

# Respuesta aguda de presión arterial, frecuencia cardíaca y percepción del esfuerzo en hipertensos

*Acute responses of blood pressure, heart rate and rating of perceived exertion in hypertensive patients*

Miguel Arévalo Cárdenas,<sup>1,2</sup> César Giovanni García Cardona<sup>3</sup>

## Resumen

**Objetivo:** Medir y comparar el comportamiento agudo de la presión arterial (TA), la frecuencia cardíaca (FC) y la percepción subjetiva del esfuerzo físico (PSE) durante un circuito de pesas de resistencia variable (CRV) versus ejercicio aeróbico submáximo en cicloergómetro (EA) en hipertensos estados I y II.

**Métodos:** Se evaluaron 21 individuos (8 hombres y 13 mujeres) hipertensos controlados de estados I y II (15 activos y 6 sedentarios, 56±5.9 años). Todos recibieron inducción sobre calentamiento, manejo de escala de PSE, técnica respiratoria y uso de máquinas de pesas durante el ejercicio. Con intervalos de una semana se sometieron a una sesión de CRV en seis estaciones al 50% de 1RM, y a una sesión de EA a intensidades de 70%-80% de la FCmax, en intervalos de una semana. Durante ambas sesiones se realizaron mediciones de FC, PA y PSE.

**Resultados:** Se aplicó una Prueba t pareada para comparar las respuestas a ambos tipos de ejercicio. Se encontró un incremento menor de la FC ( $p<0.001$ ), PA sistólica ( $p<0.005$ ) y PSE ( $p<0.005$ ) durante el CRV. La elevación de la PA diastólica fue mayor con las pesas, pero no significativa ( $P=0.139$ ). Los sedentarios mostraron incrementos mayores. Entre cada estación de pesas el comportamiento de las variables fue similar ( $P>0.05$ ).

**Conclusión:** El estudio evidenció que la respuesta cardiovascular aguda y la PSE de hipertensos durante un CRV fueron similares a las observadas con EA. Se observó que la respuesta presora al circuito de pesas fue menor en pacientes con entrenamiento aeróbico previo.

**Palabras clave:** Levantamiento de peso, ejercicio aeróbico, hipertensión, esfuerzo físico, frecuencia cardíaca.

## Summary

**Objective:** To assess and compare acute responses in arterial blood pressure (BP), heart rate (HR) and rating of perceived exertion scale (PES) during a variable-resistance weight-lifting circuit (WC) versus submaximal aerobic exercise in cycloergometer (AE) in individuals with hypertension scaled I and II.

Recibido: agosto de 2006

Aprobado: enero de 2007

<sup>1</sup> Médico del Deporte, Docente Postgrado Ejercicio Físico para la Salud, Universidad del Rosario, Bogotá

<sup>2</sup> Descargos de responsabilidad: No se tuvieron fuentes de financiación estatales ni institucionales para la realización de esta investigación.

<sup>3</sup> Médico del Deporte, Docente Postgrado Ejercicio Físico para la Salud, Universidad del Rosario, Bogotá.

**Correspondencia:** Oficina de Postgrados Facultad de Rehabilitación, Universidad del Rosario, Calle 63D # 24-31, Bogotá, Colombia.

**Methods:** 21 subjects with controlled hypertension scaled I and II (8 males and 13 females, 15 actives and 6 sedentary, age  $56 \pm 5.9$  years) were evaluated. All the participants received training about warm-up, use of PES, and respiratory and weight lifting machines techniques in exercise. All underwent a single session of WC in six stations at 50% 1RM and a single session of AE at 70%-80% FCmax, in intervals of one week. BP, HR and PES was measured in both exercises.

**Results:** To compare responses in both types of exercise, at Test was used. It found a lower

response of HR ( $p < 0.001$ ), systolic BP ( $p < 0.005$ ) and PES ( $p < 0.005$ ) during WC. Greater diastolic BP response was found in WC, although it was not significant ( $p = 0.139$ ). Sedentary subjects showed greater increases. Responses of variables were similar between stations in WC.

**Conclusion:** This study evidenced a similar behavior of acute cardiovascular responses and PES during WC versus AE in hypertensive subjects. It showed a lower pressure response during WC in subjects with previous aerobic training.

**Key words:** Weight lifting, aerobic exercise, hypertension, exertion, heart rate.

## INTRODUCCIÓN

La Hipertensión Arterial (HTA) es una de las enfermedades cardiovasculares con mayor morbilidad y mortalidad en Colombia y el mundo (65). La evidencia clínica y epidemiológica que sustenta las estrategias de salud pública (12,22,23,27,26,33,37,38,39,46,47,48,49,55,56,60,61,62) muestra que las intervenciones no farmacológicas en fases tempranas de HTA son las recomendadas como actividad primordial para controlar las cifras de presión arterial. La literatura evidencia el impacto positivo que tiene el ejercicio físico regular de moderada intensidad de tipo aeróbico (2,5,10,14,15,19,20,28,39,40,41,42,44,54,58,61,62) y el entrenamiento de la fuerza a bajas intensidades (2,7,9,16,17,20,31,35,36,42,43,50,53,58) que disminuyen la frecuencia cardíaca basal y la tensión arterial. Los circuitos de pesas en máquinas de poleas con resistencia variable a intensidades entre 20 y 60% de una repetición máxima (1RM) han mostrado un comportamiento similar de presión arterial y frecuencia cardíaca al de una rutina de ejercicio paraaeróbico en banda rodante, en pacientes cardiopatas (9,16,17,20,35,36,43,50,51,52,58). Sin embargo, sigue existiendo temor para incluir el entrenamiento de la fuerza en programas de ejercicio a pacientes con HTA beneficio de la fuerza muscular para las actividades de la vida diaria.

Para programar y controlar la intensidad de ejecución (1,4,13,44), es importante el conocimiento de las variables fisiológicas como presión arterial (PA), frecuencia cardíaca (FC) y la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE), dada la buena correlación que tienen con el aumento del consumo de oxígeno ( $VO_2$ ), durante el ejercicio en cardiopatas (4,11,34,43,45). Las respuestas agudas de los hipertensos a estas modalidades de ejercicio varían en los estudios según el protocolo, las cargas utilizadas y el uso de medicamentos. En general, se han encontrado mayores respuestas agudas de FC con ejercicios de tren superior que con ejercicios de tren inferior con cargas submáximas (a intensidades máximas ocurre lo contrario, tal vez por los mayores niveles de catecolaminas plasmáticas generadas), pero son menores que con ejercicios de tipo aeróbico al mismo nivel de  $VO_2$  (28,29,58). Las cargas entre el 20% y el 80% de una repetición máxima (1RM) con flexión de codos y prensa de pierna registran elevaciones de la PA, aceptables en cardiopatas, principalmente diastólicas (63), con menos episodios de arritmias o isquemia, en comparación con las pruebas de esfuerzo típicas (17,18). Se pueden obtener efectos sostenidos de hipotensión hasta 24 horas después de aplicada la carga de ejercicio (22,30). A pesar de la creciente investigación, los estudios

dedicados a explorar las respuestas agudas de PA y FC en pacientes cardiovasculares que realicen ejercicios de fuerza o de tipo aeróbico no son numerosos, más aún si se trata de estudios que tengan en cuenta la altitud. (2,64). Para ampliar la información existente sobre el comportamiento agudo del sistema cardiovascular durante la realización de ejercicio de pesas en pacientes hipertensos a la altura de Bogotá, se evaluó la respuesta cardiovascular aguda (medida por PA y FC) junto con la PSE, a un grupo de pacientes hipertensos durante un set de circuito de pesas de resistencia variable (CRV) en máquinas de poleas, ejecutado en una sola sesión, y se comparó con el mismo tipo de respuesta en una sola sesión de ejercicio de tipo aeróbico (EA) en bicicleta estática tipo cicloergómetro, para establecer si había diferencias significativas en dichas respuestas agudas. Ambos tipos de ejercicio se ajustaron en duración e intensidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño y Muestra de Sujetos

Entre Abril y Junio de 2001 se realizó un estudio experimental a un grupo abierto de pacientes hipertensos con controles intra-sujeto, para comparar la respuesta cardiovascular ante dos tipos de ejercicio diferentes. Dichos sujetos provenían de los programas de pacientes crónicos de la Secretaría de Salud del Hospital "Rafael Uribe Uribe", del Programa de Pacientes Crónicos del Hospital San Ignacio, y del gimnasio CaféSpa de Cafesalud, todos en Bogotá, quienes participaron voluntariamente. Se seleccionaron aquellos individuos (8 hombres y 13 mujeres, n=21) que tenían manejo farmacológico controlado por su médico tratante, con PA de reposo menor a 160/100, entre 45 y 67 años (promedio 56 años), y sedentarios o con experiencia en ejercicio aeróbico. Se excluyó a quienes recibían

betabloqueadores, a quienes presentaron un evento coronario agudo dentro de los últimos 5 años o una condición clínica que les impidiera la realización de actividad física de forma relativa o absoluta, así como a aquellos que tenían alguna experiencia en entrenamiento de fuerza.

## MÉTODOS

**Equipos.** Se tomó la PA con tensiómetro de mercurio, según las normas del Seventh Joint National Committee 7 (JNC-7) 7 (55). La FC se tomó con monitor de frecuencia cardiaca marca Polar A3. La Escala de PSE se midió con la escala modificada de esfuerzo percibido de Borg de 10 puntos (11). Las máquinas de fuerza utilizadas fueron marca Cybex en sistema de poleas con pesos de 4.5 Kg para miembros superiores y 9 Kg para tórax, abdomen y miembros inferiores. El cicloergómetro fue marca LifeFitness 90C.

**Procedimientos.** Los sujetos seleccionados diligenciaron un formato de consentimiento informado, sin contraprestación económica o material, una historia clínica de ingreso y participaron en un taller de inducción para explicar la metodología del protocolo (estiramientos y calentamiento previo, manejo de la Escala de Borg, técnica en la maquinaria, respiración en ejercicio, y sesión dirigida de calentamiento de 10 minutos). Se recomendó no tener actividad física moderada o intensa, ni beber licor o fumar, mínimo 24 horas antes de las sesiones. Además se solicitó hacer una comida ligera previa a cada sesión y asistir con ropa deportiva cómoda.

**Medición de Fuerza.** Se midió primero la fuerza máxima, usando el protocolo de diez repeticiones máximas (10RM) de DeLorme en poblaciones de riesgo, equivalentes al 75% de la fuerza máxima (1RM), para calcular luego con regla de tres el peso de 1RM (8,25,32,43) por cada grupo muscular.

**Protocolos.** Una semana después de esta medición se seleccionó de forma aleatoria a quienes iniciaban con el ejercicio aeróbico (EA) o con el circuito de pesas de resistencia variable (CRV), para conformar dos subgrupos de igual

número de participantes, que realizaron el siguiente procedimiento (los tiempos se determinaron teniendo en cuenta la duración de ejecución de los dos circuitos de pesas):

<p><b>Ejercicio Aeróbico</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calentamiento en cicloergómetro sin carga a 60 rpm, por 3 minutos.</li> <li>• Ejercicio aeróbico al 70%<math>FC_{max}</math> y Borg 3 y 4 por 10 minutos.</li> <li>• Ejercicio aeróbico al 75 a 80%<math>FC_{max}</math> y Borg 5 por 10 minutos.</li> <li>• Cadencia de 50 a 60 rpm para realizar un esfuerzo aeróbico submáximo.</li> </ul>
<p><b>Circuito de Fuerza de resistencia</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seis estaciones de pesas de resistencia variable al 50% 1RM (intensidad establecida en individuos con patología cardiovascular).</li> <li>• Asignación aleatoria del orden de las estaciones. La condición es no ejecutar dos estaciones seguidas de grupos musculares similares:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Miembro Superior (Prensa de pecho y Bíceps).</li> <li>b. Tronco (Abdominales y Lumbares).</li> <li>c. Miembro Inferior (Isquiotibiales y Prensa de pierna).</li> </ol> </li> <li>• Opciones de recorrido de circuito:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prensa pecho, Abdominales, Prensa pierna, Bíceps, Lumbares, Isquiotibiales.</li> <li>2. Abdominales, Isquiotibiales, Bíceps, Lumbares, Prensa pierna, Prensa pecho.</li> <li>3. Isquiotibiales, Prensa pecho, Lumbares, Prensa pierna, Bíceps, Abdominales.</li> </ol> </li> <li>• En cada estación: 15 repeticiones continuas y rápidas en 30 segundos.</li> <li>• 60 segundos de reposo entre estaciones hasta cumplir con el circuito.</li> <li>• Se evitó maniobra de Valsalva, con espiración en la fase concéntrica del movimiento.</li> <li>• Cada individuo hizo dos recorridos del circuito con descanso de 2 minutos entre un circuito y otro. El primero de ellos servía como instrucción para la técnica y la forma de realización, y se monitorizó la frecuencia cardiaca para vigilar la seguridad del ejercicio. En el segundo circuito se tomaron todas las variables.</li> <li>• Se sugirió sujetar los agarres de las máquinas sin emplear el pulgar, evitando la contracción isométrica de las manos durante el movimiento.</li> </ul>

Luego de cada protocolo, los individuos que realizaron el Circuito de Resistencia Variable (CRV) hicieron posteriormente el Ejercicio Aeróbico (EA), y viceversa, con una semana de intervalo entre uno y otro tipo de ejercicio, tiempo durante el cual permanecieron en reposo relativo, sin hacer otro tipo de actividad física diferente a las cotidianas.

**Mediciones de Variables.** Durante los protocolos se registraron FC, PA y PSE, así:

*Presión arterial:* En el CRV, se colocó el brazalete en brazo izquierdo antes de iniciar cada estación. Se realizó la lectura al terminar la última repetición, según el protocolo de Stewart (21,51). En el EA, se colocó el brazalete en el brazo izquierdo antes de iniciar el ejercicio y se realizó la toma en los intervalos descritos adelante (ver "Instrucciones").

*Frecuencia Cardiaca:* Se realizó la lectura con el monitor Polar que sujetaba el examinador a cincuenta centímetros de la banda transmisora sujeta al pecho del paciente.

*Escala Subjetiva de Esfuerzo:* Se mostró una hoja con la escala de Borg modificada, a treinta centímetros del alcance visual del participante.

**Instrucciones.** Las mediciones de las variables se realizaron según las siguientes instrucciones:

1. *En el CRV:* Primera toma sentado luego de 15 minutos en reposo y un minuto antes de iniciar la primera estación; tomas al final de cada estación de fuerza durante el segundo circuito; tomas al minuto y a los 30 minutos de finalizado el circuito. Total: 9 tomas.
2. *En el EA:* Primera toma sentado luego de 15 minutos en reposo y un minuto antes de iniciar la sesión de ejercicio. Diez minutos después de iniciado el ejercicio al 70%  $FC_{max}$  se tomó cada 90 segundos por seis veces, se realizó otra toma al minuto de

terminado el ejercicio y una sabia medición a los 30 minutos de reposo. Total: 9 tomas.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó estadística descriptiva para evaluar las características socio-demográficas, los antecedentes y las características físicas. Para establecer si existieron diferencias significativas entre los resultados obtenidos, las variables se discriminaron para cada uno de los protocolos de ejercicio entre sedentarios y activos (según el antecedente de ejercicio físico). La correlación en las respuestas de las variables en EA se comparó con las del CRV, utilizando una Prueba t apareada sobre las diferencias en los incrementos de las variables.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

Los individuos analizados participaron de forma voluntaria en el estudio, aplicando la Fórmula de la Declaración de Helsinki acerca de la realización de estudios en humanos (66). Todos diligenciaron y firmaron un formato de consentimiento informado, el cual fue leído entendido y aceptado. Ninguno de los participantes recibió alguna retribución económica o material, al igual que el gimnasio "CafeSpa", sitio donde se realizaron las pruebas.

## RESULTADOS

### Cambios de Frecuencia cardiaca (FC)

El incremento agudo promedio de FC de todo grupo con el EA fue de 40,07 latidos por minuto (lpm), mientras que en el CRV fue de 14,96 lpm ( $p < 0.001$ ). Por antecedente de ejercicio, el grupo de los sujetos sedentarios tuvo un incremento promedio de 35,25 lpm en EA y de 14,00 lpm en el CRV ( $p = 0.005$ ), mientras que en el grupo de sujetos activos, las cifras fueron 42,00 y 15,35 lpm respectivamente ( $p < 0.001$ ) (Figura 1).

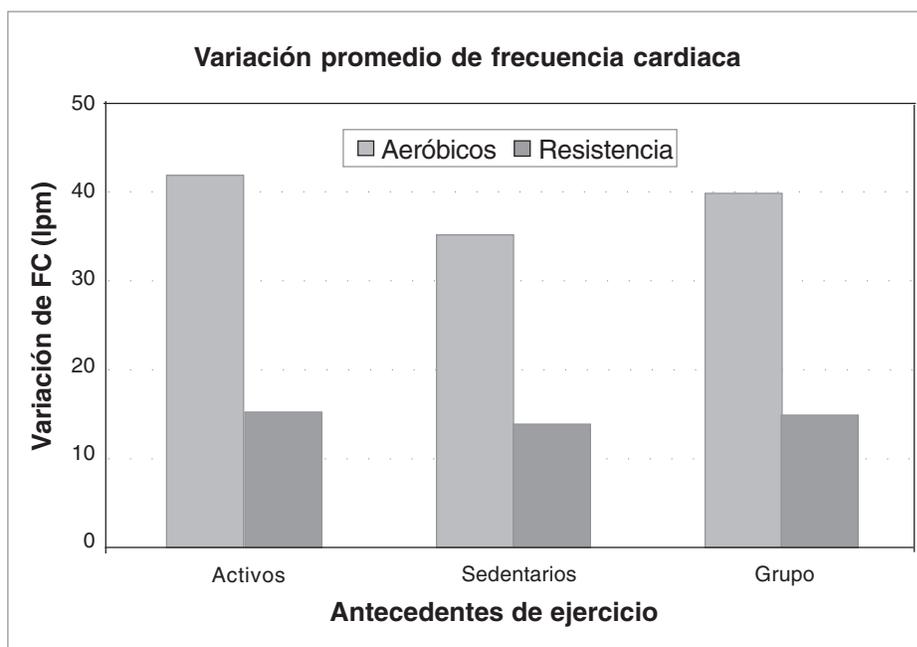
### Cambios de Presión Arterial Sistólica (TAS)

Después del EA, el incremento promedio de PAS del grupo fue de 25,00 mmHg, mientras que en el CRV fue de 14,50 mmHg ( $p < 0.005$ ). Por antecedente de ejercicio, los sujetos sedentarios tuvieron un incremento promedio de 29,92 mmHg en EA y de 16,72 mmHg en el CRV ( $p = 0,147$ ), mientras que en el grupo de activos, las cifras fueron 23,04 y 13,61 mmHg, respectivamente ( $p = 0.165$ ) (Figura 2).

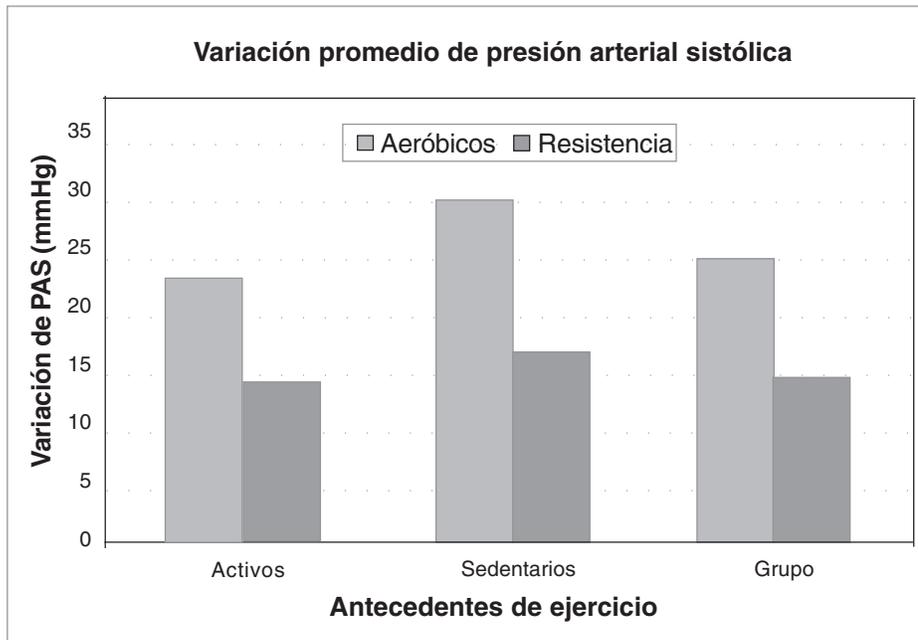
### Cambios de Presión Arterial Diastólica (TAD)

El incremento promedio de PAD del grupo durante el EA fue de 5,1 mmHg, mientras que en el CRV fue de 7,6 mmHg ( $p = 0.139$ ). Discriminados por antecedente de ejercicio, en el grupo de los sujetos sedentarios, el incremento promedio de la PAD fue de 8,6 mmHg luego de realizar el EA y de 10,7 mmHg con el CRV ( $p = 0,603$ ); para el grupo de activos, los incrementos fueron 3,6 y 6,3 mmHg, respectivamente ( $p = 0.168$ ) (Figura 3).

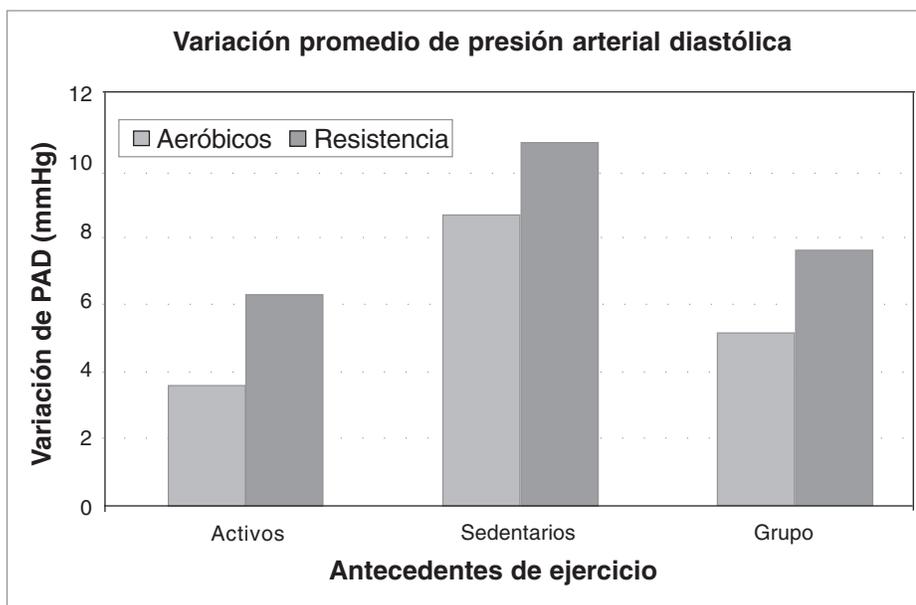
**Figura 1.** Comparación de Promedios de FC durante Ejercicio Aeróbico vs. Circuito de Pesas entre sujetos Sedentarios y Activos



**Figura 2.** Comparación de Promedios de PAS durante Ejercicio Aeróbico vs. Circuito de Pesas entre sujetos Sedentarios y Activos



**Figura 3.** Comparación de Promedios de PAD durante Ejercicio Aeróbico vs. Circuito de Pesas entre sujetos Sedentarios y Activos

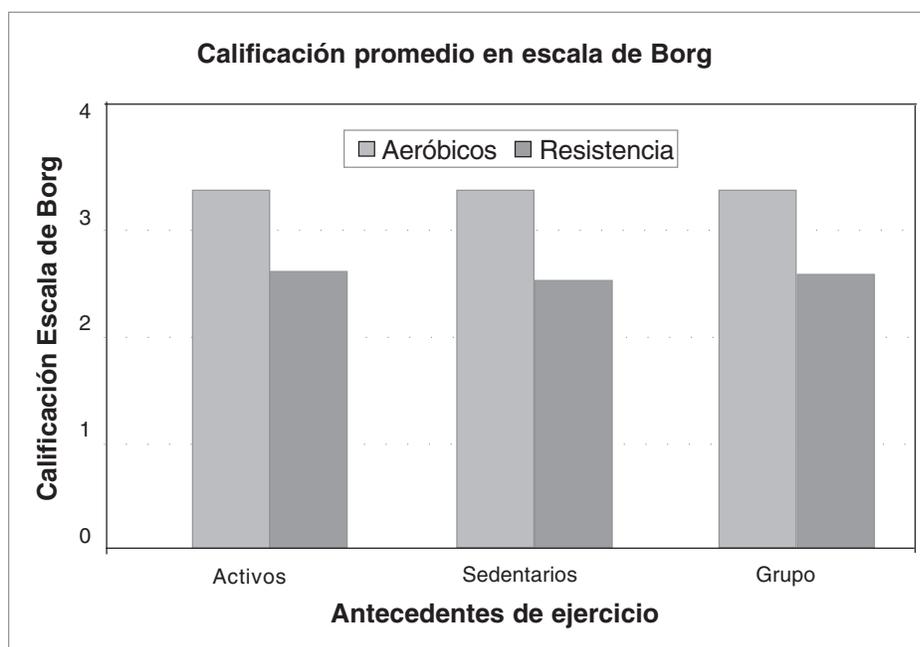


**Cambios en la Percepción Subjetiva del Esfuerzo (Escala de Borg)**

El grupo obtuvo en EA una calificación promedio en Borg de 3,41, mientras que en el CRV fue de 2,61 ( $p < 0.005$ ). De forma discriminada,

para el grupo de sedentarios el Borg promedio durante el EA fue de 3,41, mientras que en el CRV fue de 2,56 ( $p = 0.130$ ). En el grupo de activos, fueron de 3,41 y 2,63 ( $p < 0.005$ ) (Figura 4).

**Figura 4.** Comparación de Promedios de Escala de Borg durante Ejercicio Aeróbico vs. Circuito de Pesas entre sujetos Sedentarios y Activos



**Comportamiento de las variables durante los Circuitos**

Al comparar las seis estaciones del CRV, los sujetos del grupo en general mostraron variaciones en los promedios de FC, PAS, PAD y PSE, de acuerdo con el segmento corporal ejercitado. Se aprecia que el promedio de FC más alto se presentó en la estación de Pectorales (101 lpm), mientras que el más bajo fue en la estación de Abdominales (94 latidos). El promedio de PAS más alto se registró al realizar Isquiotibiales

(148 mmHg), mientras que el más bajo fue en Abdominales (130 mmHg). El promedio de PAD más alto se registró en la estación de Isquiotibiales (96 mmHg), mientras el más bajo fue en la estación de Abdominales (88 mmHg). Ninguna de estas variaciones fue estadísticamente significativa.

**DISCUSIÓN**

El presente estudio evaluó y comparó el comportamiento agudo de la frecuencia cardiaca, la

presión arterial y la percepción subjetiva del esfuerzo durante la realización de un circuito de pesas y durante una sesión de ejercicio aeróbico, en pacientes hipertensos de estados I y II.

Como se evidenció en otros trabajos que evaluaron pacientes cardiovasculares con ejercicio aeróbico (9,14,16,20,29,36,42,43,53) y con ejercicio de pesas (3,22,23,24,28,36,44,63), en este estudio hubo un menor incremento de FC durante la realización del CRV variable a intensidades medias (50% 1RM), comparado con el EA submáximo, en pacientes con hipertensión de estados I y II. Llama la atención que esta diferencia fue mayor en los individuos con antecedente de actividad física. Se requieren otros estudios para establecer si este comportamiento es debido a la influencia de la medicación o al azar.

Las cifras de PAS tuvieron un incremento significativamente mayor en EA, en comparación con el CRV. El incremento fue clínicamente aceptable, sin complicaciones, y no se apreciaron diferencias significativas entre activos y sedentarios, hallazgos similares a los descritos en la literatura en pacientes cardiovasculares (2, 7,9,16,17,20,27,31,35,42,43,50,53,58,61,62).

La PAD mostró incrementos mayores clínicamente aceptables durante el CRV comparado con el EA, aunque no fueron significativos, como en otros estudios (17,23,29,43,57). La menor aparición de complicaciones puede deberse a la mejor perfusión miocárdica derivada de una mayor presión de fin de diástole (18,58). Se observó además que la respuesta de PAD es menor en sujetos activos que en sedentarios, en ambos tipos de ejercicio, lo cual está en concordancia con las observaciones previas. Los estudios del American College of Sports Medicine (ACSM) y la American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (AACPR) recomiendan por tanto realizar un entrenamiento aeró-

bico previo al inicio de un programa de acondicionamiento con pesas en pacientes cardiovasculares, para mejorar su tolerancia (1,2,3).

No hubo diferencias significativas al comparar la PSE en los dos tipos de ejercicio, principalmente en los sedentarios, y en ambos casos la calificación fue menor de 4, lo que está dentro de niveles de seguridad aceptables para este tipo de ejercicio en pacientes cardiovasculares (2,3,4, 10,11,43).

El comportamiento de las variables durante el CRV no mostró diferencias significativas entre las estaciones. Fueron comparativamente mayores las respuestas en la estación de Isquiotibiales (Leg Curl), mientras las respuestas menores fueron en Abdominales en máquina, aún al mismo porcentaje de intensidad con respecto al máximo, fenómeno posiblemente atribuible al pobre uso habitual de los músculos Isquiotibiales y a la comodidad de los ejercicios Abdominales.

La PSE fue menor durante el CRV, tanto para sedentarios como para activos, sin diferencias significativas. Los valores por debajo de Borg 4 fueron considerados como un nivel de intensidad seguro para este tipo de pacientes.

#### **Comparación del comportamiento cardiovascular entre los tipos de ejercicio**

Al comparar los tipos de ejercicio, la respuesta cardiovascular durante el CRV mostró un comportamiento similar a la del EA, cuando se controló la intensidad, la técnica de ejecución y la respiración. El CRV realizado al 50% de 1 RM mostró cifras de PA, FC y PSE menores que las del EA. Otros estudios con pacientes cardiovasculares (7,9,16,17,20,30,36,42,53) han observado este comportamiento, con un menor número de complicaciones que durante el EA. Esto sustenta la recomendación de incluir,

junto con el ejercicio aeróbico, el entrenamiento con CRV en pacientes cardiacos e hipertensos para obtener los beneficios observados del entrenamiento de la fuerza.

Los individuos con alguna experiencia de ejercicio aeróbico como caminata o ciclismo muestran respuestas más seguras durante la realización del circuito de pesas a intensidades por debajo del 50% RM, posiblemente por una mejor experiencia psicomotriz con movimientos más económicos y por una mayor capacidad funcional que los hace más tolerantes al entrenamiento de la fuerza. Esto justifica porqué los programas de rehabilitación cardiaca someten a los pacientes a un entrenamiento aeróbico previo, de al menos tres semanas antes de iniciar el entrenamiento de la fuerza. La misma recomendación es necesaria para pacientes hipertensos antes de

someterse a un entrenamiento de circuito de pesas. Sin embargo, es necesario evaluar el comportamiento de la PA y FC en reposo a los pacientes hipertensos que se sometan a un entrenamiento mixto de ejercicio a mediano y largo plazo.

Se requieren más estudios que evalúen la respuesta cardiovascular de los individuos hipertensos a intensidades mayores de entrenamiento de fuerza. Se proponen otros estudios que muestren el impacto de este tipo de entrenamiento en hipertensos en estados más avanzados, en los que se evalúe el beneficio del entrenamiento de la fuerza a mayores intensidades en hipertensos controlados y que establezcan el verdadero impacto del entrenamiento mixto (aeróbico y resistencia variable) sobre las cifras basales de la tensión arterial en pacientes con hipertensión arterial estados I y II.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Hospital "Rafael Uribe Uribe" de la Secretaría de Salud de Bogotá, al Programa de Pacientes Crónicos del Hospital San Ignacio, y a Cafesalud, por habernos facilitado el desarrollo de este trabajo con sus pacientes afiliados, a quienes también reconocemos su desinteresada participación en el estudio, con alta dosis de paciencia.

Al Gimnasio "CafeSpa" de Cafesalud, por habernos permitido ejecutar esta investigación dentro de sus instalaciones.

Al Dr. Juan Manuel Sarmiento y al Dr. Jesús Enrique Jaimes, por su paciencia y valiosos aportes científicos y metodológicos a este estudio.

A las fisioterapeutas Sandra Ardila y Andrés Silva, por su inestimable colaboración y apoyo logístico durante la aplicación del protocolo.

A nuestras familias, en especial a nuestras esposas Aída Victoria (MAC) y Carmenza (CGGC), por su inmensa paciencia al tolerar que robáramos el tiempo que compartimos con ellas para dedicarlo a este estudio.

## REFERENCIAS

1. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Guidelines for Cardiac Rehabilitation Programs*. Human Kinetics, Champaign; 1995.
2. American College of Sports Medicine. Position Stand: Exercise and Hypertension. *Med Sci Sports Exerc*, 2004; 36(3): 533-553.
3. American College of Sports Medicine. Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 2002; 34(2):364-380.
4. American College of Sports Medicine. *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, 2000.
5. American College of Sports Medicine. Physical activity, physical fitness and hypertension: Position Stand. *Med Sci Sports Exerc*, 1993; 25(10):i-x.
6. Åstrand PO, Rodahl K. *Manual del Trabajo Físico*, 1998; Buenos Aires, Ed. Panamericana.
7. Beniamini Y, Rubenstein JJ, Zaichkowsky LD et al: Effects of high-intensity strength training on quality-of-life parameters in cardiac rehabilitation patients. *Am J Cardiol*, 1997; 80: 841-846.
8. Bermon S, Rama D, Dolisi C. Cardiovascular tolerance of healthy elderly subjects to weight-lifting exercises. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32: 1845-1848.
9. Bertagnoli K, Hanson P, Ward A. Attenuation of exercise-induced ST depression during combined isometric and dynamic exercise in coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 1990; 65: 314-317.
10. Blair SN, Kohl HW III, Barlow CE, Paffenbarger RS Jr, Gibbons LW, Macera C. Changes in physical fitness and all-cause mortality: A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA*, 1995; 273: 1093-1098.
11. Borg GAV. Psychological bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, 1982; 14(5): 337-381.
12. Burt VL, Cutler JA, Higgins M et al. Trends in the prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in the adult US population: data from the health examination surveys, 1960 to 1991. *Hypertension*, 1995; 26: 60-69.
13. Cléroux J, Feldman RD, Petrella RJ. Recommendations on physical exercise training. *Can Med Assoc J*; 1999; May 4: 160 (9 Suppl) S21-S45.
14. Conroy MB, Cook NR, Manson JE, Buring JE, Lee I. Past Physical Activity, Current Physical Activity, and the Risk of Coronary Heart Disease. *Med Sci Sports Exerc*, 2005; 37(8): 1251-1256.
15. Cooper AR, Moore LA, McKenna J, Riddoch CJ. What is the magnitude of blood pressure response to a programme of moderate intensity exercise? Randomised controlled trial among sedentary adults with unmedicated hypertension. *Br J Gen Pract*. Dec 2000; 50(461): 958-62.
16. Daub WD, Knapik G, Black WR. Strength training early after myocardial infarction. *J Cardiopulm Rehabil*, 1996; 16: 100-108.
17. Faigenbaum AD, Skrinar GS, Cesare WF: Physiologic and symptomatic responses of cardiac patients to resistance exercise. *Arch Phys Med Rehabil*, 1990; 71: 395-398.
18. Featherstone JF, Holly RG, Amsterdam EA: Physiologic responses to weight lifting in coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 1993; 71: 287-292.
19. Fletcher GF, Blair SN, Blumenthal C, et al. Benefits and Recommendations for Physical Activity Programs for all americans. A statement for health professionals by the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation*, 1992; 86: 340-344.

20. Fragnoly-Munn K, Savage PD, Ades PA: Combined resistive-aerobic training in older patients with coronary artery disease early after myocardial infarction. *J Cardiopulm Rehabil*, 1998; 18: 416-420.
21. Griffin SE, Robergs RA, Heyward VH. Blood pressure measurements during exercise: a review. *Med Sci Sports Exerc*, 1997; 29 (1): 149-159.
22. Hagberg JM, Park JJ, Brown MD. The role of exercise training in the treatment of hypertension: an update. *Sports Med*. 2000; Sep; 30(3): 193-206.
23. Hagberg JM, Montain SJ, Martin WH, Ehsam AA. Effect of exercise training in 60- to 69-year-old persons with essential hypertension. *Am J Cardiol*, 1989; 64: 348-353.
24. Harris KA, Holly RG. Physiological responses to circuit weight training in borderline hypertensive subjects. *Med Sci Sports Exerc*, 1987; 19: 246-52.
25. Heyward VH. *Evaluación y Prescripción del Ejercicio*, 1999; Barcelona: Ed. Paidotribo,
26. Kannel WB. *Assesment of hypertension as a predictor of cardiovascular disease: the Framingham Study*. En: Burley DM. *Hypertension, its nature and treatment*, 1975; Horsham, CIBA.
27. Kaplan NM. Lifestyle Modifications for Prevention and Treatment of Hypertension. *J Clin Hypertens* 2004; 6(12): 716-719.
28. Kelemen MH, Efron MB, Valenti SA, Stewart KJ. Exercise training combined with antihypertensive drug therapy. *JAMA*, 1990; 263 (20): 2766-2771.
29. Kelemen MH, Stewart KJ, Gillilan RE. Circuit weight training in cardiac patients. *J Am Coll Cardiol*, 1986; 7: 38-42.
30. Kokkinos P, Pittaras A, Manolis A, Panagiotakos D, Narayan P, Manjoros D, Amdur RL, Singh S. Exercise Capacity and 24-h Blood Pressure in Prehypertensive Men and Women. *Am J Hypertens*. 2006; Mar; 19(3): 251-8.
31. Kokkinos PE, Narayan P, Papademetriou V. Exercise as hypertension therapy. *Cardiol Clin*, 2001; 19(3): 507-516.
32. Komi PV. *Strength and Power in Sport*, 1992; Volume III of The Enciclopedy of Sports Medicine, IOC Medical Commission Publication. Oxford, Blackwell Scientific Publications.
33. Lawrence M, Cruickshank K. *Hypertension*. En: Lawrence M, Neil A, Mant D, Fowler G. *Prevention of Cardiovascular Disease. An evidence-based approach*, 1996; Oxford, Oxford University Press.
34. Londeree BR, Thomas TR, Ziogas G, Smith TD, Zhang Q. Percent VO2 Max Versus Percent Hrmx Regressions Of Six Modes Of Exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 1995; 27 (3): 458-461.
35. McCartney N. Role of resistance training in heart disease. *Med Sci Sports Exerc*, 1998; 30(10suppl): S396-S402.
36. McCartney N, McKelvie RS, Haslam D. Usefulness of weightlifting training in improving strength and maximal power output in coronary artery disease. *Am J Cardiol*; 1991; 67: 939-945.
37. Ministerio de Salud, República de Colombia. *III Estudio Nacional de Salud Bucal y II Estudio de Factores de Riesgo de las Enfermedades Crónicas (ENSUB III y ENFREC II)*, 1999; Primera edición, Bogotá, Oficina de Comunicación.
38. National High Blood Pressure Education Program Working Group. National High Blood Pressure Education Program Working Group on Prevention of Hypertension. *Arch Intern Med*; 1993; 153: 186-208.
39. NIH Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health. Physical activity and cardiovascular health. *JAMA*, 1996; 276: 241-246.

40. Paffenbarger RS, Jung DL, Leung RW, Hyde RD. Physical activity and hypertension: an epidemiological view. *Ann Med*; 1991; 23: 319-27.
41. Paffenbarger RS, Wing AL, Hyde RD. Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. *Am J Epidemiol*, 1983; 117: 245-257.
42. Pescatello LS. Exercise and Hypertension: Recent Advances in Exercise Prescription. *Current Hypertension Reports*; 2005; 7: 281-286
43. Pollock ML, Frankliyn BA, Balady GJ et al. AHA Scientific Advisory. Resistance Exercise in Individuals with and without Cardiovascular Disease; Benefits, Rationale, Safety, and Prescription: And Advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation*, 2000; 101: 828-833.
44. Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD et al. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. Position Stand. *Med Sci Sports Exerc*, 1998; 30(6): 975-991.
45. Robertson RJ, Goss FL, Auble TE, Cassinelli DA, Spina RJ, Glickman EL, Galbreath RW, Silberman RM, Metz KF. Cross-Modal Exercise Prescription At Absolute And Relative Oxygen Uptake Using Perceived Exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1990; 22 (5): 653-659.
46. Rowell LB, Shepherd JT. *Handbook of Physiology. Exercise: Regulation and Integration of multiple systems*, 1996; New York, Oxford University Press.
47. Rozo RH, D'Achiardi R, Suárez A et al. *Hipertensión Arterial*, 2002; Bogotá, Centro Editorial Javeriano-CEJA.
48. Rozo R. Primer Consenso Nacional para el Diagnóstico y Manejo de la Hipertensión Arterial Sistémica. *Clínicas Colombianas de Cardiología*, 1998; 1(3): 115-172.
49. Sheps SG. The Sixth Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure. *Arch Int Med*, 1997; 157 Nov 24.
50. Sparling PB, Cantwell JD, Dolan CM, Niedeman RK. Strength training in a cardiac Rehabilitation program: a six- month follow-up. *Arch Phys Med Rehabil*; 1990; 71: 148-152.
51. Stewart KJ. Exercise guidance in hypertension. *Phys Sportsmed*, 2000; 28(10); 81-82.
52. Stewart KJ, McFarland L., Weinhofer JJ, et al. Safety and efficacy of weight training soon after myocardial infarction. *J Cardiopulm Rehabil*; 1998; 18: 37-44.
53. Stralow CR, Ball TE, Looney M. Acute cardiovascular responses of patients with coronary disease to dynamic variable resistance exercise of different intensities. *J Cardiopulm Rehabil*, 1993; 13: 255-263.
54. The Trials of Hypertension Prevention Collaborative Research Group. The effects of nonpharmacologic interventions on blood pressure of persons with high normal levels: Results of the Trials of Hypertension Prevention, Phase I [published erratum appears in JAMA 1992; 267: 2330]. *JAMA*, 1992; 267: 1213-1220.
55. U.S. Department of Health and Human Services. The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure, 2004; *NIH Publication No 04-5230*.
56. Vasan RS, Beiser A, Seshadri S, Larson MG, Kannel WB, D'Agostino RB, et al. Residual lifetime risk for developing hypertension in middleaged women and men: The Framingham Heart Study. *JAMA*, 2002; 287: 1003-10.

57. Velázquez O, Rosas M, Lara A et al. Hipertensión arterial en México: Resultados de la Encuesta Nacional de Salud (ENSA) 2000. *Arch Cardiol Mex*, 2002; Jan-Mar; 72(1): 71-84.
58. Verrill DE, Ribisl PM. Resistive exercise training in cardiac rehabilitation. *Sports Med*, 1996; 21: 347-383.
59. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY et al. *Principles of exercise testing and interpretation*, 1994; Philadelphia, Lea & Febiger.
60. Whelton PK. Epidemiology and the Prevention of Hypertension. *J Clin Hypertens*, 2004; 6(11): 636-642.
61. Whelton PK, He J, Appel LJ, Cutler JA, Havas S, Kotchen TA, Roccella EJ, Stout R, Vallbona C, Winston MC, Karimbakas J. Primary Prevention of Hypertension. Clinical and Public Health Advisory from the National High Blood Pressure Education Program. *JAMA*; 2002; 288: 1882-1888.
62. Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. Effect of Aerobic Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analysis of Randomized, Controlled Trials. *Ann Intern Med*; 2002; 136: 493-503.
63. Wiecek EM, McCarney N, McKelvie RS. Comparison of direct and indirect measures of systemic arterial pressure during weightlifting in coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 1990; 66: 1065-1069.
64. William E, Leigh D. The Effects of Resistance Training on Cardiovascular Patients. *Strength and Conditioning Journal*, 2006; Apr 2006; 28(2) 54-58
65. World Health Organization (WHO)/International Society of Hypertension (ISH) Statement on management of hypertension World Health Organization, International Society of Hypertension Writing Group *Journal of Hypertension* 2003, 21: 1983-1992.
66. World Medical Association. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos, 2004; Documento disponible en español en <http://www.wma.net/s/policy/b3.htm>, (consulta: Abril 16 de 2006).