

Article

# Efecto del Entrenamiento de Serie Emparejada Agonista-Antagonista vs. Entrenamiento de Serie Tradicional en la Hipotensión Post- Ejercicio de Resistencia

Gabriel Paz<sup>1</sup>, Marianna Maia<sup>1</sup>, Claudio Melibeu Bentes<sup>1</sup>, Tiago Figueiredo<sup>2,3</sup>, Verônica Salerno<sup>1</sup>, Roberto Simão<sup>1</sup> y Humberto Miranda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Rio de Janeiro, Escola de Educação Física e Esportes, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>2</sup>Universidade de Trás-os-Montes y Alto Douro. Departamento de Ciência do Desporto, Exercício e Saúde, Vila Real, 5000-801 - PORTUGAL

<sup>3</sup>Universidade Estácio de Sá. Programa de Graduação em Educação Física. Macaé, RJ - Brasil

**Dirección de correo:** Gabriel Andrade Paz, MD. School of Physical Education and Sports, Federal University of Rio de Janeiro, Brazil. Zip code 21745-650. Phone (+55) 21 99803-1514; Email: [gabrielpaz@ufrj.br](mailto:gabrielpaz@ufrj.br)

## RESUMEN

Paz G, Maia M, Bentes CM, Figueiredo T, Salerno V, Simão R, Miranda H. Efecto del Entrenamiento de Serie Emparejada Agonista-Antagonista vs. Entrenamiento de Serie Tradicional en la Hipotensión Post- Ejercicio de Resistencia. JEPonline 2014; 17(6):13-23. Este estudio investigó el efecto del entrenamiento de series emparejadas agonista-antagonista (SE) vs. el entrenamiento de series tradicionales (ST) en las respuestas de la presión sanguínea sistólica (PSS) y la presión sanguínea diastólica (PSD). Catorce hombres realizaron dos protocolos experimentales: ST, se realizaron tres series de press de banca seguidas de tres series de repeticiones al fallo del ejercicio remo sentado; y SE, tres series emparejadas de press de banca y remo sentado. Se realizaron intervalos de descanso de 4 minutos cada uno entre las series y los ejercicios para ambos protocolos. Se computó el volumen de entrenamiento (repeticiones x series x cargas) para cada protocolo. Se midió la presión sanguínea antes y cada 5 min durante el período post-ejercicio de 40-min. El volumen de entrenamiento fue significativamente mayor en las SE (1625.1 kg ± 210.5) comparado con las ST (1493.7 kg ± 115.6) para el remo sentado (P = 0.018). No se notaron diferencias entre las SE (1435.8 kg ± 218.4) y las ST (1373.6 kg ± 198.1) para el press de banca. Se notaron reducciones significativas en la PSS a los 35 y 40-min post-ejercicio en SE comparadas con los valores de descanso. No se notó un efecto de hipotensión en la PSS luego del protocolo de ST. Se observaron reducciones significativas en la PSD entre 5 min y 40 min post-ejercicio bajo los protocolos de ST y SE, respectivamente. Por lo tanto, el entrenamiento de SE puede incrementar la magnitud del efecto de hipotensión en la PSS comparado con el entrenamiento de ST para ejercicios del tren superior.

**Palabras Clave:** Presión Sanguínea, Entrenamiento de la Fuerza, Hipotensión

# INTRODUCCIÓN

---

El entrenamiento de resistencia (ER) es un componente clave en los programas de ejercicio cuyo objetivo es desarrollar el estado físico para la salud y/o el rendimiento deportivo (11). Además, el ER promueve efectos significativos en la función endotelial en practicantes con o sin enfermedad cardiovascular (32). Más aún, la disfunción endotelial es una de las causas principales de la hipertensión, y ha sido sugerido que el ejercicio de resistencia se debería adoptar como un tratamiento no-farmacológico para la hipertensión (6, 7, 12).

La presión sanguínea (PS) aumenta dramáticamente durante el ER (13, 17). Sin embargo, al final de la sesión, se ha informado que la PS es menor que el valor de pre-ejercicio (4, 22, 28). Este fenómeno es generalmente referido como el efecto hipotensor (31), que puede jugar un rol importante en el control de la hipertensión y el riesgo cardiovascular (5). Una reducción pequeña en la PS de 4 mmHg reduce la posibilidad de infarto y enfermedad arterial coronaria en sujetos normotensos o hipertensos. Por lo tanto, el ER puede representar una herramienta útil en la alteración de la PS durante el día y a lo largo del tiempo (5).

La magnitud y duración de las respuestas hipotensoras luego de las sesiones de ER están relacionadas con las diferencias en el volumen de entrenamiento (repetición x series x cargas) (28), el grupo muscular ejercitado (22, 30), y/o la intensidad del entrenamiento (30). Rezk et al. (24) encontró hipotensión de la presión sanguínea sistólica (PSS) en sujetos normotensos luego de un ER de baja intensidad (40% de 1 repetición máxima - RM) y luego de un ER de alta intensidad (80% de 1RM), mientras que sólo el ejercicio de baja intensidad disminuyó la presión sanguínea diastólica (PSD). Prista et al. (23) observó que una sesión individual de ocho ejercicios de resistencia para diferentes grupos musculares (1 serie de 10 a 15 repeticiones de 30 a 60% de 1RM) no disminuyó la PS medida luego del ejercicio en la condición clínica, pero redujo la PS ambulatoria durante el sueño. Además, Bentes et al. (4) comparó el efecto hipotensor y las respuestas del rendimiento entre diferentes intensidades de ER y diferentes órdenes de ejercicio en 13 mujeres aparentemente sanas. Ellos informaron disminuciones significativas en la PSS y la PSD luego de diferentes sesiones de ER con la manipulación de la intensidad y la secuencia del ejercicio.

Varios métodos de entrenamiento han sido aplicados por practicantes y entrenadores con el objetivo de aumentar el volumen de entrenamiento y también para mejorar el rendimiento de la fuerza (5). Un método es la serie emparejada agonista-antagonista (SE) que consiste en series emparejadas entre ejercicios para un grupo muscular agonista seguidas de un ejercicio para el grupo muscular antagonista con o sin duración limitada de intervalo de descanso (16). El entrenamiento de serie emparejada está generalmente acompañado por actividad metabólica importante que podría promover vasodilatación arterial muscular, disminuir la resistencia vascular sistémica, y disminuir la PS (26). La principal diferencia entre el entrenamiento de SE y el entrenamiento de serie tradicional (ST) está en la duración del intervalo de descanso. Intervalos de descanso más cortos entre series y ejercicios mejoran la intensidad relativa durante el ER, lo que permite mayores niveles de esfuerzo percibido (29, 35). Además, los intervalos más largos permiten una recuperación más larga y la capacidad de mantener el rendimiento de la fuerza (10, 29). El entrenamiento de serie emparejada está generalmente asociado con un mayor volumen de entrenamiento de manera eficaz (volumen/tiempo) (25, 26).

Sin embargo, De Salles y sus colegas (9) notaron como una duración intervalo de descanso de 2-min entre series promovía una magnitud hipotensora post-ejercicio más larga que una duración de intervalo de descanso de 1-min. Por el contrario, Veloso et al. (36) observó tres intervalos de descanso diferentes (1 vs. 2 vs. 3 min) entre series y ejercicios en hombres jóvenes no entrenados normotensos y no encontró diferencias entre los intervalos de descanso. Además, en base a nuestros conocimientos, ningún estudio ha investigado la respuesta hipotensora post-ejercicio de resistencia luego de un entrenamiento de SE comparado con el entrenamiento de ST.

Por lo tanto, el propósito del presente estudio fue evaluar el efecto agudo de la SE versus la ST en el volumen de entrenamiento y la hipotensión post-ejercicio de resistencia. La hipótesis fue que la SE tendría un efecto más largo y pronunciado en la PS asociado a un mayor volumen durante la sesión de ER. Así, la hipotensión post-ejercicio podría tener importancia clínica en sujetos hipertensos. El estudio fue llevado a cabo con participantes sanos con el objetivo de entender las respuestas de la PS sin interferencia patológica.

## MÉTODOS

---

### Sujetos

Quince hombres normotensos entrenados (media  $\pm$  desviación estándar: edad = 22.2  $\pm$  2.3 años; altura = 173  $\pm$  7.6 cm;

peso =  $82.5 \pm 5.6$  kg; y porcentaje de grasa corporal =  $13.3 \pm 3.1$  %) participaron como sujetos en este estudio. Todos los sujetos tenían experiencia previa en ER (media  $4.5 \pm 1.2$  años) que promediaba en cuatro sesiones de 60-min por semana usando de 1 a 2 min de intervalos de descanso entre series y ejercicios.

Aunque los sujetos fueron nivelados por edad, altura, y peso, también se usaron los siguientes criterios de exclusión: (a) historia de tabaquismo; (b) uso de sustancias ergogénicas o drogas que podrían afectar las respuestas cardiovasculares; (c) impedimentos óseos, articulares, o musculares que podrían limitar la ejecución de los ejercicios; (d) PS de reposo mayor a 140/90 mmHg; y (e) enfermedad cardiovascular o metabólica, especialmente hipertensión y diabetes.

El presente estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Experimentación con Humanos en la Universidad Federal de Rio de Janeiro. Se obtuvo un consentimiento informado escrito de los sujetos antes de la participación, de acuerdo a la Declaración de Helsinki. También, antes de la participación en el estudio, los sujetos completaron un Cuestionario de Preparación de Actividad Física (PAR-Q) (34).

## Procedimientos

Las primeras dos sesiones de prueba se enfocaron en las medidas de fuerza y antropometría. En cada una de las sesiones, la fuerza fue evaluada utilizando un test de 8RM para los ejercicios de press de banca y remo sentado en máquinas (Life Fitness, IL, EEUU) (2). Si el sujeto no lograba 8 repeticiones en el primer intento, el peso se ajustaba de 4 a 10 kg seguido de un descanso de un mínimo de 5 min antes del siguiente intento. Sólo se permitieron tres ensayos por sesión de prueba y se requirieron 10 min de descanso entre los ejercicios. El test y el re-test se llevaron a cabo con un intervalo de 48 a 72 hs. Los ejercicios de press de banca y remo sentado se alternaron durante el test y el re-test.

Se usaron las siguientes estrategias para reducir el margen de error en los procedimientos de recolección de datos (18): (a) se dieron instrucciones estandarizadas antes de los tests para que la persona en estudio fuera consciente de toda la rutina involucrada en la recolección de datos; (b) el individuo en estudio fue instruido en la técnica propia de la ejecución del ejercicio; (c) se les dio a todos los sujetos estímulo verbal estandarizado a lo largo de los tests; y (d) todos los tests fueron llevados a cabo al mismo momento del día.

El presente estudio empleó un diseño cruzado aleatorio. Para investigar los efectos de las múltiples series de SE versus ST en la hipotensión post-ejercicio de resistencia, los sujetos realizaron cuatro visitas llevadas a cabo en días no-consecutivos. Dos visitas para test y re-test de 8RM, después de la evaluación de las cargas de 8-RM para los ejercicios de remo sentado y press de banca. En la tercera y cuarta visita, los sujetos fueron asignados al protocolo de ST o al grupo de SE en un diseño cruzado aleatorio con 48- a 72-hs de recuperación entre sesiones y el re-test. Antes de cada protocolo, se midió la PS (luego de un descanso de 10-min al llegar al laboratorio). Se les pidió a todos los sujetos presentarse a las sesiones de entrenamiento completamente hidratados y que fuesen consistentes en su ingesta alimentaria a lo largo de la duración del estudio.

Los sujetos llevaron a cabo dos sesiones de ER con 48 a 72 hs de recuperación entre las sesiones. Realizaron una serie de calentamiento de 15 repeticiones usando el 50% de las cargas de 8RM, seguida por un intervalo de descanso de 2-min antes de comenzar los protocolos de ST (33) o SE. En la ST los sujetos realizaron 3 series del press de banca con cargas de 8RM, seguidas de 3 series de repetición al fallo de remo sentado, con un intervalo de 2-min entre series y ejercicios. En la SE los sujetos realizaron 1 serie de repetición al fallo en el press de banca con cargas de 8RM, inmediatamente seguidas de 1 serie de repetición al fallo con cargas de 8RM en el remo sentado. Se adoptó el mismo intervalo de descanso (2 min) antes de las siguientes series emparejadas (ejercicios de press de banca y remo sentado). Los sujetos realizaron 3 series de series emparejadas. La presión sanguínea se midió antes (luego de un descanso de 10-min al llegar al laboratorio) y a intervalos de 5-min para los 40 min siguientes a las dos sesiones diferentes.

La PS de los sujetos se evaluó con un dispositivo automático (PM50 NIBP/Spo2 CONTEC - EUA) en el brazo izquierdo. La presión arterial media (PAM) se calculó con la ecuación:  $PAM = PSD + [(PSS - PSD) \div 3]$ . Para las sesiones 3 y 4 del ejercicio de resistencia, la PS se midió antes del ER e inmediatamente después del ejercicio y cada 5 min durante un período de 40-min post-ejercicio. Todas las mediciones se tomaron con el sujeto en la posición de sentado. Se les pidió a todos los sujetos que coman su última comida 3 horas antes de la evaluación de datos. También se les pidió que no usaran alcohol o realizaran esfuerzo físico durante las 24 horas previas. Las mediciones fueron realizadas entre las 8 am y las 10 am a una temperatura de 23 a 25°C.

## Análisis Estadísticos

Los datos para todas las variables fueron analizados utilizando el test de normalidad de Shapiro-Wilk y homocedasticidad (criterio de Bartlett). Los datos se presentan como media  $\pm$  DE. Se aplicó un análisis de varianza repetido para la comparación entre sesiones de los resultados de la respuesta de PS post-ejercicio y descanso pre-ejercicio. Se utilizó un análisis de varianza de mediciones-repetidas (ANOVA) unidireccional para determinar posibles cambios en la PSS, PSD y

PAM para cada sesión de ejercicio. Se aplicó el test de diferencia significativa mínima Bonferroni post hoc para delimitar las diferencias significativas. El nivel de significancia fue establecido en  $P \leq 0.05$ , y todos los análisis estadísticos se realizaron usando el software SPSS 20.0.

## RESULTADOS

El volumen de entrenamiento fue significativamente mayor bajo la SE ( $1625.1 \text{ kg} \pm 210.5$ ) comparado con la ST ( $1493.7 \text{ kg} \pm 115.6$ ) para el ejercicio de remo sentado ( $P = 0.018$ ). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas bajo la SE ( $1435.8 \text{ kg} \pm 218.4$ ) y la ST ( $1373.6 \text{ kg} \pm 198.1$ ) para el ejercicio de press de banca ( $P = 0.225$ ). Se observaron reducciones significativas en la PSS 35 y 40 min post-ejercicio bajo el protocolo de SE comparado con la PS de reposo (Figura 1).

No obstante, no hubo un efecto hipotensor en la PSS bajo el protocolo de ST. Se notaron también valores significativamente menores de PSS entre 35 y 40 min post-ejercicio bajo el protocolo de SE comparado con la condición de ST (Tabla 1). Se observaron reducciones significativas en la PSD entre 5 y 40 min post-ejercicio bajo los protocolos de ST y SE comparado con la PS de reposo.

De forma similar, se notaron valores significativamente menores de PSD entre 30 y 40 min post-ejercicio bajo el protocolo de SE comparado con el protocolo de ST (Tabla 2). Con respecto a la PAM, no se encontraron diferencias significativas entre ambos protocolos (Tabla 3).

**Tabla 1.** Resultados de la Presión Sanguínea Sistólica (Diferencia Significativa para \* Valores de Reposo y para †ST).

PSS (mmHg)	Serie Tradicional	Serie Emparejada Agonista-Antagonista
Reposo	122 ± 9.6	124 ± 8.1
Post	136 ± 24	134.1 ± 17.7
5	128 ± 19	122.7 ± 16
10	125 ± 14	120 ± 13
15	125 ± 13.8	121 ± 13
20	123.2 ± 14.4	121.8 ± 20.1
25	127 ± 17	120.7 ± 15.7
30	126 ± 16.4	121.1 ± 16
35	129.1 ± 22.5	116 ± 13.1*†
40	127.1 ± 15.1	116 ± 16.2*†

**Tabla 2.** Resultados de la Presión Sanguínea Diastólica (Diferencia Significativa para \* Valores de Reposo y para †ST).

<b>PSD (mmHg)</b>	<b>Serie Tradicional</b>	<b>Serie Emparejada Agonista-Antagonista</b>
<b>Reposo</b>	75.8 ± 7.2	68.9 ± 7.2
<b>Post</b>	62.5 ± 10.7	67.2 ± 11.2
<b>5</b>	60.3 ± 8.3*	60.4 ± 9.1*
<b>10</b>	58.7 ± 8.4*	58.7 ± 9.5*
<b>15</b>	58.2 ± 9.8*	58.2 ± 7.5*
<b>20</b>	58.4 ± 5.4*	58.3 ± 7.6*
<b>25</b>	60.7 ± 6.6 *	58.3 ± 11.7*
<b>30</b>	62.3 ± 8.4*	59.9 ± 8.1*†
<b>35</b>	63.3 ± 9.0*	60.2 ± 6.5*†
<b>40</b>	67.7 ± 8.9*	63.7 ± 8.6*†

*Tabla 3. Resultados de la Presión Arterial Media.*

<b>PAM (mmHg)</b>	<b>Serie Tradicional</b>	<b>Serie Emparejada Agonista-Antagonista</b>
<b>Reposo</b>	91.2 ± 7.1	87.4 ± 8.9
<b>Post</b>	87.0 ± 8.4	89.5 ± 7.6
<b>5</b>	82.8 ± 9.4	81.2 ± 7.8
<b>10</b>	80.8 ± 7.6	79.3 ± 8.9
<b>15</b>	80.6 ± 9.2	79.3 ± 8.7
<b>20</b>	80.0 ± 11.2	79.5 ± 7.6
<b>25</b>	82.7 ± 8.7	79.1 ± 8.7
<b>30</b>	83.6 ± 9.1	80.3 ± 7.6
<b>35</b>	85.2 ± 7.8	78.8 ± 9.1
<b>40</b>	87.5 ± 5.9	81.3 ± 7.6

## DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue comparar la respuesta hipotensora post-ejercicio en hombres normotensos, aparentemente sanos entre ST y SE para los ejercicios de press de banca y remo sentado. El resultado clave del actual estudio fue una mayor hipotensión post-ejercicio en la PSS y la PSD bajo la SE comparada con el protocolo de ST. La disminución en la PSS y la PSD observada en el presente estudio luego del ER está de acuerdo con investigaciones previas (4, 14, 22, 24). Sin embargo, la reducción significativa en la PSS se observó luego del entrenamiento de SE.

Se observó un volumen de entrenamiento significativamente mayor durante la SE comparado con el protocolo de ST para el ejercicio de remo sentado. No obstante, el volumen de entrenamiento era similar entre cada protocolo para el ejercicio de press de banca. Estudios anteriores (3, 8, 26) han demostrado un efecto potencial de la SE en el rendimiento muscular agonista debido a la posible reducción en la co-activación antagonista, el almacenamiento de energía elástica, y la alteración del patrón trifásico de la activación muscular. Por otro lado, varios investigadores (1, 21, 25) no han explicado los mecanismos responsables del incremento en la activación muscular (1, 21, 25). Bentes et al. (4) mostró en sus resultados que el trabajo total no influye en la disminución de la PS y que la manipulación de la intensidad, los intervalos de descanso, y los órdenes de los ejercicios pueden ser más importantes.

No se encontraron estudios que hayan investigado la respuesta de la PS luego del entrenamiento de SE versus el de ST. De acuerdo a Robbins et al. (26) la SE puede inducir a un estado de fatiga periférico dado el aumento en el flujo sanguíneo causado por la SE realizada para grupos musculares opuestos en el mismo segmento corporal. Se notó un efecto hipotensor significativo para la PSS luego de la SE entre 35 y 40 min post- ejercicio. Esta condición no se observó durante el protocolo de ST. Investigadores anteriores (4, 14, 19, 20, 22, 24) han demostrado el efecto hipotensor luego de ~15 a 30 min después del ER. Simão et al. (30) informó una mayor disminución en la PSS hasta la marca de 50-min luego de la

sesión de ER compuesta por 3 series de 5 ejercicios realizados con cargas de 6RM comparada con una sesión compuesta por 12 repeticiones al 50% de 6RM durante un formato de circuito con los mismos ejercicios. Estos resultados indican que la intensidad del ER es un componente clave en la duración del efecto hipotensor.

Bentes y sus colegas (4) informaron que, mientras diferentes intensidades y diferentes órdenes de ejercicios resultaron en un efecto hipotensor significativo en la PSS y la PSD en 13 mujeres aparentemente sanas que realizaron 4 sesiones de ER en orden aleatorio, la manipulación de la intensidad y la secuencia del ejercicio no generaron cambios significativos en la duración y magnitud del efecto hipotensor. Sin embargo, Simões et al. (31) encontró un efecto hipotensor significativo en la PSS y la PAM (entre 90 y 120 min post-ejercicio) luego de un circuito de entrenamiento compuesto por extensión de pierna, press de banca, press de pierna, curl de pierna, y lat pull down al 43% de 1RM realizado por hombres entrenados con y sin diabetes mellitus tipo 2 comparado con un circuito de entrenamiento al 23% de 1RM. Probablemente, la carga de trabajo moderada (8RM) combinada con un intervalo de descanso de 2-min no fue suficiente para inducir una hipotensión post-ejercicio, considerando que el volumen de entrenamiento fue menor para el remo sentado durante el entrenamiento de ST.

Un volumen de entrenamiento significativamente mayor utilizado durante el entrenamiento de SE en un período corto de tiempo puede ser el factor responsable para la disminución de la PSS entre 35 y 40 min post- ejercicio. La reducción significativa en la PSD también se notó para los protocolos de ST y SE entre 5 y 40 min post-ejercicio. Además, se observaron valores significativamente bajos de PSD en la SE comparada con el protocolo de ST entre 30 y 40 min post-ejercicio. Estos resultados han sido observados por investigadores con sujetos normotensos (9, 22, 24) y sujetos hipertensos (19, 20, 28) en muchos protocolos de ejercicio diferentes. Por lo tanto, es razonable concluir que los resultados del presente estudio son similares a los de los datos disponibles en las respuestas de la PS al ER.

Con respecto a los ejercicios de ER, relativamente pocos estudios han examinado posibles mecanismos para la respuesta hipotensora post-ejercicio (27). Una posible explicación ha sido asociada con una reducción en el gasto cardíaco (Q) seguida del aumento en la resistencia vascular periférica (RVP) y la frecuencia cardíaca (FC). El origen de la reducción en la RVP no ha sido determinado aún. Rezk et al. (24) informó que la disminución en el Q que no fue compensada por la resistencia vascular puede ser responsable de la reducción en la PS. También está la hipótesis de que los agentes vasodilatadores o vasoconstrictores, que no duran por muchas horas pueden modificar la sensibilidad vascular y reducir la PS. En concordancia, MacDonald et al. (15) observó que la cantidad de sustancias liberadas luego de los ejercicios de ER era uno de los factores principales responsable de la vasodilatación arterial muscular y, por lo tanto, de la disminución en la RVP que hace a la presión sanguínea de los sujetos hipotensa durante el post-ejercicio de resistencia.

Con respecto a los resultados, hay varias limitaciones en este estudio: (a) no es posible extrapolar los resultados obtenidos para personas con diferentes niveles de entrenamiento o condiciones clínicas; (b) las variables posiblemente relacionadas a los mecanismos de hipotensión post-ejercicio (tales como actividad simpática, flujo sanguíneo, Q, y producción de óxido nítrico) no fueron evaluadas; (c) este estudio no tuvo un grupo de control; y (d) los ejercicios de ER permiten una manipulación considerable de volumen e intensidad, la posible interacción entre el número de series y repeticiones, y los intervalos de recuperación para producir hipotensión post-ejercicio debería ser considerada en futuras investigaciones.

## CONCLUSIONES

---

En conclusión, la hipotensión post-ejercicio observada en el presente estudio puede tener impactos positivos en fases tempranas de desarrollo de PS alta. Sin embargo, los resultados de este estudio son factibles de aplicar sólo en adultos masculinos entrenados y se garantizan futuras investigaciones con otras poblaciones que incluyan individuos hipertensos. Por lo tanto, el protocolo de SE realizado a una carga de trabajo moderada (8RM) para sólo dos ejercicios de resistencia para músculos del tren superior puede ser una alternativa interesante para inducir una disminución significativa en la PSS y la PSD versus el protocolo de ST.

## AGRADECIMIENTOS

---

El Dr. Humberto Miranda agradece a: Research and Development Foundation of Rio de Janeiro State (FAPERJ). Humberto Miranda, Gabriel Paz, Marianna Maia and Claudio Melibeu Bentes agradecen a: Education Program for Work and Health (PET-SAUDE) y también a: Coordination of Improvement of Higher Education Personnel (CAPES/Brazil) por la beca concedida a G. A. Paz.

## REFERENCIAS

1. Angelo HD, da Silva HA, Asano NM, Muniz MT, de Mascena Diniz Maia M, de Souza PR. (2012). Tumor necrosis factor alpha promoter polymorphism -308 G/A in Brazilian patients with systemic lupus erythematosus. *Hum Immunol.* 2012;73:1166-1170.
2. Baechle TR, Earle RW. Essentials of Strength Training and Conditioning. (2008). Human Kinetics, 2008.
3. Baker D, Newton RU. Acute effect on power output of alternating an agonist and antagonist muscle exercise during complex training. (2005). *J Strength Cond Res.* 2005;19:202-205.
4. Bentes CM, Costa PB, Neto GR, Costa ESGV, de Salles BF, Miranda HL, Novaes JS. Hypotensive effects and performance responses between different resistance training intensities and exercise orders in apparently health women. (2014). *Clin Physiol Funct Imaging.* 2014; Apr 1. doi: 10.1111/cpf.12144 (In Press).
5. Bentes CM, Simão R, Bunker T, Rhea MR, Miranda H, Gomes TM, Novaes Jda S. Acute effects of dropsets among different resistance training methods in upper body performance. (2012). *J Hum Kinet.* 2012;34:105-111.
6. Bernatova I. Endothelial dysfunction in experimental models of arterial hypertension: Cause or consequence? (2014). *Biomed Res Int.* 2014;2014:598271.
7. Braith RW, Stewart KJ. (2006). Resistance exercise training: Its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation.* 2006;113:2642-2650.
8. Carregaro R, Cunha R, Oliveira CG, Brown LE, Bottaro M. (2013). Muscle fatigue and metabolic responses following three different antagonist pre-load resistance exercises. *J Electromyogr Kinesiol.* 2013;23:1090-1096.
9. de Salles BF, Maior AS, Polito M, Novaes J, Alexander J, Rhea M, Simão R. (2010). Influence of rest interval lengths on hypotensive response after strength training sessions performed by older men. *J Strength Cond Res.* 2010;24:3049-3054.
10. Farah BQ, Lima AH, Lins-Filho OL, Souza DJ, Silva GQ, Robertson RJ, Cyrino ES, Ritti-Dias RM. (2012). Effects of rest interval length on rating of perceived exertion during a multiple-set resistance exercise. *Percept Mot Skills.* 2012;115:273-282.
11. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, Nieman DC, Swain DP. (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.* *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43:1334-1359.
12. Harris MB, Slack KN, Prestosa DT, Hryvniak DJ. (2010). Resistance training improves femoral artery endothelial dysfunction in aged rats. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108:533-540.
13. Kawano H, Tanimoto M, Yamamoto K, Sanada K, Gando Y, Tabata I, Higuchi M, Miyachi M. (2008). Resistance training in men is associated with increased arterial stiffness and blood pressure but does not adversely affect endothelial function as measured by arterial reactivity to the cold pressor test. *Exp Physiol.* 2008;93:296-302.
14. Lizardo JH, Silveira EA, Vassallo DV, Oliveira EM. (2008). Post-resistance exercise hypotension in spontaneously hypertensive rats is mediated by nitric oxide. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2008;35:782-787.
15. MacDonald JR. (2002). Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *J Hum Hypertens.* 2002;16:225-236.
16. Maynard J, Ebben WP. The effects of antagonist prefatigue on agonist torque and electromyography. (2003). *J Strength Cond Res.* 2003;17:469-474.
17. Mayorga-Vega D, Viciania J, Cocca A. (2013). Effects of a circuit training program on muscular and cardiovascular endurance and their maintenance in schoolchildren. *J Hum Kinet.* 2013;37: 153-160.
18. Miranda H, Simão R, dos Santos Vigarario P, de Salles BF, Pacheco MT, Willardson JM. (2010). Exercise order interacts with rest interval during upper-body resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2010;24:1573-1577.
19. Moraes MR, Bacurau RF, Casarini DE, Jara ZP, Ronchi FA, Almeida SS, Higa EM, Pudo MA, Rosa TS, Haro AS, Barros CC, Pesquero JB, Wurtele M, Araujo RC. (2012). Chronic conventional resistance exercise reduces blood pressure in stage 1 hypertensive men. *J Strength Cond Res.* 2012;26:1122-1129.
20. Moraes MR, Bacurau RF, Simões HG, Campbell CS, Pudo MA, Wasinski F, Pesquero JB, Wurtele M, Araujo RC. (2012). Effect of 12 weeks of resistance exercise on post-exercise hypotension in stage 1 hypertensive individuals. *J Hum Hypertens.* 2012;26:533-539.
21. Paz GA, de Freitas Maia M, Lima VP, Oliveira CG, Bezerra E, Simão R, Miranda H. Maximal exercise performance and electromyography responses after antagonist neuromuscular proprioceptive facilitation: A pilot study. (2012). *J Exer Physiol (Online).* 2012;15:60-67.
22. Polito MD, da Nobrega AC, Farinatti P. (2011). Blood pressure and forearm blood flow after multiple sets of a resistive exercise for the lower limbs. *Blood Press Monit.* 2011;16:180-185.
23. Prista A, Macucule CF, Queiroz AC, Silva ND, Jr., Cardoso CG, Jr., Tinucci T, Damasceno AA, and Forjaz CL. (2013). A bout of resistance exercise following the 2007 AHA guidelines decreases asleep blood pressure in Mozambican men. *J Strength Cond Res.* 2013;27:786-792.
24. Rezk CC, Marrache RC, Tinucci T, Mion D, Jr., Forjaz CL. (2006). Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: Influence of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol.* 2006;98:105-112.
25. Robbins DW, Young WB, Behm DG. (2010). The effect of an upper-body agonist-antagonist resistance training protocol on volume load and efficiency. *J Strength Cond Res.* 2010;24: 2632-2640
26. Robbins DW, Young WB, Behm DG, Payne WR. (2010). Agonist-antagonist paired set resistance training: A brief review. *J Strength Cond Res.* 2010;24:2873-2882.
27. Ruiz RJ, Simão R, Saccomani MG, Casonatto J, Alexander JL, Rhea M, Polito MD. (2011). Isolated and combined effects of aerobic and strength exercise on post-exercise blood pressure and cardiac vagal reactivation in normotensive men. *J Strength*

*Cond Res. 2011; 25:640-645.*

28. Scher LM, Ferriolli E, Moriguti JC, Scher R, Lima NK. (2011). The effect of different volumes of acute resistance exercise on elderly individuals with treated hypertension. *J Strength Cond Res. 2011;25:1016-1023.*
29. Scudese E, Willardson JM, Simao R, Senna G, Freitas de Salles B, Miranda H. (2013). The effect of rest interval length on repetition consistency and perceived exertion during near maximal loaded bench press sets. *J Strength Cond Res. 2013; Sep 14. [Epub ahead of print].*
30. Simão R, Fleck SJ, Polito M, Monteiro W, Farinatti P. (2005). Effects of resistance training intensity, volume, and session format on the postexercise hypotensive response. *J Strength Cond Res. 2005;19:853-858.*
31. Simões GC, Moreira SR, Kushnick MR, Simões HG, Campbell CS. (2010). Postresistance exercise blood pressure reduction is influenced by exercise intensity in type-2 diabetic and nondiabetic individuals. *J Strength Cond Res. 2010;24:1277-1284.*
32. Skrypnik D, Bogdanski P, Madry E, Pupek-Musialik D, Walkowiak J. (2014). Effect of physical exercise on endothelial function, indicators of inflammation and oxidative stress. *Pol Merkur Lekarski. 2014;36:117-121.*
33. Tan B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: A review. (1999). *J Strength Cond Res. 1999;13:289-304.*
34. Thompson WR, Gordon NF, Pescatello LS. (2009). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. *Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, PA. 2009.*
35. Tibana RA, Vieira DC, Tajra V, Bottaro M, de Salles BF, Willardson JM, Prestes J. (2013). Effects of rest interval length on Smith machine bench press performance and perceived exertion in trained men. *Percept Mot Skills. 2013;117:682-695.*
36. Veloso J, Polito MD, Riera T, Celes R, Vidal JC, Bottaro M. (2010). Effects of rest interval between exercise sets on blood pressure after resistance exercises. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia. 2010;94:512-518.*