
Factores bioquímicos y nutricionales asociados a la viscosidad sanguínea en adultos de la sierra urbana (Imbabura), Ecuador.

Raquel Salazar-Lugo¹, Amparito Barahona², Yesenia Tarup², Cándida Victoria²,
Manuel Santamaría² y Mariana Oleas²

¹Proyecto Prometeo, Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Senescyt), Ecuador. Universidad de Oriente, Laboratorio de Proteínas e inmunotoxicidad, Postgrado de Biología Aplicada, Cumaná, Venezuela

²Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela de Nutrición Comunitaria, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador

Palabras clave: viscosidad sanguínea; hiperviscosidad; dislipidemias; síndrome metabólico; Ecuador

Resumen. La asociación de la viscosidad sanguínea (VS) con la hipertensión y la diabetes mellitus 2, indica que debe ser considerada sobre todo en poblaciones que viven en la sierra donde el hematocrito y la hemoglobina son más elevados. Se evaluó la asociación de la VS con factores de riesgo cardiovascular y de síndrome metabólico (SM) en una población de 237 adultos (20-60 años) de la sierra urbana ecuatoriana. Se calculó el índice de masa corporal (IMC), porcentaje de grasa y agua corporal, se midieron la circunferencia de la cintura (CC) y la presión arterial. Se realizaron determinaciones de parámetros bioquímicos, hematológicos y de VS (mediante fórmula validada). El 14,76% de la población presentó hiperviscosidad (HV). El 42,8% de las personas con HV presentó SM contra 33% en el grupo con normoviscosidad (NV). El ácido úrico (AU) se observó más elevado en los grupos HV y NV con SM. Se encontró una correlación lineal simple de las concentraciones de glucosa (GLU) y de triglicéridos (TRI) con la VS en el grupo HV sin SM. El análisis de regresión lineal múltiple indicó que la GLU, el AU y la presión sistólica son variables que influyen independientemente con el incremento de la VS en el grupo HV sin SM. Las variables GLU y % de agua influyen en el incremento de la VS en el grupo NV sin SM. El incremento de las concentraciones de glucosa y de ácido úrico son los dos factores que mayormente influyen en la VS en esta población.

Autor de correspondencia: Raquel Salazar-Lugo. Proyecto Prometeo, Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Senescyt), Ecuador. Universidad de Oriente, Laboratorio de Proteínas e Inmunotoxicidad, Postgrado de Biología Aplicada, Cumaná, Venezuela.

Biochemical and nutritional factors associated with blood viscosity in adults living in a mountain chain, (Imbabura), Ecuador.

Invest Clin 2016; 57(3): 293 - 304

Key words: blood viscosity; hyperviscosity; dyslipidemia; metabolic syndrome; Ecuador.

Abstract. The association of blood viscosity (BV) with hypertension and diabetes mellitus type 2 indicates that it should be considered, especially in populations living in mountain chains where the hemoglobin and hematocrit values are higher. In fact, this work analyzed the association of BV with nutritional and biochemical risk factors in the development of cardio metabolic diseases in healthy adults (20-60 years old; 46.39% female and 53.61% male) living in the urban Ecuadorian sierra. The body mass index (BMI) was calculated. The body fat percentage, body water percentage, waist circumference (WC) and blood pressure were measured. Determinations of biochemical and hematological parameters were performed using established methodologies and a validated formula was used to determine the BV. Hyperviscosity (HV) was present in 14.76% of the population: 10.46% men, 4.3% women. In this group, 42.8% showed metabolic syndrome (MS) against 33% in the normoviscosity group (NV). Uric acid (UA) was observed statistically higher in HV and NV with MS groups. A simple positive linear correlation was found between glucose (GLU) and triglycerides (TRI) concentrations and BV in HV without MS group. The multiple linear regression analysis indicated that GLU, UA and systolic pressure influence to increase BV in the HV without MS group. Glucose concentration and percentage of water, independently influence the BV in the NV without MS group. The increase in GLU and UA concentrations are the most influencing factors on BV in this population.

Recibido: 23-10-2015 . Aceptado: 31-03-2016

INTRODUCCIÓN

La viscosidad de la sangre (VS) es la fuerza que contrarresta el libre deslizamiento de las capas de sangre dentro de la circulación y depende de la cohesión interna entre las moléculas y las células. Esta es un factor de riesgo adicional al desarrollo de hipertensión arterial al incrementar la resistencia vascular sistémica. También la hiperviscosidad afecta la entrega de glucosa de la sangre a los tejidos contribuyendo a la hiperglicemia, predisponiendo a la resistencia a la insulina, a la diabetes mellitus tipo 2 y al síndrome metabólico (1- 3). Igualmente se asocia con

la presencia de hígado graso no alcohólico (4). La asociación de la viscosidad sanguínea con la hipertensión y la diabetes mellitus tipo 2, indica que debe ser considerada en cada población en particular para conocer su aporte al desarrollo de estas condiciones; sobre todo, en poblaciones que viven en sitios de la sierra ya que la adaptación fisiológica a estas altitudes incluye el incremento en parámetros hematológicos que se asocian con la VS tales como el hematocrito y la hemoglobina (5).

Tanto la diabetes mellitus tipo 2, como la hipertensión y el síndrome metabólico tienen en común la presencia de factores predisponentes

como dislipidemias, obesidad y resistencia a la insulina. Al respecto, en poblaciones adultas, entre 19 y 60 años, de la sierra ecuatoriana se ha reportado una prevalencia de sobrepeso y obesidad de 63,6%, encontrándose la región de Imbabura con valores de 42,8% de sobrepeso y de 19,5% de obesidad, así como una prevalencia de síndrome metabólico de 26,7% (6); sin embargo, una evaluación reciente de adultos de Imbabura en este rango de edades y de nivel socioeconómico medio, indicó una prevalencia de sobrepeso y obesidad ligeramente diferente (51,72%; 17,9% respectivamente)(7).

Dado el ya documentado papel que la viscosidad sanguínea juega en algunas patologías cardiovasculares y en la diabetes mellitus tipo 2, y considerando que los adultos estudiados provienen de la sierra ecuatoriana cuya condición geográfica determina valores de hematocrito en límites superiores, lo cual influye directamente la VS, en este trabajo se evaluaron los factores bioquímicos y nutricionales asociados con la VS en una población de adultos de Imbabura, Ecuador.

PACIENTES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó tomando en cuenta las normas de bioética establecidas en la declaración de Helsinki (8). Los sujetos de estudio fueron 237 adultos pertenecientes al personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte (UTN) con promedio de edades de 43 ± 10 años, (46,39% mujeres y 53,61% hombres), pertenecientes a un estrato socioeconómico medio (9), provenientes de la ciudad de Imbabura, la cual está localizada en la sierra norte Ecuatoriana (2200msnm , $0^{\circ}21'06''\text{N}$ y $78^{\circ}07'20''\text{O}$); los participantes firmaron un consentimiento por escrito, previa aprobación del estudio por el Comité de Ética de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la UTN.

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 excluidas de este estudio aquellas personas diagnosticadas como diabéticas o hipertensas. Las mediciones antropométricas, toma de muestras y encuestas fueron realizadas durante los meses de junio y julio de 2014.

Para valorar el estado nutricional, los sujetos de estudio se pesaron en una balanza electrónica (TBF-551; TanitaCorp, Tokio, Japon) y se midieron con 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) y 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 (10). Se midió la circunferencia de la cintura (CC) con una cinta métrica, según criterios de la Federación Internacional de Diabetes (International Diabetes Federation, IDF por sus siglas en inglés (11) aplicando para este estudio puntos de corte definidos para poblaciones latinoamericanas (hombres $\geq 90\text{cm}$ y mujeres $\geq 80\text{cm}$). El porcentaje de grasa y agua corporal se evaluó en la balanza TANITA, según puntos de corte señalados en el equipo para ambos sexos (12).

La presión arterial, fue medida con un tensiómetro de mercurio (No. 611 Yamasu; Kenz-medico, Saitama, Japon) y evaluada según los criterios de ATP III (Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults, ATP III) (13). Se identificaron los factores de riesgo para el establecimiento de síndrome metabólico (SM) siguiendo los criterios de la IDF (11).

Para la determinación de los parámetros sanguíneos se tomaron muestras de sangre ve-

nosa antecubital en ayunas (10 mL) utilizando la técnica de punción. La muestra fue dividida en dos tubos, uno con anticoagulante EDTA para las determinaciones de Hb, Hto, conteo total de eritrocitos, leucocitos y cálculo de VCM, CHCM y el otro sin anticoagulante para la obtención de suero a fin de realizar las determinaciones bioquímicas de colesterol (COL), triglicéridos (TG), lipoproteínas de baja densidad (LDL-c), lipoproteínas de alta densidad (HDL-c), glucosa (GLU), albúmina (ALB), ácido úrico (AU) y bilirrubina total (BT) por métodos colorimétricos, 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). Las determinaciones de los parámetros hematológicos hemoglobina (Hb), hematocrito (Hto), volumen corpuscular (CHCM) conteo total de leucocitos, eritrocitos y plaquetas, fueron realizadas en un analizador hematológico KX-21N marca ROCHE.

El cálculo de la VS se realizó de acuerdo a la fórmula validada por Tamariz y col. (1) y modificada por Nwose (14) la cual permite calcular este parámetro en aquellos estudios en donde no es posible hacer una determinación directa de la misma. Se empleó la fórmula a 208 seg-1 considerando los criterios de.

Viscosidad sanguínea (208 seg-1) = $[0,12 \times \text{Hto}] + [0,17 (\text{PT} - 2,07)]$

Donde: Hto= hematocrito (%), PT= proteínas totales (g/L)

Una vez calculada la viscosidad sanguínea los individuos se clasificaron de acuerdo a Nwose (14) en tres grupos: hiperviscosidad (HV, $\geq 19,02$ cP), normoviscosidad (NV, 15,01-19,01 cP) e hipoviscosidad (HoV $\leq 15,00$ cP).

Los grupos NV e HV se dividieron en dos subgrupos de acuerdo a la presencia o ausencia de síndrome metabólico (SM). Resultando cuatro subgrupos: NV con SM, NV sin SM, HV con

SM y HV sin SM.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos son presentados en valores promedios más o menos desviaciones estándares y fueron comparados entre los grupos mediante métodos paramétricos (t-Student). En caso de que no respondieran a los criterios de normalidad y homogeneidad, se emplearon métodos no paramétricos (Kruskal-Wallis KW o Mann Whitney W). Para evaluar la relación entre los parámetros bioquímicos y nutricionales con la VS, se empleó la correlación de Pearson. Para definir el efecto de las variables bioquímicas y nutricionales sobre la VS, tanto en las personas con normoviscosidad (con y sin SM) como en las que presentaron hiperviscosidad (con y sin SM), se realizó un análisis de regresión lineal múltiple. 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

La hiperviscosidad (HV) se observó en un 14,76 %, de la población estudiada (35 personas), con valores promedios de $19,50 \pm 0,37$ cP; siendo los hombres (10,4%) los que presentaron el mayor porcentaje de HV (mujeres 4,3%). Un 1,7% de la población mostró hipoviscosidad ($13,90 \pm 0,85$ cP) y un 83,54% se agruparon con normoviscosidad ($17,87 \pm 0,77$ cP).

Las personas con % de agua en la norma y grasa abdominal sobre la norma, así como los hombres muestran valores de VS significativamente más elevados; aunque los valores de VS se mantienen en los rangos de normoviscosidad (Tabla I).

No se encontraron diferencias significativas en los parámetros bioquímicos en las personas agrupadas de acuerdo a la VS. En cuanto a los

TABLA I
 PROMEDIOS DE VISCOSIDAD SANGUÍNEA EN RELACIÓN CON EL PORCENTAJE DE AGUA, GRASA Y SEXO DE ADULTOS DE LA SIERRA URBANA (IMBABURA), ECUADOR

	Viscosidad sanguínea (cP)
% de agua	
Bajo (126)	17,76± 0,97
En la norma (171)	18,14± 1,05*
Grasa abdominal	
En la norma (147)	17,41±1,16
Sobre la norma (150)	18,18±0,95*
Sexo	
Masculino (139)	18,36 ± 0,81
Femenino (158)	17,53 ± 1,18*

* P<0,05 . En paréntesis el número de muestra.

Los valores están expresados en X±DE

TABLA II
 PARÁMETROS BIOQUÍMICOS Y NUTRICIONALES DE ADULTOS DE LA SIERRA URBANA (IMBABURA), ECUADOR, DE ACUERDO A LA VISCOSIDAD SANGUÍNEA.

Parámetros	Hipoviscosidad	Normoviscosidad	Hiperviscosidad
	≤15,00 cP n=4	15,01-19,01 cP n=198	≥19,02 cP n=35
Colesterol(mg/dL)	219,0± 19,5	227,8± 43,9	242,5±41,0
Triglicéridos (mg/dL)	143,3± 13,5	178,8 ±95,3	224,7 ±64,0
LDL(mg/dL)	136,7±20,4	142,8±35,3	150,5±33,1
HDL (mg/dL)	50,4±7,7	47,2±11,1	45,9±10,8
Glucosa (mg/dL)	102,7±17,2	91,9±9,7	94,5±7,2
Bilirrubina total(mg/dL)	0,82±0,65	0,61±0,34	0,69±0,40
Ácido úrico(mg/dL)	4,72 ± 0,55	5,38± 1,31	5,87± 1,63
IMC (Kg/m ²)	25,6± 3,3	26,8 ±3,7	27,0±3,8
CC (cm)	82,3±2,6	87,9±5,6	91,2±4,8
% Grasa	34,0±3,9	29,8±7,7	27,0±6,8
% Agua	46,0±2,5	49,7±5,6	51,9±4,8*

Los valores están expresados en X ± DE. * P<0,01.

parámetros nutricionales, se observó que el porcentaje de agua fue significativamente mayor en el grupo con HV (Tabla II).

Los hombres con normoviscosidad (NV) presentaron valores de hemoglobina de $15,9 \pm 1,01$ g/dL (rango entre 12,6-17,7 g/dL); los que tenían HV mostraron valores de Hb de $16,6 \pm 0,96$ g/dL siendo estos valores estadísticamente significativos ($W=1247$ $p<0,004$). No se observaron hombres con hipoviscosidad. Las mujeres con hipoviscosidad mostraron valores de Hb de $13,3 \pm 1,6$ g/dL (rango 11,5-14,7 g/dL), las de NV mostraron valores de hemoglobina de $14,6$

$\pm 1,2$ g/dL (rango:9,9-17,4) y las del grupo de HV mostraron valores de $15,8 \pm 1,6$ g/dL (rango:13,9-18,1 g/dL); siendo estos valores no significativos ($W=4,8$ $p=0,08$).

El 42,8% de las personas con HV presentaron SM contra 33% de personas con SM en el grupo con normoviscosidad.

En la Tabla III se muestran las características bioquímicas y nutricionales de las personas agrupadas con HV con o sin SM. De los cinco factores considerados para diagnóstico de SM, se observa que las concentraciones de glucosa no son estadísticamente diferentes en los dos

TABLA III
PARÁMETROS BIOQUÍMICOS Y NUTRICIONALES DE ADULTOS DE LA SIERRA URBANA (IMBABURA) ECUADOR, CON HIPERVISCOSIDAD SANGUÍNEA DE ACUERDO A LA PRESENCIA O AUSENCIA DE SÍNDROME METABÓLICO.

Parámetros	Grupo A HV sin SM n=19	Grupo B HV con SM n=16
Edad (años)	41,0 \pm 10,2	47,2 \pm 9,3
VS (cP)	19,5 \pm 0,4	19,5 \pm 0,3
Colesterol(mg/dL)	235,0 \pm 38,8	253,8 \pm 37,6
Triglicéridos (mg/dL)	149,0 \pm 91,0	319,0 \pm 200,0*
LDL(mg/dL)	147,6 \pm 30,5	152,5 \pm 32,4
HDL (mg/dL)	50,8 \pm 9,0	41,1 \pm 11,0*
Glucosa (mg/dL)	93,6 \pm 5,1	96,6 \pm 7,7
Bilirrubina total (mg/dL)	0,7 \pm 0,5	0,6 \pm 0,2
Ácido úrico (mg/dL)	5,5 \pm 1,2	6,6 \pm 1,7*
IMC (Kg/m ²)	26,6 \pm 4,4	28,6 \pm 5,2
CC (cm)	86,7 \pm 10,0	98,3 \pm 10*
% Grasa	24,8 \pm 6,9	28,3 \pm 4,3
% Agua	53,2 \pm 5,3	51,5 \pm 2,0
PS (mmHg)	118,2 \pm 10,9	129,6 \pm 17,6*
PD (mmHg)	81,0 \pm 7,0	87,5 \pm 10,0*

HV hiperviscosidad sanguínea, SM síndrome metabólico

Los valores están expresados en X \pm DE. * P<0,01.

grupos ($t=0,25$, $P>0,05$); en cuanto a los marcadores de estrés oxidativo, el ácido úrico (AU) se observó estadísticamente más elevado en el grupo HV con SM.

En las personas con NV agrupadas de acuerdo a la presencia o ausencia de SM; se observaron valores significativamente más altos de GLU, CC, presión diastólica (PD) y presión sistólica (PS), TRI, AU, y % de grasa en el grupo NV con SM y los valores significativamente más bajos de col-HDL y % de agua en este grupo (Tabla IV).

El análisis de regresión lineal simple determinó que no hubo correlación entre los parámetros evaluados y la VS en personas con HV con SM. Se encontró una correlación lineal positiva moderadamente fuerte de las concentraciones de GLU ($r=0,53$ $p<0,05$) y de TRI ($r=0,44$ $P<0,05$) con la VS, en el grupo HV sin SM (Tabla V).

En el grupo con NV con SM, la VS se correlacionó débilmente con la edad, la presión sistólica y el % de grasa negativamente y con el % de agua positivamente. En el grupo con NV sin SM la VS se correlacionó negativamente con el

TABLA IV
PARÁMETROS BIOQUÍMICOS Y NUTRICIONALES DE ADULTOS CON NORMOVISCOSIDAD (NV) DE LA SIERRA URBANA (IMBABURA) ECUADOR, CLASIFICADOS DE ACUERDO A LA PRESENCIA (NV con SM) O AUSENCIA (NV sin SM) DE SÍNDROME METABÓLICO (SM).

Parámetros	Grupo A NV sin SM (n=19)	Grupo B NV con SM (n=16)
Edad (años)	41,6±10,0	45,8±8,4
VS (cP)	17,8±0,8	18,0±0,7
Colesterol(mg/dL)	223,8±43,48	234,6±44,5
Triglicéridos (mg/dL)	142,3±61,0	251,9±108,4*
LDL(mg/dL)	139,7±35,4	148,0±34,8
HDL (mg/dL)	50,5±10,6	40,5±8,7*
Glucosa (mg/dL)	90,7±10,2	94,3±8,1*
Bilirrubina total (mg/dL)	0,6±0,4	0,6±0,3
Ácido úrico (mg/dL)	5,1±1,2	5,9±1,4*
IMC (Kg/m ²)	25,6±3,0	29,5±3,8*
CC (cm)	84,4±9,6	95,5±9,7*
% Grasa	27,9±7,6	33,4±6,1
% Agua	50,9±5,7	47,4±4,6
PS (mmHg)	116,2±16,4	124,7±14,0*
PD (mmHg)	78,9±8,2	86,8±13,7*

* $P<0,01$.

% de grasa y positivamente con el % de agua y la concentración de GLU (Tabla V).

El análisis de regresión lineal múltiple indicó que la concentración de GLU, de AU, la edad

En el grupo NV con SM, la edad y la PS influyeron independientemente en la disminución de la VS y la variable % de agua en su incremento ($r^2= 20,5$ $P<0,05$).

TABLA V
CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS NUTRICIONALES Y BIOQUÍMICOS EVALUADOS Y LA VISCOSIDAD SANGUÍNEA (VS) EN ADULTOS DE LA SIERRA URBANA (IMBABURA) ECUADOR CLASIFICADOS EN GRUPOS DE HIPERVISCOSIDAD Y NORMOVISCOSIDAD CON Y SIN SÍNDROME METABÓLICO

Parámetros	Grupo con hiperviscosidad		Grupo con normoviscosidad	
	VS (con SM)	VS (sin SM)	VS (conSM)	VS (sin SM)
CC	0,09	0,08	0,02	0,13
% Agua	-0,25	-0,04	0,30*	0,33*
% Grasa	0,01	-0,04	-0,26*	-0,28*
IMC	0,14	0,13	0,13	-0,03
Edad	0,06	0,22	-0,25*	-0,01
PAS	0,002	0,29	-0,28*	0,08
PAD	0,07	0,17	0,02	0,02
Col	0,15	0,23	0,004	0,23
LDL	0,11	0,14	0,03	0,14
HDL	0,19	-0,07	-0,16	0,13
Tri	0,06	0,44*	0,01	0,01
Glu	0,21	0,53*	0,08	0,27*

* $P<0,01$.

y la PS son variables que influyen independientemente con el incremento de la VS en el grupo HV sin SM ($r^2=58,5$; $P<0,05$). En el caso de la edad su relación fue inversa con la VS.

En cuanto al grupo HV con SM, el análisis de regresión lineal múltiple no determinó relación entre los parámetros bioquímicos, nutricionales ni de presión arterial con la VS.

Las variables GLU y % de agua independientemente influyeron en el incremento de la VS en el grupo NV sin SM ($r^2=18,9$ $P<0,05$).

DISCUSIÓN

En este estudio se encontró que las concentraciones de glucosa se relacionaron directamente con el incremento de la VS, siempre y cuando no presentaran SM. De los cinco componentes considerados para el diagnóstico del SM, el que menos alterado se encontró fue la hiperglicemia (18,1%). Se ha reportado que sujetos saludables con rangos de glucosa entre 90-99 mg/dL muestran valores más altos de VS

que aquellos con rangos de glucosa <90 mg/dL (15). Lo que sugiere que el incremento de la glucosa aun a mínimas concentraciones dentro de rangos de referencia, en las personas con HV o con valores cercanos a los límites altos de VS, influye en el aumento de la misma, creando un círculo vicioso, en el cual la glucosa aumenta la VS y esto altera el manejo de nutrientes de la sangre a los tejidos, dentro de estos los niveles de glucosa.

La edad es un factor que influye negativamente en la VS siempre y cuando los valores se mantengan en rangos de NV; resultados que coinciden con los de Gori y col. (16). De los parámetros lipídicos, solamente la concentración de TG se correlacionó lineal y positivamente con la VS en personas con HV sin SM, coincidiendo con Aloulou y col. (17); se ha reportado que valores de TRI hasta de 400 mg/dL no parece afectar la VS, al menos en sujetos saludables (18). Por el contrario, los resultados de este estudio señalan que los valores de TRI, independientemente del rango, influyen en el incremento de la VS, al menos en las personas con HV sin SM.

Los parámetros lipídicos Col total, LDL, HDL no influyen directamente en la VS en la población, quizás estos parámetros podrían incidir indirectamente sobre el incremento de la VS a través de su efecto directo demostrado sobre la viscosidad plasmática (19, 20)

En la población estudiada, la dislipidemia fue elevada tanto en las personas con normoviscosidad como en las que presentaron hiperviscosidad; ya de por sí la dislipidemia conduce a un estado de estrés oxidativo que si además se le suma el estrés generado por la hiperviscosidad, podría ser determinante en el desarrollo de patologías ya sea de tipo tromboembólicas como también a la diabetes mellitus tipo 2. En pacientes con dislipidemias se ha encontrado un incremento en la viscosidad plasmática y marcadores de estado oxidativo tales como LDLoxi,

este incremento se relacionó con la disfunción endotelial (21).

La correlación positiva del AU con el incremento de la VS podría estar relacionado con la agregación de los eritrocitos y por consiguiente con el incremento de la VS, tal y como ha sido reportado (22). Es posible que el incremento del AU, entre los valores de referencia, contribuya a mantener el estado oxidativo del organismo ante condiciones fisiológicas que produzcan inflamación crónica, tales como la generada por las dislipidemias (23). Sin embargo, se da nuevamente un ciclo que, en este caso, involucra este parámetro, cuyo aumento es una respuesta metabólica para contrarrestar el proceso inflamatorio. En todo caso, los resultados indican que el AU es un parámetro bioquímico que debe ser tomado en cuenta como modulador positivo de la VS en aquellas personas con SM. Valores de AU por encima de los rangos de referencia, se asocian con eventos cardiovasculares (24, 25).

El desarrollo de HV en esta población está influenciado por la concentración de GLU, de AU y la PS e inversamente con la edad, siempre y cuando no hayan desarrollado el SM. Estos resultados indican que en esta población con alta prevalencia de dislipidemia, sobrepeso y obesidad, los cuales son factores que inciden en el desarrollo de SM, la determinación de la VS podría ser considerada en la evaluación de riesgo al desarrollo de enfermedades cardiometabólicas.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaria Nacional de Educación Superior Ciencia Tecnología e Innovación (SENESCYT), 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 Ecuatorianos de Seguridad Social (IESS), 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 participación en el Estudio.

REFERENCIAS

1. **Tamariz LJ, Young JH, Pankow JS, Yeh HC, Schmidt MI, Astor B, Brancati FL.** Blood viscosity and hematocrit as risk factors for type 2 diabetes mellitus: the atherosclerosis risk in communities (ARIC) study. *Am J Epidemiol* 2008; 168(10):1153-1160.
2. **Ucak S, Basat O, Cetinkaya E.** Plasma viscosity in patients with metabolic syndrome. *Clin Hemorheol Microcirc* 2013; 54(1):15-22.
3. **Sloop G, Holsworth RE Jr, Weidman JJ, St Cyr JA.** The role of chronic hyperviscosity in vascular disease. *Ther Adv Cardiovasc Dis* 2015; 9(1):19-25.
4. **Zhao HY, Li J, Xu M, Wang TG, Sun WW, Chen Y, Bi YF, Wang WQ, Ning G.** Elevated whole blood viscosity is associated with insulin resistance and non-alcoholic fatty liver. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2015; doi: 10.1111/cen.12776
5. **Jae SY, Kurl S, Laukkanen JA, Hefferman KS, Choo J, Choi YH, Park JB.** Higher blood hematocrit predicts hypertension in men. *J Hypertens* 2014; 2(2):245-250
6. **Freire WB, Ramirez-Luzuriaga MJ, Belmont P, Mendieta MJ, Silva-Jaramillo MK, Romero N, Saenz K, Pineiros P, Gomez LF, Monge R.** Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de la población ecuatoriana de cero a 59 años. ENSANUT-ECU 2012. Tomo I: Ministerio de Salud Pública/ Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito-Ecuador. 2014; Pp 286-289.
7. **Salazar-Lugo R, Barahona A, Santamaria M, Salas H, Oleas M, Bermeo B.** Relationships between biomarkers of oxidative stress and nutritional status in adults, Ecuador. *Arch Latinoam Nutr* 2014; 64(4):264-270.
8. **World Medical Association.** World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA* 2013; 310(20):2191-2194.
9. **Instituto Nacional de estadística de Ecuador (INEC).** Encuesta de estratificación del nivel socioeconómico. Recuperado de http://www.inec.gov.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=112&Itemid=90. Julio 2014.
10. **Organización Mundial de la Salud (OMS).** Uso e interpretación de la antropometría. Ginebra: OMS-OPS.1995.
11. **The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome.** International Diabetes Federation, 2005. disponible en: https://www.idf.org/webdata/docs/MetS_def_update2006.pdf
12. **Gallagher AC.** Fluid and electrolyte requirements. En: Krey SH, Murrar RL (eds). *Dynamics of nutrition support*. Norwalk CT. Appleton-Century-Crofts. EUA 1986; Pp 249-275.
13. **Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults.** 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). *JAMA* 2001; 285(19):2486-2497.
14. **Nwose E U.** Cardiovascular risk assessment and support techniques: whole blood viscosity assessment issues. I: Extrapolation chart and reference values. *N Am J Med Sci* 2010; 2(4): 165-169.
15. **Irace C, Carallo C, Scavelli F, De Franceschi MS, Esposito T, Gnasso A.** Blood

- viscosity in subjects with normoglycemia and prediabetes. *Diabetes Care* 2014; 37:488-492.
16. **Gori T, Wild PS, Schnabel R, Schulz A, Pfeiffer N, Blettner M, Beutel ME, Forconi S, Jung F, Lackner KJ, Blankenberg S, Münzel T.** The distribution of whole blood viscosity, its determinants and relationship with arterial blood pressure in the community: cross-sectional analysis from the Gutenberg Health Study. *Thrombosis and Haemostasis* 2015;9:354-365.
 17. **Aloulou I, Varlet-Marie E, Mercier J, Brun JF.** Hemorheological disturbances correlate with the lipid profile but not with the NCEP-ATPIII score of the metabolic syndrome. *Clin Hemorheol Microcirc* 2006; 35(1-2):207-212.
 18. **Irace C, Carallo C, Scavelli F, Esposito T, De Franceschi MS, Tripolino C, Gnasso A.** Influence of blood lipids on plasma and blood viscosity. *Clin Hemorheol Microcirc* 2014; 57(3):267-274.
 19. **Carallo C1, Irace C, De Franceschi MS, Esposito T, Tripolino C, Scavelli F, Merante V, Gnasso A.** The effect of HDL cholesterol on blood and plasma viscosity in healthy subjects. *Clin Hemorheol Microcirc* 2013; 55(2):223-229.
 20. **Ucak S, Basat O, Cetinkaya E.** Plasma viscosity in patients with metabolic syndrome. *Clin Hemorheol Microcirc* 2013; 54(1):15-22.
 21. **Ercan M, Firtina S, Konukoglu D.** Comparison of plasma viscosity as a marker of endothelial dysfunction with nitric oxide and asymmetric dimethylarginine in subjects with dyslipidemia. *Clin Hemorheol Microcirc* 2014; 57(4):315-323.
 22. **Sloop GD, Bialczak JK, Weidman JJ, St Cyr JA.** Uric acid increases erythrocyte aggregation: Implications for cardiovascular disease. *Clin Hemorheol Microcirc* 2015 PMID: 26598998.
 23. **Gyawali P, Richards RS.** Association of altered hemorheology with oxidative stress and inflammation in metabolic syndrome. *Redox Rep* 2015; 20(3):139-144
 24. **Su P, Hong L, Zhao Y, Sun H, Li L.** Relationship between hyperuricemia and cardiovascular disease risk factors in a Chinese population: a cross-sectional study. *Med Sci Monit* 2015; 21:2707-2717.
 25. **Wu AH, Gladden JD, Ahmed M, Ahmed A, Filippatos G.** Relation of serum uric acid to cardiovascular disease. *Int J Cardiol* 2015; doi: 10.1016/j.ijcard.2015.08.110.