

## ORIGINAL

# Metaloproteinasas y leptina en conductores de vehículo de servicio público con síndrome metabólico en Armenia, Quindío



Olga Alicia Nieto Cárdenas

Grupo de Investigación en Enfermedades Cardiovasculares y Metabólicas, Gecavyme. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Quindío, Armenia, Quindío, Colombia

Recibido el 14 de octubre de 2014; aceptado el 16 de junio de 2015  
Disponible en Internet el 2 de septiembre de 2015

### PALABRAS CLAVE

Leptina;  
Metaloproteinasas de la matriz-2;  
Metaloproteinasas de la matriz-9;  
Síndrome metabólico

### Resumen

**Objetivo:** Describir la relación entre la metaloproteinasas (MMP) 2, la MMP-9 y la leptina en conductores de vehículo de servicio público con síndrome metabólico en la ciudad de Armenia, Quindío.

**Métodos:** La leptina se midió con la técnica de ELISA de laboratorio Millipore y las metaloproteinasas con la técnica de ELISA de R&D Systems.

**Resultados:** Se identificaron 57 conductores con síndrome metabólico, sexo masculino, con edad promedio de 45,35 años, IMC de 29,81 y un perímetro abdominal de 105,75 cm. La presión arterial (PA) fue de 126,5/82,5 mmHg. La leptina se encontró en 24,6 ng/ml; la MMP-2 en 28,1 ng/ml y la MMP-9 en 7,5 ng/ml.

La relación entre la leptina y el perímetro abdominal fue estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ). La variación explicada ( $R^2$ ) del perímetro abdominal se explica en un 80,12% por las variables del estudio y tiene una relación estadísticamente significativa con el IMC ( $p < 0,001$ ), la MMP-2 ( $p = 0,01$ ), la edad ( $p = 0,01$ ), la PAS ( $p < 0,001$ ) y la PAD ( $p < 0,001$ ). La  $R^2$  de la leptina se explica en un 69,56% por las variables del estudio y tiene una relación estadísticamente significativa con el IMC ( $p < 0,001$ ), la MMP-2 ( $p = 0,05$ ) y los triglicéridos ( $p = 0,02$ ). La  $R^2$  de la MMP-2 se explica en un 41,82% por las variables del estudio y tiene una relación estadísticamente significativa con el perímetro abdominal ( $p = 0,01$ ), la glucemia ( $p = 0,01$ ) y la edad ( $p = 0,03$ ).

**Conclusiones:** Se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre el perímetro abdominal con la MMP-2; de la leptina con la MMP-2, y de la MMP-2 con el perímetro abdominal y la glucemia.

© 2014 SEEN. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Correo electrónico: [olgalicianieto@gmail.com](mailto:olgalicianieto@gmail.com)

<http://dx.doi.org/10.1016/j.endonu.2015.06.008>

1575-0922/© 2014 SEEN. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

**KEYWORDS**

Leptin;  
Matrix  
metalloproteinase-2;  
Matrix  
metalloproteinase-9;  
Metabolic syndrome

**Metalloproteinases and leptin in vehicle drivers of public service with metabolic syndrome in Armenia, Quindío****Abstract**

**Objective:** To describe the relationship between metalloproteinase (MMP) 2, MMP-9, and leptin in drivers of public service vehicles with metabolic syndrome in the city of Armenia (Quindio, Colombia).

**Methods:** Leptin was measured using Millipore ELISA kits. MMP-2 and MMP-9 were measured with ELISA kits from R&D Systems.

**Results:** Fifty-seven male drivers with metabolic syndrome with a mean age of 45.35 years, BMI of 29.81, and an abdominal circumference of 105.75 cm were identified. Blood pressure values were 126.5/82.5 mmHg. Leptin, MMP-2, and MMP-9 levels were 24.6 ng/mL, 28.1 ng/mL, and 7.5 ng/mL respectively.

The relationship between leptin and waist circumference was statistically significant ( $P < .001$ ). The explained variation ( $R^2$ ) in waist circumference, is explained in a 80.12% for the study variables, has a statistically significant association with BMI ( $P < .001$ ), MMP-2 ( $P = .01$ ), age ( $P = .01$ ), SBP ( $P < .001$ ) and DBP ( $P < .001$ ). The  $R^2$  of leptin, is explained in a 69.56% for the study variables, has a statistically significant association with BMI ( $P < .001$ ), MMP-2 ( $P = .05$ ) and triglycerides ( $P = .02$ ). The  $R^2$  of MMP-2, explained in 41.82% of the study variables and has a statistically significant association with waist circumference ( $P = .01$ ), glucose ( $P = .01$ ) and age ( $P = .03$ ).

**Conclusions:** Statistically significant associations were found between waist circumference and MMP-2; leptin and MMP-2, and MMP-2 and waist circumference and blood glucose.

© 2014 SEEN. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

**Introducción**

El síndrome metabólico (SMet) constituye una entidad de origen multifactorial, el cual se caracteriza por la presencia de alteraciones como resistencia a la insulina, hiperinsulinismo, obesidad, alteraciones del metabolismo de la glucosa, hipertensión arterial (HTA) y dislipidemia<sup>1,2</sup>, que configuran un cuadro de alto riesgo cardiovascular y un problema creciente de salud pública.

Los criterios diagnósticos para el SMet se fundamentan en variables clínicas y de laboratorio y varían en función de las diferentes sociedades médicas que los han propuesto<sup>3</sup>. Si bien en 2001 el panel de adultos III del *National Cholesterol Education Program* (ATP-III) definió el SMet<sup>4</sup>, otras organizaciones internacionales, como la Asociación Americana del Corazón/Instituto Nacional del Corazón, los Pulmones y la Sangre (AHA/NHLBI) y la Federación Internacional de Diabetes (IDF) Grupo Europeo para el Estudio de la Resistencia a la Insulina (EGIR) también lo han hecho. El consenso colombiano sobre endocrinología<sup>5</sup> asimila a los colombianos a los surasiáticos, y para efectos de este estudio se tendrán en cuenta los criterios establecidos por la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD), que se lleva a cabo con el aumento del perímetro abdominal más dos de los siguientes criterios: triglicéridos elevados ( $TG \geq 150$  mg/dl o en tratamiento hipolipemiente específico), colesterol HDL bajo ( $cHDL < 40$  mg/dl en hombres y  $< 50$  mg/dl en mujeres o en tratamiento para cHDL bajo), glucemia elevada en ayunas (glucemia en ayunas  $> 100$  mg/dl o intolerancia oral a los hidratos de carbono o diabetes mellitus diagnosticada) y presión arterial alta ( $PA \geq 130/85$  mmHg o en tratamiento

de HTA). El perímetro abdominal se considera aumentado si es mayor de 94 en hombres y mayor de 88 en mujeres<sup>6</sup>.

Los componentes del SMet son consecuencia de modificaciones inducidas por la alteración metabólica iniciada por la obesidad, el estrés oxidativo y la inflamación crónica. La HTA, la dislipidemia y la intolerancia a la glucosa serían consecuencias derivadas del daño inicial generado por la obesidad. Numerosos estudios soportan la idea de un proceso mórbido inducido por un estado oxidativo y proinflamatorio crónico<sup>7</sup>.

El modelo teórico actual de la obesidad concibe un proceso inflamatorio como el proceso generador inicial de los cambios metabólicos y vasculares del SMet. La acumulación de lípidos favorecida por una tasa anabólica elevada induce un proceso inflamatorio como consecuencia de activación biomolecular de sustancias proinflamatorias producidas por un estrés oxidativo derivado del metabolismo desregulado de ácidos grasos y TG. El estrés oxidativo es impulsado por sustancias pro aterogénicas que incrementan la expresión de citocinas proinflamatorias y moléculas de adhesión inducidas y secretadas por los adipocitos y los leucocitos tisulares. La angiotensina II, la leptina y otras moléculas favorecen la instauración de un entorno oxidativo y proinflamatorio crónico. Así mismo, la disminución de sustancias protectoras incrementa la desviación del desequilibrio metabólico hacia la aterogénesis, la trombosis luminal y la hipertensión. El resultado de la inflamación generalizada es la producción de una serie de citocinas que inducen resistencia periférica a la acción de la insulina. Así mismo, promueve la síntesis de metaloproteinasas que degradan la matriz extracelular del tejido adiposo y favorecen directa e indirectamente

la hipertrofia e hiperplasia de adipocitos, amplificando el proceso oxidativo e inflamatorio crónico. La expresión de adiponectina es regulada a la baja, disminuyendo las concentraciones séricas de la molécula. Por último, el estrés oxidativo maximiza la generación de resistina, una proteína involucrada en la resistencia a la insulina y la retroalimentación positiva de la inflamación crónica<sup>8,9</sup>.

Otros trastornos que acompañan al SMet incluyen aumentos en el nivel de apoB y apoCIII, factores protrombóticos (fibrinógeno), viscosidad sérica, dimetilarginina asimétrica, homocisteína, número de leucocitos y citocinas proinflamatorias y proteína C reactiva. La esteatosis hepática no alcohólica es relativamente frecuente y coexiste con la esteatohepatitis no alcohólica, e incluyen no solo acumulación de triglicéridos (TG) sino también inflamación<sup>9,10</sup>. El síndrome de ovario poliquístico con frecuencia acompaña al SMet<sup>9,11</sup>. La hiperuricemia que se presenta en el SMet transcribe defectos en la acción de la insulina para la reabsorción del ácido úrico por parte de los túbulos renales, y la microalbuminuria también parece ser causada por alteraciones en la fisiología endotelial en un estado de resistencia a la insulina<sup>9,12</sup>. Un trastorno que frecuentemente se asocia a la obesidad, HTA y resistencia a la insulina y por ende al SMet es la apnea obstructiva del sueño<sup>9</sup>.

Desde la fisiopatología se reconoce la importancia de la leptina<sup>8</sup>, y también la influencia de las metaloproteinasas de la matriz (MMP), que remodelan la matriz extracelular<sup>13</sup>, especialmente la MMP-2, una enzima que puede ser secretada por los adipocitos y está aumentada en la obesidad<sup>14</sup>.

Los conductores de vehículo de servicio público constituyen una población susceptible de desarrollar SMet<sup>15</sup>, porque su estilo de vida presenta diversos factores de riesgo que lo propician: largos turnos de trabajo en posición sentado, sedentarismo, tabaquismo, consumo de alcohol y hábitos alimentarios que incluyen alto consumo de hidratos de carbono y lípidos en la dieta, además de estrés y alteración de los ritmos de sueño-vigilia<sup>16</sup>.

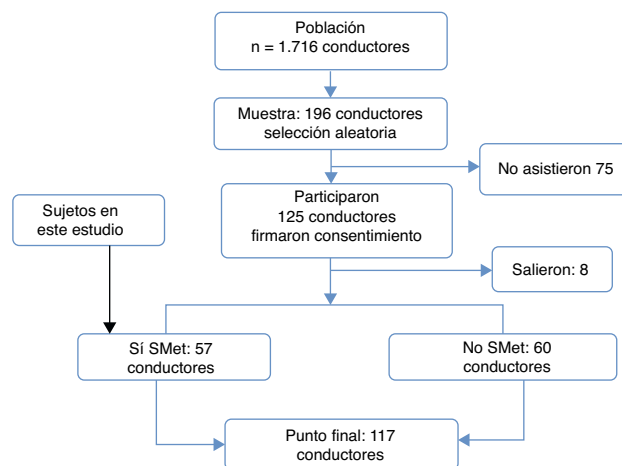
En Armenia (Quindío, Colombia) existen 1.716 taxis que trabajan en turnos de día y noche. Los conductores son generalmente de sexo masculino y están expuestos a gran cantidad de riesgos que pueden poner en peligro su salud, como ruido, vibración, accidentes automovilísticos, sedentarismo dado que están todo el día sentados en el automóvil, obesidad, consumo de alcohol y tabaco, acompañados de malos hábitos alimentarios, ya que muchos comen en la calle con alto consumo de grasas saturadas, azúcares y sal. Razón por la cual se llevó a cabo este estudio en esta población.

El presente estudio pretende describir la relación entre la MMP-2, la MMP-9 y la leptina en conductores de vehículo de servicio público con SMet en la ciudad de Armenia, Quindío.

## Material y métodos

Se llevó a cabo un estudio relacional de corte transversal durante el primer semestre de 2014. El tamaño muestral se calculó para una población finita a través de la siguiente fórmula:  $n = Z^2 * p * q / e^2 + (Z^2 * p * q / N) * r$

Se calculó una muestra de 196 conductores de sexo masculino. Se seleccionaron aleatoriamente en la base de datos 200 que aceptaron participar, 125 de los cuales firmaron el consentimiento informado y 8 se retiraron, quedando 117



**Figura 1** Flujo de los participantes en el estudio. Se calculó una muestra de 196 conductores de sexo masculino. Se seleccionaron aleatoriamente en la base de datos 200 que aceptaron participar, 125 de los cuales firmaron el consentimiento informado y 8 se retiraron, quedando 117 conductores, de los cuales 60 no cumplieron requisitos de la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD) para diagnóstico de síndrome metabólico y 57 sí. Estos 57 constituyen la muestra del presente estudio.

conductores, de los cuales 60 no cumplían los criterios de SMet y 57 sí. Estos 57 constituyen la muestra del presente estudio (fig. 1).

El estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad del Quindío.

La presión arterial (PA) y el perímetro abdominal se tomaron con las recomendaciones del Ministerio de Salud de Colombia. La glucemia y el perfil lipídico se midieron por métodos de laboratorio convencionales. La leptina se midió con la técnica de ELISA de laboratorio Millipore. La MMP-2 y la MMP-9 se midieron con la técnica de ELISA de R&D Systems.

Se describieron las condiciones de todos los participantes y se identificaron los conductores con y sin SMet, con base en los criterios enunciados. Se realizó un análisis descriptivo con los datos y se calculó la media y la desviación estándar. Se ajustaron modelos de regresión lineal y regresión múltiple para analizar las relaciones de las variables entre quienes tenían SMet. El procesamiento estadístico se llevó a cabo con el programa Statgraphics Centurion 15.

## Resultados

### Características generales de la muestra

Los 117 conductores de servicio público participantes en el estudio fueron hombres, con una edad promedio de 45,8 años, un índice de masa corporal (IMC) de 28 kg/m<sup>2</sup> y un perímetro abdominal de 100 cm. La PA media (PAM) fue de 125,7/82,1 mmHg. La glucemia en ayunas se encontró normal en promedio de 85,1 mg/dl. El colesterol total fue de 198 mg/dl, los TG se encontraron en 207,5 mg/dl y el cHDL en 33,1 mg/dl. El criterio que más se repitió fue cHDL bajo (menor a 40 mg/dl), y se encontró en el 90,25% (102 conductores).

**Tabla 1** Características generales de la muestra de conductores de vehículo de servicio público con y sin síndrome metabólico

Diagnóstico Variable	Sí SMet % ± DE	No SMet % ± DE	Total % ± DE
Edad (años)	45,35 ± 10,25	45,17 ± 2,73	45,87 ± 1,87
Perímetro abdominal (cm)	105,75 ± 9,64	92,92 ± 2,5	100,09 ± 2,19
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	29,81 ± 3,76	25,57 ± 0,87	28,03 ± 0,80
Glucemia en ayunas (mg/dl)	85,78 ± 33,56	80,07 ± 8,1	85,15 ± 6,70
Colesterol total (mg/dl)	198,78 ± 52,76	195,89 ± 15,3	198,00 ± 8,90
cHDL (mg/dl)	33,13 ± 6,75	34,02 ± 2,11	33,12 ± 1,52
Triglicéridos (mg/dl)	209,62 ± 104,58	177,09 ± 37,69	207,53 ± 23,13
PAS (mmHg)	126,54 ± 17,84	120,6 ± 2,82	125,76 ± 3,00
PAD (mmHg)	82,57 ± 7,03	79,9 ± 1,75	82,18 ± 1,32
Leptina (ng/ml)	24,61 ± 15		
MMP-2 (ng/ml)	28,14 ± 3,81		
MMP-9 (ng/ml)	7,5 ± 4,13		
Índice arterial (CT/HDL)	198,78/33,13 = 6	195,89/34,02 = 5,75	198/33,12 = 5,9
TG/HDL	209,62/33,13 = 6,32	177,09/34,02 = 5,2	207,53/33,12 = 6,26

El 68,51% de los participantes conducen taxi y el 31,48% conducen colectivo. Predomina el horario de trabajo mixto (diurno y nocturno) en un 55,56% de los conductores.

Se identificaron 57 personas con SMet (aumento del perímetro abdominal +2 criterios reconocidos por la ALAD). Es decir, el 48,71% de la población.

En la [tabla 1](#) se muestran las características generales de la muestra con y sin SMet.

Los conductores con SMet fueron hombres, con una edad promedio de 45,35 años, con IMC de 29,81 y un perímetro abdominal de 105,75 cm. La PAM fue de 126,5/82,5 mmHg.

El colesterol total promedio fue de 198,8 mg/dl, los TG de 209,6 mg/dl, y el cHDL estuvo por debajo de los límites normales (33,13 mg/dl). Las relaciones colesterol total/HDL y TG/HDL se encontraron elevadas en 6 y 6,32, respectivamente. La glucemia se encontró en 85,8 mg/dl.

La leptina se encontró en 24,6 ng/ml, por encima de los niveles normales (2,0-5,6 ng/ml en hombres); la MMP-2 en promedio 28,1, y la MMP-9, en 7,5.

En la [tabla 2](#) se muestran los factores de riesgo de los conductores con SMet. Con base en la evidencia<sup>5,6</sup>, se identificaron los siguientes: los conductores trabajan un promedio de 12,11 h al día. El 14% (8 individuos) consumen menos de un cigarrillo al día (0,94 en promedio), el 86% no fumaban. El 31,57% (18 conductores) refería consumir alcohol, menos de un trago de licor al mes (0,56 en promedio). Se encontró una relación estadísticamente significativa entre el perímetro abdominal con el consumo de cigarrillos ( $p=0,03$ ).

Sobre el ejercicio como factor protector, el 63,79% manifestaban no realizar ejercicio, contrastando con un 36,21% que referían algún tiempo de ejercicio físico. El promedio de ejercicio fue de 57,35 min a la semana.

### Relaciones entre las diferentes variables del estudio

En el presente estudio la relación lineal de la leptina con el perímetro abdominal fue estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ), con una variación explicada ( $R^2$ ) del 43,66%.

Se llevó a cabo una regresión múltiple entre las variables del estudio, identificando la  $R^2$ , cuyos resultados se muestran en la [tabla 3](#).

La  $R^2$  del perímetro abdominal se explica en un 80,12% por las variables del estudio y tiene una relación estadísticamente significativa con el IMC ( $p < 0,001$ ), la MMP-2 ( $p=0,01$ ), la edad ( $p=0,01$ ), la PA sistólica (PAS) ( $p < 0,001$ ) y la PA diastólica (PAD) ( $p < 0,001$ ).

La variación explicada ( $R^2$ ) de la leptina se explica en un 69,56% por las variables del estudio y tiene una relación estadísticamente significativa con el IMC ( $p < 0,001$ ), la MMP-2 ( $p=0,05$ ) y los TG ( $p=0,02$ ).

La  $R^2$  de la MMP-2 se explica en un 41,82% por las variables del estudio y tiene una relación estadísticamente significativa con el perímetro abdominal ( $p=0,01$ ), la glucemia ( $p=0,01$ ) y la edad ( $p=0,03$ ).

**Tabla 2** Factores de riesgo del estilo de vida de los conductores con síndrome metabólico

Variable	% ± DE	p	Coefficiente estimado	IC 95% coeficiente
Edad (años)	45,35 ± 10,25	0,74	0,03	-0,18 a 0,25
Cigarrillos al día	0,94 ± 3,14	0,03	-0,80	-1,52 a -0,07
Consumo alcohol (veces al mes)	0,56 ± 1,0	0,46	-0,81	-3,03 a 1,4
Ejercicio semanal (min/semana)	57,35 ± 110,71	0,40	-0,01	-0,02 a 0,01
Horas de trabajo al día	12,11 ± 3,08	0,97	-0,01	-0,75 a 0,72

La variable dependiente fue el perímetro abdominal, que tuvo una variación explicada ( $R^2$ ) del 9,05%. La variable de ajuste en el modelo fue horas de trabajo.

**Tabla 3** Relaciones entre las variables en conductores con síndrome metabólico

Variable dependiente	Perímetro abdominal (cm)	Leptina (ng/ml)	MMP-2 (ng/ml)	MMP-9 (ng/ml)	Glucemia (mg/dl)	Triglicéridos (mg/dl)	PAD (mmHg)	PAS (mmHg)
R <sup>2</sup> (variación explicada)	80,12%	69,56%	41,82%	23,32%	33,09%	29,77%	61,68%	61,27%
p								
Correlac								
Perímetro abdominal (cm)	–	0,17	0,01 (–0,24)	0,39	0,44	0,90	0,63	0,32
IMC	0,001 (0,85)	0,01 (0,74)	0,17	0,88	0,80	0,24	0,59	0,15
Leptina (ng/ml)	0,001 (0,64)	–	0,12	0,25	0,16	0,02 (–0,20)	0,55	0,50
MMP-2 (ng/ml)	0,02	0,05 (–0,21)	–	0,23	0,01 (–0,34)	0,43	0,13	0,09
MMP-9 (ng/ml)	0,24	0,24	0,23	–	0,85	0,06	0,65	0,43
Glucemia (mmHg)	0,59	0,34	0,01 (–0,34)	0,86	–	0,80	0,04 (–0,12)	0,04 (0,12)
Colesterol total (mmHg)	0,70	0,08	0,53	0,20	0,94	0,19	0,58	0,79
Triglicéridos (mmHg)	0,69	0,03 (–0,20)	0,433	0,06	0,82	–	0,12	0,09
cHDL (mg/dl)	0,33	0,21	0,41	0,47	0,78	0,42	0,76	0,45
Edad (años)	0,02 (–0,01)	0,32	0,04 (0,13)	0,99	0,20	0,91	0,38	0,99
PAD (mmHg)	0,00	0,50	0,09	0,43	0,02 (0,14)	0,12	–	0,001 (0,67)
PAS (mmHg)	0,00	0,55	0,12	0,65	0,02 (0,15)	0,09	0,001 (0,67)	–

MMP: metaloproteinasa.

Se presenta el coeficiente de correlación Pearson en las variables que están asociadas, debajo del valor p.

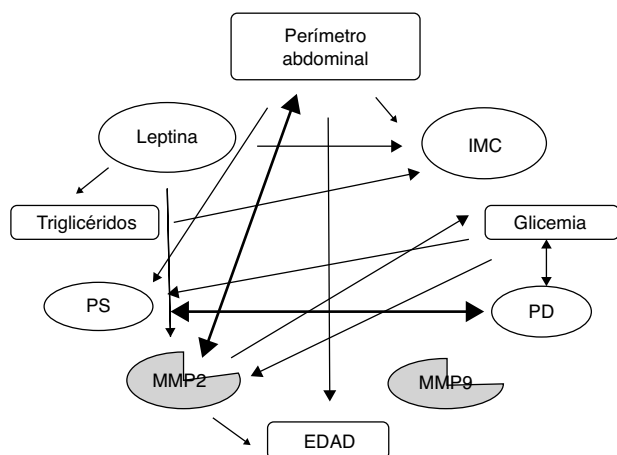
La R<sup>2</sup> de la glucemia se explica en un 33,09% por las variables del estudio y tiene una relación estadísticamente significativa con la MMP-2 ( $p=0,03$ ), la PAS ( $p=0,02$ ) y la PAD ( $p=0,01$ ).

La R<sup>2</sup> de los TG se explica en un 29,77% por las variables del estudio y tiene una relación estadísticamente significativa con la leptina ( $p=0,02$ ).

La R<sup>2</sup> de la PAS se explica en un 61,68% por las variables del estudio y tiene una relación estadísticamente significativa con la PAD ( $p<0,001$ ).

La R<sup>2</sup> de la PAD se explica en un 61,27% por las variables del estudio y tiene una relación estadísticamente significativa con la glucemia ( $p=0,02$ ) y la PAS ( $p<0,001$ ).

Con base en la información de la [tabla 3](#), se elaboró la [figura 2](#), que muestra las relaciones entre las variables.



**Figura 2** Relaciones entre las variables. La variación del perímetro abdominal tiene una relación estadísticamente significativa con el IMC, la MMP-2, la edad, la PAS y la PAD. La variación de la leptina tiene una relación estadísticamente significativa con el IMC, la MMP-2 y los triglicéridos. La variación de la MMP-2 tiene una relación estadísticamente significativa con el perímetro abdominal, la glucemia y la edad.

## Discusión

Al comparar la prevalencia del diagnóstico de SMet en conductores en Armenia (48,71%), por ejemplo, con una población de trabajadores en España (según el estudio MES-YAS fue del 10,2%)<sup>17</sup>, se evidencia la alta prevalencia de SMet en la población de conductores de vehículo de servicio público.

La definición misma del SMet implica un proceso de remodelación de la matriz extracelular que se expresa en aumento del perímetro abdominal. En Colombia, según el estudio IDEA, el 24,6% de los hombres y el 44,6% de las mujeres tenían obesidad abdominal<sup>18</sup>.

La leptina se encontró por encima de los niveles normales (2,0-5,6 ng/ml en hombres). Desde su descubrimiento en 1994, diversos estudios han identificado la relación entre la leptina, la obesidad y el perímetro abdominal<sup>19</sup>. En el



presente estudio la relación de la leptina con el perímetro abdominal fue estadísticamente significativa.

La leptina se encuentra aumentada en la obesidad y favorece la instauración de un entorno oxidativo y proinflamatorio crónico<sup>8</sup>. Los estudios indican que al parecer se desarrolla una resistencia periférica a la leptina de causa idiopática, similar a la que se presenta con la insulina, es decir, mecanismos bioquímicos desconocidos modifican la sensibilidad del receptor de leptina y disminuyen la potencia dinámica de la misma en la célula blanco. Así mismo, la capacidad intrínseca de la leptina para activar neuronas del sistema nervioso simpático (SNS) condiciona un estado hiperadrenérgico patológico que se cree involucrado en el desarrollo de HTA en el SMet y la lipólisis excesiva<sup>20</sup>.

Sobre las metaloproteinasas, la MMP-2 se encontró en 28,1 ng/ml y la MMP-9 en 7,5 ng/ml. Al comparar con otro estudio de Nieto et al.<sup>21</sup> en este mismo municipio y en individuos jóvenes sin enfermedades identificadas, la MMP-2 estaba en por debajo de los niveles encontrados en ese estudio (52,05 ng/ml) y la MMP-9 en niveles similares (5,29 ng/ml). Hopps et al.<sup>22</sup> encontraron un incremento significativo en las concentraciones plasmáticas de ambas, MMP-2 y MMP-9, en todo el grupo de sujetos con SMet; situación similar encontraron Yadav et al.<sup>23</sup> en los niveles séricos de MMP-2 y MMP-9, que fueron significativamente más altos ( $p < 0,001$ ) en pacientes que tenían SMet comparados con el grupo control.

Sobre otras variables relacionadas con el diagnóstico del SMet, llaman la atención el colesterol total y la glucemia, cuyos promedios se encuentran en límites normales (solo 5 conductores tenían diagnóstico de diabetes mellitus), los TG se encontraron elevados y las HDL estuvieron por debajo de los límites normales. Las HDL bajas son un hallazgo frecuente en varios estudios con personas de riesgo cardiovascular en el municipio de Armenia<sup>24</sup>.

La relación TG/HDL se encontró aumentada. Se ha reconocido la relación TG/HDL como un indicador de la resistencia a la insulina y SMet<sup>25</sup>. En el ámbito periférico, la resistencia a la leptina incrementa sus acciones proinflamatorias sobre el tejido adiposo, favoreciendo el establecimiento de la resistencia a la insulina y los procesos de remodelamiento vascular aterogénicos<sup>8</sup>.

Al llevar a cabo una regresión múltiple entre las diferentes variables, se encontró que en el presente estudio la variación explicada del perímetro abdominal tiene una relación estadísticamente significativa con el IMC, la MMP-2, la edad, la PAS y la PAD. Mieczkowska et al.<sup>26</sup> encontraron relaciones significativas entre el perímetro abdominal con las HDL, los TG y la MMP-9, en mujeres.

En el presente estudio la variación explicada de la leptina tiene una relación estadísticamente significativa con el IMC, la MMP-2 y los TG. Moon et al.<sup>14</sup> encontró que la secreción de MMP-2 se aumenta significativamente en los cultivos tratados con leptina y acelera la diferenciación de los adipocitos, indicando que la MMP-2 es un mediador necesario en la adipogénesis.

En este estudio, la variación explicada de la MMP-2 tiene una relación estadísticamente significativa con el perímetro abdominal, la glucemia y la edad. Moon et al.<sup>14</sup> mostraron que la MMP-2 puede ser secretada por los adipocitos y está aumentada en la obesidad. Bastard et al.<sup>27</sup> mostraron que

la obesidad está asociada con la inflamación de bajo grado del tejido adiposo blando y la leptina puede modular la producción del TNF-alfa y la activación de los macrófagos. En modelos de roedores, la obesidad juega un importante papel en la patogénesis de la resistencia a la insulina, pero en humanos el metabolismo de la glucosa juega un papel controvertido. La producción de IL-6 en tejido adiposo humano está incrementada durante la obesidad<sup>8</sup>. Sin embargo, Sbardella et al.<sup>28</sup> proponen que en la MMP-2 predominan las acciones prohomeostáticas y que en la MMP-9 predominan las acciones proinflamatorias.

Sobre los factores de riesgo, es reconocido el consumo de cigarrillos, que fue encontrado estadísticamente significativo. En el estudio de Machado y Machado<sup>29</sup> sobre factores de riesgo cardiovascular en 10 ciudades de Colombia se encontró tabaquismo en el 6,4%. Se ha demostrado relación causal entre consumo de cigarrillos y riesgo para la salud; hay relación con una mayor morbimortalidad en pacientes diabéticos que fuman cigarrillos, generando problemas macro y microvasculares<sup>5</sup>.

Sobre el ejercicio como factor protector, el 63,79% manifestaba no realizar ejercicio. El promedio de ejercicio fue de 57,35 min a la semana. La OMS recomienda 150 min a la semana, y se ha reconocido un amplio rango de efectos benéficos del ejercicio<sup>30</sup>.

## Conclusión

La variación explicada del perímetro abdominal tiene una relación estadísticamente significativa con el IMC, la MMP-2, la edad, la PAS y la PAD. La variación de la leptina, tiene una relación estadísticamente significativa con el IMC, la MMP-2 y los TG. La variación de la MMP-2 tiene una relación estadísticamente significativa con el perímetro abdominal, la glucemia y la edad.

En resumen, se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre el perímetro abdominal con la MMP-2, de la leptina con la MMP-2 y de la MMP-2 con el perímetro abdominal y la glucemia, en los conductores de servicio público con SMet.

## Financiación

El proyecto se financió con recursos del Grupo de Investigación en Enfermedades Cardiovasculares y Metabólicas (Gecavyme), Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

## Conflicto de intereses

No existen conflictos de intereses.

## Agradecimientos

A los estudiantes de Medicina Cristian David Rodríguez, José Danilo Jojoa y Luis Felipe Orozco; a los bacteriólogos María del Socorro López y Luis Miguel Arredondo, y a la auxiliar de laboratorio Martha Cecilia Giraldo.

## Bibliografía

- Kassi E, Pervanidou P, Kaltsas G, Chrousos G. Metabolic syndrome: Definitions and controversies. *BMC Med.* 2011;9:48–60.
- Barrera MP, Pinilla AE, Cortés E, Mora G, Rodríguez MN. Síndrome metabólico: una mirada interdisciplinaria. *Rev Col Cardiol.* 2008;15:111–26.
- Paternina-Cacedo AJ, Alcalá-Cerra G, Paillier-Gonzales J, Romero-Zarante AM, Alvis-Guzmán N. Concordancia de tres definiciones de síndrome metabólico en pacientes hipertensos. *Rev Salud Pública.* 2009;11:898–908.
- Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA.* 2001;285:2486–97.
- Consenso Colombiano de síndrome metabólico. Asociación Colombiana de Endocrinología. Bogotá. 2006. p. 1–40.
- Consenso de Prediabetes Documento de posición de la Asociación Latinoamericana de diabetes. Consensos ALAD. 2013. p. 1–12.
- Achike FI, To NH, Wang H, Kwan CY. Obesity, metabolic syndrome, adipocytes and vascular function: A holistic view point. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2011;38:1–10.
- Carter S, Caron A, Richard D, Picard F. Role of leptin resistance in the development of obesity in older patients. *Clin Interv Aging.* 2013;8:829–44.
- Eckel R. Síndrome metabólico. En: Fauci A, Hauser S, Jameson J, Kasper D, Longo D, Loscalzo J, editores. *Harrison - Principios de Medicina Interna.* 18th ed. Nueva York: The McGraw-Hill; 2012. p. 1992–7.
- Loria P, Lonardo A, Carulli L, Verrone AM, Ricchi M, Lombardini S, et al. Review article: The metabolic syndrome and non-alcoholic fatty liver disease. *Aliment Pharmacol Ther.* 2005;22:31–6.
- Ebrahimi-Mamaghani M, Saghafi-Asl M, Pirouzpanah S, Aliasgharzadeh A, Aliashrafi S, Rezayi N, et al. Association of insulin resistance with lipid profile, metabolic syndrome, and hormonal aberrations in overweight or obese women with polycystic ovary syndrome. *J Health Popul Nutr.* 2015;33:157–67.
- Chen D, Zhang H, Gao Y, Lu Z, Yao Z, Jiang Y, et al. Cross-sectional and longitudinal associations between serum uric acid and metabolic syndrome: Results from Fangchenggang Area Male Health and Examination Survey in China. *Clin Chim Acta.* 2015;446:226–30.
- Santos AB, Junges M, Silvello D, Macari A, de Araújo BS, Seligman BG, et al. Early change of extracellular matrix and diastolic parameters in metabolic syndrome. *Arq Bras Cardiol.* 2013;101:311–6.
- Moon HS, Lee HG, Seo JH, Chung CS, Guo DD, Kim TG, et al. Leptin-induced matrix metalloproteinase-2 secretion is suppressed by trans-10,cis-12 conjugated linoleic acid. *Biochem Biophys Res Commun.* 2007;356:955–60.
- Mohebbi I, Saadat S, Aghassi M, Shekari M, Matinkhah M, Sehat S. Prevalence of metabolic syndrome in Iranian professional drivers: Results from a population based study of 12,138 men. *PLoS One.* 2012;7:31790.
- Chaparro P, Guerrero J. Condiciones de trabajo y salud en conductores de una empresa de transporte público urbano. *Revista de Salud Pública de la Universidad Nacional de Colombia.* 2001;3:171–87.
- Alegria E, Cordero A, Laclaustra M, Grima A, León M, Casasnovas JA, et al. Prevalence of Metabolic Syndrome in the Spanish Working Population: MESYAS Registry. *Rev Esp Cardiol.* 2005;58:797–806.
- Ruiz AJ, Aschner PJ, Puerta MF, Cristancho RA. Estudio IDEA (International Day for Evaluation of Abdominal Obesity): prevalencia de obesidad abdominal y factores de riesgo asociados en atención primaria en Colombia. *Biomédica.* 2012;4:610–6.
- DePaoli AM. 20 years of Leptin. Leptin in common obesity and associated disorders of metabolism. *J Endocrinology.* 2014;223:71–81.
- Smith MM, Minson CT. Obesity and adipokines: Effects on sympathetic over activity. *J Physiol.* 2012;590:1787–801.
- Nieto OA, Jiménez JA, García DM, Landazuri P. Metaloproteinasas de la matriz extracelular y lipoproteínas de alta densidad en individuos jóvenes. *Rev Investig Univ Quindío.* 2012;23:8–16.
- Hopps E, Lo Presti R, Montana M, Noto D, Averna MR, Caimi G. Gelatinases and their tissue inhibitors in a group of subjects with metabolic syndrome. *J Invest Med.* 2013;61:978–83.
- Yadav SS, Singh MK, Dwivedi P, Mandal RK, Usman K, Khattri S, et al. Significance of impaired serum gelatinases activities in metabolic syndrome. *Toxicol Int.* 2014;21:107–11.
- Nieto OA, García DM, Jiménez JA, Landazuri P. Efecto del ejercicio en subpoblaciones de lipoproteínas de alta densidad y en la presión arterial. *Rev Salud Pública.* 2013;1:12–22.
- Roa M, Arata-Bellabarba G, Valeria L, Velázquez-Maldonado E. Relación entre el cociente triglicéridos/c-HDL, índices de resistencia a la insulina y factores de riesgo cardiometabólico en mujeres con síndrome del ovario poliquístico. *Endocrinol Nutr.* 2009;56:59–65.
- Mieczkowska J, Mosiewicz J, Barud W, Kwaśniewski W. Changes in the activity of connective tissue matrix enzymes in the metabolic syndrome. *Arch Med Sci.* 2011;7:634–41.
- Bastard JP, Maachi M, Lagathu C, Kim MJ, Caron M, Vidal H, et al. Recent advances in the relationship between obesity, inflammation, and insulin resistance. *Eur Cytokine Netw.* 2006;17:4–12.
- Sbardella D, Frasciglione GF, Gioia M, Ciaccio C, Tundo GR, Marini S, et al. Human matrix metalloproteinases: An ubiquitous class of enzymes involved in several pathological processes. *Mol Aspects Med.* 2012;33:119–208.
- Machado JE, Machado ME. Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en pacientes con dislipidemia afiliados al sistema de salud en Colombia. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2013;2:205–11.
- Strasser B. Physical activity in obesity and metabolic syndrome. *Ann N Y Acad Sci.* 2012;19:141–59.