

Monograph

# Valoración de las Diferencias de Sexo en las Respuestas de la Presión Sanguínea Sistólica al Ejercicio en Adultos Jóvenes Sanos No Deportistas

Uche Dimkpa<sup>1</sup>, Andrew Ugwu<sup>2</sup> y Daniel Oshi<sup>3</sup><sup>1</sup>Department of Physiology/ School of Basic Medical Sciences/Igbinedion University, Okada Edo State, Nigeria.<sup>2</sup>Department of Physiology/ School of Basic Medical Sciences/University of Benin City, Edo State, Nigeria.<sup>3</sup>Physiology Department/ Anambra State University Uli/ Anambra state, Nigeria.

## RESUMEN

En la actualidad todavía no han sido reportadas diferencias de género sobre las respuestas de la presión sanguínea sistólica (SBP) al ejercicio máximo. En el presente estudio valoramos las diferencias de género de la SBP durante y después del ejercicio en adultos jóvenes no deportistas. Trescientos veinticinco adultos jóvenes de entre 18 y 35 años de edad (varones n=160; 22,38±3,74 años y mujeres n=165; 22,28±2,62 años) realizaron un ejercicio en un ergómetro a >90% de la frecuencia cardíaca máxima. La SBP y la frecuencia cardíaca (FC) fueron medidas cada 2 minutos durante el ejercicio, y en el post-ejercicio cada 2 minutos hasta que la SBP recuperó su valor de condición inicial. Las respuestas de la SBP durante y después del ejercicio de máxima intensidad fueron valoradas usando el porcentaje de aumento de la SBP (%SBP<sub>RISE</sub>) y la relación de la SBP luego 3 minutos de recuperación en comparación al minuto 1 (SBPR<sub>2</sub>). Los varones mostraron un %SBP<sub>RISE</sub> significativamente mayor (39,82±9,52; p<0,001) y una menor SBPR<sub>2</sub> (0,92±0,06; p<0,001) en comparación con las mujeres. La correlación entre %SBP<sub>RISE</sub> y %HR<sub>RISE</sub> (porcentaje de aumento de la frecuencia cardíaca); SBPR<sub>2</sub> y VO<sub>2</sub> máx.; SBPR<sub>2</sub> y el porcentaje de la disminución de FC en 1 min y SBPR<sub>2</sub> y el porcentaje de la disminución de la FC en 3 min, fueron 27%, 59%, 32%, 24% en varones y 4%, 34%, 25%, 23% en mujeres. Nuestros datos mostraron diferencias de género en las respuestas de la SBP, ya que los varones mostraron una mayor respuesta de la SBP que las mujeres, durante y después del ejercicio. Los datos reportados pueden ser útiles para interpretar de una manera más exacta la importancia de las respuestas anormales de la SBP al ejercicio en términos estadísticos estratificados por género.

**Palabras Clave:** VO<sub>2</sub> máx, ergómetro, frecuencia cardíaca, índice SBP, carga de trabajo

## INTRODUCCION

La respuesta normal en un sujeto aparentemente sano es el aumento lineal de la SBP a medida que la intensidad del ejercicio se incrementa. Este aumento en la SBP que ocurre de manera concomitante con el aumento en el trabajo

dinámico, es el resultado del aumento en el gasto cardíaco (1). El aumento del gasto cardíaco durante el ejercicio es una función de la frecuencia cardíaca (FC) multiplicada por el volumen sistólico (VS). Durante el ejercicio, el incremento en la actividad simpática y la disminución en la descarga vagal conducen a un aumento en la FC, SV y en la contractibilidad del miocardio para satisfacer las demandas energéticas de los músculos esqueléticos que trabajan (2). La tensión arterial sistólica hace una a meseta en la intensidad pico del ejercicio y permanece en ese valor o cercano al mismo durante el primer minuto del período de recuperación luego de un ejercicio de esfuerzo tolerable (3). Después de un ejercicio máximo, normalmente hay una disminución de la SBP, el cual generalmente alcanza los valores de reposo dentro de los 5 a 6 minutos siguientes (1, 4).

Existe una falta de datos científicos en relación a las diferencias de género en las respuestas normales de la SBP durante y después de un ejercicio máximo. Las investigaciones relacionadas a las respuestas de la SBP al ejercicio progresivo han sido principalmente dirigidas hacia la aplicación clínica en el diagnóstico de anomalías cardiovasculares. Por ejemplo, se ha encontrado que una elevación en la SBP inducida por el ejercicio (5, 6, 7, 8, 9) es un parámetro de predicción de hipertrofia ventricular izquierda por hipertensión inestable y accidente cerebrovascular en personas aparentemente sanas. Los estudios (10, 11, 12, 13) han asociado una disminución en la SBP durante la recuperación con riesgo elevado de enfermedad de las arterias coronarias, angina de pecho e infarto de miocardio futuro.

El propósito de este estudio fue determinar las diferencias de género en las respuestas normales de la SBP durante y después de una prueba de ejercicio de esfuerzo máximo en bicicleta ergométrica en adultos jóvenes sanos de 18-35 años de edad. Supusimos que el grado de la elevación de la SBP durante el ejercicio y la tasa de disminución de la misma después del ejercicio serían mayores en los hombres que en las mujeres. Además, supusimos que las diferencias de género en el grado de la elevación de la SBP podrían estar asociadas con el grado de aumento de la FC, mientras que la tasa de disminución de la SBP podría estar asociada a la disminución del porcentaje de la FC y el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx.).

## METODOS

---

### Sujetos

En este estudio participaron trescientos veinticinco adultos jóvenes sanos, no deportistas, nigerianos, seleccionados de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad de Igbinedion, Okada, en el estado de Edo, Nigeria entre el 2004 y 2006. De esa población, 160 ( $22,38 \pm 3,74$  años) eran varones, mientras que 165 ( $22,28 \pm 2,62$  años) eran mujeres.

Los sujetos fueron seleccionados en base a los resultados de un cuestionario estructurado sobre salud y estilo de vida, sus habilidades para llevar a cabo una prueba de ejercicio de esfuerzo máximo, la medición del índice de masa corporal (calculado como peso en kilogramos dividido por la talla expresada metros y elevada al cuadrado), mediciones de la presión sanguínea de reposo y la FC de reposo, análisis químicos de orina y sangre. Los sujetos fueron excluidos si tenían historial de inestabilidad cardiovascular, enfermedad periférica vascular y enfermedad respiratoria, cáncer, lesiones musculoesqueléticas u ortopédicas. Los sujetos seleccionados eran no deportistas, pero eran físicamente activos (ya que ocasionalmente participaban en actividades recreativas como fútbol, tenis de mesa, tenis, y basquetbol), no fumadores, no alcohólicos, no tenían obesidad, diabetes, asma o hipertensión, estaban aparentemente sanos, libres de enfermedades cardiovasculares, y no estaban tomando medicamentos que pudieran afectar tanto la función cardiovascular como la frecuencia cardíaca.

Los sujetos fueron informados (en forma oral y escrita) acerca de los procedimientos del experimento y prestaron consentimiento antes de la participación.

Este estudio fue aprobado por el Comité de Experimentos y Ética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad.

### Procedimientos

La prueba de ejercicio se realizó entre las 8:00 am y las 11:00 am en una habitación con buena ventilación y con una temperatura de alrededor de  $29^{\circ}$ , usando una bicicleta ergométrica frenada mecánicamente.

Los participantes recibieron instrucciones para no consumir bebidas que contuvieran alcohol o café y de para comer una comida pesada o participar en alguna actividad intensa, 24 horas antes del test. También fueron instruidos adecuadamente con demostraciones acerca de cómo realizar la prueba de ejercicio. El protocolo del test consistió en un ejercicio de calentamiento inicial de dos minutos de duración con una carga de trabajo de  $180 \text{ kg.m.min}^{-1}$  (~ 30 Watts).

Esto fue seguido por un incremento en la carga de trabajo de  $120 \text{ kg.m.min}^{-1}$  (20W) cada minuto hasta que el sujeto alcanzara un agotamiento tolerable. La frecuencia cardíaca fue medida dos veces antes del ejercicio luego de 5 y 10 minutos de descanso con el sujeto sentado en la bicicleta ergométrica usando un monitor electrónico Omron. El valor medio de los valores fue usado como FC pre-ejercicio. Durante el test de ejercicio, la FC fue medida a intervalos de 2 minutos. La FC pico fue el valor más alto alcanzado durante la prueba de ejercicio. En el post-ejercicio, la FC se midió primero en el minuto 1 de la recuperación y luego a intervalos de 2 minutos (ej, 1, 3, 5...min) y se suspendió tan pronto como la SBP retornó al valor pre-ejercicio. El porcentaje de aumento de la FC fue calculado como  $[\text{FC pico} - \text{FC pre-ejercicio}] / \text{FC pre-ejercicio} * 100$ .

Durante el test de ejercicio progresivo, el consumo máximo de oxígeno ( $\text{VO}_2$  máx.) y la producción máxima de dióxido de carbono ( $\text{VCO}_2$  máx.) fueron valoradas usando un analizador de gas respiratorio respiración-por-respiración Oxycon Alpha (Jaeger, Wuerzburg, Holanda). El criterio para determinar el  $\text{VO}_2$  máx. incluyó la meseta en el consumo de oxígeno a pesar de el incremento en la velocidad de pedaleo, una tasa de intercambio respiratorio mayor de 1,00, y la obtención de un valor por encima del 90% de la FC máxima estimada por la edad. El índice de percepción del esfuerzo del ejercicio (RPE) (14) fue obtenido a través de un cuestionario oral realizado al sujeto inmediatamente después del ejercicio. La razones más comunes para detener el test de fueron fatiga de las piernas, agotamiento, dificultad para respirar, y mareo, independientemente del sexo. Un médico experimentado supervisó la totalidad de la prueba de ejercicio.

### Mediciones de la Presión Sanguínea

La presión sanguínea de reposo fue medida una semana antes de la prueba de ejercicio para determinar si el sujeto era o no normotenso. La medición se hizo después de 10 y 15 minutos de reposo mientras el sujeto se mantenía en una posición de sentado en una habitación silenciosa, usando el método de manguito de presión arterial y estetoscopio. El valor medio de los dos valores fue usado como presión sanguínea de reposo. La presión sanguínea pre-ejercicio de los sujetos fue medida también dos veces luego de 10 y 15 minutos de reposo mientras los sujetos estaban sentados en el ergómetro, usando un esfigmomanómetro electrónico (Omron). No hubo diferencias significativas observadas entre los valores de presión sanguínea obtenida primero y los valores de presión sanguínea pre-ejercicio, tanto en los hombres como en las mujeres. Los dos valores de SBP presentaron varianzas de 86,12 (SBP de reposo) y 84,80 (SBP pre-ejercicio) en los hombres y 122,24 (SBP de reposo) y 119,06 (SBP pre-ejercicio) en las mujeres.

Durante el ejercicio máximo, la presión sanguínea se midió cada dos minutos usando un método electrónico. LA SBP pico fue definida como el valor más alto alcanzado durante el test. La SBP del primer minuto después del ejercicio y las demás mediciones de la SBP a intervalos de 2 minutos hasta la recuperación del nivel pre-ejercicio fueron medidas con estando el sujeto todavía sentado en la bicicleta ergométrica y sin que estuviera pedaleando. El grado de la elevación de la SBP durante el ejercicio de intensidad máxima puede reflejar los cambios en las actividad simpática y parasimpática (13), así, el porcentaje de la elevación de la SBP fue usado en la valoración de la respuesta de la SBP durante el ejercicio. El porcentaje de elevación de la SBP durante el ejercicio fue calculado como  $[(\text{SBP pico} - \text{SBP pre-ejercicio}) / \text{SBP pre-ejercicio}] * 100$ . El porcentaje de disminución de la SBP durante la recuperación fue calculado como  $[\text{SBP pico} - \text{SBP post-ejercicio (al minuto 1 y 3, respectivamente)}] / \text{SBP pico} * 100$ . El índice SBP (SBPR) constituye un parámetro útil y fácilmente obtenible, frecuentemente usado en la valoración de las respuestas cardiovasculares al estrés físico. La relación de la SBP entre el minuto 3 de la recuperación y el ejercicio de intensidad pico ( $\text{SBPR}_1$ ) fue calculada como la SBP post-ejercicio a los 3 minutos dividida por la SBP pico, mientras que la relación de la SBP entre el minuto 3 de la recuperación y el minuto 1 de la recuperación ( $\text{SBPR}_2$ ) fue calculado como la SBP post-ejercicio a los 3 minutos dividida por la SBP post-ejercicio al minuto 1. Investigamos las diferencias de género en la recuperación de la SBP usando la relación de la SBP entre el tercer y el primer minuto de la recuperación ( $\text{SBPR}_2$ ). Fue preferida esta relación a la relación entre la SBP al tercer minuto y la relacionada al pico de intensidad de ejercicio, debido a que tiene la ventaja de la exactitud en la medición de la presión sanguínea (11), ya que ambos valores de SBP pueden obtenerse solo en el estado de recuperación. Esto evita la inexactitud asociada con la medición de la presión sanguínea durante el ejercicio (15).

### Análisis Estadísticos

Los datos descriptivos se presentan como valores medios y desviaciones estándares (SD) para los datos continuos. El análisis de datos entre los dos géneros fue comparado usando la prueba t para muestras independientes. Las correlaciones entre el porcentaje de elevación de la SBP y el porcentaje de aumento de la FC, y las correlaciones de la  $\text{SBPR}_2$  con el  $\text{VO}_2$  máx., y % de disminución de la FC (en el minuto 1 y minuto 3 de la recuperación, respectivamente) se analizaron usando el test de correlación bivariada de Pearson. Las asociaciones entre el  $\% \text{SBP}_{\text{RISE}}$  y  $\% \text{HR}_{\text{RISE}}$  con ajustes para el  $\text{VO}_2$  máx., y la carga de trabajo máxima (Carga máx.) entre  $\text{SBPR}_2$  y  $\text{VO}_2$  máx. con ajustes para la edad; y entre  $\text{SBPR}_2$  y % de disminución de la FC en el minuto 1 y 3, con ajustes en el  $\text{VO}_2$  máx., fueron analizados usando el test de Coeficiente de Correlación Parcial (SPSS para Windows, Versión 11.0). La significancia estadística fue establecida en un nivel  $p < 0,05$  para la prueba t de muestras independientes y en  $p < 0,01$  para las pruebas de correlación.

## RESULTADOS

### Características de la Condición de Base de los Sujetos

Los datos demográficos y los valores medidos de las características de condición de base de los sujetos se presentan en la Tabla 1. La edad, el índice de masa corporal (BMI) y la presión sanguínea sistólica pre-ejercicio ( $SBP_{PRE}$ ) no mostraron diferencias significativas entre géneros. La presión sanguínea diastólica pre-ejercicio ( $DBP_{PRE}$ ) fue significativamente mayor en los hombres que en mujeres ( $p < 0,01$ ), mientras que la frecuencia cardíaca pre-ejercicio ( $FC_{PRE}$ ) fue significativamente menor ( $p < 0,001$ ) en los hombres que en las mujeres.

Características	Varones (n=160)	Mujeres (n=165)
Edad (años)	22,38±3,74 (18-35)	22,28±2,62 (18-33)
BMI ( $kg \cdot m^{-2}$ )	21,76±2,06 (17,30-26,50)	21,59±2,45 (16,49-29,0)
$SBP_{PRE}$ (mmHg)	117,35±9,20 (96-138)	116,85±10,91 (94-138)
$DBP_{PRE}$ (mmHg)	79,26±6,18 * (68-90)	73,82±7,57 (60-88)
$FC_{PRE}$ ( $lat \cdot min^{-1}$ )	72,59±4,98 * (59-87)	75,09±4,28 (62-88)

**Tabla 1.** Características de la condición de base de los sujetos por género. Los datos son presentados como valores medios±DS e intervalos, n=número de sujetos, \*=Los datos de los hombres presentan diferencias significativas respecto a los datos de las mujeres.

### Características de los Sujetos durante el Ejercicio

Durante la prueba de ejercicio, la SBP durante la intensidad pico del ejercicio ( $SBP_{PICO}$ ), la DBP durante la intensidad pico del ejercicio ( $DBP_{PICO}$ ), el porcentaje de aumento de la SBP ( $\%SBP_{RISE}$ ), el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx.), la producción máxima de dióxido de carbono ( $VCO_2$  máx.), la carga de trabajo máxima (Carga máx.) y el porcentaje de aumento de la FC ( $\%HR_{RISE}$ ) fueron significativamente mayores ( $p < 0,001$ ) en los hombres que en las mujeres. La frecuencia cardíaca correspondiente a la intensidad pico del ejercicio ( $FC_{PICO}$ ), el índice de intercambio respiratorio (RER), el índice de percepción subjetiva de esfuerzo (RPE), no presentaron diferencias significativas entre ambos géneros.

### Características de los Sujetos en la Condición Post-Ejercicio

En el post-ejercicio, la SBP en el minuto 1 ( $SBP_{1MIN}$ ), el porcentaje de disminución de la SBP luego de 3 minutos, el porcentaje de la disminución de la FC luego de 1 minuto, y el porcentaje de la disminución de la FC luego de 3 minutos, mostraron valores significativamente mayores ( $p < 0,001$ ) en los hombres que en las mujeres. No hubo diferencias significativas en la SBP post-ejercicio en el minuto 3 ( $SBP_{3MIN}$ ) y el porcentaje de disminución de la SBP luego de 1 minuto, entre ambos géneros. Además, los hombres mostraron valores significativamente menores en la FC post-ejercicio en el minuto 1 ( $FC_{1MIN}$ ), la FC post-ejercicio en el minuto 3 ( $FC_{3MIN}$ ), el cociente de la SBP entre el minuto 3 de la recuperación y la intensidad pico del ejercicio ( $SBPR_1$ ), y el cociente de la SBP entre el minuto 3 de la recuperación y el minuto 1 de la recuperación ( $SBPR_2$ ) ( $p < 0,001$ ).

Características	Varones (n=160)	Mujeres (n=165)
SBP <sub>P100</sub> (mmHg)	163,41±7,98* (138-178)	156,14±10,26 (132-176)
DBP <sub>P100</sub> (mmHg)	79,88±5,90* (70-90)	74,32±7,40 (60-90)
FC <sub>P100</sub> (lat/min)	198,53±10,52 (175-212)	199,87±9,78 (170-208)
%SBP <sub>RISE</sub>	39,82±9,52* (15,94-66,67)	34,01±5,24 (18,84-45,83)
%HR <sub>RISE</sub>	174,47±20,32* (133,33-220,31)	166,76±16,77 (126,47-225,81)
VO <sub>2</sub> máx. (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	41,90±6,06* (30-51)	37,93±3,07 (29-46)
VCO <sub>2</sub> máx. (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	46,83±6,41* (32-60)	42,93±3,67 (32-52)
RER	1,12±0,06 (1,00-1,30)	1,13±0,06 (1,00-1,33)
Carga máx. (W)	366,25±17,55* (325-400)	344,84±17,99 (325-400)
RPE	18,43±0,71 (17-20)	18,41±1,02 (15-20)

**Tabla 2.** Características de la prueba de ejercicio de los sujetos por género. Los datos son presentados como valores medios±DS e intervalos, n=número de sujetos, \*=Los datos de los hombres presentan diferencias significativas respecto a los datos de las mujeres.

Características	Varones (n=160)	Mujeres (n=165)
SBP <sub>1MIN</sub> (mmHg)	135,49±10,85* (119-172)	130,34±10,14 (110-150)
SBP <sub>3MIN</sub> (mmHg)	124,93±8,21 (109-151)	124,00±10,99 (96-146)
FC <sub>1MIN</sub> (lat.min <sup>-1</sup> )	110,86±5,74* (95-127)	120,28±7,08 (92-136)
FC <sub>3MIN</sub> (lat.min <sup>-1</sup> )	70,20±5,84* (63-105)	78,49±4,28 (68-90)
% de la disminución de la SBP en 1 min	17,02±5,99 (1,71-28,41)	16,56±2,26 (10,37-25,30)
% de la disminución de la SBP en 3 min	23,46±4,91* (8,70-32,95)	20,65±3,28 (12,20-30,43)
% de la disminución de la FC en 1 min	43,94±4,93* (47,50-70,00)	39,73±3,83 (30,11-47,12)
% de la disminución de la FC en 3 min	64,53±3,50* (41,67-68,50)	60,56±3,79 (42,86-66,99)
SBPR <sub>1</sub>	0,76±0,05* (0,67-0,91)	0,79±0,03 (0,70-0,88)
SBPR <sub>2</sub>	0,92±0,06* (0,76-1,01)	0,95±0,02 (0,84-0,99)

**Tabla 3.** Características del período post-ejercicio de los sujetos por género. Los datos son presentados como valores medios±DS e intervalos, n=número de sujetos, \*=Los datos de los hombres presentan diferencias significativas respecto a los datos de las mujeres.

### Asociación de la Relación de la SBP con el VO<sub>2</sub> máx. y el Porcentaje de FC

En la correlación de la SBPR<sub>2</sub> con el VO<sub>2</sub> máx., los hombres mostraron una correlación más elevada ( $r=-0,766$ ;  $r^2=0,59$ ;  $p<0,001$ ), que las mujeres ( $r=-0,586$ ;  $r^2=0,34$ ;  $p<0,001$ ). Después de realizar un control por edad se observó una menor correlación en los hombres ( $r=-0,757$ ;  $r^2=0,57$ ;  $p<0,001$ ) y en mujeres ( $r=-0,340$ ;  $r^2=0,11$ ;  $p<0,001$ ). La SBPR<sub>2</sub> tuvo también una correlación negativa con el % de disminución de la FC en el minuto 1 tanto en los hombres ( $r=-0,563$ ;  $r^2=0,32$ ;  $p<0,001$ ) como en las mujeres ( $r=-0,500$ ;  $r^2=0,25$ ;  $p<0,001$ ). Después de realizar un control por el VO<sub>2</sub> máx., la correlación se redujo tanto en los hombres ( $r=-0,145$ ;  $r^2=0,02$ ;  $p<0,05$ ) como en las mujeres ( $r=-0,254$ ;  $r^2=0,06$ ;  $p<0,001$ ). La correlación entre la SBPR<sub>2</sub> y el % de disminución de la FC en el minuto 3 fue de  $-0,482$  ( $r^2=0,24$ ;  $p<0,001$ ) en los hombres y de  $-0,483$  ( $r^2=0,23$ ;  $p<0,001$ ) en las mujeres. Después del ajuste con el VO<sub>2</sub> máx., la correlación entre las dos variables fue de  $-0,297$  ( $r^2=0,08$ ;  $p<0,001$ ) en los hombres y de  $-0,150$  ( $r^2=0,02$ ;  $p<0,03$ ) en las mujeres.

## DISCUSION

### Respuesta de la SBP durante el Ejercicio

En el presente estudio, valoramos la respuesta de la SBP entre hombres y mujeres durante un ejercicio de intensidad

máxima, utilizando el porcentaje de aumento de la SBP. Los resultados indican un porcentaje de aumento en la SBP significativamente más alto en los hombres respecto a las mujeres. Otros estudios (13, 16) han mostrado que el aumento en la SBP durante el ejercicio se debe principalmente al incremento en el gasto cardíaco y refleja el nivel de la conducción simpática y parasimpática. El incremento en el gasto cardíaco es una función del incremento en la FC. Los cambios en la presión sanguínea son frecuentemente mediados por un mecanismo barorreflejo por medio cambios en la FC (17). Esta respuesta de la FC a los cambios en la presión sanguínea arterial, mediada por barorreflejo, indica la capacidad de la modulación autonómica cardíaca refleja (18). Se ha informado que un aumento progresivo en la FC se debe al aumento en la actividad simpática y a la disminución en la actividad parasimpática (19). Otros estudios han informado que los hombres presentan mayor actividad simpática (20), y mayor sensibilidad del barorreflejo que las mujeres (18).

No estudiamos las diferencias de género en la modulación del sistema nervioso autónomo del corazón. Sin embargo, nuestro estudio indicó diferencias de género en el porcentaje de aumento de la FC durante el ejercicio, en el cual hubo un mayor porcentaje de aumento de la FC en los hombres que en las mujeres. No está claro y no se ha divulgado si los cambios en el grado de aumento de la FC al ejercicio son responsables de las diferencias de género en la respuesta de la SBP durante el ejercicio de intensidad máxima. Por lo tanto, investigamos si el porcentaje en el aumento de la SBP estuvo relacionado al porcentaje de aumento en la FC. Un análisis de regresión mostró una correlación débil entre las dos variables en ambos géneros, lo cual sugirió que el porcentaje de aumento en la FC tiene una contribución pobre sobre los cambios observados en el porcentaje de aumento en la SBP.

### **Respuesta de la SBP Post-Ejercicio**

Estudios anteriores han mostrado que la relación de recuperación de la SBP es una herramienta muy importante que es usada en la valoración de la tasa de disminución de la SBP durante la recuperación (3).

Los estudios (10, 11, 12, 13) han asociado la disminución significativa de la SBP durante la recuperación con un riesgo aumentado de enfermedad de las arterias coronarias, angina de pecho, e infarto de miocardio. La relación de la SBP entre el minuto 3 y el minuto 1 de recuperación fue usada en el presente estudio para valorar las diferencias de género en las respuestas de la SBP durante la recuperación. La SBP en el tercer minuto relativa a la SBP al minuto 1 fue preferida a la relación de la SBP en el min 3 de la recuperación y la intensidad pico del ejercicio, debido a sus ventajas en la exactitud de la medición de la presión sanguínea (11). En el presente estudio se encontró una disminución más rápida de la SBP durante la recuperación (es decir, menor SBPR<sub>2</sub>) en los hombres que en las mujeres. Para nuestro conocimiento, en la actualidad no han sido reportadas las diferencias de género en la disminución de la SBP durante la recuperación.

Nuestros resultados indicaron además un VO<sub>2</sub> máx. más alto, y un mayor % de disminución de la FC (en el min 1 y min 3) en los hombres que en las mujeres.

Otros estudios (1,21) han encontrado que la capacidad aeróbica es mayor en los hombres que en las mujeres, sugiriendo así, la influencia que ejerce el VO<sub>2</sub> máx. sobre las diferencias de género en la recuperación de la SBP. Las diferencias de género en la tasa de disminución de la FC no han sido estudiadas previamente. Sin embargo, la tasa de disminución de la FC ha sido relacionada a la sensibilidad del barorreflejo cardiovagal (2, 22). En estos estudios, el incremento de la inhibición simpática y la activación vagal del corazón y el lecho vascular arterial realzará la disminución en la FC. Sin embargo, otros estudios (18, 23, 24, 25) presentaron mayor sensibilidad del barorreflejo cardiovagal en los hombres que en las mujeres. De forma similar, otros estudios han demostrado que la tasa de disminución de la FC está relacionada al VO<sub>2</sub> máx. (22, 26) del cual se ha informado ser mayor en varones que en mujeres (1, 21).

Por lo tanto, investigamos si estas variables estaban asociadas con la tasa de recuperación de la SBP. Los resultados mostraron una correlación significativa entre la SBPR<sub>2</sub> y el VO<sub>2</sub> máx. en los hombres ( $r^2=58\%$ ) y una correlación más débil en las mujeres ( $r^2=34\%$ ). Estos resultados sugieren que el VO<sub>2</sub> máx. constituye un factor que contribuyó con los cambios observados en la tasa de recuperación de la SBP en este estudio. Los resultados además revelaron que el % de disminución de la FC en el min 1 y 3, tuvieron correlaciones débiles con la SBPR<sub>2</sub>, respectivamente tanto en el grupo de hombres como de las mujeres.

Las correlaciones se redujeron mucho cuando se ajustaron para el VO<sub>2</sub> máx., el cual ha sido asociado previamente a la tasa de disminución de la FC (22).

Sin embargo, las asociaciones entre la SBPR<sub>2</sub> y el % de disminución de la FC (en el min 1 y en el min 3) fueron más notables en el min 1 que en el min 3 de la recuperación.

### **Conclusiones**

La respuesta normal de la presión sanguínea sistólica al ejercicio de intensidad máxima muestra diferencias de género entre adultos jóvenes sanos no deportistas.

Los adultos jóvenes de sexo masculino de 18-35 años presentaron respuestas mayores, tales como un mayor porcentaje de aumento de la SBP durante el ejercicio y una mayor tasa de disminución de la SBP durante la recuperación. El porcentaje de aumento de la FC no constituyó un factor de contribución importante para los cambios en la respuesta de la SBP durante el ejercicio. Por otro lado, el VO<sub>2</sub> máx. constituyó un factor de contribución más fuerte para los cambios en la respuesta de la SBP después del ejercicio que el porcentaje de disminución de la FC. Los datos reportados podrían ser usados por los médicos clínicos en la rehabilitación cardíaca para interpretar de un modo más exacto la importancia de la respuesta exagerada de la SBP durante el ejercicio en un sujeto de un sexo específico y podrían permitir a los investigadores definir e interpretar la disminución significativa de la SBP después del ejercicio en términos estadísticos estratificados por género.

### Dirección para el Envío de Correspondencia

Dimkpa U., MSc, Department of Physiology, School of Basic Medical Sciences, Igbinedion University, Okada. PMB 0006, Benin City, Edo State, Nigeria. Correo electrónico: positivedoings@yahoo.com.

## REFERENCIAS

1. Fletcher G. F., Balady G. J., Amsterdam A. E., Chaitman B., Robert E., Jerome F., et al (2001). Exercise standards for testing and training. A statement for health care professionals from the American heart association. *Circulation* 104:1694-1740
2. Javorka M., Ila I., Balha rek T., Javorka K (2002). Heart rate recovery after exercise; relations to heart rate variability and complexity. *Braz J Med Biol Res* 35:991-1000
3. Taylor A. J., Beller G. A (1998). Post-exercise systolic blood pressure response; clinical application to the assessment of ischemic heart disease. *American Academy of Family Physicians* 58(5): 1-9
4. Amon K. W., Richard K. L., Crawford M. H (1984). Usefulness of the post exercise response of systolic blood pressure in the diagnosis of coronary artery disease. *Circulation* 70:951-956
5. Allison T. G., Cordeiro M. A., Miller T. D., Daida H., Squires R. W., Gau G. T (1999). Prognostic significance of exercise induced systemic hypertension in healthy subjects. *Am J Cardiol* 83:371-375
6. Gottdiener J. S., Brown J., Oltick J., Fletcher R. D (1990). Left ventricular hypertrophy in men with normal blood pressure; relation to exaggerated blood pressure response to exercise. *Ann Intern Med* 112:161-166
7. Devereux R. B., Pickering T. G (1990). Relationship between ambulatory or exercise blood pressure and left ventricular structure: prognostic implications. *J Hypertens* 8: s125-s134
8. Kurl S., Laukkanen J. A., Rauramaa R., Lakka T. A., Sivenius J., Salonen J. J (2001). Systolic blood pressure response to exercise stress test and risk of stroke. *Stroke* 32: 2036-2041
9. Miyahara T., Yokota M., Iwase M., Watanabe M., Matsunami T., Koide M., et al (1990). Mechanism of abnormal post exercise systolic blood pressure response and its diagnostic value in patients with coronary artery disease. *Am Heart J* 120:40-49
10. McHam S. A., Marwick T. H., Pashkow F. J., Lauer M. S (1999). Delayed systolic blood pressure recovery after graded exercise: an independent correlate of angiographic coronary disease. *J Am Coll Cardiol* 34: 754-759
11. Hashimoto M., Okamoto M., Yamagata T., Yamane T., Watanabe M., Tsuchioka Y., et al (1993). Abnormal systolic blood pressure during exercise recovery in patients with angina pectoris. *J Am Coll Cardiol* 22: 659-664
12. Laukkanen J. A., Kurl S., Salonen R., Lakka T. A., Rauramaa R., Salonen J. T (2004). Systolic blood pressure during recovery from exercise and the risk of acute myocardial infarction in middle aged men. *Hypertension* 44:820-825
13. Borg G. A (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exc* 14:377-381
14. Ellestad M (1989). Reliability of blood pressure recordings. *Am J Cardiol* 63:983-985
15. Ganong W. F (2005). Review of Medical Physiology. 22nd Ed. International Edition: Singapore p.571
16. FitPro T. C (2006). Blood pressure and exercise. *American Fitness Professionals and Associates 1998*; Retrieved on 28 November, from <http://www.afpfitness.com/articl/article-and- newsletter/>
17. Huikuri H. V., Pikkujamsa S. M., Airaksinen K. E., Ikaheimo M. J., Rantala A. O., Kauma H., et al (1996). Sexrelated differences in autonomic modulation of heart rate in middle-aged subjects. *Circulation* 94:122-125
18. Curfman G. D., Hillis L. D (2007). A new look at cardiac exercise testing. *N Engl J Med* 2003; 348: 775-776. 20. Huxley VH. Sex and the cardiovascular system; the intriguing tale of how women and men regulate cardiovascular function differently. *Advan Physiol Edu* 31:17-22
19. Cheuvront C. N., Carter R., DeRuisseau K. C., Moffatt R. J (2005). Running performance differences between men and women (an update). *Army Research Institute of Environmental Medicine*
20. <http://handle.dtic.mil/100.2/ADA443506> (1940).
21. Du N., Bai S., Oguri K., Kato Y., Matsumoto I., Kawase H., et al (2005). Heart rate recovery after exercise and neural regulation of heart rate variability in 30-40 year old female marathon runners. *J Sports Sci Med* 4:9-17
22. Rossy L. A., Thayer J. F (1998). Fitness and gender-related differences in heart period variability. *Psychosom Med* 60:773-781
23. Laitinen T., Hartikainen J., Vanninen E., Niskanen L., Geelen G., Lansimies E (1998). Age and gender dependency of baroreflex sensitivity in healthy subjects. *J Appl Physiol* 84:576-583
24. Ylitalo A., Airaksinen K. E., Hautanen A., Kupari M., Carson M., Virolainen J. et al (2000). Baroreflex sensitivity and variants of the

rennin-angiotensin system genes. *J Am Coll Cardiol* 35:194-200

25. Darr K. C., Bassett D. R., Morgan B. J., Thomas D. P (1988). Effects of age and training status on heart rate recovery after peak exercise. *Am J Physiol* 254: H340-H343

### **Cita Original**

Dimkpa U., Ugwu A.C., Oshi D.C. Assessment of Sex Differences in Systolic Blood Pressure Responses to Exercise in Healthy, Non-Athletic Young Adults. *JEPonline*; 11 (2): 18-25, 2008.