la percepción de esfuerzo al finalizar cada serie en ambas sesiones experimentales se utilizó la escala OMNI-RES, una herramienta que permite determinar el esfuerzo percibido a través de una escala numérica (0 a 10) que además posee representaciones ilustrativas y palabras que facilitan especificar en nivel del esfuerzo donde el 0 se considera extremadamente fácil y el 10 extremadamente difícil (Robertson et al., 2003). Este instrumento se puede considerar válido y fiable para cuantificar el esfuerzo percibido en los participantes (Lagally & Robertson, 2006). Asimismo, facilita la interpretación de la intensidad en los entrenamientos de resistencia a las personas mayores gracias a la claridad de las representaciones ilustrativas (Morishita et al., 2019).

Por último, el ejercicio dinámico con cargas que consiste en una extensión de cuádriceps se realizó en el modelo de máquina ETENON PC2005 (Etenon Fitness, Jaén, España). Para poder determinar la validez de la ejecución durante la sesión de medición de la manifestación máxima fuerza (1RM) se utilizó el programa Kinovea (0.9.5b, Boston, EE. UU.).

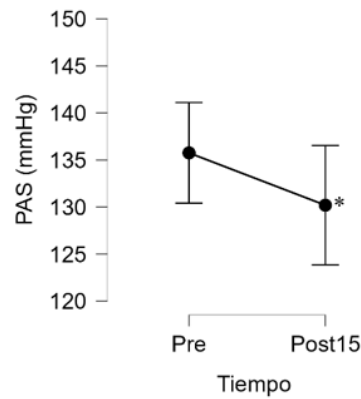
Análisis estadístico

Para determinar la distribución normal de las variables se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. Se implementaron ANOVAs de medidas repetidas para las variables PAS, PAD, PAM, PP, DP Y FC. En todas estas variables se analizaron los efectos principales del tiempo y del protocolo y las interacciones entre el tiempo (pre y post15) y el protocolo de entrenamiento (sesión de dos series [S2]) y sesión de 4 series [S4]), y el tiempo (pre y post15). Para las variables que no cumplían el criterio de normalidad (concretamente, la PAD) se realizó una transformación logarítmica para aproximar los valores a una distribución normal. Una vez que con la transformación logarítmica cumplía el criterio de normalidad, se realizó un ANOVA de la misma manera que el resto de variables. Para el índice de esfuerzo percibido se implementó una comparación por pares no paramétrica de muestras relacionadas (prueba de Wilcoxon), donde se consideraron los valores del índice de esfuerzo percibido tras la última repetición de cada uno de los dos protocolos (S2 y S4). Se consideró un valor de 0,05 como significancia estadística. Para realizar el análisis de los datos se utilizó el programa SPSS 28.01.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, EE. UU.). Se reportaron las medias y desviaciones típicas como estadísticos descriptivos. En cuanto a los gráficos, estos se reportaron utilizando el programa JASP 0.18.3 (JASP team, Países Bajos), utilizando medias e intervalos de confianza al 95%.

4. RESULTADOS

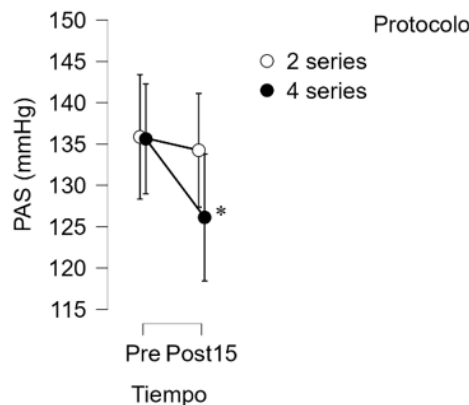
En cuanto a la PAS se encontró un efecto principal para el tiempo ($F_{1,7} = 10,714$, $p = 0,014$; Figura 4), donde los resultados post15 presentaron unos valores significativamente inferiores en comparación a los de la PAS pre (pre: 135 ± 21 mmHg, post15: 130 ± 18 mmHg). No se observó un efecto principal para el protocolo ($p = 0,417$). Como se puede observar en la Figura 5, se encontró una interacción significativa entre protocolo y tiempo ($F_{1,7} = 12,543$, $p = 0,009$). Se observó una reducción significativa de la PAS entre el pre y el post15 en el protocolo S4 (pre: 135 ± 23 mmHg, post15: 126 ± 20 mmHg, $p = 0,02$), que no fue observada en S2 (pre: 135 ± 20 mmHg, post15: 134 ± 16 mmHg, $p = 0,454$). En el Anexo 3 se pueden encontrar los estadísticos descriptivos para los valores de la PAS.

Figura 4. Efecto principal del tiempo (pre y post15) para la variable PAS; n = 8.



*Medias e intervalos de confianza (95%). * En comparación con el pre ($p < 0,05$). PAS: Presión Arterial Sistólica.*

Figura 5. Interacción entre el protocolo (S2 y S4) y el tiempo (pre y post15) para la variable PAS; n = 8.



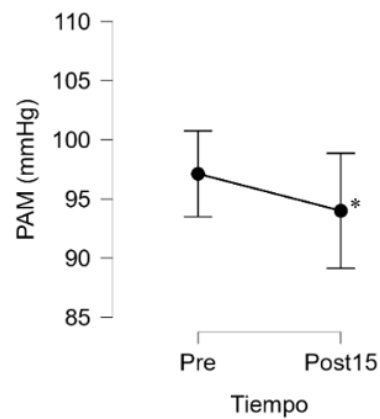
*Medias e intervalos de confianza (95%). * En comparación con el pre ($p < 0,05$). PAS: Presión Arterial Sistólica.*

Respecto a la PAD no hubo un efecto principal para el tiempo ($p = 0,175$), ni tampoco para el protocolo ($p = 0,263$). No se observaron diferencias significativas para la interacción entre protocolo y tiempo ($p = 0,208$). En el Anexo 4 se pueden encontrar los estadísticos descriptivos para los valores de la PAD.

Para la PAM se encontró un efecto principal para el tiempo ($F_{1,7} = 6,443$, $p = 0,039$; Figura 6), observando unas medidas significativamente inferiores 15 minutos tras haber

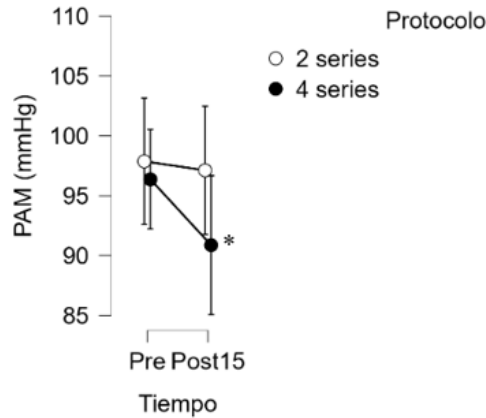
finalizado el protocolo en relación con los valores iniciales (pre: 97 ± 11 mmHg, post15: 94 ± 10 mmHg). Sin embargo, no se encontró un efecto principal del protocolo ($p = 0,302$). Como se puede observar en la Figura 7, también se encontró una interacción significativa entre el protocolo y el tiempo ($F_{1,7} = 6,886$, $p = 0,034$). Para el protocolo S4 se observó una reducción significativa de la PAM entre el pre y el post15 (pre: 96 ± 12 mmHg, post15: 91 ± 12 mmHg, $p = 0,003$) respecto al protocolo S2 donde no se vio (pre: 98 ± 11 mmHg, post15: 97 ± 8 mmHg, $p = 0,683$). En el Anexo 5 se pueden encontrar los estadísticos descriptivos para los valores de la PAM.

Figura 6. Efecto principal del tiempo (pre y post15) para la variable PAM; n = 8.



*Medias e intervalos de confianza (95%). * En comparación con el pre ($p < 0,05$). PAM: Presión Arterial Media.*

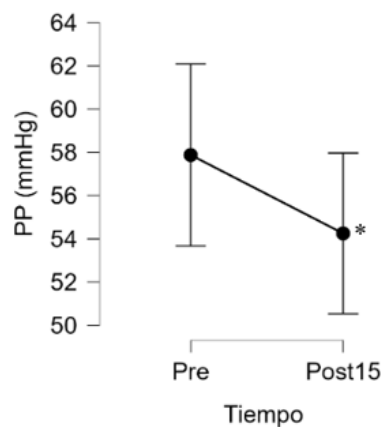
Figura 7. Interacción entre el protocolo (S2 y S4) y el tiempo (pre y post15) para la variable PAM; n = 8.



Medias e intervalos de confianza (95%). * En comparación con el pre ($p < 0,05$). PAM: Presión Arterial Media.

Con relación a la PP, se encontró un efecto principal para el tiempo ($F_{1,7} = 27,900$, $p = 0,001$; Figura 8) con unos valores que muestran una diferencia significativa entre el pre y el post15 (pre: 58 ± 17 mmHg, post15: 54 ± 15 mmHg). No se observó un efecto principal para el protocolo ($p = 0,915$), de la misma manera tampoco hubo una interacción significativa entre el tiempo y el protocolo ($p = 0,145$). En el Anexo 6 se pueden encontrar los estadísticos descriptivos para los valores de la PP.

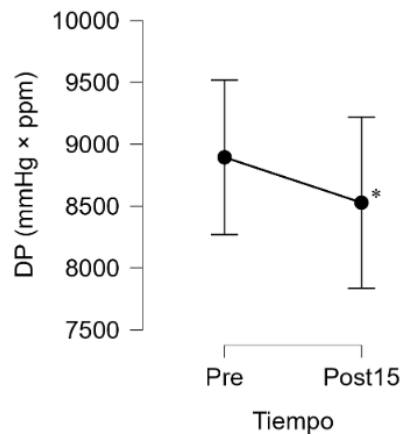
Figura 8. Efecto principal del tiempo (pre y post15) para la variable PP; n = 8.



Medias e intervalos de confianza (95%). * En comparación con el pre ($p < 0,05$). PP: Presión de Pulso.

Para el DP, se observó un efecto principal para el tiempo ($F_{1,7} = 6,287$, $p = 0,041$; Figura 9), habiendo una reducción significativa entre el pre y el post15 (pre: 8894 ± 1502 mmHg \times ppm, post15: 8528 ± 1391 mmHg \times ppm). No se observó un efecto principal para el protocolo ($p = 0,121$), asimismo tampoco se observó una interacción significativa entre el tiempo y el protocolo ($p = 0,115$). En el Anexo 7 se pueden encontrar los estadísticos descriptivos para los valores del DP.

Figura 9. Efecto principal del tiempo (pre y post15) para la variable DP; n = 8.



*Medias e intervalos de confianza (95%). * En comparación con el pre ($p < 0,05$). DP: Doble Producto.*

En cuanto a la FC, no se observó ningún efecto principal para el tiempo ($p = 0,658$), ni para el protocolo ($p = 0,101$). Tampoco se observó una interacción entre el protocolo y el tiempo ($p = 0,564$). En el Anexo 8 se pueden encontrar los estadísticos descriptivos para los valores de la FC.

A lo referente a los valores de la escala OMNI-RES, la prueba de Wilcoxon no mostró diferencias significativas en la percepción del esfuerzo entre los protocolos ($p = 0,174$). En el Anexo 9 se pueden encontrar los estadísticos descriptivos para los valores de la escala OMNI-RES.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha estudiado el efecto hipotensivo en población hipertensa entre dos sesiones de fuerza, realizando el ejercicio de extensión de cuádriceps con diferente número de series (sesión de dos series [S2]) y sesión de 4 series [S4]) y, por lo tanto, modificando el volumen total. Los resultados muestran una reducción de la PAS, PAM, PP y DP independientemente del protocolo. Por otro lado, para la PAS y para la PAM cuando se incluye el protocolo, se ha encontrado una reducción significativa para el protocolo S4 que no fue observada en el de S2.

Sin considerar el protocolo utilizado se ha observado una reducción de la PA tras la medición realizada a los 15 minutos posteriores del ejercicio, en comparación con los valores en reposo. Esto coincide con los resultados obtenidos en los metaanálisis de Carpio-Rivera (2016) y de Cornelissen (2013), en los cuales independientemente de las características de los participantes, el tipo de medición de la PA y las características del ejercicio se observó una reducción aguda de la PA en los momentos posteriores a una sesión de ejercicio (Carpio-Rivera et al., 2016; Cornelissen & Smart, 2013).

Un mayor efecto hipotensivo con volúmenes más grandes coincide con los trabajos publicados tanto en población normotensa (De Souza et al., 2013; Figueiredo, Rhea, et al., 2015; Simão et al., 2005) como en población hipertensa (De Freitas Brito et al., 2019; Scher et al., 2011).

En población normotensa el estudio de Figueiredo 2015 observó de igual manera una mayor reducción de la PAS y de la PAM tras el protocolo que involucró un mayor volumen, además también se encontró una reducción de la PAD que no fue vista en este trabajo (Figueiredo, Rhea, et al., 2015). El estudio de Simão (2005) llevado a cabo en personas normotensas se compararon dos protocolos con volúmenes y cargas de trabajo diferentes obteniendo una reducción significativa para el protocolo con mayor volumen de la PAS que se prolongó hasta 60 minutos después del protocolo, mientras que para la PAD solo se observó una reducción significativa a los 10 minutos de finalizar el protocolo (Simão et al., 2005). Una de las razones por las que se observó una reducción significativa

de la PAD en los estudios de Figueiredo (2015) y de Simão (2005) se puede deber en primer lugar a que en estos dos estudios la medición de la PA tras los protocolos se llevó a cabo durante 60 minutos, al contrario que en el presente trabajo en el cual solo se realizó una medición a los 15 minutos de finalizar los protocolos (Figueiredo, Rhea, et al., 2015; Simão et al., 2005). En segundo lugar, el número de ejercicios seleccionados y la carga de trabajo fueron mayores en los trabajos de Figueiredo (2015) y de Simão (2005) acercándose de esta forma más al fallo muscular (Figueiredo, Rhea, et al., 2015; Simão et al., 2005). En el estudio de Polito & Farinatti (2009) se comparó el efecto del número de series en los ejercicios de curl de bíceps y en la extensión de cuádriceps en personas normotensas con una intensidad del 12RM (Polito & Farinatti, 2009). Teniendo en cuenta solo el ejercicio de extensión de cuádriceps debido a la similitud con este trabajo, se observó un descenso de la PAS durante los 60 minutos posteriores y de la PAM tras 30 minutos en comparación con la medición de la PA en reposo en el protocolo de 10 series respecto al de 6 series (Polito & Farinatti, 2009). En el estudio de Polito & Farinatti (2009) la carga de trabajo utilizada fue del 12RM frente al presente trabajo donde se utilizó el 50% del 1RM, aun así, se observó un efecto hipotensivo que puede estar explicado por el tipo de población implicada ya que los efectos del entrenamiento de fuerza sobre la PA no tienen por qué ser los mismo en población normotensa que en hipertensa (Queiroz et al., 2015).

Se han realizado dos estudios en población hipertensa que investigan el efecto hipotensivo del volumen (De Freitas Brito et al., 2019; Scher et al., 2011). En el estudio de Scher (2011), realizado con población hipertensa medicada, se compararon diferentes volúmenes para un entrenamiento de fuerza en formato de circuito compuesto por 10 ejercicios y utilizando una carga de trabajo del 40% del 1RM, donde cada protocolo consistió en dar una o dos vueltas al circuito respectivamente (Scher et al., 2011). Tanto la PAS como la PAD disminuyeron significativamente en ambos protocolos, sin embargo, la magnitud de la reducción fue mayor durante los primeros 60 minutos de medición en el protocolo con un volumen mayor (Scher et al., 2011). En el estudio de De Freitas Brito (2019), también llevado a cabo en personas hipertensas medicadas, se realizaron dos protocolos de 1 y 3 series de 10 ejercicios de forma respectiva con una carga de trabajo del 50% del 1RM, coincidiendo con la carga de este trabajo y obteniendo una reducción de la PAS, PAD y PAM en el protocolo de mayor volumen (De Freitas Brito et al., 2019).

Estos resultados sugieren que un volumen mínimo es necesario para provocar un efecto hipotensivo, ya debido al número de series o debido al número de ejercicios totales, ya que una serie no fue suficiente para provocar efecto hipotensivo en el estudio De Freitas Brito (2019) pero 1 serie de 10 ejercicios si fue suficiente en el estudio de Scher (2011) (De Freitas Brito et al., 2019; Scher et al., 2011). Esto coincide parcialmente con los resultados de este trabajo, donde dos series de un ejercicio tampoco fueron suficientes para provocar un efecto hipotensivo con una intensidad similar, pero 4 series sí.

Hasta los 50 años tanto la PAS como la PAD sufren un aumento paralelo debido a la edad, pero a partir de los 60 años se observa un aumento de la PAS y una reducción de la PAD debido a la rigidez arterial dando lugar a la estabilización de la PAM y al aumento de la PP (Franklin, 2007). La rigidez arterial se produce principalmente por los siguientes cambios estructurales: hipertrofia de la pared, calcificaciones y lesiones ateromatosas y por último cambios que se dan en la matriz extracelular (Benetos et al., 2019). Mientras que los cambios funcionales que conducen a esa rigidez arterial consisten en el desgaste de la función vascular y alteraciones de la reactividad de las células del musculo liso (Benetos et al., 2019). Así pues, en población mayor hipertensa la PAS y la PAM se convierten en mejores indicadores de riesgo cardiovascular que la PAD, además se ha observado que la PP es un factor de riesgo cardiovascular independiente, en especial del infarto de miocardio (Safar et al., 2003), y que, en aquellas personas con un alto riesgo cardiovascular, tanto la PP como el DP son mejores predictores de mortalidad cardiovascular que la PAS y que la PAM (Yazdani et al., 2020). Los resultados observados en este trabajo referentes a la reducción de la PAS frente a la PAD concuerdan con el metaanálisis de Cornelissen (2013) en el que un entrenamiento de fuerza en población hipertensa es capaz de inducir una reducción de la PAS, pero no de la PAD (Cornelissen & Smart, 2013).

Una reducción de la PAS de 10 mmHg es capaz de reducir el riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular en un 20%, una enfermedad cardiaca coronaria en un 17%, un accidente cerebrovascular en un 27%, una insuficiencia cardiaca en un 28% y la mortalidad por todas las causas en un 13% (Ettihad et al., 2016), esto es de crucial relevancia ya que el protocolo S4 fue capaz de inducir una reducción transitoria de la PAS de 9 mmHg tal y como se puede observar en el Anexo 3.

En relación con la FC no se encontraron diferencias significativas respecto a los valores en reposo iniciales, lo que sugiere un stress cardiaco similar entre protocolos. En relación con la percepción del esfuerzo a través de la escala OMNI-RES, los valores también fueron similares entre protocolos, lo que indica un impacto afectivo comparable entre entrenamientos, lo que invita a realizar el protocolo con más series debido a su impacto en la presión arterial postejercicio con una respuesta cardiaca segura. Según la revisión de Morishita (2018), un 50% del 1RM corresponde aproximadamente con un índice de esfuerzo percibido de 5. Este valor es comparable a los encontrados en este trabajo de 6 al finalizar los protocolos, independientemente del volumen, tal y como se puede observar en el Anexo 9. Aplicar dosis mínimas de entrenamiento de fuerza ofrece la capacidad de minimizar riesgos asociados al abandono, y por ende producir una serie de beneficios a nivel funcional que se traducen en una reducción de la mortalidad y morbilidad (Fyfe et al., 2022), lo que refuerza los resultados obtenidos en este trabajo donde un solo ejercicio de fuerza aplicando una carga de baja intensidad fue capaz de generar una respuesta hipotensiva aguda.

Es importante mencionar las limitaciones presentes en este trabajo. Una de ellas fue la disponibilidad de los participantes a la hora de llevar a cabo los protocolos alargando de esta forma los días entre protocolos siendo en algunos casos más de dos, a pesar de este problema siempre se aseguró que se cumpliesen como mínimo 48 horas entre protocolos. Por otra parte, la sala en la que se llevaron a cabo las mediciones no contaba con las condiciones idóneas de sonoridad por lo que en algunos momentos el ruido externo pudo haber alterado al participante afectando de esta manera en los resultados obtenidos. Asimismo, la falta de medios y de tiempo solo permitió una medición de la PA y de la FC a los 15 minutos de finalizar los protocolos, por lo que habría resultado interesante poder observar la evolución de la PA durante más tiempo para analizar la posible respuesta hipotensiva, como en el estudio de Polito (2009) donde la PA se midió en períodos de 10 minutos durante 1 hora (Polito & Farinatti, 2009). En el estudio de Scher (2011) además de medirse la PA cada 5 minutos durante 1 hora también se realizó un monitoreo ambulatorio de la PA durante 24 horas, observando una reducción significativa de la PAS media obtenida tras dicho período de tiempo (Scher et al., 2011). Por otro lado, debido al gran aforo del gimnasio en el horario en el que se llevaron a cabo los protocolos,

se optó finalmente por un único ejercicio, por lo que habría resultado interesante introducir un mayor número de ejercicios asemejándose de esta forma a un entrenamiento de fuerza completo, al igual que en el estudio de Figueiredo (2015), por ejemplo, donde se utilizaron 8 ejercicios de fuerza (Figueiredo, Rhea, et al., 2015).

En conclusión, los resultados sugieren que un volumen moderado de cuatro series realizando un único ejercicio de extensión de cuádriceps con una intensidad del 50% del 1RM es capaz de generar una respuesta hipotensiva aguda en población hipertensa que es clínicamente relevante, reduciendo el riesgo de sufrir un evento cardiovascular adverso, en comparación con un volumen pequeño de dos series que no mostró una respuesta hipotensiva aguda.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpert, B. S., Quinn, D., & Gallick, D. (2014). Oscillometric blood pressure: A review for clinicians. *Journal of the American Society of Hypertension*, 8(12), 930–938. <https://doi.org/10.1016/j.jash.2014.08.014>
- Banegas, J. R., Sánchez-Martínez, M., Gijón-Conde, T., López-García, E., Graciani, A., Guallar-Castillón, P., García-Puig, J., & Rodríguez-Artalejo, F. (2024). Cifras e impacto de la hipertensión arterial en España. *Revista Española de Cardiología*. <https://doi.org/10.1016/J.RECESP.2024.03.002>
- Benetos, A., Petrovic, M., & Strandberg, T. (2019). Hypertension Management in Older and Frail Older Patients. *Circulation Research*, 124(7), 1045–1060. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.313236>
- Benetos, A., Rudnichi, A., Safar, M., & Guize, L. (1998). Pulse pressure and cardiovascular mortality in normotensive and hypertensive subjects. *Hypertension (Dallas, Tex.: 1979)*, 32(3), 560–564. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.32.3.560>
- Brown, L. E., & Weir, J. P. (2001). ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology Online*, 4(3), 1–21.
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J. P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., Dipietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2020-102955>
- Carpio-Rivera, E., Moncada-Jiménez, J., Salazar-Rojas, W., & Solera-Herrera, A. (2016). Acute Effects of Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analytic Investigation. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 106(5), 422–433. <https://doi.org/10.5935/ABC.20160064>
- Casonatto, J., Goessler, K. F., Cornelissen, V. A., Cardoso, J. R., & Polito, M. D. (2016). The blood pressure-lowering effect of a single bout of resistance exercise: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *European Journal of Preventive Cardiology*, 23(16), 1700–1714. <https://doi.org/10.1177/2047487316664147>
- Chobanian, A. V., Bakris, G. L., Black, H. R., Cushman, W. C., Green, L. A., Izzo, J. L., Jones, D. W., Materson, B. J., Oparil, S., Wright, J. T., & Roccella, E. J. (2003). Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Hypertension*, 42(6), 1206–1252. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000107251.49515.c2>

- Chung, Y., Brochut, M. C., De Greeff, A., & Shennan, A. H. (2012). Clinical accuracy of inflationary oscillometry in pregnancy and pre-eclampsia: Omron-MIT Elite. *Pregnancy Hypertension*, 2(4), 411–415. <https://doi.org/10.1016/J.PREGHY.2012.04.001>
- Cornelissen, V. A., Fagard, R. H., Coeckelberghs, E., & Vanhees, L. (2011). Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension (Dallas, Tex.: 1979)*, 58(5), 950–958. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.177071>
- Cornelissen, V. A., & Smart, N. A. (2013). Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Heart Association*, 2(1). <https://doi.org/10.1161/JAHA.112.004473>
- De Brito, L. C., Rezende, R. A., Da Silva, N. D., Tinucci, T., Casarini, D. E., Cipolla-Neto, J., & Forjaz, C. L. M. (2015). Post-exercise hypotension and its mechanisms differ after morning and evening exercise: A randomized crossover study. *PLoS ONE*, 10(7), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132458>
- De Freitas Brito, A., Brasileiro-Santos, M. D. S., Coutinho De Oliveira, C. V., & Da Cruz Santos, A. (2019). Postexercise Hypotension Is Volume-Dependent in Hypertensives: Autonomic and Forearm Blood Responses. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 234–241. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001735>
- De Sousa, E. C., Abrahin, O., Ferreira, A. L. L., Rodrigues, R. P., Alves, E. A. C., & Vieira, R. P. (2017). Resistance training alone reduces systolic and diastolic blood pressure in prehypertensive and hypertensive individuals: meta-analysis. *Hypertension Research: Official Journal of the Japanese Society of Hypertension*, 40(11), 927–931. <https://doi.org/10.1038/HR.2017.69>
- De Souza, J. C., Tibana, R. A., Cavaglieri, C. R., Vieira, D. C. L., De Sousa, N. M. F., Mendes, F. A. D. S., Tajra, V., Martins, W. R., De Farias, D. L., Balsamo, S., Navalta, J. W., Campbell, C. S. G., & Prestes, J. (2013). Resistance exercise leading to failure versus not to failure: effects on cardiovascular control. *BMC Cardiovascular Disorders*, 13. <https://doi.org/10.1186/1471-2261-13-105>
- Ettehad, D., Emdin, C. A., Kiran, A., Anderson, S. G., Callender, T., Emberson, J., Chalmers, J., Rodgers, A., & Rahimi, K. (2016). Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death: a systematic review and meta-analysis. *Lancet (London, England)*, 387(10022), 957–967. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)01225-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01225-8)
- Farinatti, P., Polito, M., De, L., Doederlein Polito, M., De Tarso, P., & Farinatti, V. (2006). Blood pressure behavior after counter-resistance exercises: a systematic review on determining variables and possible mechanisms. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 12(6), 386–392. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922006000600017>

- Figueiredo, T., Rhea, M. R., Peterson, M., Miranda, H., Bentes, C. M., MacHado De Ribeiro Dos Reis, V., & Simao, 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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000774>
- Figueiredo, T., Willardson, J. M., Miranda, H., Bentes, C. M., Machado Reis, V., De Salles, B. F., & 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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001302>
- Figueiredo, T., Willardson, J. M., Miranda, H., Bentes, C. M., Reis, V. M., & 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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000954>
- Franklin, S. S. (2007). Importancia de la presión arterial diastólica en relación con la edad. *Hipertensión y Riesgo Vascular*, 24(4), 172–175. [https://doi.org/10.1016/S1889-1837\(07\)71692-6](https://doi.org/10.1016/S1889-1837(07)71692-6)
- Fyfe, J. J., Hamilton, D. L., & Daly, R. M. (2022). Minimal-Dose Resistance Training for Improving Muscle Mass, Strength, and Function: A Narrative Review of Current Evidence and Practical Considerations. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(3), 463–479. <https://doi.org/10.1007/S40279-021-01605-8>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334–1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0B013E318213FEFB>
- García Orjuela, M. G., Caraballo Cordovez, C., Hincapié Hincapié, A., Prieto Bravo, E., Henao Sánchez, N. A., Velásquez Mejía, C., Zapata, J., Antonio Consuegra Peña, R., Pastrana, D., Contreras, H., & Jaramillo, N. (2016). Comportamiento de los parámetros hemodinámicos evaluados por el monitoreo ambulatorio de presión arterial de 24 horas. *Revista Colombiana de Cardiología*, 23(6), 487–494. <https://doi.org/10.1016/J.RCCAR.2016.04.003>
- Halliwill, J. R., Buck, T. M., Lacewell, A. N., & Romero, S. A. (2013). Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? *Experimental Physiology*, 98(1), 7–18. <https://doi.org/10.1113/EXPPHYSIOL.2011.058065>
- Hanssen, H., Boardman, H., Deiseroth, A., Moholdt, T., Simonenko, M., Kränkel, N., Niebauer, J., Tiberi, M., Abreu, A., Solberg, E. E., Pescatello, L., Brguljan, J., Coca, A., & Leeson, P. (2022). Personalized exercise prescription in the prevention and

- treatment of arterial hypertension: a Consensus Document from the European Association of Preventive Cardiology (EAPC) and the ESC Council on Hypertension. *European Journal of Preventive Cardiology*, 29(1), 205–215. <https://doi.org/10.1093/EURJPC/ZWAA141>
- Hargens, T. A., Griffin, D. C., Kaminsky, L. A., & Whaley, M. H. (2011). The influence of aerobic exercise training on the double product break point in low-to-moderate risk adults. *European Journal of Applied Physiology*, 111(2), 313–318. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1661-x>
- Iglesias-Soler, E., Mayo, X., Río-Rodríguez, D., Carballeira, E., Fariñas, J., & Fernández-Del-Olmo, M. (2016). Inter-repetition rest training and traditional set configuration produce similar strength gains without cortical adaptations. *Journal of Sports Sciences*, 34(15), 1473–1484. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1119299>
- Lagally, K. M., & Robertson, R. J. (2006). Construct validity of the OMNI Resistance Exercise Scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 252–256. <https://doi.org/10.1519/R-17224.1>
- Li, Y., Bopp, M., Botta, F., Nussbaumer, M., Schäfer, J., Roth, R., Schmidt-Trucksäss, A., & Hanssen, H. (2015). Lower Body vs. Upper Body Resistance Training and Arterial Stiffness in Young Men. *International Journal of Sports Medicine*, 36(12), 960–967. <https://doi.org/10.1055/S-0035-1549921>
- MacDonald, H. V., & Pescatello, L. S. (2019). Exercise and Blood Pressure Control in Hypertension. *Cardiorespiratory Fitness in Cardiometabolic Diseases: Prevention and Management in Clinical Practice*, 137–168. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04816-7_8
- Mancia, G., Kreutz, R., Brunström, M., Burnier, M., Grassi, G., Januszewicz, A., Muiesan, M. L., Tsioufis, K., Agabiti-Rosei, E., Algharably, E. A. E., Azizi, M., Benetos, A., Borghi, C., Hitij, J. B., Cifkova, R., Coca, A., Cornelissen, V., Cruickshank, J. K., Cunha, P. G., ... Kjeldsen, S. E. (2023). 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension the Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension: Endorsed by the International Society of Hypertension (ISH) and the European Renal Association. *Journal of Hypertension*, 41(12), 1874–2071. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000003480>
- Mayo, X., Iglesias-Soler, E., Carballeira-Fernández, E., & Fernández-Del-Olmo, M. (2016). A shorter set reduces the loss of cardiac autonomic and baroreflex control after resistance exercise. *European Journal of Sport Science*, 16(8), 996–1004. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1108367>
- Melo, C. M., Alencar Filho, A. C., Tinucci, T., Mion, D., & Forjaz, C. L. M. (2006). Postexercise hypotension induced by low-intensity resistance exercise in hypertensive women receiving captopril. *Blood Pressure Monitoring*, 11(4), 183–189. <https://doi.org/10.1097/01.mbp.0000218000.42710.91>

- Moreira, S. R., Cucato, G. G., Terra, D. F., & Ritti-Dias, R. M. (2016). Acute blood pressure changes are related to chronic effects of resistance exercise in medicated hypertensives elderly women. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, *36*(3), 242–248. <https://doi.org/10.1111/CPF.12221>
- Morishita, S., Tsubaki, A., Nakamura, M., Nashimoto, S., Fu, J. B., & Onishi, H. (2019). Rating of perceived exertion on resistance training in elderly subjects. *Expert Review of Cardiovascular Therapy*, *17*(2), 135–142. <https://doi.org/10.1080/14779072.2019.1561278>
- Naci, H., Salcher-Konrad, M., Dias, S., Blum, M. R., Sahoo, S. A., Nunan, D., & Ioannidis, J. P. A. (2019). How does exercise treatment compare with antihypertensive medications? A network meta-analysis of 391 randomised controlled trials assessing exercise and medication effects on systolic blood pressure. *British Journal of Sports Medicine*, *53*(14), 859–869. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2018-099921>
- Noone, C., Dwyer, C. P., Murphy, J., Newell, J., & Molloy, G. J. (2018). Comparative effectiveness of physical activity interventions and anti-hypertensive pharmacological interventions in reducing blood pressure in people with hypertension: protocol for a systematic review and network meta-analysis. *Systematic Reviews*, *7*(1). <https://doi.org/10.1186/S13643-018-0791-9>
- Pescatello, L. S., Franklin, B. A., Fagard, R., Farquhar, W. B., Kelley, G. A., Ray, C. A., & American College of Sports Medicine. (2004). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *36*(3), <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000115224.88514.3A> 533–553.
- 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). <https://doi.org/10.1007/S11906-015-0600-Y>
- Polito, M. D., Dias, J. R., & Papst, R. R. (2021). Resistance training to reduce resting blood pressure and increase muscle strength in users and non-users of anti-hypertensive medication: A meta-analysis. *Clinical and Experimental Hypertension (New York, N.Y.: 1993)*, *43*(5), 474–485. <https://doi.org/10.1080/10641963.2021.1901111>
- Polito, M. D., & Farinatti, P. T. V. (2009). The effects of muscle mass and number of sets during resistance exercise on postexercise hypotension. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *23*(8), 2351–2357. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E3181BB71AA>
- Queiroz, A. C. C., Sousa, J. C. S., Cavalli, A. A. P., Silva, N. D., Costa, L. A. R., Tobaldini, E., Montano, N., Silva, G. V., Ortega, K., Mion, D., Tinucci, T., & Forjaz, C. L. M. (2015). Post-resistance exercise hemodynamic and autonomic responses:

- Comparison between normotensive and hypertensive men. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(4), 486–494. <https://doi.org/10.1111/SMS.12280>
- Resnik, M., De Roia, G., Lobo, P., Peralta, L., Saccone, F., Puga, L., Taurozzi, S., & Moreno, G. (2016). Punto de quiebre del doble producto como indicador de transición metabólica durante el ejercicio en pacientes coronarios. *Insuficiencia Cardíaca*, 11(4), 160–167. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-38622016000400002&lng=es&nrm=iso&tIng=es
- Riebe, D., Ehrman, J. K., Liguori, G., & Magal, M. (2018). *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription (10th edition)*. Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J., & Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(2), 333–341. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A>
- Rúa-Alonso, M., Mayo, X., Rial-Vázquez, J., Fariñas, J., Aracama, A., & Iglesias-Soler, E. (2022). Hemodynamic Response During Different Set Configurations of a Moderate-load Resistance Exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 43(13), 1118–1128. <https://doi.org/10.1055/A-1843-8778>
- Safar, M. E., Levy, B. I., & Struijker-Boudier, H. (2003). Current perspectives on arterial stiffness and pulse pressure in hypertension and cardiovascular diseases. *Circulation*, 107(22), 2864–2869. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000069826.36125.B4/ASSET/60651968-3CB2-43D4-84B5-E0922DA25E6D/ASSETS/GRAPHIC/26FF1.JPEG>
- Scher, L. M. L., Ferriolli, E., Moriguti, J. C., Scher, R., & Lima, N. K. C. (2011). The effect of different volumes of acute resistance exercise on elderly individuals with treated hypertension. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 1016–1023. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E3181C70B4F>
- Silva, A. L. da, de Oliveira, S. N., Vieira, B. A., Leite, C., Martins, D. M., Moro, A. R. P., Gerage, A. M., & Delevatti, R. S. (2021). Acute effect of bodyweight-based strength training on blood pressure of hypertensive older adults: A randomized crossover clinical trial. *Clinical and Experimental Hypertension*, 43(3), 223–229. <https://doi.org/10.1080/10641963.2020.1847130>
- Simão, R., Fleck, S. J., Polito, M., Monteiro, W., & Farinatti, P. (2005). Effects of resistance training intensity, volume, and session format on the postexercise hypotensive response. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 853–858. <https://doi.org/10.1519/R-16494.1>
- Smart, N. A., Carlson, D., Millar, P. J., Swaine, I. L., Baross, A. W., Ritti-Dias, R. M., Cornelissen, V., & McGowan, C. (2020). Isometric exercise training for

- hypertension. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2020(12). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013803/INFORMATION/EN>
- Stergiou, G. S., Palatini, P., Parati, G., O'Brien, E., Januszewicz, A., Lurbe, E., Persu, A., Mancia, G., & Kreutz, R. (2021). 2021 European Society of Hypertension practice guidelines for office and out-of-office blood pressure measurement. *Journal of Hypertension*, 39(7), 1293–1302. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000002843>
- Unger, T., Borghi, C., Charchar, F., Khan, N. A., Poulter, N. R., Prabhakaran, D., Ramirez, A., Schlaich, M., Stergiou, G. S., Tomaszewski, M., Wainford, R. D., Williams, B., & Schutte, A. E. (2020). 2020 International Society of Hypertension Global Hypertension Practice Guidelines. *Hypertension (Dallas, Tex.: 1979)*, 75(6), 1334–1357. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.15026>
- Warburton, D. E. R., Jamnik, V. K., Bredin, S. S. D., & Gledhill, N. (2011). The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+) and Electronic Physical Activity Readiness Medical Examination (ePARmed-X+). *The Health & Fitness Journal of Canada*, 4(2), 3–17. <https://doi.org/10.14288/HFJC.V4I2.103>
- Whelton, P. K., Carey, R. M., Aronow, W. S., Casey, D. E., Collins, K. J., Himmelfarb, C. D., DePalma, S. M., Gidding, S., Jamerson, K. A., Jones, D. W., MacLaughlin, E. J., Muntner, P., Oviagele, B., Smith, S. C., Spencer, C. C., Stafford, R. S., Taler, S. J., Thomas, R. J., Williams, K. A., ... Wright, J. T. (2018). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension (Dallas, Tex.: 1979)*, 71(6), 1269–1324. <https://doi.org/10.1161/HYP.0000000000000066>
- Yazdani, B., Kleber, M. E., Yücel, G., Delgado, G. E., Benck, U., Krüger, B., März, W., & Krämer, B. K. (2020). Association of double product and pulse pressure with cardiovascular and all-cause mortality in the LURIC study. *Journal of Clinical Hypertension (Greenwich, Conn.)*, 22(12), 2332–2342. <https://doi.org/10.1111/JCH.14067>
- Zhou, B., Carrillo-Larco, R. M., Danaei, G., Riley, L. M., Paciorek, C. J., Stevens, G. A., Gregg, E. W., Bennett, J. E., Solomon, B., Singleton, R. K., Sophiea, M. K., Iurilli, M. L. C., Lhoste, V. P. F., Cowan, M. J., Savin, S., Woodward, M., Balanova, Y., Cifkova, R., Damasceno, A., ... Zuñiga Cisneros, J. (2021). Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. *Lancet (London, England)*, 398(10304), 957. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01330-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01330-1)

7. ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado

Objeto de estudio

Usted ha sido invitado a participar en un estudio de carácter académico para el Trabajo Fin de Grado realizado por Mircea-Bogdan Plesioaica, alumno de la Universidad Rey Juan Carlos en el grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. El objetivo del trabajo consiste en comparar el efecto que tienen dos sesiones en las que se realizan un ejercicio de extensión de cuádriceps variando el número de series totales, sobre la presión arterial y la frecuencia cardiaca.

Procedimiento y duración del estudio

El procedimiento al que será sometido será el siguiente:

1º sesión: medición de la presión arterial en reposo, frecuencia cardiaca en reposo, altura, peso y familiarización con la máquina de extensión de cuádriceps y con la escala de esfuerzo percibido. También se le pedirá que responda a una serie de preguntas en relación con su salud, además de tener que proporcionarnos información referente a su edad y a la medicación que toma.

2º sesión: medición de la 1RM (repetición máxima) en la máquina de extensión de cuádriceps.

3º sesión: sesión experimental 1 (medición previa de la presión arterial tras 10 minutos en reposo, realizar 2 o 4 series de 10 repeticiones, y por último medición final de la presión arterial y de la frecuencia cardiaca tras 15 minutos de reposo).

4º sesión: sesión experimental 2 (medición previa de la presión arterial tras 10 minutos en reposo, realizar 2 o 4 series de 10 repeticiones, y por último medición final de la presión arterial y de la frecuencia cardiaca tras 15 minutos de reposo).

Riesgos derivados de la participación en el estudio

Los riesgos asociados al procedimiento son los siguientes: riesgo de lesión muscular o articular, aumento temporal de la presión arterial y de la frecuencia cardiaca durante el

ejercicio. Se tomarán todas las medidas de seguridad posibles para minimizar los riesgos, además de ofrecer información sobre la correcta ejecución del ejercicio.

Beneficios

La participación en el proyecto no será recompensada económicamente, por el contrario, se estima que el desarrollo del estudio en el que participará ofrecerá beneficios a la hora de la prescripción del entrenamiento de fuerza en población mayor hipertensa.

Confidencialidad de sus datos

El investigador responsable se compromete a que los datos que se puedan obtener en este trabajo serán tratados con total confidencialidad. Los resultados del presente estudio no serán publicados en revistas científicas, sino que su finalidad será de carácter académico.

Usted tendrá derecho de participar o no en la investigación, además de poder abandonar en cualquier momento. Al finalizar el estudio se le informará de los resultados globales, si usted lo desea.

Declaración del participante

He sido informado por la persona responsable de la investigación:

- De las ventajas e inconvenientes del procedimiento.
- De que los datos que cedo no serán utilizados exclusivamente con finalidad de investigación sin ánimo de lucro.
- De que mis datos serán proporcionados de forma anónima.
- De que en cualquier momento puedo solicitar información genérica sobre los resultados para los que se han utilizado mis datos.

He comprendido la información recibida y he podido formular todas las preguntas que he creído oportunas.

Nombre y apellidos:.....

Firma:

Anexo 2. PAR-Q+

PREGUNTAS GENERALES DE SALUD

Lea atentamente y conteste con sinceridad las 7 preguntas que siguen: marque SI o NO.

- 1) ¿Alguna vez su médico le ha comunicado que tiene problemas cardíacos o hipertensión arterial? **SI NO**
- 2) ¿Siente usted dolor en el pecho en reposo, durante las actividades de la vida diaria o cuando realiza actividad física? **SI NO**
- 3) ¿Tiene usted problemas de equilibrio debido a mareos o ha sufrido pérdida de consciencia en los últimos 12 meses? Por favor conteste NO si el mareo fue debido a una sobre hiperventilación (incluso durante el ejercicio vigoroso/intenso). **SI
NO**
- 4) ¿Alguna vez le diagnosticaron otra enfermedad crónica (sin ser enfermedad cardíaca o hipertensión arterial)? **SI NO**

PRECISE POR FAVOR:

- 5) ¿Está usted tomando actualmente medicación para alguna enfermedad crónica? **SI NO**

POR FAVOR DETALLE LAS ENFERMEDAD/ES Y LA MEDICACIÓN ASOCIADA A ELLA/S:

- 6) ¿Sufre usted actualmente (o ha sufrido en los últimos 12 meses) alguna lesión ósea, articular o de tejidos blandos (muscular, ligamentosa o tendinosa) que empeoraría al hacerse usted físicamente más activo? Por favor, responda NO si tuvo algún problema en el pasado, pero que no limita su capacidad actual de estar físicamente activo. **SI NO**

PRECISE POR FAVOR:

- 7) ¿Alguna vez su médico le ha dicho que solo debe realizar actividad física bajo supervisión médica? **SI NO**

PREGUNTAS DE SEGUIMIENTO ACERCA DE SU(S) TRASTORNO(S) MÉDICO(S)

1. ¿Sufre usted de artritis, osteoporosis o problemas de columna? Si padece esta/s enfermedad/es, conteste las preguntas 1a-1c. Si NO vaya a la pregunta 2.

1a. ¿Tiene dificultades para controlar los síntomas con medicación u otro tratamiento indicado por su médico? (Conteste NO si estos problemas no están siendo tratados con fármacos u otros medios). **SI NO**

1b. ¿Tiene problemas articulares dolorosos, fractura reciente o una fractura a causa de osteoporosis o cáncer, desplazamientos vertebrales (ej. espondilolistesis) y/o espondilólisis/defecto en la porción interarticular? **SI NO**

1c. ¿Ha recibido tratamiento con corticoides inyectables o vía oral regularmente durante más de tres meses? **SI NO**

2. ¿Padece usted algún tipo de cáncer? Si padece esta/s enfermedad/es, conteste las preguntas 2a-2b. Si NO vaya a la pregunta 3.

2a. ¿Su diagnóstico de cáncer incluye algunos de estos cánceres: pulmonar/broncogénico, mieloma múltiple (cáncer de células plasmáticas), cabeza y/o cuello? **SI NO**

2b. ¿Se encuentra actualmente en tratamiento con radioterapia o quimioterapia? **SI NO**

3. ¿Padece usted alguna enfermedad cardiovascular o cardíaca? Esto incluye enfermedad coronaria, insuficiencia cardíaca, arritmia significativa. Si padece esta/s enfermedad/es, conteste las preguntas 3a-3d. Si NO vaya a la pregunta 4.

3a. ¿Tiene dificultades para controlar los síntomas con medicación u otro tratamiento indicado por su médico? (Conteste NO si estos problemas no están siendo tratados con fármacos u otros medios). **SI NO**

3b. ¿Sufre de arritmia que requiere tratamiento médico? (ej. fibrilación auricular, extrasístoles ventriculares). **SI NO**

3c. ¿Sufre de insuficiencia cardíaca crónica? **SI NO**

3d. ¿Le han diagnosticado una enfermedad coronaria (cardiovascular) y hace 2 meses o más que no participa en actividades físicas frecuentes? **SI NO**

4. ¿Tiene usted hipertensión arterial? Si padece esta enfermedad, conteste las preguntas 4a-4b. Si NO vaya a la pregunta 5.

4a. ¿Tiene dificultades para controlar los síntomas con medicación u otro tratamiento indicado por su médico? (Conteste NO si no está siendo tratado por este problema con fármacos u otros medios). **SI NO**

4b. ¿Su presión arterial en reposo es igual o superior a 160/90 mmHg, con o sin medicación? (Conteste SI si desconoce su presión arterial de reposo). **SI NO**

5. ¿Tiene usted alguna enfermedad metabólica? Esto incluye Diabetes tipo 1, Diabetes tipo 2, prediabetes. Si padece esta/s enfermedad/es, conteste las preguntas 5a-5e. Si NO vaya a la pregunta 6.

5a. ¿Tiene dificultades para mantener los niveles de glucosa en la sangre con la alimentación, fármacos u otro procedimiento indicado por su médico? **SI NO**

5b. ¿Sufre con frecuencia de bajos niveles de glucosa en la sangre (hipoglicemia) después del ejercicio y/o durante las actividades de la vida diaria? Los signos de hipoglicemia incluyen temblores, nerviosismo, irritabilidad, excesiva sudoración, mareos, confusión, dificultad para hablar, astenia física o somnolencia. **SI NO**

5c. ¿Tiene signos o síntomas de complicaciones de la diabetes tales como enfermedad cardíaca o vascular y/o complicaciones que afecten a los riñones, los ojos o la sensibilidad de los pies y dedos de los pies? **SI NO**

5d. ¿Sufre algún otro tipo de enfermedad metabólica (diabetes gestacional, enfermedad renal crónica o problemas hepáticos)? **SI NO**

5e. ¿Tiene planeado realizar en el futuro inmediato lo que para usted es ejercicio inusualmente vigoroso o intenso? **SI NO**

6. ¿Tiene usted algún trastorno de salud mental o problemas de aprendizaje? Esto incluye enfermedad de Alzheimer, demencia, depresión, ansiedad,

bulimia/anorexia, psicosis, discapacidad intelectual, síndrome de Down. Si padece esta/s enfermedad/es, responda las preguntas 6a-6b. Si NO vaya a la pregunta 7.

6a. ¿Tiene dificultades para controlar su enfermedad con medicación u otro tratamiento indicado por su médico? (Conteste NO si no está recibiendo tratamiento farmacológico u otros tratamientos). **SI NO**

6b. ¿Tiene Síndrome de Down Y problemas de espalda que afectan los nervios o los músculos? **SI NO**

7. ¿Tiene usted alguna enfermedad respiratoria? Esto incluye enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), asma, hipertensión pulmonar. Si padece esta/s enfermedad/es, responda las preguntas 7a-7d. Si NO vaya a la pregunta 8.

7a. ¿Tiene dificultades para controlar su enfermedad con medicación u otro tratamiento indicado por su médico? (Conteste NO si no está siendo tratado por esto con fármacos u otros medios). **SI NO**

7b. ¿Alguna vez su médico le ha comentado que el oxígeno en su sangre es insuficiente en reposo o durante la actividad física y/o que se recomienda la oxigenoterapia complementaria? **SI NO**

7c. ¿En caso de ser asmático, tiene usted síntomas actuales como opresión en el pecho, silbidos al respirar, esfuerzo respiratorio constante, tos persistente (más de 2 días a la semana) o ha necesitado medicación de rescate más de 2 veces la semana pasada? **SI NO**

7d. ¿Su médico alguna vez le ha dicho que tiene la presión arterial alta en los vasos sanguíneos de sus pulmones? **SI NO**

8. ¿Tiene usted una lesión medular (vertebral)? Esto incluye tetraplejía y paraplejía. Si padece esta/s enfermedad/es, responda las preguntas 8a-8c. Si NO vaya a la pregunta 9.

8a. ¿Tiene dificultades para controlar su enfermedad con medicación u otro tratamiento indicado por su médico? (Conteste NO si no está siendo tratado por esto con fármacos u otros medios). **SI NO**

8b. ¿Habitualmente, muestra usted baja presión sanguínea en reposo lo suficientemente significativa como para causar mareos, aturdimiento y/o desmayos? **SI NO**

8c. ¿Le ha indicado su médico que usted presenta ataques repentinos de presión arterial alta (conocida como disreflexia autonómica)? **SI NO**

9. ¿Ha sufrido usted un accidente cerebro vascular (ACV)? Esto incluye el accidente isquémico transitorio (AIT) o evento cerebrovascular. Si padece esta/s enfermedad/es, responda las preguntas 9a-9c. Si NO vaya a la pregunta 10.

9a. ¿Tiene dificultades para controlar su enfermedad con medicación u otro tratamiento indicado por su médico? (Conteste NO si no está siendo tratado por esto con fármacos u otros medios). **SI NO**

9b. ¿Tiene dificultades de movilidad o para caminar? **SI NO**

9c. ¿Ha sufrido usted un accidente cerebro vascular o un trastorno neurológico o de los músculos en los últimos? **SI NO**

10. ¿Tiene algún otro trastorno médico no mencionado anteriormente o tiene dos o más trastornos médicos? Si padece alguna otra enfermedad, responda las preguntas 10a-10c.

10a. ¿Ha experimentado pérdida de conocimiento o síncope como resultado de una lesión en la cabeza en los 12 últimos meses o ha sido diagnosticado con una concusión o conmoción cerebral en los últimos 12 meses? **SI NO**

10b. ¿Padece usted alguna enfermedad no considerada anteriormente, como epilepsia, problemas renales o enfermedades neurológicas? **SI NO**

10c. ¿Padece usted en este momento dos o más enfermedades crónicas? **SI NO**

Anexo 3.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos para la variable PAS (mmHg).

Tiempo	Protocolo	Media	Desviación típica
Pre	S2	135	20
	S4	135	23
Pre		135	21
Post15	S2	134	16
	S4	126	20
Post15		130	18

PAS: Presión Arterial Sistólica. S2: 2 series, S4: 4 series.

Anexo 4.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos para la variable PAD (mmHg).

Tiempo	Protocolo	Media	Desviación típica
Pre	S2	79	8
	S4	77	8
Pre		78	8
Post15	S2	79	7
	S4	73	10
Post15		76	8

PAD: Presión Arterial Diastólica. S2: 2 series, S4: 4 series.

Anexo 5.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos para la variable PAM (mmHg).

Tiempo	Protocolo	Media	Desviación típica
Pre	S2	98	11
	S4	96	12
Pre		97	11
Post15	S2	97	8
	S4	91	12
Post15		94	10

PAM: Presión Arterial Media. S2: 2 series, S4: 4 series.

Anexo 6.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos para la variable PP (mmHg).

Tiempo	Protocolo	Media	Desviación típica
Pre	S2	57	15
	S4	59	19
Pre		58	17
Post15	S2	55	15
	S4	53	15
Post15		54	15

PP: Presión de pulso. S2: 2 series, S4: 4 series.

Anexo 7.

Tabla 7. Estadísticos descriptivos para la variable DP (mmHg × ppm).

Tiempo	Protocolo	Media	Desviación típica
Pre	S2	9161	1854
	S4	8628	1149
Pre		8894	1502
Post15	S2	9119	1534
	S4	7938	1248
Post15		8528	1391

DP: Doble producto. S2: 2 series, S4: 4 series.

Anexo 8.

Tabla 8. Estadísticos descriptivos para la variable FC (ppm).

Tiempo	Protocolo	Media	Desviación típica
Pre	S2	68	13
	S4	65	8
Pre		66	11
Post15	S2	68	11
	S4	64	7
Post15		66	9

FC: Frecuencia cardiaca. S2: 2 series, S4: 4 series.

Anexo 9.

Tabla 9. Estadísticos descriptivos para la variable OMNI-RES.

	S2	S4
Moda	5	6
Mediana	6	6
Media	6	6
Desviación típica	1	1

S2: 2 series, S4: 4 series.