



PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de  
Ciencias del Ejercicio y la Salud

ISSN: 1409-0724

ergon4fitness@racsa.co.cr

Universidad de Costa Rica  
Costa Rica

Carpio Rivera, Elizabeth; Solera Herrera, Andrea  
EFECTO AGUDO DE CIRCUITOS DE EJERCICIOS AERÓBICOS, CONTRA  
RESISTENCIA O COMBINADOS SOBRE LA PRESIÓN ARTERIAL DE MUJERES CON  
HIPERTENSIÓN  
PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud, vol. 10, núm. 2,  
julio-diciembre, 2012, pp. 1-12  
Universidad de Costa Rica  
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=442042963002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

### EFFECTO AGUDO DE CIRCUITOS DE EJERCICIOS AERÓBICOS, CONTRA RESISTENCIA O COMBINADOS SOBRE LA PRESIÓN ARTERIAL DE MUJERES CON HIPERTENSIÓN

Elizabeth Carpio Rivera, M.Sc.<sup>1(A,B,C,D,E)</sup> y Andrea Solera Herrera, Ph.D.<sup>1(B,D,E)</sup>  
elitacarpio@gmail.com

<sup>1</sup>Escuela de Educación Física y Deportes, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Manuscrito recibido: 16/03/2012; aceptado: 27/09/2012; publicado: 16/11/2012

---

#### RESUMEN

Carpio-Rivera, E. y Solera-Herrera, A. (2012). Efecto agudo de circuitos de ejercicios aeróbicos, contra resistencia o combinados sobre la presión arterial de mujeres con hipertensión. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 10 (2), 1-12. El objetivo del estudio fue determinar el efecto agudo de los diferentes tipos de ejercicios realizados en circuito sobre la presión arterial de reposo en mujeres con hipertensión. Nueve participantes entrenadas (edad  $53.22 \pm 4.67$  años), hipertensas, medicadas con enalapril, participaron en cuatro condiciones de ejercicio realizadas en días diferentes, siguiendo un diseño de investigación de medidas repetidas aleatorizadas: (1) A: ejercicio aeróbico (realizado en *steps*), (2) R: ejercicio contra resistencia (trabajo de máquinas), (3) AR: ejercicio combinado (alternando *steps* y máquinas cada 30 segundos) y (4) C: condición control (30 minutos en reposo). Las condiciones de ejercicios se realizaron durante 30 minutos al 70% de la FC máxima y la presión arterial en reposo se midió 5 minutos antes e inmediatamente después de cada condición. Los ANOVA de dos vías detectaron interacción significativa entre condiciones y mediciones sobre la presión arterial sistólica (PAs) ( $p < 0.05$ ). Los análisis *post hoc* de Tukey indicaron que mientras se da un aumento significativo de PAs luego de las condiciones de ejercicio (A: +19 mmHg; R: +28 mmHg; AR: +22 mmHg), la PAs se mantuvo igual durante la condición control. En contraste, no se encontró ningún efecto significativo de los diferentes tipos de ejercicio sobre la presión arterial diastólica (PA<sub>d</sub>). En conclusión, la elevación aguda de la PAs producida por este tipo de ejercicio contra resistencia es similar al aumento producido por el ejercicio aeróbico.

**Palabras claves:** hipertensión, ejercicio contra resistencia, entrenamiento aeróbico, circuito

---

## ABSTRACT

Carpio-Rivera, E. y Solera-Herrera, A. (2012). Acute effect of resistance, aerobic and combined exercise circuits on blood pressure of hypertensive women. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 10 (2), 1-12. The purpose of this study was to observe the acute effect of different exercises executed in circuit on the resting blood pressure of hypertensive women. Nine trained persons (aged  $53.22 \pm 4.67$  years), hypertensive but medicated with enalapril, participated in four training treatments, each carried out on different days under a randomized repeated measures design: (1) A: aerobic training condition (steps training); (2) R: resistance training condition (machine training) (3) AR: aerobic and resistance training condition (alternating aerobic and resistance training every 30 seconds) (4) C: control condition (30 minutes resting). Exercise conditions were performed during 30 minutes at 70% of maximum heart rate and resting blood pressure was measured 5 minutes before and immediately after each condition. A two-way analysis of variance detected a significant interaction between conditions and measurements ( $p < 0.05$ ) on systolic blood pressure (sBP). Tukey Post-hoc analyses showed a significant increase of sBP following the three exercise conditions (A: +19 mmHg; R: +28 mmHg; AR: +22 mmHg), while the sBP remained unchanged during the control condition. In contrast, there was no significant effect of any type of exercise on diastolic blood pressure (dBP). In conclusion, the acute elevation in sBP following this type of resistance exercise was similar to the increase produced by aerobic exercise.

**Key Words:** hypertension, resistance exercise, aerobic training, circuit

La hipertensión arterial, usualmente definida para adultos de 18 años en adelante como una presión arterial persistente (PA) superior a los 140/90 mmHg (Chobanian et al., 2003), es uno de los mayores problemas de salud pública alrededor del mundo debido a que afecta a por lo menos una cuarta parte de la población adulta de muchos países (Fagard et al., 2005; Pescatello et al., 2004) y constituye un fuerte factor de riesgo para desarrollar enfermedades cardiovasculares y renales (Kaplan, 1990).

Mientras algunas investigaciones han demostrado que a mayor PA, mayor es la incidencia de enfermedad de las arterias coronarias, infarto al miocardio, falla cardíaca, enfermedad arterial periférica e insuficiencia renal (Chobanian et al., 2003, Pescatello et al., 2004), otras han determinado que el riesgo y la seriedad de los incidentes se reduce si se toman las medidas preventivas y los tratamientos farmacológicos o no farmacológicos apropiados; las terapias no farmacológicas más comunes para tratar o prevenir la hipertensión se basan en la adopción de estilos de vida saludables, como lo son el mantener un plan de alimentación especial para reducir la presión arterial cuando se encuentra elevada, moderar el consumo de alcohol, realizar ejercicio físico, entre otros (Whelton et al., 2002; Chobanian et al., 2003, Pescatello et al., 2004).

Con respecto al tipo de ejercicio, este se clasifica en dos grandes categorías (Pollock, et al., 1998; Fagard & Cornelissen, 2007; Cardoso et al., 2010):

- a. **Ejercicio aeróbico:** diseñado para mejorar la función del sistema cardiovascular, y ejecutado por medio de ejercicios cíclicos realizados por grandes grupos musculares, los cuales se contraen durante un periodo largo de tiempo a una intensidad moderada.

- b. **El ejercicio contra resistencia:** diseñado para incrementar la fuerza muscular, la potencia o la capacidad aeróbica de las células de los músculos esqueléticos y ejecutado por aquellos de un segmento corporal específico que se contraen para vencer una fuerza opuesta al movimiento. Asimismo, entre los programas de entrenamiento contra resistencia más populares se encuentran (Williams et al., 2007):

**-Programa de circuito:** consiste en organizar el entrenamiento en estaciones con ejercicios diferentes, en las cuales el participante realiza solo una serie de ejercicios permitiéndosele tener descansos cortos entre una estación y otra. Una vez finalizado el circuito, se puede repetir su ejecución. Según la Asociación Americana del Corazón, este es un método válido y seguro para realizar trabajo contra resistencia con personas hipertensas (Pollock et al., 2000).

**-Programa convencional:** consiste en realizar dos o más series de ejercicios aislados, obligando al participante a tener periodos de recuperación mayores entre serie y serie o entre ejercicio y ejercicio.

A pesar de que ambos tipos de ejercicios, el aeróbico y el llamado contra resistencia, son complementarios para mantener la salud del sistema cardiovascular, ósteomuscular y pulmonar, existe una gran diferencia en la cantidad de investigaciones enfocadas en determinar la respuesta inmediata de la PA a cada uno de ellos.

La escasez de información sobre el efecto inmediato del entrenamiento contra resistencia sobre la PA de personas con hipertensión posiblemente se deba a la creencia infundada de que este tipo de ejercicio podría producir un excesivo incremento del ritmo cardiaco y de la presión arterial, lo cual, a la postre, también podría desencadenar un acontecimiento isquémico (Vescovi & Fernhall, 2000). Dicha creencia podría haberse originado, cuando Mac Dougall, Tuxen, Sale, Moroz & Sutton (1985) detectaron que durante una repetición máxima -1RM- la presión arterial podría alcanzar valores de hasta 320/250 mmHg. No obstante, se hace importante considerar que estos valores fueron medidos en atletas profesionales que se ejercitaron a una intensidad del 100% y sin evitar la maniobra Valsalva, maniobra que consiste en intentar espirar cuando la boca, nariz y glotis se encuentran cerradas, produciéndose con esto un aumento dramático de la presión intratorácica y por consiguiente de la presión arterial (Mac Dougall et al., 1992). Si se mantiene un patrón de respiración constante durante el ejercicio, dicho aumento de la presión arterial intratorácica se reduce considerablemente (Pollock et al., 1998).

Por esta razón, y porque el entrenamiento contra resistencia le permite a las personas realizar con mayor confianza las actividades de la vida diaria, es que ha ganado poco a poco la aprobación de los investigadores y clínicos (Vescovi & Fernhall, 2000), tanto así que algunas asociaciones profesionales como el Colegio Americano de Medicina Deportiva (Pescatello et al., 2004) y la Asociación Americana del Corazón (Pollock et al., 2000) recomiendan también para hipertensos su prescripción a moderada intensidad, de 40-60% de una repetición máxima (1RM) y en combinación con ejercicio aeróbico.

Por otro lado, autores como Baum, Rüther & Essfeld(2003) encontraron que si se mide la presión arterial en el dedo central de la mano de forma continua al realizar 10 repeticiones de prensa de pierna ejecutada al 70% de IRM y evitando la maniobra de Valsalva, los valores promedio de presión arterial alcanzados fueron de apenas 190/120 mmHg. Aún más, al comparar los mismos autores la respuesta de la presión arterial al realizar las mismas 10 repeticiones al 70% de intensidad pero realizando una pausa de 3 s entre cada repetición, la elevación de la presión arterial alcanzó solamente los 175/110 mmHg.

Con respecto a los umbrales que se manejan acerca de la respuesta de la presión arterial al ejercicio aeróbico, Franz (2003) señala que al trabajarse con una carga fija de 100 W en el cicloergómetro, se considera normal observar valores menores a: los 200/100 mmHg, si la persona es menor de 50 años, los 210/105 mmHg si tiene entre 51-60 años y los 220/110 mmHg si tiene entre 61 y 70 años.

Si se comparan los valores de presión arterial reportados por Franz (2003) a una carga media de ejercicio aeróbico con los valores encontrados por Baum et al. (2003) como respuesta al ejercicio contra resistencia realizado a una intensidad del 70% de 1RM, se puede apreciar que son bastante similares.

Dado que (1) no se encontraron estudios aleatorios controlados al comparar el efecto agudo inmediato del ejercicio aeróbico versus el ejercicio contra resistencia y el combinado que se realizó en circuito sobre la presión arterial de reposo, (2) existen múltiples beneficios brindados por el entrenamiento contra resistencia para la salud y la funcionalidad de las personas, así como (3) la popularidad, especialmente entre las mujeres, de combinar ambos tipos de ejercicios en los centros de acondicionamiento, se consideró importante comparar el efecto agudo inmediato producido por ambos tipos de ejercicio, ya sea si se realizan de manera aislada o combinada, sobre la presión arterial de mujeres con hipertensión.

## Metodología

**Participantes.** Al revisar los expedientes de las mujeres que asistían a un centro de acondicionamiento físico, se identificó aquellas cuyo historial de salud indicaba que padecían de hipertensión, y se les invitó a participar voluntariamente en el estudio.

En total 9 mujeres con hipertensión con edad promedio de 53.22 (4.67) años decidieron colaborar con la investigación, por lo que se les invitó a firmar el formulario de consentimiento informado.

Dichas pacientes estaban medicadas con enalapril y su dosis no cambió mientras participaron en el estudio. Además contaban con una experiencia no mayor a tres meses en la práctica de ejercicio contra resistencia más ejercicio aeróbico realizado en circuito, tiempo que se consideró suficiente para que los resultados se debieran al tipo de ejercicio y no por la ansiedad generada al realizar un ejercicio con el que no estaban familiarizadas.

**Instrumento de medición.** Para medir la presión arterial se utilizó un esfigmomanómetro análogo (AVANT, Japón) y un estetoscopio (Bokang, China).

**Procedimiento.** Las 9 participantes realizaron cuatro condiciones en días diferentes (separadas por al menos 48 horas entre sí), a la misma hora y siguiendo un diseño de investigación de medidas repetidas con orden aleatorizado. Las condiciones fueron dirigidas por una profesional en el área de educación física y consistieron en:

- (1) **A: Ejercicio aeróbico en circuito:** durante 30 minutos las participantes realizaron 9 ejercicios con *step*, cambiando de estación cada 30 segundos, sin realizar pausa entre los ejercicios. Al finalizar cada circuito tenían una pausa de 30 segundos para controlar, por medio de la frecuencia cardiaca (método palpatorio en la arteria radial), la intensidad a la que se estaban ejercitando. En total, las participantes realizaron 6 veces dicho circuito.
- (2) **R: Ejercicio contra resistencia en circuito:** durante 30 minutos las participantes realizaron 9 ejercicios con máquinas hidráulicas (Paramount, Los Ángeles) cambiando de estación cada 30 segundos. Estos ejercicios fueron: flexión y extensión de codo, flexión y extensión de rodilla, flexión y extensión vertical de hombro, aducción y abducción horizontal de hombro en posición vertical del tronco (prensa de pecho), flexión y extensión de cadera en posición vertical del tronco (sentadilla), flexión y extensión de cadera en posición horizontal del tronco (prensa de pierna), aducción y abducción de cadera, flexión y extensión de la columna vertebral (abdominales y lumbares) y flexión y extensión lateral de columna (oblicuos). Entre los ejercicios, las participantes no hicieron pausas de recuperación, pero al final de cada circuito tenían una pausa de 30 segundos para controlar, por medio de la frecuencia cardiaca, la intensidad a la que se estaban ejercitando. En total, las participantes realizaron 6 veces el circuito.
- (3) **AR: Ejercicio combinado realizado en circuito:** en esta condición se alternaron durante 30 minutos los 9 ejercicios de *steps* con los 9 de máquinas anteriormente descritos. En cada estación las participantes se ejercitaron de nuevo durante 30s, lo cual les permitió realizar el circuito 3 veces.
- (4) **C: Condición control:** en dicha condición las participantes debieron permanecer en reposo durante 30 minutos.

En las condiciones de ejercicio A, R y AR, las participantes procuraron mantener una intensidad de trabajo del 70% de la frecuencia cardiaca máxima, determinada por la fórmula (Aragón & Fernández, 1995; Meri, 2005):

$$FC_{\text{máx}} = 220 - \text{edad}$$

En este sentido, cabe mencionar que a diferencia de otros estudios donde la intensidad del ejercicio contra resistencia se determina por medio de pruebas de repeticiones máximas o submáximas (Pollock et al., 2000; Williams et al., 2007), en este estudio se controló por medio de la frecuencia cardiaca, ya que por haberse utilizado máquinas en que la resistencia es ofrecida por pistones hidráulicos, la intensidad (carga) varía según la velocidad con la cual el participante ejecuta cada movimiento (Aragón & Fernández, 1995).

Para obtener el efecto agudo de las 4 condiciones sobre la PA en reposo, se tomó la presión arterial una sola vez antes e inmediatamente después de finalizada cada una de las tres condiciones de ejercicio mencionadas anteriormente (*step*, máquinas y combinado).

En el caso de la condición control se midió la presión arterial de los sujetos al llegar y posterior a un reposo de 30 min.

Para mayor detalle, el protocolo seguido para la toma de la presión arterial fue el descrito en el libro de Aragón & Fernández (1995), con la aclaración de que la medición previa al ejercicio sí contó con los 5 min de descanso, mientras que en la medición posterior se tomó inmediatamente finalizado el ejercicio. Ambas mediciones se realizaron en el brazo derecho mientras las participantes se encontraban sentadas. La persona encargada de realizar todas las mediciones contaba con amplia experiencia midiendo PA.

**Análisis Estadístico.** En la estadística descriptiva se obtuvieron promedios y desviaciones estándar.

Seguidamente se analizaron los datos para ver si cumplían los supuestos de normalidad, homogeneidad y esfericidad. Dado que sí los cumplían, se procedió a realizar la estadística inferencial que consistió en determinar el efecto agudo de los diferentes tratamientos sobre la PA, utilizando dos ANOVA de 2 vías con medidas repetidas en ambos factores (4 condiciones x 2 mediciones). Además, se calcularon los efectos simples y *post-hoc* de Tukey en los casos donde se encontraron interacciones significativas.

Como parte del análisis *post-hoc* se determinó si hubo diferencias en la PAs y la PAd de los pretest, con el objetivo de analizar si la PA de inicio era diferente en los cuatro días de medición.

Los análisis fueron realizados con el programa estadístico para las ciencias sociales (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) versión 15.0; los valores de  $p < 0.05$  fueron aceptados como significativos.

## Resultados

En la Tabla 1 se presenta la estadística descriptiva de la presión arterial sistólica (PAs) y diastólica (PAd) para cada condición, así como el cambio reportado entre el pretest y el posttest.

Tabla 1

*Estadística descriptiva: presión arterial durante cada condición.*

Variable	Medición	A	R	AR	C
PAs (mmHg)	Pretest	126.67 (8.66)	128.89 (7.82)	126.67 (7.07)	124.44 (5.27)
	Posttest	145.56 (10.14)	156.67 (12.25)	148.9 (11.67)	124.4 (5.27)
	$\Delta$	+19	+28	+22	0
PAd (mmHg)	Pretest	75.57 (5.0)	75.56 (7.26)	72.22 (6.67)	74.44 (5.27)
	Posttest	76.64 (5.5)	76.67 (7.07)	74.44 (7.26)	74.44 (5.27)
	$\Delta$	+1.07	+1.11	+2.22	0

*Nota:* Los datos son presentados como promedios (desviación estándar). Las abreviaciones y símbolos son: PAs = presión arterial sistólica, PAd= presión arterial diastólica, A = circuito de ejercicio aeróbico, R= circuito de ejercicio contra resistencia, AR= circuito de ejercicio combinado, C= condición control,  $\Delta$ = cambio.



En la Tabla 2 se presenta la estadística inferencial, es decir, los resultados de los ANOVA de dos vías para la presión arterial sistólica y diastólica.

Como se puede observar, mientras se detectó una interacción significativa entre el tipo de ejercicio y la medición sobre la PAs, no hubo efecto significativo del entrenamiento sobre la PAd.

Los análisis post-hoc demuestran que la PAs aumentó significativamente después de cada sesión de ejercicio en comparación a cuando las participantes se encontraron en reposo (Figura 1). Además, se encontró que este aumento fue estadísticamente igual cuando la persona realizó el circuito de ejercicio aeróbico, el de entrenamiento contra resistencia o el circuito de ejercicio combinado.

Tabla 2

*Estadística inferencial: resultados del ANOVA de 2 vías.*

Presión arterial sistólica			Presión arterial diastólica		
Fuente	F	$\omega^2$	Fuente	F	$\omega^2$
Condiciones	11.95**	19%	Condiciones	1.42	1%
Mediciones	180.86**	34%	Mediciones	2	0%
Interacción	20.54**	12%	Interacción	0.71	0%

Nota: \*\*p<0.01. Las abreviaciones y símbolos son:  $\omega^2$  = porcentaje de varianza explicada.

Sumado a esto, cabe señalar que los análisis post-hoc de la PAs y PAd de las cuatro mediciones en el pretest mostraron que los valores reportados previos a cada intervención, fueron estadísticamente similares.

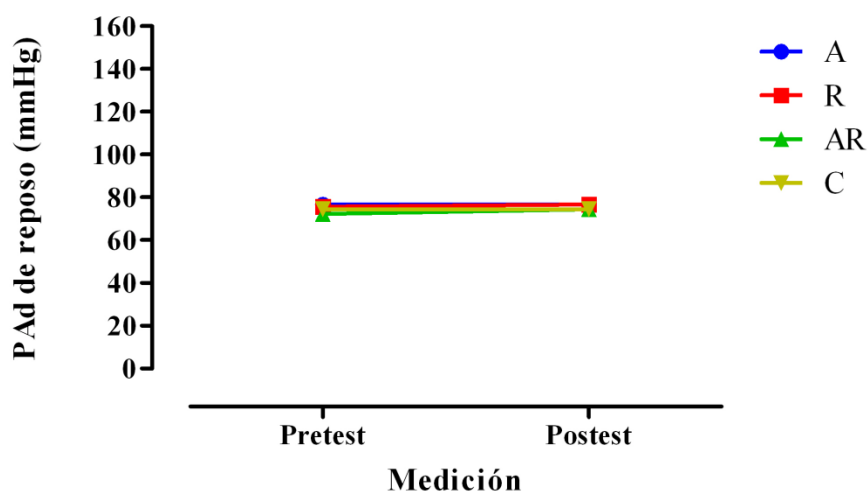


Figura 1. Presión arterial sistólica antes y después de las intervenciones \*\*p<0.01 vs. pretest.



La Figura 2 muestra el comportamiento de la PAd durante las cuatro condiciones. Como se puede apreciar, no hubo interacción significativa entre las cuatro intervenciones y las dos mediciones sobre la PAd, ya que esta se mantuvo constante, posterior a cada condición.

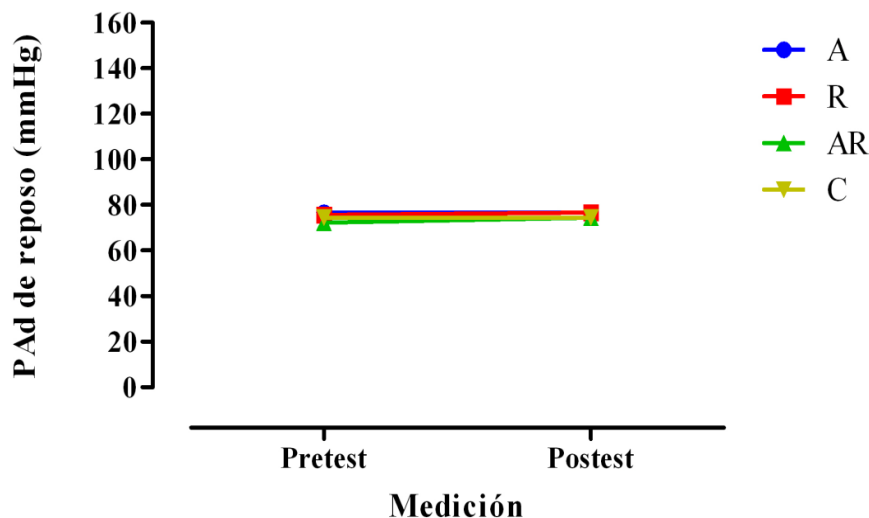


Figura 2. Presión arterial diastólica antes y después de las intervenciones

## Discusión

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto inmediato del ejercicio aeróbico o contra resistencia realizado en circuito sobre la presión arterial en reposo de mujeres con hipertensión medicadas con enalapril. Las mismas reportaron valores de PA estadísticamente similares en las mediciones previas a los tratamientos, por lo que dicha consistencia en los pretests hace suponer que las pacientes estaban bien controladas por el medicamento.

Como se mencionó en la introducción, la carencia de estudios donde se investigue el efecto inmediato del ejercicio contra resistencia sobre la presión arterial posterior a una sesión de entrenamiento, podría estar fundamentada en el temor de que este tipo de ejercicio desencadene un acontecimiento isquémico (Vescovi & Fernhall, 2000).

La medición de esta variable durante el ejercicio, especialmente en aquel que involucra el movimiento de las extremidades superiores, se hace muy difícil de realizar e incluso podría requerir el uso de métodos invasivos como el utilizado por Mac Dougall et al. (1985). Ante esta dificultad y tomando en cuenta que se trató de un estudio de campo, el medir la PA inmediatamente después de finalizado el entrenamiento permitió obtener un valor aproximado de cómo eran esos valores durante los diferentes tipos de ejercicios.

Fisiológicamente se sabe que durante el ejercicio aeróbico se eleva el consumo de oxígeno, la frecuencia cardíaca, el gasto cardíaco, el volumen de eyección y la PAs, mientras la PAd se mantiene

relativamente constante. En contraste, durante el ejercicio contra resistencia, aunque se da también un incremento de la frecuencia cardiaca, del gasto cardiaco y de la PAs, la PAd se eleva considerablemente más que durante el entrenamiento aeróbico (Pollock et al., 2000; Williams et al., 2007).

Si se toma como base estos mecanismos fisiológicos, en el presente estudio se esperaba encontrar valores más elevados de: (1) PAs luego de las sesiones que involucraron ejercicio en comparación con la condición control, y de (2) PAd posterior a las condiciones donde se involucró el ejercicio contra resistencia en comparación con la condición aeróbica y la condición control.

No obstante, el aumento sólo se dio con la PAs, la cual se elevó por igual cuando las participantes terminaron de ejecutar los tres diferentes tipos de circuitos (ver Figura 1); mientras que la PAd ni siquiera se elevó más que cuando realizaron la condición en reposo.

Si tomamos en cuenta los valores registrados por Baum et al. (2003), se percibe que no se pueden comparar exactamente con los nuestros, ya que estos autores midieron la PA en el dedo central de la mano durante la ejecución de la prensa de pierna realizada al 70% de 1RM, mientras nosotros la medimos en el brazo, inmediatamente después del ejercicio ejecutado al 70% de la FC máxima. Al medirse en un sitio más periférico del tronco arterial, podría esperarse que la PA registrada fuera menor a nuestros valores medidos en el brazo, pero mayor ya que sus registros se hicieron durante el ejercicio, mientras en nuestro estudio se hicieron inmediatamente después de finalizada la actividad física.

De igual forma, tampoco podemos comparar con exactitud los valores de PA reportados por Franz (2003) como normales durante el ejercicio aeróbico, ya que Franz determina una carga fija de trabajo a 100W, la cual no representa un mismo porcentaje de esfuerzo para todos los pacientes, mientras que nosotros sí ajustamos la intensidad de trabajo al 70% de la FC máxima de cada participante.

Se debe resaltar que así como algunos estudios reportan comportamientos similares de la PA durante la realización de ejercicio aeróbico y ejercicio contra resistencia (Baum et al., 2003; Franz, 2003), en nuestro estudio sucedió el mismo fenómeno al registrarse la PA inmediatamente después de los circuitos de: ejercicio aeróbico, ejercicio contra resistencia y ejercicio combinado.

No obstante, debemos reconocer tres limitaciones de nuestro estudio que deben ser tomadas en cuenta al realizar investigaciones en esta línea: (1) la forma en que se determinó y se controló la intensidad del ejercicio, pues se sabe que la fórmula 220-edad no es la más precisa ya que no toma en cuenta la frecuencia cardiaca de reserva (Karvonen, Kentala & Mustala, 1957) y además la mayoría de estudios que utilizan el ejercicio contra resistencia reportan sus datos con base en intensidades calculadas con un porcentaje de 1RM, (2) la forma en que se controló la intensidad, pues ésta se verificaba cada 6 min durante el circuito, con lo que no se tiene completa certeza de que las participantes lograran mantener la intensidad de ejecución al 70% de la FC máxima; (3) el tiempo de medición posterior al entrenamiento, ya que muchos estudios (Fisher, 2001; 2011; Cardoso et al., 2010; Scher et al.) encuentran incluso un efecto hipotensivo del ejercicio pero al medirse la PA por un periodo mayor de tiempo.

En este sentido, una de las mejores formas de medición en la actualidad es la realizada al utilizar monitores ambulatorios capaces de registrar la presión arterial mientras la persona efectúa sus actividades cotidianas. La ventaja de esta medición es que predice de una mejor forma los eventos cardiovasculares que la medición en reposo (Sega et al. 2005) y evita el famoso síndrome de la gabacha blanca, el cual afecta a personas normotensas, quienes sufren de una elevación transitoria de la PA cuando se les mide en un consultorio médico (Marchiando & Elston, 2003; Pickering, Phil, Shimbo & Hass2006). Además, dichos monitores tienen la capacidad de ser programados para medir cada cierto intervalo de tiempo (15-30 min) durante 24 horas, lo cual permite tener una idea más precisa de cómo se comportó la PA durante el día y la noche, horas de trabajo y de descanso, entre otros (Marchiando & Elston, 2003; Pickering, et al., 2006).

A pesar de que el efecto hipotensivo del ejercicio es más difícil de detectar cuando se utiliza la medición ambulatoria en comparación a cuando se emplea la medición en reposo (Pescatello & Kulikowich, 2001), los futuros estudios deberían procurar incluir esta medición para tener un mejor panorama del comportamiento de la presión arterial no sólo inmediatamente después de terminado el ejercicio, sino también en las horas posteriores al entrenamiento.

Aunque las investigaciones realizadas para determinar el efecto del ejercicio contra resistencia sobre la presión arterial ambulatoria son también escasas (Cardoso et al., 2010), algunos estudios ofrecen resultados interesantes, tal es el caso de Melo, Alencar Filho, Tinucci, Mion & Forjaz (2008), quienes al medir a 12 mujeres con hipertensión tratadas con captopril detectaron que al entrenar 3 sets de 20 repeticiones de 6 ejercicios al 40% de 1RM se redujo la PAs y PAd ambulatoria -7/-5 mmHg durante las 10 horas en las cuales se encontraron despiertas.

El hecho de que las participantes tomaran medicamento antihipertensivo, ya sea en el estudio de Melo et al. (2008) como en el nuestro, hace surgir la interrogante de si se obtendrían los mismos resultados con personas no medicadas, ya que podría darse una interacción del ejercicio con el fármaco (Kelley & Kelley, 2000). Incluso el tiempo que llevan las personas con el tratamiento antihipertensivo podría ser una variable interesante de controlar o investigar en futuros estudios.

Por el momento, los resultados de esta investigación parecen indicar que la PA en reposo posterior a realizar un entrenamiento de circuitos contra resistencia se comporta de manera similar a cuando se realiza el circuito de ejercicio aeróbico o de ejercicio combinado (ambos considerados seguros para personas hipertensas): mientras la PAs se eleva en magnitud similar, la PAd se mantiene constante. Si esto se logra corroborar con futuros estudios, las mujeres hipertensas medicadas con enalapril, también podrían verse favorecidas por los múltiples beneficios que les ofrece este tipo de entrenamiento, como lo es el aumento de la fuerza y el metabolismo del músculo, que a la postre, les brindará una mejor calidad de vida.

## Referencias

- Aragón, L.F. y Fernández, A. (1995). *Fisiología del Ejercicio: respuestas, entrenamiento y medición*. San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Baum, K., Rüther, T. & Essfeld, D. (august, 2003). Reduction of blood pressure response during strength training through intermittent muscle relaxation. *International Journal of Sports Medicine*, 24 (6), 441-445.

- Cardoso, Jr. C.G., Gomides, R.S., Queiroz, A.C.C., Pinto, L.G., Lobo, F.S., Tinucci, T., Mion, Jr. D. & Forjaz, C.L.M. (2010). Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. *Clinics*, 65(3), 317-325. doi: 10.1590/S1807-59322010000300013
- Chobanian. A.V., Bakris G.L., Black, H.R., Cushman, W.C., Green, L.A., Izzo, J.L.,... Rocella, E.J. (may, 2003). The 7<sup>th</sup> report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. (JNC VII). *The Journal of the American Medical Association*, 289 (19), 2560-2572.
- Fagard, R.H., Björnstad, H.H., Børjesson, M., Carré, F., Deligiannis, A. & Vanhees, L. (august, 2005). ESC study group of sports cardiology recommendations for participation in leisure-time physical activities and competitive sports for patients with hypertension. *European Journal of Preventive Cardiology*, 12 (4), 326-331. doi:10.1097/01.hjr.0000174827.79645.f5
- Fagard, R.H. & Cornelissen, V.A. (february, 2007). Effect of exercise on blood pressure control in hypertensive patients. *European Journal of Preventive Cardiology*, 14 (1), 12-17. doi:10.1097/HJR.0b013e3280128bbb
- Fisher, M. (2001). The effect of resistance exercise on recovery blood pressure in normotensive and borderline hypertensive women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (2), 210-216.
- Franz, I. -W. (2003). Blutdruckverhalten während Ergometrie. *Deutsche Zeitschrift für. Sportmedizin*, 54 (2), 55-56.
- Kaplan, N.M. (1990). *Clinical Hypertension* (5<sup>th</sup> ed). Baltimore: Williams and Wilkins.
- Karvonen, M., Kentala, K. & Mustala, O. (1957). The effects of training heart rate: a longitudinal study. *Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae*, 35(3), 307-315.
- Kelley, G.A. & Kelley, K.S. (2000). Progressive resistance exercise and resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*, 35, 838-843. doi: 10.1161/01.HYP.35.3.838
- Mac Dougall, J.D., Tuxen, D., Sale, D.G., Moroz, J.R. & Sutton, J.R. (march, 1985). Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *Journal of Applied. Physiology*, 58, 785-790.
- Mac Dougall, J.D., McKelvie, R.S., Moroz, D.E., Sale, D.G., McCartney, N. & Buick, F. (October, 1992). Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contractions. *Journal of Applied Physiology*, 73 (4), 1590-1597.
- Marchiando, R.J., & Elston, M. P. (june, 2003). Automated ambulatory blood pressure monitoring: clinical utility in the family practice setting. *American Family Physician*, 67 (11), 2343-2351.
- Melo, C.M., Alencar Filho, A.C., Tinucci, T., Mion, D, Jr. & Forjaz, C.L. (august, 2006). Postexercise hypotension induced by low-intensity resistance exercise in hypertensive women receiving captopril. *Blood Pressure Monitoring*, 11 (4), 183-189.
- Meri, A. (2005). *Fundamentos de Fisiología, de la Actividad Física y el Deporte*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Pescatello, L.S., Franklin, B.A., Fagard, R., Farquhar, W.B., Kelley, G.A. & Ray, C.A. (march, 2004). American College of Sport Medicine, position stand: Exercise and Hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36 (3), 533-553.
- Pescatello, L.S. & Kulikowich, J.M. (november, 2001). The aftereffects of dynamic exercise on ambulatory blood pressure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33 (11), 1855-1861.
- Pickering, T.G., Phil, D., Shimbo, D. & Hass, D. (june, 2006). Ambulatory blood-pressure monitoring. *The New England Journal of Medicine*, 354, 2368-2374. doi: 10.1056/NEJMr060433
- Pollock, M.L., Gaesser, G.A., Butcher, J.D., Després, J.P., Dishman, R.K., Franklin, B.A. & Garber, C.E. (1998). ACSM Position Stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30 (6), 975-991.
- Pollock, M.L., Franklin, B.A., Balady, G.J., Chaitman, B.L., Fleg, J.L., Fletcher, B.,...Bazzarre, T. (2000). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease. Benefits, rationale, safety, and prescription. An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation*, 101, 828-833. doi: 10.1161/01.CIR.101.7.828

- Scher, L.M., Ferriolli, E., Moriguti, J.C., Scher, R. & Lima, N.K. (april, 2011). The effect of different volumes of acute resistance exercise on elderly individuals with treated hypertension. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (4), 1016-1023. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c70b4f
- Sega, R., Facchetti, R., Bombelli, M., Cesana, G., Corrao, G., Grassi, G., & Mancia, G. (april, 2005). Prognostic value of ambulatory and home blood pressures compared with office blood pressure in the general population: follow-up results from the Pressioni Arteriose Monitorate e Loro Associazioni (PAMELA) study. *Circulation*, 111 (4), 1777-1783. doi: 10.1161/01.CIR.0000160923.04524.5B
- Vescovi, J. & Fernhall, B. (august, 2000). Cardiac rehabilitation and resistance training: are they compatible? *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 14 (3), 350-358.
- Whelton, S.P., He, J., Appel, L.J., Cutler, J.A., Havas, S., Kotchen, T.A.,...Karimbas, J. (october, 2002). Primary prevention of hypertension: clinical and public health advisory from the National High Blood Pressure Education Program. *The Journal of the American Medical Association*, 288 (15), 1882-1888. doi:10.1001/jama.288.15.1882.
- Williams, M.A., Haskell, W.L., Ades, P. A., Amsterdam, E.A., Bittner, V., Franklin, B.A., ... Stewart, K.J. (2007). Resistance Exercise in Individuals with and without cardiovascular diseases: 2007 Update. A scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. *Circulation*, 116, 572-584. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185214

**Participación:** A- Financiamiento B- Diseño del estudio C- Recolección de datos D- Análisis estadístico e interpretación de resultados E- Preparación de manuscrito.



Esta obra está bajo una

[licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Costa Rica](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/cr/).