

## Marcadores de estrés oxidativo y su relación con el estado nutricional en adultos, Ecuador

*Raquel Salazar-Lugo, Amparito Barahona, Manuel Santamaria,  
Hilda Salas, Mariana Oleas, Bélgica Bermeo*

Proyecto Prometeo, Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SE-  
NESCYT). Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador

**RESUMEN.** Se evaluó la relación entre biomarcadores de estrés oxidativo (ácido úrico, bilirrubina y proteína C-reactiva) con el estado nutricional en 321 adultos de Ecuador, pertenecientes al personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, con edades de  $43 \pm 10$  años, (46,30% femenino y 53,61% masculino). Se obtuvo información sociodemográfica, de estilo de vida y epidemiológica; se calculó el índice de Masa Corporal (IMC), porcentaje de grasa y agua corporal, se midió la circunferencia de la cintura (CC) y la presión arterial y se determinó las concentraciones de ácido úrico, bilirrubina y Proteína C reactiva (PCR). Se encontró que 17,9% de la población presentó obesidad y 51,72% sobrepeso. Los valores más elevados de ácido úrico se encontraron en obesos, hipertensos y en quienes realizan actividad física. La bilirrubina total, directa e indirecta se encontró en límites superiores en los grupos con obesidad abdominal, y con actividad física. Las variables % de grasa y de agua influyen en la PCR en el grupo con baja grasa corporal y en las mujeres. En hombres, la PCR se asocia con IMC y CC. En los grupos sobrepeso, alta grasa corporal y PHT, el ácido úrico mostró relación con el % de grasa y la CC. En los obesos con el % de agua e IMC y en los grupos obesidad abdominal e HT se asoció con % de agua y CC. Se concluye que el porcentaje de agua corporal es un importante indicador nutricional para el desarrollo de estrés oxidativo en esta población.

**Palabras clave:** Acido úrico, PCR, bilirrubina, obesos, porcentaje de agua corporal, hipertensos, estado nutricional.

**SUMMARY. Relationships between biomarkers of oxidative stress and nutritional status in adults, Ecuador.** In this work it was evaluated the relationship between oxidative stress biomarkers (uric acid, bilirubin and C-reactive protein) with nutritional status in 321 adults of Ecuador, belonging to administrative staff of the Universidad Técnica del Norte, aged  $43 \pm 10$  years old (46.30% female and 53.61% male). Socio demographic and epidemiological information and lifestyle were obtained through a survey; The Body Mass Index (BMI) and body fat and body water percentages were calculated; waist circumference (WC) and blood pressure was measured. Determinations of uric acid, bilirubin, and serum C-reactive protein (PCR) were performed. 17.9% of the populations were obese and 51.72% overweight. The highest values of uric acid were found in obese, hypertensive and physical activity groups. The total direct and indirect bilirubin were found in upper limits in abdominal obesity and physical activity groups. The CRP level was influenced by % fat and % water in the low body fat group and in females. In male, BMI and WC were associated with CRP. Uric acid showed relationship with % fat and WC in overweight, high body fat and PHT groups, uric acid was associated with the % water and BMI in obese. Finally, uric acid was associated with % water and the WC in the abdominal obesity, and HT groups'. The body water percentage is an important indicator to development of oxidative stress in this population.

**Key words;** Uric acid, CRP, bilirubin, obese, overweight, percentage body water, hypertensive, nutritional status

### INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares, la obesidad y el síndrome metabólico, son el resultado de procesos inflamatorios crónicos relacionados con la producción de radicales libres que conducen al desarrollo de un desbalance del estado redox de la célula generando estrés oxidativo. El organismo se defiende del daño inducido por los radicales libres a través de sistemas antioxidantes, que incluyen moléculas tales como la

Proteína C reactiva (PCR), el ácido úrico y la bilirrubina. La PCR es un indicador no específico de inflamación; niveles medios en suero se asocian con procesos inflamatorios crónicos. Se ha demostrado asociación de PCR con indicadores de riesgo cardiovascular tales como obesidad y algunos desórdenes lipídicos tanto en niños como en adultos (1)

Tanto el ácido úrico como la bilirrubina han sido reportados como potentes moléculas de la maquinaria de defensa antioxidante de la célula (2, 3). Niveles

medianamente elevados de bilirrubina en el suero se asocian negativamente con factores de riesgo cardiovascular tales como obesidad, síndrome metabólico e hipertensión (4). En modelos experimentales se ha demostrado que la bilirrubina reduce significativamente el peso corporal, aumenta la sensibilidad a la insulina y suprime la infiltración de macrófagos y la expresión de citoquinas proinflamatorias en el tejido adiposo (5). En Ecuador la diabetes y las enfermedades hipertensivas y cerebrovasculares están señaladas como las tres primeras causas de muerte en la población (6), y se ha reportado un incremento en la obesidad y el síndrome metabólico en poblaciones tanto de adultos como infantiles (7). Al respecto, en este estudio se aportan evidencias que permiten identificar cuáles parámetros antropométricos (índice de masa corporal y circunferencia de la cintura) y nutricionales (% de grasa y % de agua corporal) están relacionados con marcadores de estrés oxidativo (PCR, ácido úrico y bilirrubina) en adultos de la región de Imbabura, con la finalidad de definir estrategias de intervención adecuadas que contribuyan a mejorar el estatus redox de esta población y por consiguiente prevenir la aparición de enfermedades crónicas.

## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó tomando en cuenta las normas de bioética establecidas en la declaración de Helsinki (Ginebra 2002). Los sujetos de estudio fueron 321 adultos pertenecientes al personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte (UTN) con promedio de edades de  $43 \pm 10$  años, (46,30% femenino y 53,61% masculino). Se aplicó una encuesta para la recolección de la información sociodemográfica (nivel de instrucción, estado civil, etnia y lugar de residencia), de estilo de vida (fumar, consumo de alcohol y actividad física) y de vigilancia epidemiológica (patologías presentes en ellos o sus familiares directos). Fueron excluidos de este estudio aquellas personas diagnosticadas como diabéticas.

Para valorar el estado nutricional, los sujetos de estudio se pesaron en una balanza electrónica (TBF-551; Tanita Corp, Tokio, Japon). y se midieron en un tallímetro de madera (de 0 a 200 cm y precisión de un milímetro). Estos datos fueron usados para calcular el Índice de Masa Corporal (IMC), se determinó el estado nutricional considerando los siguientes puntos de corte:

$< 18,5$  = desnutrición;  $18,5$  a  $24,99$  = normal;  $25$  a  $29,9$  = sobrepeso;  $30,0$  a  $34,9$  = obesidad 1,  $35$  a  $39,9$  = obesidad 2;  $> 40$  = obesidad 3 (8).

Se midió la circunferencia de la cintura (CC) con una cinta métrica, según normas establecidas aplicando para este estudio puntos de corte definidos para poblaciones latinoamericanas (hombres  $>90$ cm y mujeres  $> 81$  cm). El porcentaje de grasa y agua corporal se evaluó en la balanza TANITA, según puntos de corte señalados en el equipo para ambos sexos (9). La población se agrupó de acuerdo a la grasa total en cuatro grupos: 1. Baja grasa (Mujeres: 18-39 años: 0-21 %; 40 a 59 años: 0-22,9 %; 60 a 99 años: 0-23,9 %; Hombres: 18 a 39 años: 0-7,9 %, 40 a 59 años: 0-10,9 %, 60 a 99 años: 0-12,9 %); 2 saludable (Mujeres 18 a 39 años: 21-32,9 %, 40 a 59 años: 23-33,9 %, 60 a 99 años: 24-35,9 %; Hombres: 18 a 39 años: 8-19,9 %; 40 a 59 años: 11-21,9 %, 60 a 99 años: 13-24,9 %); 3 altos en grasa (Mujeres: 18 a 39 años: 33-39,9, 40 a 59 años: 34-39,9 %, 60 a 99 años: 36-41,9 %; Hombres: 18 a 39 años: 20-24,9 %, 40 a 59 años: 22-27,9 %, 60 a 99 años: 25-29,9 %); y 4. Obesos (Mujeres: 18-39 años:  $> 39$  %, 40 a 59 años:  $> 40$  %; 60 a 99 años:  $> 42$  %; Hombres: 18 a 39 años:  $> 25$  %, 40 a 59 años:  $> 28$  %, 60 a 99 años:  $> 30$  %) y de acuerdo al porcentaje de agua en dos grupos: bajo porcentaje de agua ( $< 50$  hombres,  $< 45$  mujeres) y adecuado porcentaje de agua (50-65 % hombres, 45-60 % mujeres). No se observaron personas con alto porcentaje de agua corporal.

La presión arterial, fue medida con un tensiómetro de mercurio (No. 611 Yamasu; Kenzmedico, Saitama, Japón) y evaluada según los criterios de ATP III (10). De acuerdo a la presión arterial la población se clasificó en 3 grupos: PN= presión normal ( $<120/<80$ ), PHT= prehipertensos ( $>120/80,139/89$ ), HP= hipertensos ( $>140/90$ ). Para la determinación de los parámetros sanguíneos se tomaron 10 ml de sangre utilizando la técnica de punción venosa. Posteriormente, se procedió a extraer el suero para los respectivos análisis. Se realizaron determinaciones de ácido úrico, bilirrubina total (BT), bilirrubina directa (BD) y bilirrubina indirecta (BI) mediante métodos colorimétricos y Proteína C reactiva (PCR) por inmunoturbidimetría utilizando reactivos especificados para cada determinación de acuerdo a la casa ROCHE, las determinaciones se hicieron con el equipo COBAS e 311 ROCHE (Diagnostic GmbH, Sandhofer Strasse 116, D-68305 Mannheim, Alemania).

**Análisis estadístico**

Los datos fueron analizados estadísticamente mediante métodos no paramétricos debido a que no respondieron a los criterios de normalidad y homogeneidad. Para determinar diferencias significativas en las concentraciones de PCR, ácido úrico, BT, BD y BI y los grupos evaluados de acuerdo al estado nutricional, porcentaje de agua y grasa, CC, hipertensión arterial, actividad física, consumo de alcohol y fumadores aplicando las pruebas de Kruskal Wallis (K-W) y Mann Whitney (W). Se aplicó un análisis de regresión lineal múltiple para ajustar un modelo que explique la influencia de las variables independientes IMC, % de agua, % de grasa

y CC sobre las variables bioquímicas ácido úrico, BT, BD, BI y PCR en los grupos de acuerdo a cada clasificación establecida. El nivel de significancia se fijó en  $P < 0.05$ . Los análisis fueron realizados con el paquete estadístico SPSS para Windows, Versión 20.0 (IBM Inc., Armonk, NY, USA).

**RESULTADOS**

El grupo de estudio se caracterizó por ser, en su mayoría, no fumadores (79,94%), un 52,35% dijo no consumir alcohol, contra 37,93% que manifestaron consumir ocasionalmente bebidas alcohólicas y el 69,79% realiza algún tipo de actividad física.

En cuanto a la evaluación nutricional, el 17,24% de la población estudiada presentó algún grado de obesidad (obesidad I: 13,17%; obesidad II: 3,13% y obesidad III: 0,94%) y el 51,72% sobrepeso.

De acuerdo al porcentaje de grasa corporal, se encontró que el 49,84% de los individuos se clasificaron como obesos, el 28,71% con porcentaje de grasa normal, 17,98% con alta grasa corporal y un 3,47% con baja grasa corporal. Así mismo, el 70,35% de los individuos

Tabla 1. Parámetros bioquímicos marcadores de estrés oxidativo en adultos clasificados de acuerdo a su estado nutricional, Ecuador 2014. PCR= proteína C reactiva, en paréntesis los valores mínimos y máximos.

Parámetros bioquímicos	Estado nutricional		
	Eutroficos X ± DE	Sobrepeso X ± DE	Obesidad X ± DE
PCR µg/dL	2,55 ± 2,26 (0 - 14)	3,32 ± 3,32 (0 - 25,21)	4,85 ± 8,91 (0 - 45,54)
Ácido úrico mg/dL	4,92 ± 1,11 (2,7 - 8,5)	5,45 ± 1,37 (2,7 - 10,1)	5,95 ± 1,63 (3,4 - 10,1)
Bilirrubina Total mg/dL	0,60 ± 0,44 (0,24 - 2,67)	0,62 ± 0,39 (0,24 - 2,27)	0,66 ± 0,22 (0,27 - 2,55)
Bilirrubina Directa mg/dL	0,19 ± 0,10 (0,08 - 0,76)	0,19 ± 0,09 (0,07 - 0,53)	0,19 ± 0,05 (0,1 - 0,35)
Bilirrubina Indirecta mg/dL	0,39 ± 0,21 (0,15 - 1,23)	0,46 ± 0,30 (0,14 - 1,79)	0,45 ± 0,27 (0,17 - 1,79)

\* $P < 0,001$

Tabla 2. Parámetros bioquímicos marcadores de estrés oxidativo en adultos clasificados de acuerdo al porcentaje de grasa corporal, Ecuador 2014. PCR= proteína C reactiva, en paréntesis los valores mínimos y máximos.

Parámetros bioquímicos	Baja Grasa X±DE	Adecuada grasa X±DE	Altos en grasa X±DE	Obesos X±DE
PCR µg/dL	2,19 ± 1,67 (0 - 5,38)	2,37 ± 1,92 (0 - 9,78)	3,76 ± 4,52 (0 - 25,21)	3,91 ± 5,34 (0 - 45,54)
Ácido úrico mg/dL	4,02 ± 0,89 (2,7 - 5,4)	5,35 ± 1,19 (3,0 - 8,8)	5,25 ± 1,20 (2,9 - 7,8)	5,49 ± 1,51* (2,7 - 10,1)
Bilirrubina Total mg/dL	0,53 ± 0,29 (0,24 - 2,55)	0,70 ± 0,45 (0,24 - 2,69)	0,58 ± 0,30 (0,25 - 2,16)	0,63 ± 0,36 (0,25 - 2,22)
Bilirrubina Directa mg/dL	0,17 ± 0,09 (0,08 - 0,34)	0,20 ± 0,09 (0,08 - 0,50)	0,17 ± 0,07 (0,08 - 0,53)	0,19 ± 0,09 (0,07 - 0,76)
Bilirrubina Indirecta mg/dL	0,35 ± 0,20 (0,15 - 0,75)	0,46 ± 0,30 (0,14 - 1,79)	0,41 ± 0,23 (0,16 - 1,63)	0,44 ± 0,27 (0,16 - 1,79)

\* $P < 0,05$

Tabla 3. Parámetros bioquímicos marcadores de estrés oxidativo en adultos clasificados de acuerdo al porcentaje de agua corporal, Ecuador 2014.  
PCR= proteína C reactiva en paréntesis los valores mínimos y máximos.

Parámetros bioquímicos	Porcentaje de Agua corporal	
	Bajo porcentaje X±DE	Adecuado porcentaje X±DE
PCR	5,26 ± 6,90	2,70 ± 2,77 *
µg/dL	(1 – 45,54)	(0 – 25,21)
Ácido úrico	5,21 ± 1,40	5,40 ± 1,36
mg/dL	(2,7 – 10,1)	(2,7 – 10,1)
Bilirrubina Total	0,59 ± 0,27	0,67 ± 0,41
mg/dL	(0,25 – 1,64)	(0,24 – 2,69)
Bilirrubina Directa	0,17 ± 0,60	0,19 ± 0,09
mg/dL	(0,07 – 0,34)	(0,02 – 0,76)
Bilirrubina Indirecta	0,40 ± 0,21	0,45 ± 0,29
mg/dL	(0,16 – 1,23)	(0,14 – 1,79)

\* P<0,01

Tabla 4. Parámetros bioquímicos marcadores de estrés oxidativo en adultos clasificados de acuerdo a la grasa abdominal, Ecuador 2014.  
PCR= proteína C reactiva en paréntesis los valores mínimos y máximos

Parámetros bioquímicos	Grasa abdominal	
	Adecuada X±DE	Obesidad abdominal X±DE
PCR	3,03 ± 2,48	3,41 ± 4,61
µg/dL	(0 – 9,19)	(0 – 45,54)
Ácido úrico	4,51 ± 0,96	5,57 ± 1,39*
mg/dL	(2,9 – 7,1)	(2,7 – 10,1)
Bilirrubina Total	0,46 ± 0,22	0,68 ± 0,40*
mg/dL	(0,24 – 1,22)	(0,25 – 2,69)
Bilirrubina Directa	0,16 ± 0,07	0,19 ± 0,09*
mg/dL	(0,08 – 0,40)	(0,02 – 0,76)
Bilirrubina Indirecta	0,33 ± 0,16	0,46 ± 0,28*
mg/dL	(0,14 – 0,91)	(0,16 – 1,79)

\* P<0,01

Tabla 5. Parámetros bioquímicos marcadores de estrés oxidativo en adultos clasificados de acuerdo a la presión arterial, Ecuador 2014.

PCR= proteína C reactiva PN= presión normal, PHT= prehipertensos, HT= hipertensos en paréntesis los valores mínimos y máximos

Parámetros bioquímicos	Presion arterial		
	PN X±DE	PHT X±DE	HT X±DE
PCR	2,73 ± 5,14	3,73 ± 4,02	3,72 ± 2,79 *
µg/dL	(0 – 45,54)	(0 – 25,21)	(1 – 14)
Ácido úrico	3,03 ± 1,25	5,61 ± 1,4	5,98 ± 1,3*
mg/dL	(3 – 6)	(2,7 – 7,4)	(3,6 – 6,5)
Bilirrubina Total	0,67 ± 0,44	0,64 ± 0,36	0,61 ± 0,32
mg/dL	(0,24 – 2,55)	(0,24 – 2,69)	(0,25 – 2,16)
Bilirrubina Directa	0,19 ± 0,11	0,18 ± 0,07	0,18 ± 0,07
mg/dL	(0,02 – 0,76)	(0,09 – 0,50)	(0,07 – 0,53)
Bilirrubina Indirecta	0,45 ± 0,31	0,42 ± 0,22	0,43 ± 0,26
mg/dL	(0,15 – 1,79)	(0,14 – 1,23)	(0,17 – 1,63)

\*P<0,01

mostraron un porcentaje de agua corporal adecuado, independientemente de su estado nutricional y el resto (29,34%) presentaron bajo porcentaje de agua corporal.

No se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de PCR en los grupos evaluados nutricionalmente, ni en los evaluados de acuerdo al porcentaje de grasa ni de la circunferencia de la cintura (Tablas 1, 2 y 4). El valor promedio de la PCR arrojó diferencias estadísticamente significativas en las personas evaluados de acuerdo al porcentaje de agua (W= 2664; P<0,001), observándose el valor promedio más elevado en el grupo con bajo porcentaje de agua (5,26 ± 6,90) y el más bajo en los agrupados con alto porcentaje de agua (2,70 ± 2,77; Tabla 3). Así mismo, se observaron diferencias significativas en las concentraciones de PCR para los grupos evaluados de acuerdo a la presión sanguínea (K-W= 14,90; P<0,001), los valores promedios más bajo se observaron en el grupo PN (Tabla 5). En cuanto a las concentraciones de ácido úrico, el análisis estadístico mostró que existían diferencias significativas

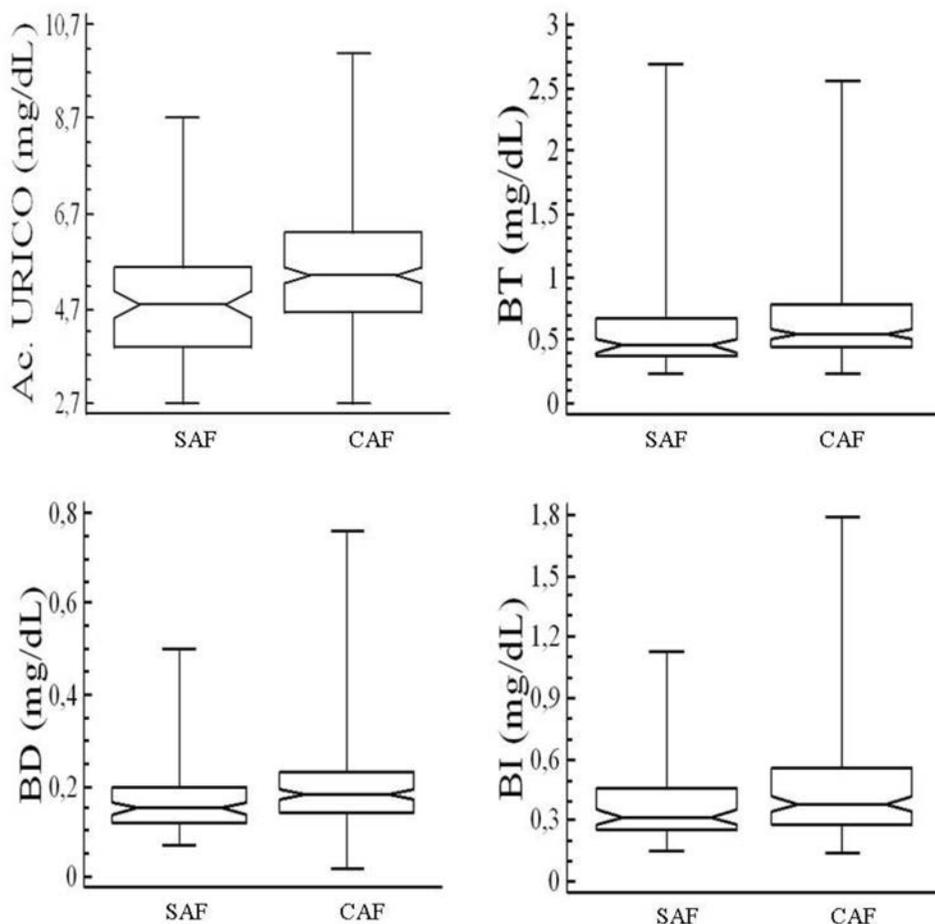


Figura 1. Valores de ácido úrico y bilirrubina total (BT), directa (BD) e indirecta (BI) en adultos de acuerdo a la actividad física, SAF= sin actividad física, CAF: con actividad física. Ecuador, 2014.

centraciones de PCR en los individuos clasificados con baja grasa corporal ( $R^2=12,1\%$ ;  $P<0,05$ ) y en las mujeres ( $R^2=18,6\%$ ;  $P<0,01$ ). En hombres, las variables que se asocian independientemente con la PCR fueron IMC y CC ( $R^2=10,7\%$ ;  $P<0,01$ ) y en el grupo PN fueron el IMC, % de agua y CC ( $R^2=35,9\%$ ;  $P<0,01$ ). No se encontró relación entre las concentraciones de PCR y las variables antropométricas y nutricionales en los grupos con adecuado porcentaje de agua corporal, eutróficos, con adecuada grasa corporal y abdominal. En los grupos sobrepeso, alta grasa corporal y PHT, las concentraciones de ácido úrico mostraron relación con las variables % de grasa y CC ( $R^2=27,1\%$ ;  $P<0,01$ ;  $R^2=36,4\%$ ;  $P<0,01$ ;  $R^2=18,1$ ;  $P<0,01$ ; respectivamente). En los grupos clasificados con obesidad y con PN, el

entre los promedios de las concentraciones de ácido úrico de acuerdo al estado nutricional ( $K-W=15,36$ ;  $P<0,001$ ), la evaluación de grasa corporal ( $K-W=11,68$ ;  $P<0,01$ ), grasa abdominal ( $W=9922,5$ ;  $P<0,001$ ) y de la presión sanguínea ( $13,92$ ;  $P<0,001$ ). Los valores promedios más elevados se observaron en los obesos ( $5,95 \pm 1,63$ ), el grupo con elevada grasa corporal ( $5,49 \pm 1,51$ ), el de obesidad abdominal ( $5,57 \pm 1,39$ ) y los hipertensos ( $5,98 \pm 1,3$ ; Tablas 1, 2, 4, 5). Los valores promedio de BT; BD e BI mostraron diferencias estadísticamente significativa en el grupo clasificado de acuerdo a la grasa abdominal, ( $W=6324$   $P<0,001$ ;  $W=6860$   $P<0,01$ ;  $W=6377$   $P<0,01$ ) los valores más elevados se encontraron en el grupo con elevada grasa abdominal ( $0,68 \pm 0,40$ ;  $0,19 \pm 0,09$ ;  $0,46 \pm 0,28$ ; respectivamente; Tabla 4). El análisis de regresión lineal múltiple determinó que las variables % de grasa y de agua influyen en las con-

ácido úrico se relacionó con las variables % de agua e IMC ( $R^2=16,8\%$ ;  $P<0,05$ ;  $R^2=17,1\%$ ;  $P<0,01$ ) y en los clasificados con obesidad abdominal, e HT el ácido úrico se asoció con las variables % de agua y CC ( $R^2=20,2\%$ ;  $P<0,0$ ;  $R^2=27,2$ ,  $P<0,01$ ).). El grupo con obesidad abdominal también mostró una relación significativa entre las concentraciones de BT, BD y BI y las variables % de agua y la CC ( $R^2=4,9\%$ ;  $P<0,05$ ,  $R^2=6,7\%$ ;  $P<0,01$ ;  $R^2=4,3\%$ ,  $P<0,05$ , respectivamente). La actividad física fue un factor que determinó diferencias estadísticamente significativa en los parámetros bioquímicos evaluados, específicamente en las concentraciones de ácido úrico ( $W=12004,5$   $P<0,001$ ) y BT ( $W=6115,0$ ;  $P<0,05$ ), BD ( $W=6788,5$   $P<0,01$ ) y BI ( $W=6077,5$ ;  $P<0,05$ ), observándose los valores más elevados en el grupo que afirmó practicarla al menos 2 veces a la semana (Figura 1). No se

encontró diferencias significativas para la PCR entre estos grupos.

## DISCUSIÓN

En este estudio se demostró que los niveles de PCR séricos en la población estudiada se asocian con los parámetros IMC, CC, % de agua y % de grasa dependiendo del género. En el género masculino los predictores independientes de los niveles de PCR fueron el IMC y la CC y en el género femenino fueron el % de agua y de grasa. Esta asociación no fue encontrada en los obesos ni en el grupo de sobrepeso, contrario a lo reportado en estudios realizados en otras poblaciones latinoamericanas (11). Se ha demostrado que la grasa corporal está relacionada con inflamación crónica y la obesidad visceral está asociada con niveles elevados de PCR independientemente del IMC (12, 13).

La asociación entre la PCR con el porcentaje de agua y grasa en aquellos individuos clasificados con baja grasa corporal sugiere que esta condición puede producir cierto estado inflamatorio crónico subclínico y que una condición adecuada de grasa y agua corporal determinan la disminución de un estado oxidativo que conlleva a procesos inflamatorios, tal y como lo indica la no asociación entre este indicador bioquímico y los parámetros nutricionales en los grupos clasificados con porcentaje normal de grasa y de agua corporal.

Las mayores concentraciones de ácido úrico se encontraron en los obesos, en el grupo con alta grasa corporal así como en los HT lo cual concuerda con otros estudios (14, 15). En los grupos sobrepeso, alta grasa corporal y PHT, el % de grasa y la CC son variables que influyen en los niveles de ácido úrico; se ha reportado que algunos componentes del síndrome metabólico como la CC se correlacionan positivamente con los niveles de ácido úrico (16). Los individuos con sobrepeso, alta grasa corporal o con prehipertensión se encuentran en una etapa intermedia entre la salud y la enfermedad, en donde prevalece un proceso oxidativo crónico; de tal forma que moléculas como el ácido úrico pueden jugar un rol clave en la defensa antioxidante.

El estrés oxidativo generado en el tejido adiposo se le ha reconocido como la mayor causa de la resistencia a la insulina y de la enfermedad cardiovascular (16, 17, 18). El incremento en los niveles de ácido úrico está relacionado con dietas que incluyen alto contenido de

fructosa; las consecuencias del metabolismo de la fructosa resulta en estrés oxidativo, inflamación e incremento de la lipogénesis y se ha reportado que alto consumo de fructosa es un factor importante de desarrollo de desórdenes metabólicos que incluyen la obesidad, alta presión arterial la resistencia a la insulina y el inicio de enfermedad renal y cardíaca (19).

Por otro lado, se observaron los niveles más altos de BT, BD y BI en el grupo clasificado con obesidad abdominal, resultado contrario a lo reportado en otros trabajos (20, 21). La bilirrubina es un potente antioxidante endógeno y citoprotector. Se ha reportado una relación negativa entre los niveles de bilirrubina y marcadores de estrés oxidativo como los oxiteroles e igualmente, la elevación media de los niveles de bilirrubina en el suero se asocia fuertemente con una baja prevalencia de enfermedades mediadas por el estrés oxidativo (3, 22).

El hecho de que las concentraciones de bilirrubina y ácido úrico se encuentren más elevadas en las personas que practican alguna actividad física sugiere que el ejercicio físico parece influir en el incremento de estas moléculas y por consiguiente en la capacidad antioxidante de estas personas independientemente de su estatus nutricional.

## CONCLUSIONES

Los resultados encontrados en relación a las concentraciones de bilirrubina parecen reflejar un balance entre el estrés oxidativo generado por el sobrepeso y la respuesta antioxidante del organismo. Así mismo, el porcentaje de agua corporal es un indicador nutricional a considerar para disminuir los factores de riesgo bioquímicos asociados con el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles en esta población. Por último, el ejercicio físico juega un papel importante en el incremento de la capacidad antioxidante de estos adultos.

Agradecimientos: A la Secretaria Nacional de Educación Superior. Ciencia Tecnología e Innovación (SENESCYT) Proyecto Becas PROMETEO, a la Facultad de Ciencias de la Salud (FCCS), al Centro Universitario de Investigación Ciencia y Tecnología (CUICYT) de la Universidad Técnica del Norte (UTN-Ibarra), al Hospital del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) Ibarra, a los departamentos: de Bienestar Universitario y Riesgos Laborales, a la Carrera de Nutrición y Salud Comunitaria y un especial reconocimiento al Personal Administrativo de la UTN por su participa-

ción en el Estudio.

### REFERENCIAS

1. Haro-Acosta MI, Ru Iacute Z Esparza-Cisneros J, Delgado-Valdez JU, Ayala-Figueroa RI. Ultra-sensitive C-reactive protein associated to nutritional status and biochemical profile in Mexican school children. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2014;52(4):398-403.
2. Ames B, Cathcart R, Schwiers E, Hochstein P. Uric acid provides an antioxidant defense in humans against oxidant- and radical-caused aging and cancer: a hypothesis. *Proc Natl Acad Sci USA.* 1981;78:6858-6862.
3. Vitek L, Novotný L, Žák A, Staňková B, Zima T, Polito A, Cesare G, Zerbinati C, Iuliano L. Relationship between serum bilirubin and uric acid to oxidative stress markers in Italian and Czech populations. 2013; *J Appl Biomed.* 11: 209-221,
4. Vitek L. The role of bilirubin in diabetes, metabolic syndrome, and cardiovascular diseases. *Front Pharmacol.* 2012;3:55-60..
5. Dong H, Huang H, Yun X, Kim DS, Yue Y, Wu H, Sutter A, Chavin KD, Otterbein LE, Adams DB, Kim YB, Wang H. Bilirubin increases insulin sensitivity in leptin-receptor deficient and diet-induced obese mice through suppression of ER stress and chronic inflammation. *Endocrinol.* 2014; 155(3):818-28.
6. Bernstein A. Emerging patterns in overweight and obesity in Ecuador. *Rev Panam Salud Pública.* 2008; 24 (1): 71-4.
7. INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). *AEV-Anuario de Estadísticas Vitales.* Quito: INEC. 2010
8. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Uso e interpretación de la antropometría.* Ginebra: OMS-OPS. 1995.
9. Gallagher AC. Fluid and electrolyte requirements. En: Krey SH, Murrar RL (eds). *Dynamics of nutrition support.* Norwalk CT. Appleton-Century-Crofts. EUA 1986: 249-75.
10. Cleeman J. I. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III). *J Amer Med Assoc* 2001. 285: 2486-2497,
11. Ramírez A, Sánchez R. Relación entre los niveles séricos de la proteína C reactiva y medidas antropométricas; una revisión sistemática de los estudios realizados en Suramérica. *Nutr Hosp.* 2012; 27(4):971-977.
12. Stepień M, Stepień A, Wlazeł RN, Paradowski M, Banaś M, Rysz J. 2014, Obesity indices and inflammatory markers in obese non-diabetic normo- and hypertensive patients: a comparative pilot study. *Lipids in Health and Dis.* 2014; 13:29.
13. Cruz-Domínguez MP, Cortés DH, Zarate A, Tapia G, Alvarez A, Damasio L, Manuel A. Relationship of ghrelin, acid uric and proinflammatory adipocytokines in different degrees of obesity or diabetes. *Int J Clin Exp Med.* 2014; 7(5):1435-41.
14. Cicero AF, Salvi P, D'Addato S, Rosticci M, Borghi C. Brisighella Heart Study group. Association between serum uric acid, hypertension, vascular stiffness and subclinical atherosclerosis: data from the Brisighella Heart Study. *J Hypertens.* 2014;32(1):57-64.
15. Colado AN, Bandeira J, Sabbatini D, Cecchini R, Dichi I. 2008. Influence of uric acid and  $\gamma$ -glutamyltransferase on total antioxidant capacity and oxidative stress in patients with metabolic syndrome. *Nutrition.* 2008; 24:675-681
16. Lanasa M, Sanchez L, Choi Y, Cicerchi C, Kanbay M, Roncal J, et al. Uric acid induces Hepatic Steatosis by Generation of Mitochondrial Oxidative Stress: Potential Role in Fructose-Dependent and- Independent Fatty Liver. *J Bio Chem.* 2012; 287(48):40732-40744.
17. Prieto D, Contreras C, Sánchez A. Endothelial dysfunction, obesity and insulin resistance. *Curr Vasc Pharmacol.* 2014; 12(3):412-26.
18. Iantorno M, Campia U, Di Daniele N, Nistico S, Forleo GB, Cardillo C, Tesouro M. Obesity, inflammation and endothelial dysfunction. *J Biol Regul Homeost Agents.* 2014; 28(2):169-76.
19. Johnson R, Segal M, Sautin Y, Nakagawa T, Feig D, Kang D, et al. Potential role of sugar (fructose) in the epidemic of hypertension, obesity and the metabolic syndrome, diabetes, kidney disease, and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr.* 2007; 86:899-906.
20. McArdle PF1, Whitcomb BW, Tanner K, Mitchell BD, Shuldiner AR, Parsa A. Association between bilirubin and cardiovascular disease risk factors: using Mendelian randomization to assess causal inference. *BMC Cardiovasc Disord.* 2012; 14:12:16.
21. Choi SH, Yun KE, Choi HJ. Relationships between serum total bilirubin levels and metabolic syndrome in Korean adults. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2013; 23(1):31-7.
22. Jenko-Pražnikar Z1, Petelin A, Jurdana M, Žiberna L. Serum bilirubin levels are lower in overweight asymptomatic middle-aged adults: an early indicator of metabolic syndrome?. *Metabolism.* 2013; 62(7):976-85.

Recibido: 19-09-2014

Aceptado: 23-11-2014