



Cano-Montoya, J.; Mancilla-Ramirez, K.; Cenzano, L.; Velazques-Lledo, C.; Pardo-Cutiño, D.; Nuñez-Vergara, C.; Espinoza-Salinas, A.; Podestá, I.; Álvarez, C. (2021). Efecto agudo de ejercicio isométrico sobre la presión arterial en adolescentes con sobrepeso y obesidad. *Journal of Sport and Health Research*. 13(Supl 1):51-64.

Original

EFECTO AGUDO DE EJERCICIO ISOMÉTRICO SOBRE LA PRESIÓN ARTERIAL EN ADOLESCENTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD

ACUTE EFFECT OF ISOMETRIC EXERCISE ON BLOOD PRESSURE IN ADOLESCENTS WITH OVERWEIGHT AND OBESITY

Cano-Montoya, J.¹; Mancilla-Ramirez, K.¹; Cenzano, L.¹; Velazques-Lledo, C.²; Pardo-Cutiño, D.³; Nuñez-Vergara, C.⁴; Espinoza-Salinas A.⁵; Podestá, I.⁶; Álvarez, C.⁷

¹ *Pedagogía en Educación Física, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad San Sebastián, Valdivia, Chile*

² *Centro de Salud Familiar Externo, Valdivia, Chile*

³ *Laboratorio de Fisiología del Ejercicio, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile*

⁴ *Escuela de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad San Sebastián, Valdivia, Chile*

⁵ *Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Santiago, Chile*

⁶ *School of Sport, Exercise and Rehabilitation Sciences, College of Life and Environmental Sciences, University of Birmingham, Birmingham, United Kingdom.*

⁷ *Quality of Life and Wellness Research Group API4, Laboratory of Human Performance, Department of Physical Activity Sciences, Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile*

Correspondence to:
Cano-Montoya, J.
 Pedagogía en Educación Física,
 Facultad de Ciencias de la Educación,
 Universidad San Sebastián, Valdivia,
 Chile

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
 Martos (Spain)*



Received: 25/11/2020
 Accepted: 15/12/2020



RESUMEN

Existe escasa evidencia sobre el efecto agudo del ejercicio isométrico (EI) sobre la presión arterial en adolescentes con exceso de peso corporal. El objetivo de estudio fue evaluar la respuesta aguda de la presión arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) y frecuencia cardíaca de recuperación (FCR) después de una sesión de ejercicio isométrico de alto volumen y de bajo volumen en dos clases de educación física en adolescentes con exceso de peso. Un diseño de estudio cuasi-experimental con pre y post test fue utilizado. 12 hombres, $17 \pm 0,7$ años, índice de masa corporal (IMC) $30 \pm 4,8$, realizaron una sesión de EI de bajo volumen (BV) de 1 serie de 10 ejercicios de 10 segundos de duración y una sesión de EI de alto volumen (AV) de 1 serie de 10 ejercicios de 15 segundos de duración en días no consecutivos. Ambos protocolos usaron 10 segundos de descanso entre ejercicios. Se registró la PAS, PAD y FCR antes y después de ambas intervenciones de BV y AV inmediatamente post ejercicio y cada 10 minutos hasta completar 60 minutos. La PAS solo se redujo significativamente posterior al EI de BV ($p \leq 0,05$) en $-7 \pm 2,8$, $-9,6 \pm 2,9$, $-6,5 \pm 2,5$ y $-5,3 \pm 1,6$ mmHg a los 10, 40, 50 y 60 minutos post ejercicio respectivamente. Respecto a los cambios en la FCR el grupo BV presentó una mayor recuperación respecto al grupo AV ($p \leq 0,005$) inmediatamente y a los 10, 20, 30, 40 y 60 minutos post ejercicio. No se observaron diferencias significativas para el resto de las variables medidas. En conclusión una sesión de EI de BV reduce la PAS y esta respuesta es mantenida al menos 60 minutos posteriores al ejercicio sin alterar en la FCR en adolescentes inactivos físicamente con sobrepeso y obesidad en adolescentes físicamente inactivos con sobrepeso y obesidad.

Palabras clave: Actividad física, ejercicio isométrico, presión arterial, adolecentes.

ABSTRACT

There is little evidence on the acute effect of isometric exercise on blood pressure in overweight and obese adolescents. The aim of the study was to evaluate the acute response of systolic (SBP), diastolic (DBP) and heart rate recovery (HRR) after a session of high-volume and low-volume isometric exercise in two physical education classes in overweight adolescents. A quasi-experimental study design with pre and post-test was utilized. Twelve men, 17 ± 0.7 years, body mass index (BMI) 30 ± 4.8 , performed a low volume IE session (BV) of 1 series of 10 exercises of 10 seconds duration and a high volume IE session (VA) of 1 series of 10 exercises of 15 seconds duration on non-consecutive days. Both protocols used 10 seconds of rest between exercises. The SBP, DBP and HRR were recorded before and after both L-V and H-V interventions immediately after exercise and every 10 minutes until completing 60 minutes. The SBP was only significantly reduced after the IE of L-V ($p \leq 0.05$) in -7 ± 2.8 , -9.6 ± 2.9 , -6.5 ± 2.5 and -5.3 ± 1.6 mmHg at 10, 40, 50 and 60 minutes post-exercise respectively. Regarding the changes in HRR, the BV group presented a greater recovery compared to the AV group ($p \leq 0.005$) immediately and at 10, 20, 30, 40 and 60 minutes after exercise. No significant differences were observed for the rest of the variables measured. In conclusion, a L-V IE session reduces SBP and this response is maintained for at least 60 minutes after exercise without altering HRR in physically inactive adolescents with overweight and obesity.

Keywords: Physical activity, isometric exercise, blood pressure, adolescent



INTRODUCCIÓN

A medida que la población mundial envejece, los patrones de enfermedad cambian y los factores de riesgo cardiovascular (FRC) se incrementan (Smith et al., 2012). La adquisición de factores de riesgo cardiovascular se ha reportado a más temprana edad, y según la Encuesta Nacional de Salud de Chile 2017, existe una elevada prevalencia de inactividad física (73,5%), sobrepeso (27,6%) y obesidad (13,2%) en escolares entre 15 a 19 años (MINSAL, 2017). Se ha observado además, un aumento del riesgo de padecer hipertensión arterial (HTA) en hombres (Petermann et al., 2017), inactivos (Alvarez et al., 2016; Diaz-Martinez et al., 2018) y quienes padecen de sobrepeso y obesidad (Alvarez et al., 2016; Petermann et al., 2017).

La inactividad física, definida como el no cumplimiento de las recomendaciones internacionales de actividad física (60 minutos diarios en actividades físicas de intensidad moderada a vigorosa)(OMS, 2010), ha mostrado ser un factor determinante para la aparición más temprana de FRC (Alvarez et al., 2016; Diaz-Martinez et al., 2018).

Entre las consecuencias de la inactividad física en la adolescencia destacan, una disminución de la fuerza muscular isométrica máxima (agarre, flexión codo y extensión rodilla) (Henriksson, Henriksson, Tynelius, & Ortega, 2018) y un aumento en el tejido adiposo (Cota et al., 2020; Smith et al., 2014). Desafortunadamente, esta relación inversa entre fuerza y adiposidad aumenta la posibilidad de aparición de FRC en la adolescencia (Cota et al., 2020; Smith et al., 2014) y su permanencia en la adultez (Henriksson et al., 2018). Otro efecto nocivo relacionado a la inactividad física, es la resistencia a la insulina muscular y el cambio de fibras musculares desde oxidativas a glucolíticas llevando a un estado de inflexibilidad metabólica que podría disminuir el uso de lípidos como sustrato energético, acumulándose en el tejido adiposo central, periférico y en los órganos como grasa ectópica (Bergouignan, Rudwill, Simon, & Blanc, 2011) la cual genera que un aumento de la actividad simpática y aumento de la respuesta inflamatoria; procesos que se relacionan a alto riesgo de padecer HTA (DeMarco, Aroor, & Sowers, 2014) y una disminución en la frecuencia cardiaca de recuperación post ejercicio (FCR) (Pierpont, Adabag, & Yannopoulos, 2013).

En este contexto, el ejercicio físico podría ser una piedra angular para el control de los FRC, reduciendo la presión arterial (PA) (Cristi-Montero et al., 2016) y la FCR (Cano-Montoya et al., 2016).

Dentro de los distintos tipos de ejercicio para reducir la PA (Cornelissen & Smart, 2013), el ejercicio isométrico (EI) ha sido recomendado como un tratamiento efectivo para reducir la PA (Arnett et al., 2019; Guillem, Loaiza-Betancur, Rebullido, Faigenbaum, & Chulvi-Medrano, 2020). Esta modalidad consiste en múltiples contracciones sostenidas (estáticas) realizadas a un porcentaje determinado de la contracción voluntaria máxima (Brook, Jackson, Giorgini, & McGowan, 2015).

El EI ha mostrado mayores reducciones de la PA comparado con otras modalidades de ejercicio, y por su corta duración por sesión, ha reportado ser una alternativa de ejercicio eficiente en el contexto escolar (Arnett et al., 2019; Cornelissen & Smart, 2013). En este sentido, mantener y potenciar el fitness muscular de adolescentes utilizando EFI en una clase de educación física podría modificar parámetros de salud como por ejemplo la PA, y así potenciar el rol del ejercicio escolar como promotor de hábitos de vida saludable (Ortega, Ruiz, Castillo, & Sjöström, 2008). Por otra parte, también incrementa los niveles de fuerza máxima en adolescentes con exceso de peso (Schranz, Tomkinson, & Olds, 2013), permitiendo incrementar la autoconfianza y autoestima, efectos que podrían también alentar a los adolescentes a ser más activos fuera de la escuela (Schranz, Tomkinson, Parletta, Petkov, & Olds, 2014).

Un característico EI es el ejercicio isométrico de los músculos de tronco (EIT) (Akuthota, Ferreiro, Moore, & Fredericson, 2008; Vera-Garcia, Barbado, Flores-Parodi, Alonso-Roque, & Elvira, 2013), también conocidos como un núcleo muscular entre abdomen, espalda, diafragma y piso pélvico (Richardson, Jull, Hodges, & Hides, 1998). El EIT ha mostrado reducir lesiones deportivas como rotura de ligamento cruzado anterior, síndrome de la banda iliotibial, dolor patelofemoral y fracturas por estrés en miembros inferiores (Leetun, Ireland, Willson, Ballantyne, & Davis, 2004).

A pesar del amplio uso del EIT en el ámbito deportivo y en el manejo de lesiones musculoesqueléticas, existe escasa evidencia sobre el efecto agudo de EIT



sobre la PA y FCR en población adolescente con sobrepeso y obesidad en el contexto escolar. Por ejemplo, 8 semanas de ejercicio de fuerza isométrica de miembros inferiores en hombres jóvenes normotensos reduce la PAS y la presión arterial diastólica (PAD) 5.2 y 2.6 mmHg, respectivamente (Wiles, Coleman, & Swaine, 2010). El EI ofrecería importantes beneficios en la prevención y desarrollo de la HTA. Se ha observado además, que la intensidad y duración de las clases de educación física no alcanzarían las recomendaciones semanales para mantener o modificar parámetros de salud (Yuste, Garcia-Jimenez, & García-Pellicer, 2015). El objetivo de estudio fue evaluar la respuesta aguda de la presión arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) y frecuencia cardiaca de recuperación (FCR) después de una sesión de ejercicio isométrico de alto volumen y de bajo volumen en dos clases de educación física en adolescentes con exceso de peso.

MATERIAL Y MÉTODOS

En un estudio cuasi-experimental con medida pre y post test, un total de 18 hombres de 15 a 17 años de edad con sobrepeso y/u obesidad fueron invitados a participar a través de sus padres y tutores. La muestra se obtuvo desde la escuela pública Teniente Hernán Merino. Los adultos tutores firmaron voluntariamente un consentimiento informado y los estudiantes un asentimiento. 6 sujetos no fueron incluidos o fueron excluidos por a) no cumplir criterios de inclusión (n=2), b) no entrega de consentimiento informado (n=1), c) inasistencia a la sesión de ejercicio (n=3). La muestra final fue conformada por (n = 12) sujetos. El estudio fue desarrollado considerando la Declaración de Helsinki y fue aprobado por un comité de ética del Departamento de Ciencias de La Actividad Física de La Universidad de Los Lagos. El diseño de estudio se observa en el Diagrama 1.

Los criterios de inclusión fueron: a) hombres adolescentes entre 15 y 17 años de edad; b) físicamente inactivos (< 60 min de actividad física moderada a vigorosa al día) (O'Donovan et al., 2010); c) Sobrepeso u obesidad (IMC entre 25 y 39,9). Los criterios de exclusión fueron: a) presencia de patologías cardíacas o respiratorias crónicas; b) realización de ejercicio físico regular vigoroso más de 3 veces a la semana c) no cumplir la adherencia establecida (100%).

Evaluación de composición corporal

La masa corporal y la talla se midió con una balanza marca Omron® (modelo HN283 Bannockburn, IL, USA) con precisión de 0,1 kg y medido en un tallímetro con precisión de 0,1 cm, sin calzado, de forma erguida y con ropa deportiva ligera una hora previa al ejercicio (clase de educación física). El IMC se calculó en base a la masa corporal dividida por la talla al cuadrado (kg/m²).

Evaluación de presión arterial y frecuencia cardiaca

Siguiendo criterios ampliamente utilizados (Chobanian et al., 2003) se midió la PAS y PAD, con esfigmomanómetros digitales marca OMRON® (Modelo HEM-7114) similar a estudios previos (Aglony et al., 2009) entre las 16:00 hrs a 18:00 hrs. Se midió en reposo, en el brazo izquierdo mientras el sujeto permanecía sentado, sin hablar, sin cruzar las piernas y apoyando el brazo en una superficie plana a la altura del corazón, desarrollándose el procedimiento, previo a la intervención, inmediatamente post intervención y cada 10 minutos hasta completar 60 minutos posterior a la intervención en ambos protocolos de EIT.

Protocolo de ejercicio isométrico de tronco (EIT)

Cada protocolo de EIT se ejecutó en días no consecutivos, uno de bajo volumen (BV) y otro de alto volumen (AV). Antes de iniciar la sesión los participantes realizaron un calentamiento que consistió en una carrera suave con movimientos articulares durante 10 minutos en las dependencias del gimnasio del establecimiento. El protocolo de EIT de BV y AV consistió en una serie de 10 ejercicios de 10 y 15 segundos de ejecución respectivamente, a una intensidad moderada de 3 a 5 puntos en la escala subjetiva de esfuerzo Borg (Ciolac et al., 2015) y 10 segundos de descanso entre cada ejercicio. Los ejercicios realizados fueron: estabilizador lumbar, estabilizador cuadrado lumbar y variante del mismo, extensión lumbar escalador, extensión lumbar con hombro y cadera extendida, plancha con apoyo, plancha lateral con rodillas flexionadas, crunch abdominal, mantención posición cuadrupedia, mantención posición en V con apoyo lateral de manos y tronco. Se hizo hincapié en evitar la maniobra de Valsava durante cada ejercicio y se reforzó la técnica



de ejecución de cada ejercicio a través de la proyección de imágenes dentro del gimnasio.

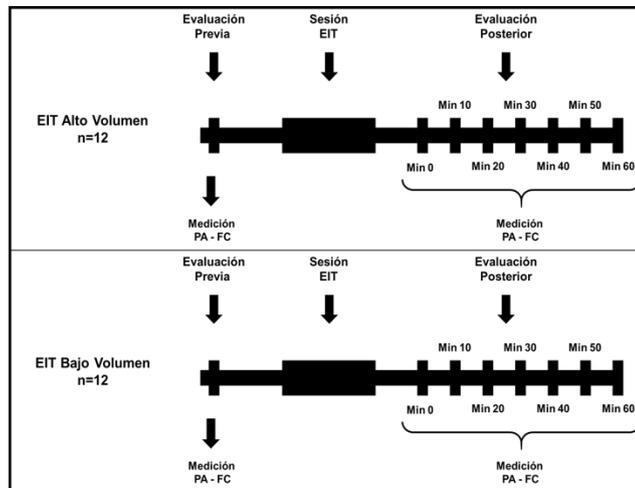


Diagrama 1. Diseño de estudio. Abreviaturas: PA: Presión Arterial, FC: Frecuencia Cardíaca, EIT: Ejercicio isométrico tronco.

Análisis estadísticos

La edad, talla, peso e IMC se presentan en valores media y \pm desviación estándar. Posterior a intervención y usando los valores absolutos pre (antes) y post (después) intervención de la PAS, PAD y FCR mostrados en media y error estándar, se calcularon los valores de cambios en delta en mmHg y lpm para a) PAS, PAD y FCR inmediatamente post ejercicio (delta0), b) a los 10 (delta10), c) 20 (delta20), 30 (delta30), 40 (delta40), 50 (delta50) y 60 (delta60) minutos posterior a la intervención de AV y BV respectivamente. Posteriormente, y usando un análisis de Modelo Lineal General, se compararon los cambios delta0, delta10, delta20, delta30, delta40, delta50 y delta60 para cada PAS, PAD y FCR respectivamente entre ambos protocolos de trabajo (BV y AV). Se asumió una significancia estadística de $p \leq 0.05$. Los análisis se realizaron utilizando el software SPSS (versión 23).

RESULTADOS

Las características iniciales de la cohorte son presentadas en la tabla 1, el 33% de los participantes presentaban sobrepeso y el 66% obesidad.

Tabla 1. Características antropométricas expresadas en media \pm desviación estándar.

Variable	Sobrepeso	Obesidad
N	8	4
Edad	17 \pm 0,7	17 \pm 0
Talla	166 \pm 6	170,5 \pm 3
Peso	75,1 \pm 10,1	102,8 \pm 15,6
IMC	27 \pm 2,02	35,7 \pm 3,18

Se reportaron reducciones significativas post intervención en el protocolo de BV ($p \leq 0.05$) en la PAS (figura 1). Se observó una reducción desde el minuto 10 al 60 post intervención para la PAS respecto al valor basal (129 mmHg), los cambios significativos fueron $-7 \pm 2,8$, $-9,6 \pm 2,9$, $-6,5 \pm 2,5$ y $-5,3 \pm 1,6$ mmHg en los minutos 10, 40, 50 y 60 respectivamente (Figura 1: B, E, F y G). Hubo un aumento significativo post intervención en el protocolo de AV ($p \leq 0.05$) en la PAS (figura 2). Se observó un alza desde el minuto 0 al 60 post intervención para la PAS respecto al valor basal (126 mmHg); los cambios significativos fueron $13,1 \pm 4,5$, $13,9 \pm 2,8$ y $6,7 \pm 1,5$ mmHg en los minutos 0, 10 y 60 respectivamente (figura 2: A, B y G). Respecto a los cambios en la PAS entre el grupo BV y AV, existieron diferencias significativas inmediatamente posterior a la intervención ($p < 0,014$) y para los minutos 10 ($p < 0.0007$), 20 ($p < 0.04$), 40 ($p = 0.05$), 50 ($p < 0.029$) y 60 ($p < 0.003$) post intervención a favor del grupo BV (Figura 3 A).

Respecto a la PAD se observó un aumento significativo post intervención en el protocolo de AV ($p \leq 0,05$) de $11,9 \pm 3$ en el minuto 10 respecto al valor basal (74 mmHg) (figura 3 B). No existieron cambios significativos post intervención para la PAD respecto a su valor basal (68 mmHg) en el protocolo de BV (figura 3 B). Respecto a los cambios en la PAD entre el grupo BV y AV, existieron diferencias significativas para el minuto 10 ($p = 0,003$) 40 ($p = 0,05$) 50 ($p = 0,029$) 60 ($p = 0,003$) post intervención a favor del grupo BV (figura 3 B).

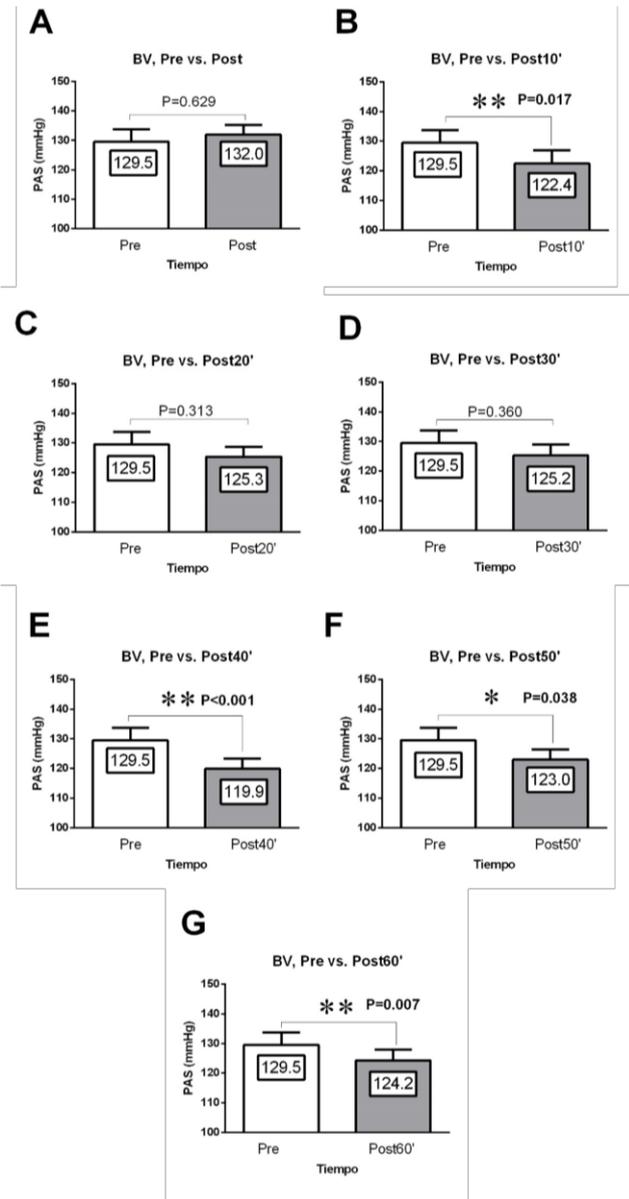


Figura 1. Cambios delta pre-post en la presión arterial sistólica en 7 tiempos distintos de medición posterior a ejercicio isométrico de bajo volumen. **Variables descritas como:** (PAS) Presión arterial sistólica, (PASpost0) Delta presión arterial sistólica pre –post intervención, (PASdelta10, PASdelta20... PASdelta60) Delta presión arterial sistólica pre - post 10 minutos intervención, Delta presión arterial sistólica pre - post 20 minutos... Delta presión arterial sistólica pre – post 60 minutos intervención. (*) Indica cambios estadísticamente significativos ($p \leq 0,05$) entre el pre-post intervención. (**) Indica cambios estadísticamente significativos ($p \leq 0,01$) entre el pre-post intervención.

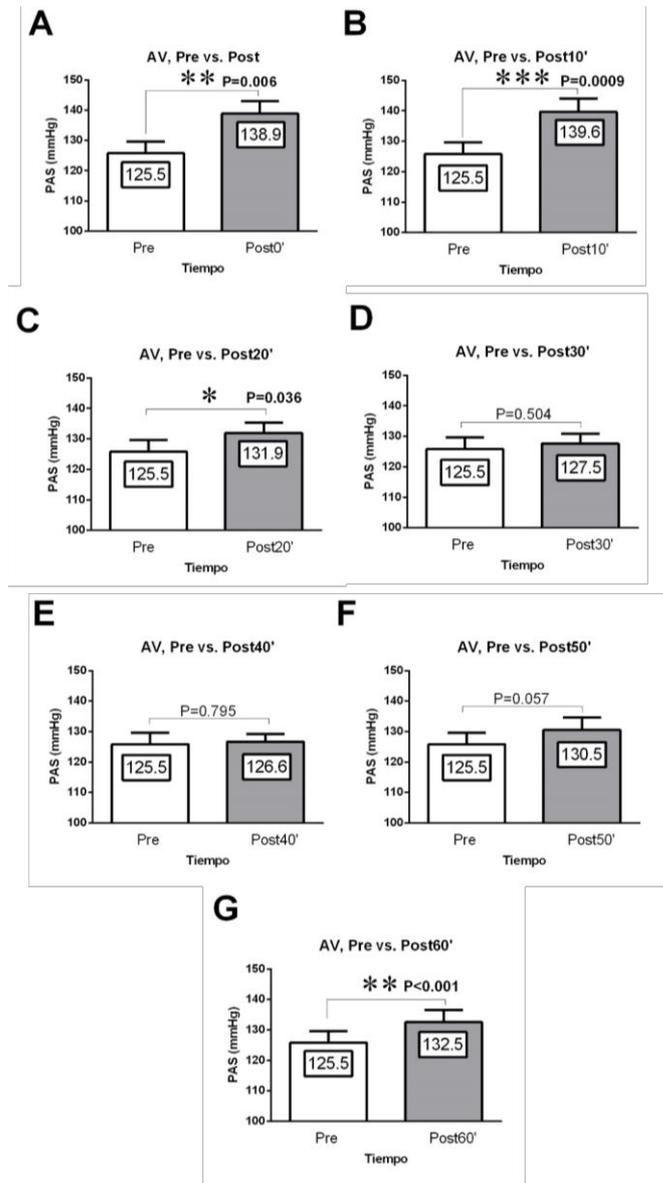


Figura 2. Cambios delta pre-post en la presión arterial sistólica en 7 tiempos distintos de medición posterior a ejercicio isométrico de alto volumen. **Variables descritas como:** (PAS) Presión arterial sistólica, (PASpost0) Delta presión arterial sistólica pre –post intervención, (PASdelta10, PASdelta20... PASdelta60) Delta presión arterial sistólica pre - post 10 minutos intervención, Delta presión arterial sistólica pre - post 20 minutos... Delta presión arterial sistólica pre – post 60 minutos intervención. (*) Indica cambios estadísticamente significativos ($p \leq 0,05$) entre el pre-post intervención. (**) Indica cambios estadísticamente significativos ($p \leq 0,01$) entre el pre-post intervención.

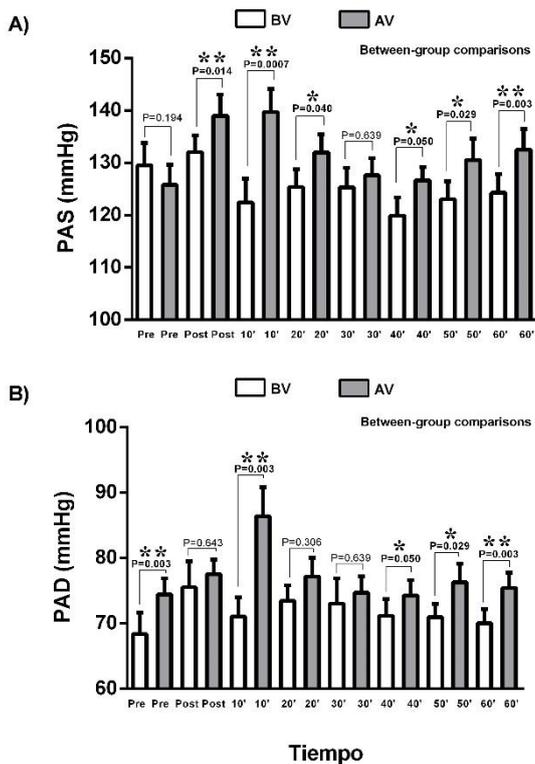


Figura 3. Cambios en la presión arterial sistólica y diastólica en 8 tiempos distintos de medición entre ejercicio isométrico de alto y bajo volumen. **Grupos descritos como:** (BV) Ejercicio isométrico bajo volumen, (AV) Ejercicio isométrico alto volumen. **Variables descritas como:** (PAS) Presión arterial sistólica (PAD) Presión arterial diastólica, (*) Indica cambios estadísticamente significativos ($p \leq 0,05$) vs. el mismo tiempo del grupo AV. (**) Indica cambios estadísticamente significativos ($p \leq 0,005$) vs. el mismo tiempo del grupo AV.

Respecto a los cambios en la FCR el grupo BV presentó una mayor recuperación respecto al grupo AV, mostrando diferencias significativas inmediatamente posterior a la intervención ($p = 0,0001$), para el minuto 10 ($p = 0,0003$) 20 ($p = 0,005$) 30 ($p = 0,0007$) 40 ($p = 0,002$) y 60 ($p = 0,001$) post intervención (figura 4).

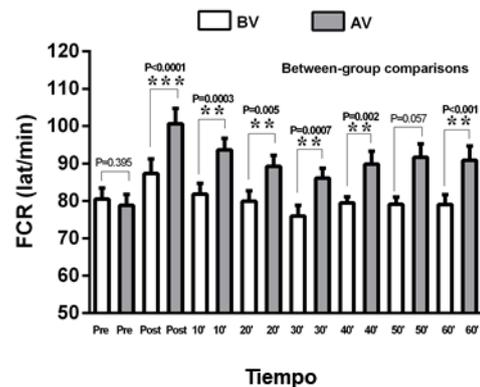


Figura 4. Cambios en la frecuencia cardiaca en 8 tiempos distintos de medición entre ejercicio isométrico de alto y bajo volumen. **Grupos descritos como:** (BV) Ejercicio isométrico bajo volumen, (AV) Ejercicio isométrico alto volumen. **Variables descritas como:** (FCR) Frecuencia Cardiaca de Recuperación, (*) Indica cambios estadísticamente significativos ($p \leq 0,05$) vs. el mismo tiempo del grupo AV. (**) Indica cambios estadísticamente significativos ($p \leq 0,005$) vs. el mismo tiempo del grupo AV. (***) Indica cambios estadísticamente significativos ($p \leq 0,0005$) vs. el mismo tiempo del grupo AV.

DISCUSIÓN

Los hallazgos más relevantes del presente estudio indican que una sesión de ejercicio EIT de BV (< 10 minutos) en hombres adolescentes inactivos físicamente con sobrepeso y obesidad son: a) independientemente del tiempo en que se mida la PAS y PAD en un rango de 60 minutos post ejercicio, el EIT de bajo volumen (BV) produce un mayor efecto hipotensor en la PAS a los 10, 20, 40, 50 y 60 minutos versus el mismo ejercicio de alto volumen (AV) y que la reducción de la PAS en el grupo BV es mantenida al menos 60 minutos. Otros hallazgos indican que la FCR es menor para el grupo AV versus el grupo BV.

Es importante destacar que el tiempo efectivo de trabajo fue de 7 minutos de EIT; muy por debajo de lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (60 minutos diarios en actividades físicas de intensidad moderada a vigorosa) para la mantención las funciones musculares y reducción del riesgo de enfermedades no transmisibles asociadas a inactividad(OMS, 2010).

Por otro lado, son conocidos los efectos de una sesión única de ejercicio en generar un efecto hipotensor sobre la PAS en personas normotensas (Alvarez et al., 2013; Rezk, Marrache, Tinucci, Mion, & Forjaz, 2006), con prehipertensión (O'Driscoll, Taylor, Wiles, Coleman, & Sharma, 2017; Taylor, Wiles, Coleman,



Sharma, & O'driscoll, 2017) e hipertensión arterial (Cano-Montoya et al., 2016; Cavalcante et al., 2015; Melo, Alencar Filho, Tinucci, Mion, & Forjaz, 2006; Taylor-Tolbert et al., 2000). No obstante, no existe consenso que respalde el uso de una dosis mínima de ejercicio para la disminución de la PA tanto en poblaciones normotensas como con hipertensión (Wasfy & Baggish, 2016). Bajo esta mirada podemos destacar que posterior a la sesión de BV (7 minutos de trabajo efectivo) la magnitud máxima de la disminución de la PAS fue $-9,6 \pm 2,9$ mmHg en el minuto 40 en nuestra muestra de participantes normotensos.

Resultados similares se han reportado en protocolos de ejercicio contrarresistencia de bajo volumen (Figueiredo et al., 2015; Polito & Farinatti, 2009; Scher, Ferriolli, Moriguti, Scher, & Lima, 2011) (< 20 minutos). Figueiredo y cols reportó bajas de ~ 6 mmHg tras realizar una serie de ocho ejercicios de fuerza al 70% de 1 RM (Figueiredo et al., 2015); Polito y cols. reportó una disminución de ~ 10 mmHg 60 minutos posterior a una serie de 10 ejercicios de fuerza a intensidad moderada (Polito & Farinatti, 2009), y Scher reportó una reducción de 9 mmHg tras un circuito de 10 ejercicios de fuerza de moderada intensidad (Scher et al., 2011). En cuanto a ejercicio continuo podemos destacar los resultados de MacDonald (MacDonald, MacDougall, & Hogben, 2000) que reportó una baja de -14 mmHg en la PAS al aplicar 10 minutos ejercicio en cicloergómetro al 70% VO₂max en adultos prehipertensos.

Bajos volúmenes de ejercicio de fuerza también se han mostrado eficaces para reducir la PAS en personas con hipertensión (Brito, de Oliveira, Brasileiro-Santos, & Santos, 2014; de Freitas Brito, Brasileiro-Santos, Coutinho de Oliveira, & da Cruz Santos, 2018). De Freitas Brito (Brito et al., 2014), aplicando un set de 10 ejercicios de fuerza de intensidad moderada en adultos mayores hipertensos reportó una disminución de la PAS de $-17,9 \pm 4,7$ mmHg; el mismo autor aplicando un conjunto de 10 ejercicios de fuerza de intensidad moderada en adultos con hipertensión reportó una disminución de -18 ± 5 mmHg en la PAS (de Freitas Brito et al., 2018). Se ha observado que la respuesta hipotensora al ejercicio es inversamente proporcional a la PA basal (Bouchard & Rankinen, 2001) por lo tanto sería coherente que la caída de la PAS en

hipertensos, sea mayor a lo reportado en este estudio en el cual se trabajó con adolescentes normotensos.

En contraparte, Carpio-Rivera en un meta análisis (Carpio-Rivera, Moncada-Jiménez, Salazar-Rojas, & Solera-Herrera, 2016) evaluó los efectos agudos de protocolos tradicionales de ejercicio de fuerza o aeróbico (> a 30 minutos de trabajo efectivo) sobre la PA, el cual reportó una baja en promedio de -4.8 mmHg para las PAS independiente del protocolo, esta disminución de la PAS está por debajo de la alcanzada en este estudio ($-9,6 \pm 2,9$ mmHg). Sin embargo Álvarez y cols.(Alvarez et al., 2013) reportó una baja en la PAS similar a nuestro trabajo de -10 mmHg en adolescentes normotensos tras una sesión de ejercicio aeróbico de baja intensidad (60 minutos) al igual que Resk y cols.(Rezk et al., 2006) el cual reportó una baja de -8 mmHg en jóvenes normotensos posterior a una sesión de ejercicio de fuerza al 80% de 1 repetición máxima (40 minutos). Estos resultados hay que contrastarlos teniendo en cuenta que el tiempo de entrenamiento fue considerablemente menor en nuestro trabajo (~ 10 minutos de entrenamiento neto).

Es interesante destacar que la obesidad produce alteraciones del sistema nervioso autónomo aumentando el riesgo de padecer HTA (DeMarco et al., 2014) en adolescentes (Vanderlei, Pastre, Freitas, & Godoy, 2010) y que el ejercicio físico de fuerza es capaz de reducir la presión arterial post ejercicio bajo los siguientes mecanismos: disminución de la actividad simpática mediada por el sistema nervioso central, una reducción en la señal de transducción de la activación de los nervios simpáticos en la vasoconstricción y a la activación de mecanismos vasodilatadores locales (Histamina) (Halliwill, Buck, Lacewell, & Romero, 2013). En esta línea, Espinoza y cols. (Espinoza et al., 2020) en un estudio experimental evaluó el efecto de la respuesta simpática después de un protocolo de EI en jóvenes obesos, evidenciando que la retirada la actividad simpática es uno de los mecanismos adaptativos más importantes sobre la respuesta hipotensora.

En otra arista se ha observado que durante los ejercicios de fuerza isométrica de alto volumen existe un aumento de la PA asociada a una vasoconstricción periférica inducida por la activación de los baroreceptores arteriales y los mecanorreceptores de la musculatura activada (Zebrowska, Gasior, &



Jastrzebski, 2013), y a la realización de la maniobra de Valsalva (Hackett & Chow, 2013). Esto podría explicar el aumento de la presión arterial posterior a la realización del protocolo de EIT de AV, a pesar de la instrucción dada a los participantes a no realizar la maniobra de Valsalva. Sin embargo, luego de 60 minutos de reposo post ejercicio, la tendencia fue la reducción de la PAS y PAD cercana a valores basales.

En cuanto a la FCR se observó una disminución en este parámetro en el grupo AV, no alcanzándose valores basales de FC posteriores a la sesión. Se ha reportado un comportamiento similar en este parámetro en sujetos jóvenes con sobrepeso y obesidad asociada a una reactivación vagal retardada (El Agaty, Kirmani, & Labban, 2017). En este contexto se ha reportado una correlación inversa entre IMC y FCR (Dimkpa & Oji, 2010) lo que podría explicar que luego de 60 minutos de recuperación el grupo AV no logra llegar a niveles basales de FC (Dipla, Zafeiridis, Koidou, Geladas, & Vrabas, 2010). En cuanto al volumen de ejercicio se ha observado que mientras mayor volumen de trabajo mayor reactividad cardiovascular (Marques, Neiva, Faíl, Gil, & Marques, 2019) lo que se podría asociar a la marcada disminución de la FCR en el grupo AV.

Nuestros noveles hallazgos tienen importante relevancia preventiva en la salud, sugiriendo que EIT de BV puede a) ser una alternativa efectiva para controlar la PA en el tiempo en jóvenes con sobrepeso y obesidad, quienes presentan un alto riesgo de padecer HTA. La OMS ha reportado que la HTA puede inducir un deterioro progresivo en la función cardíaca y es el principal factor de riesgo modificable para la mortalidad prematura a nivel mundial (OMS, 2013). En este contexto, una reducción de 2 mmHg en la PAS reduce la mortalidad por accidente cerebrovascular en 10% y por enfermedad cardiovascular en 7% (Lewington et al., 2002), destacando que las bajas en la PAS en nuestro estudio fueron entre -5 y -9 mmHg y b) ser una modalidad de ejercicio segura que no altere la FCR en sujetos de esta cohorte.

Como fortaleza de este estudio destacamos que es uno de los primeros acercamientos al uso del EIT como herramienta para el control de variables cardiovasculares en adolescentes con sobrepeso y obesidad y que la medición de las variables se hizo de manera seriada inmediatamente y desde los 10 a los 60

minutos posteriores al ejercicio. Algunas debilidades fueron el reducido número de participantes (solo hombres) y la no existencia de regulación de los patrones de actividad física y dieta, sin embargo, se solicitó a los participantes mantener el estilo de vida declarado inicialmente. Otra debilidad fue el no comparar dos métodos diferentes de ejercicio como EIT versus HIIT, o versus ejercicio de fuerza dinámico.

CONCLUSIONES

Una sesión de ejercicio isométrico de tronco de bajo volumen reduce la PAS y esta respuesta hipotensora es mantenida al menos 60 minutos posteriores al ejercicio sin alterar la FCR. En contraparte una sesión de ejercicio isométrico de tronco de alto volumen aumenta la PAS y esta respuesta (hipertensiva) es mantenida al menos 60 minutos posteriores al ejercicio en adolescentes inactivos físicamente con exceso de peso.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de la Escuela Teniente Hernán Merino de Valdivia y a sus estudiantes quienes participaron activamente en este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aglony I, M., Arnaiz G, P., Acevedo B, M., Barja Y, S., Márquez U, S., Guzmán A, B., & Berríos C, X. (2009). [Blood pressure and family history of hypertension in children from Santiago, Chile]. *Rev Med Chil*, 137(1), 39-45. doi:/S0034-98872009000100006
2. Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore, T., & Fredericson, M. (2008). Core stability exercise principles. *Curr Sports Med Rep*, 7(1), 39-44. doi:10.1097/01.CSMR.0000308663.13278.69
3. Alvarez, C., Olivo, J., Robinson, O., Quintero, J., Carrasco, V., Ramírez-Campillo, R., . . . Martínez, C. (2013). [Effects of a single bout of aerobic exercise on body weight and blood pressure among healthy participants]. *Rev Med Chil*, 141(11), 1363-1370. doi:10.4067/S0034-98872013001100001
4. Alvarez, C., Ramírez-Campillo, R., Vallejos-Rojas, A., Jaramillo-Gallardo, J., Salas Bravo, C., Cano-Montoya, J., & Celis-Morales, C.



- (2016). Hipertensión en relación con estado nutricional, actividad física y etnicidad en niños chilenos entre 6 y 13 años de edad. *Nutr Hosp*, 33(2), 93.
5. Arnett, D. K., Blumenthal, R. S., Albert, M. A., Buroker, A. B., Goldberger, Z. D., Hahn, E. J., . . . Ziaeian, B. (2019). 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*, 140(11), e596-e646. doi:10.1161/CIR.0000000000000678
 6. Bergouignan, A., Rudwill, F., Simon, C., & Blanc, S. (2011). Physical inactivity as the culprit of metabolic inflexibility: evidence from bed-rest studies. *J Appl Physiol* (1985), 111(4), 1201-1210. doi:10.1152/jappphysiol.00698.2011
 7. Bouchard, C., & Rankinen, T. (2001). Individual differences in response to regular physical activity. *Med Sci Sports Exerc*, 33(6 Suppl), S446-451; discussion S452-443.
 8. Brito, A. e. F., de Oliveira, C. V., Brasileiro-Santos, M. o. S., & Santos, A. a. C. (2014). Resistance exercise with different volumes: blood pressure response and forearm blood flow in the hypertensive elderly. *Clin Interv Aging*, 9, 2151-2158. doi:10.2147/CIA.S53441
 9. Brook, R. D., Jackson, E. A., Giorgini, P., & McGowan, C. L. (2015). When and how to recommend 'alternative approaches' in the management of high blood pressure. *Am J Med*, 128(6), 567-570. doi:10.1016/j.amjmed.2014.12.029
 10. Cano-Montoya, J., Ramírez-Campillo, R., Martínez, C., Sade-Calles, F., Salas-Parada, A., & Álvarez, C. (2016). [Interaction between antihypertensive therapy and exercise training therapy requires drug regulation in hypertensive patients]. *Rev Med Chil*, 144(2), 152-161. doi:10.4067/S0034-98872016000200002
 11. Cano-Montoya, J., Álvarez, C., Martínez, C., Salas, A., Sade, F., & Ramírez-Campillo, R. (2016). [Cardiovascular recovery during intermittent exercise in highly-adherent participants with hypertension and type 2 diabetes mellitus]. *Rev Med Chil*, 144(9), 1150-1158. doi:10.4067/S0034-98872016000900008
 12. Carpio-Rivera, E., Moncada-Jiménez, J., Salazar-Rojas, W., & Solera-Herrera, A. (2016). Acute Effects of Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analytic Investigation. *Arq Bras Cardiol*, 106(5), 422-433. doi:10.5935/abc.20160064
 13. Cavalcante, P. A., Rica, R. L., Evangelista, A. L., Serra, A. J., Figueira, A., Pontes, F. L., . . . Bocalini, D. S. (2015). Effects of exercise intensity on postexercise hypotension after resistance training session in overweight hypertensive patients. *Clin Interv Aging*, 10, 1487-1495. doi:10.2147/CIA.S79625
 14. Chobanian, A. V., Bakris, G. L., Black, H. R., Cushman, W. C., Green, L. A., Izzo, J. L., . . . Committee, N. H. B. P. E. P. C. (2003). Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Hypertension*, 42(6), 1206-1252. doi:10.1161/01.HYP.0000107251.49515.c2
 15. Ciolac, E. G., Mantuani, S. S., Neiva, C. M., Verardi, C., Pessoa-Filho, D. M., & Pimenta, L. (2015). Rating of perceived exertion as a tool for prescribing and self regulating interval training: a pilot study. *Biol Sport*, 32(2), 103-108.
 16. Cornelissen, V. A., & Smart, N. A. (2013). Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*, 2(1), e004473. doi:10.1161/JAHA.112.004473/1/e004473
 17. Cota, B. C., Suhett, L. G., Leite, N. N., Pereira, P. F., Ribeiro, S. A. V., & Franceschini, S. D. C. C. (2020). Cardiometabolic Risk and Health Behaviors in Adolescents with Normal Weight Obesity: A Systematic Review. *Public Health Nutr*, 1-27. doi:10.1017/S1368980020004863
 18. Cristi-Montero, C., Ramírez-Campillo, R., Alvarez, C., Garrido Méndez, A., Martínez, M. A., Díaz Martínez, X., . . . Celis-Morales, C. (2016). [Inverse association of



- cardiorespiratory fitness with cardiovascular risk factors in Chilean adults]. *Rev Med Chil*, 144(8), 980-989. doi:10.4067/S0034-98872016000800004
19. de Freitas Brito, A., Brasileiro-Santos, M. D. S., Coutinho de Oliveira, C. V., & da Cruz Santos, A. (2018). Postexercise Hypotension Is Volume-Dependent in Hypertensives: Autonomic and Forearm Blood Responses. *J Strength Cond Res*. doi:10.1519/JSC.0000000000001735
 20. DeMarco, V. G., Aroor, A. R., & Sowers, J. R. (2014). The pathophysiology of hypertension in patients with obesity. *Nat Rev Endocrinol*, 10(6), 364-376. doi:10.1038/nrendo.2014.44
 21. Diaz-Martinez, X., Petterman, F., Leiva, A. M., Garrido- Mendez, A., Salas-Bravo, C., Martinez, M. A., . . . Carlos, C.-M. (2018). Association of physical inactivity with obesity, diabetes, hypertension and metabolic syndrome in the Chilean population. *Rev. méd. Chile* 146 (5), 585-595.
 22. Dimkpa, U., & Oji, J. O. (2010). Association of heart rate recovery after exercise with indices of obesity in healthy, non-obese adults. *Eur J Appl Physiol*, 108(4), 695-699. doi:10.1007/s00421-009-1276-2
 23. Dipla, K., Zafeiridis, A., Koidou, I., Geladas, N., & Vrabas, I. S. (2010). Altered hemodynamic regulation and reflex control during exercise and recovery in obese boys. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 299(6), H2090-2096. doi:10.1152/ajpheart.00087.2010
 24. El Agaty, S. M., Kirmani, A., & Labban, E. (2017). Heart rate variability analysis during immediate recovery from exercise in overweight/obese healthy young adult females. *Ann Noninvasive Electrocardiol*, 22(3). doi:10.1111/anec.12427
 25. Espinoza-Salinas, A., González-Jurado, J., Arenas-Sanchez, G., Fuentealba-Sepúlveda, S., Cabezas-Gaete, I., Bobadilla-Olivares, M., & Burdiles-Alvarez, A. (2019). Effect of Autonomic Responses after Isometric Training at Different Intensities on Obese People. *Current Hypertension Reviews*. 16 (0), 1-9. doi: 10.2174/1573402115666191112123722
 26. Figueiredo, T., Rhea, M. R., Peterson, M., Miranda, H., Bentes, C. M., dos Reis, V. M., & Simão, R. (2015). Influence of number of sets on blood pressure and heart rate variability after a strength training session. *J Strength Cond Res*, 29(6), 1556-1563. doi:10.1519/JSC.0000000000000774
 27. Guillem, C. M., Loaiza-Betancur, A. F., Rebullido, T. R., Faigenbaum, A. D., & Chulvi-Medrano, I. (2020). The Effects of Resistance Training on Blood Pressure in Preadolescents and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*, 17(21). doi:10.3390/ijerph17217900
 28. Hackett, D. A., & Chow, C. M. (2013). The Valsalva maneuver: its effect on intra-abdominal pressure and safety issues during resistance exercise. *J Strength Cond Res*, 27(8), 2338-2345. doi:10.1519/JSC.0b013e31827de07d
 29. Halliwill, J. R., Buck, T. M., Laceywell, A. N., & Romero, S. A. (2013). Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? *Exp Physiol*, 98(1), 7-18. doi:10.1113/expphysiol.2011.058065
 30. Henriksson, H., Henriksson, P., Tynelius, P., & Ortega, F. B. (2018). Muscular weakness in adolescence is associated with disability 30 years later: a population-based cohort study of 1.2 million men. *Br J Sports Med*. doi:10.1136/bjsports-2017-098723
 31. Leetun, D. T., Ireland, M. L., Willson, J. D., Ballantyne, B. T., & Davis, I. M. (2004). Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 36(6), 926-934.
 32. Lewington, S., Clarke, R., Qizilbash, N., Peto, R., Collins, R., & Collaboration, P. S. (2002). Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet*, 360(9349), 1903-1913.



33. MacDonald, J. R., MacDougall, J. D., & Hogben, C. D. (2000). The effects of exercise duration on post-exercise hypotension. *J Hum Hypertens*, *14*(2), 125-129.
34. Marques, D. L., Neiva, H. P., Fail, L. B., Gil, M. H., & Marques, M. C. (2019). Acute effects of low and high-volume resistance training on hemodynamic, metabolic and neuromuscular parameters in older adults. *Exp Gerontol*, *125*, 110685. doi:10.1016/j.exger.2019.110685
35. Melo, C. M., Alencar Filho, A. C., Tinucci, T., Mion, D., & Forjaz, C. L. (2006). Postexercise hypotension induced by low-intensity resistance exercise in hypertensive women receiving captopril. *Blood Press Monit*, *11*(4), 183-189. doi:10.1097/01.mbp.0000218000.42710.91
36. MINSAL. (2017). Ministerio de Salud. Gobierno de Chile. Encuesta Nacional de Salud ENS Chile 2016-2017 Retrieved from <http://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17-PRIMEROS-RESULTADOS.pdf>
37. O'Donovan, G., Blazeovich, A. J., Boreham, C., Cooper, A. R., Crank, H., Ekelund, U., . . . Stamatakis, E. (2010). The ABC of Physical Activity for Health: a consensus statement from the British Association of Sport and Exercise Sciences. *J Sports Sci*, *28*(6), 573-591. doi:10.1080/02640411003671212
38. O'Driscoll, J. M., Taylor, K. A., Wiles, J. D., Coleman, D. A., & Sharma, R. (2017). Acute cardiac functional and mechanical responses to isometric exercise in prehypertensive males. *Physiol Rep*, *5*(7). doi:10.14814/phy2.13236
39. OMS. (2010). Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud.
40. OMS. (2013). A global brief on hypertension; silent killer, global public health crisis. Retrieved from http://ish-world.com/downloads/pdf/global_brief_hypertension.pdf
41. Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjöström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)*, *32*(1), 1-11. doi:10.1038/sj.ijo.0803774
42. Petermann, F., Durán, E., Labraña, A. M., Martínez, M. A., Leiva, A. M., Garrido-Méndez, A., . . . Celis-Morales, C. (2017). [Risk factors associated with hypertension. Analysis of the 2009-2010 Chilean health survey]. *Rev Med Chil*, *145*(8), 996-1004. doi:10.4067/s0034-98872017000800996
43. Pierpont, G. L., Adabag, S., & Yannopoulos, D. (2013). Pathophysiology of exercise heart rate recovery: a comprehensive analysis. *Ann Noninvasive Electrocardiol*, *18*(2), 107-117. doi:10.1111/anec.12061
44. Polito, M. D., & Farinatti, P. T. (2009). The effects of muscle mass and number of sets during resistance exercise on postexercise hypotension. *J Strength Cond Res*, *23*(8), 2351-2357. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bb71aa
45. Rezk, C. C., Marrache, R. C., Tinucci, T., Mion, D., & Forjaz, C. L. (2006). Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol*, *98*(1), 105-112. doi:10.1007/s00421-006-0257-y
46. Richardson, C., Jull, G., Hodges, P., & Hides, J. (1998). *Therapeutic Exercise for Spinal Segmental Stabilization in Low Back Pain: Scientific Basis and Clinical Approach*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
47. Scher, L. M., Ferriolli, E., Moriguti, J. C., Scher, R., & Lima, N. K. (2011). The effect of different volumes of acute resistance exercise on elderly individuals with treated hypertension. *J Strength Cond Res*, *25*(4), 1016-1023. doi:10.1519/JSC.0b013e3181c70b4f
48. Schranz, N., Tomkinson, G., & Olds, T. (2013). What is the effect of resistance training on the strength, body composition and psychosocial status of overweight and obese children and adolescents? A Systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, *43*(9), 893-907. doi:10.1007/s40279-013-0062-9
49. Schranz, N., Tomkinson, G., Parletta, N., Petkov, J., & Olds, T. (2014). Can resistance training



- change the strength, body composition and self-concept of overweight and obese adolescent males? A randomised controlled trial. *Br J Sports Med*, 48(20), 1482-1488. doi:10.1136/bjsports-2013-092209
50. Smith, J. J., Eather, N., Morgan, P. J., Plotnikoff, R. C., Faigenbaum, A. D., & Lubans, D. R. (2014). The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 44(9), 1209-1223. doi:10.1007/s40279-014-0196-4
51. Smith, S. C., Collins, A., Ferrari, R., Holmes, D. R., Logstrup, S., McGhie, D. V., . . . Committee, W. (2012). Our time: a call to save preventable death from cardiovascular disease (heart disease and stroke). *Glob Heart*, 7(4), 297-305. doi:10.1016/j.ghheart.2012.08.002
52. Taylor, K. A., Wiles, J. D., Coleman, D. D., Sharma, R., & O'driscoll, J. M. (2017). Continuous Cardiac Autonomic and Hemodynamic Responses to Isometric Exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 49(8), 1511-1519. doi:10.1249/MSS.0000000000001271
53. Taylor-Tolbert, N. S., Dengel, D. R., Brown, M. D., McCole, S. D., Pratley, R. E., Ferrell, R. E., & Hagberg, J. M. (2000). Ambulatory blood pressure after acute exercise in older men with essential hypertension. *Am J Hypertens*, 13(1 Pt 1), 44-51. doi:S0895-7061(99)00141-7
54. Vanderlei, L. C., Pastre, C. M., Freitas, I. F., & Godoy, M. F. (2010). Geometric indexes of heart rate variability in obese and eutrophic children. *Arq Bras Cardiol*, 95(1), 35-40. doi:10.1590/s0066-782x2010005000082
55. Vera-Garcia, F. J., Barbado, D., Flores-Parodi, B., Alonso-Roque, J. I., & Elvira, J. L. L. (2013). Activación de los músculos del tronco en ejercicios de estabilización raquídea. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 13(52), 673-685.
56. Wasfy, M. M., & Baggish, A. L. (2016). Exercise Dose in Clinical Practice. *Circulation*, 133(23), 2297-2313. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.116.018093
57. Wiles, J. D., Coleman, D. A., & Swaine, I. L. (2010). The effects of performing isometric training at two exercise intensities in healthy young males. *Eur J Appl Physiol*, 108(3), 419-428. doi:10.1007/s00421-009-1025-6
58. Yuste, J. L., Garcia-Jimenez, J. V., & García-Pellicer, J. J. (2015). Intensidad de las clases de educación física en adolescentes. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 15((58)), 309-323. doi:10.15366/rimcafd2015.58.007
59. Zebrowska, A., Gasior, Z., & Jastrzebski, D. (2013). Cardiovascular effects of the valsalva maneuver during static arm exercise in elite power lifting athletes. *Adv Exp Med Biol*, 755, 335-342. doi:10.1007/978-94-007-4546-9_42

