

Obesidad e inflamación en estudiantes de una universidad pública colombiana

Obesity and inflammation in students of a Colombian public university

Olga A. Nieto, Eliana C. Cardona, Daniela Ramírez,
María M. González y Jhon C. Castaño-Osorio

Recibido 22 marzo 2018 / Enviado para modificación 6 agosto 2020 / Aceptado 12 octubre 2020

RESUMEN

Objetivo Describir la relación entre obesidad y variables proinflamatorias en la población estudiantil de la Universidad del Quindío.

Métodos Estudio descriptivo de corte transversal en el cual participaron 155 estudiantes. En primer lugar se midió la glicemia —por métodos convencionales—, la insulinemia y las citocinas —mediante la prueba ELISA—; también se calculó IMC e índice HOMA-IR. Luego, esta información se analizó en el software Statgraphics con el fin de establecer relaciones entre las variables a través de regresión múltiple. Así, se llegó a una diferencia estadísticamente significativa cuando el valor de p fue $\leq 0,05$.

Resultados La prevalencia de obesidad por IMC fue de 4,6%; la de sobrepeso, 20,5%; y la de obesidad abdominal por perímetro de cintura fue de 18,5%. El promedio de insulinemia fue de $8,5 \mu\text{UI/ml} \pm 6,4$ y el índice HOMA-IR, de 1,7. El 18,5% presentaron resistencia a la insulina. El interferón gamma se encontró en $4,6 \pm 12,0 \text{ pg/mL}$; la IL-6, en $5,1 \pm 15,5 \text{ pg/mL}$; y el TNF alfa, en $3,2 \pm 11,1 \text{ pg/mL}$. La mayor variación explicada (R^2) la presentan la insulinemia, el índice cintura/cadera y el índice Homa-IR. La IL-6 fue la citocina que presentó la mayor variación explicada.

Conclusiones Se evidencia que existe una relación entre citocinas inflamatorias como la IL-6 con el índice cintura/cadera, la insulinemia y el índice Homa-IR y la presión diastólica.

Palabras Clave: Obesidad; resistencia a la insulina; interleucina-6; interferón gamma (fuente: DeCS, BIREME).

ABSTRACT

Objective To describe the relationship between obesity and proinflammatory variables in the student population of the University of Quindío.

Methods A cross-sectional descriptive study in which 155 students participated. Firstly, the glycemia was made by conventional methods, the insulinemia and the cytokines were measured by ELISA; IMC and HOMA-IR index were calculated. Then, the information was analyzed in the Statgraphics software to establish relationships between the variables were established through multiple regression and thus statistically significant difference was considered when the p value was ≤ 0.05 .

Results The prevalence of obesity by BMI was of 4.6%, of overweight 20.5% and of abdominal obesity by waist circumference was of 18.5%. The average insulinemia was $8.5 \mu\text{UI/ml} \pm 6.4$ and the HOMA-IR index was 1.75. 18.5% had insulin resistance. Interferon gamma was found at $4.6 \pm 12.0 \text{ pg/mL}$, IL-6 at $5.1 \pm 15.5 \text{ pg/mL}$ and TNF alpha at $3.2 \pm 11.1 \text{ pg/mL}$. The greatest variation explained (R^2) is presented by insulinemia, the waist/hip index and the Homa-IR index. IL-6 was the cytokine that presented the greatest variation explained.

Conclusions There is a relationship between inflammatory cytokines such as IL-6 with the waist/hip index, diastolic pressure, insulinemia and the Homa-IR index.

Key Words: Obesity; insulin resistance; interleukin-6; interferon-gamma (source: MeSH, NLM).

ON: MD. M.Sc. Salud Pública. Ph.D. Ciencias Biomédicas. Grupo de Salud Pública, Programa de Medicina. Facultad Ciencias de la Salud, Universidad del Quindío. Armenia, Colombia. olgalicianieto@gmail.com

EC: MD. Grupo de Salud Pública, Programa de Medicina. Facultad Ciencias de la Salud, Universidad del Quindío. Armenia, Colombia. eliana_cardona_r@hotmail.com

DR: MD. Grupo de Salud Pública, Programa de Medicina. Facultad Ciencias de la Salud, Universidad del Quindío. Armenia, Colombia. daniela.ramirez800@gmail.com

MG: Enf. M.Sc. Ciencias Biomédicas. Grupo Gymol, Programa de Medicina. Facultad Ciencias de la Salud, Universidad del Quindío. Armenia, Colombia. mmgonzalez@uniquindio.edu.co

JC: MD. Ph.D. Ciencias Básicas Médicas. Grupo Gymol, Programa de Medicina. Facultad Ciencias de la Salud, Universidad del Quindío. Armenia, Colombia. jhoncarlos@uniquindio.edu.co

jhoncarlos@uniquindio.edu.co

La obesidad y el sobrepeso se consideran una enfermedad crónica multifactorial que está creciendo rápidamente y que tiene un gran impacto sobre la salud, pues son los principales factores de riesgo para el desarrollo de diabetes mellitus, hipertensión arterial, arteriosclerosis, ataques cardíacos, accidentes cerebrovasculares y ciertas formas de cáncer (1,2).

La obesidad es un problema creciente de salud pública de gran magnitud en el mundo. Cada año mueren 2,8 millones de personas a causa de la obesidad y el sobrepeso (3). Se calcula que para el año 2030 la defunción por enfermedades no transmisibles será de 55 millones, de los cuales el 5% será atribuible a la obesidad. En Colombia el 70% de la carga de obesidad está asociada a enfermedades crónicas no transmisibles (4).

Se han descrito algunos subtipos de obesidad, entre los que se encuentra un fenotipo correspondiente a individuos con peso normal pero metabólicamente obesos, quienes presentan las alteraciones típicas de los pacientes obesos (resistencia a la insulina, adiposidad central, bajas cifras de colesterol HDL y aumento de triglicéridos e hipertensión arterial). En contraste, existen los obesos metabólicamente sanos, que no padecen ninguna de las alteraciones metabólicas típicas (5).

Se ha identificado que la obesidad está relacionada con el aumento temprano de la resistencia a la insulina, pues produce alteraciones en el metabolismo glucídico, lipídico y proteico. Esto se debe a que el páncreas aumenta la secreción de insulina, lo que produce un estado de “hiperinsulinismo” compensatorio. La resistencia a la insulina está asociada con la obesidad de predominio abdominal, al sedentarismo y a dietas poco saludables (6).

En el ser humano se encuentran dos tipos de tejido adiposo: blanco y pardo; el tejido adiposo blanco constituye la mayor parte y se subdivide en subcutáneo y visceral. Este último, está constituido por adipocitos de un tamaño más reducido y con menor capacidad de almacenamiento.

Los adipocitos viscerales hipertróficos-hiperplásicos tienen menor densidad de receptores para insulina y mayor densidad de receptores β_3 , característica que condiciona el aumento de lipólisis, que facilita la diapedesis de monocitos hacia el estroma adiposo visceral. El tejido adiposo en individuos obesos está infiltrado por un gran número de macrófagos y células $T CD8+$; la obesidad induce un cambio fenotípico en estas células: pasan de un estado antiinflamatorio a un estado proinflamatorio, con una producción aumentada de citoquinas (TNF- α , IL-6, MCP-1, IL-1 β), lo cual ocasiona un estado inflamatorio crónico de bajo grado (7,8).

La citoquina TNF- α es una potente hormona proinflamatoria; sus niveles son mayores en el plasma y en el tejido

adiposo de individuos obesos. Cabe destacar que los niveles circulantes de esta hormona disminuyen con la pérdida de peso. Su aumento se ha relacionado con una disminución de la adiponectina, hormona que mantiene la sensibilidad a la insulina (8).

La resistencia a la insulina es la condición fisiopatológica de una respuesta reducida a la insulina en diferentes tejidos u órganos: hígado, músculo esquelético, tejido adiposo entre otros (8). La resistencia a la insulina caracteriza a un espectro de trastornos: la hiperglucemia, el síndrome metabólico, la obesidad, diabetes mellitus tipo 2 y la enfermedad cardiovascular acelerada (9).

La antropometría es una de las técnicas fundamentales para diagnosticar obesidad en poblaciones adultas mal nutridas por la facilidad de su aplicación, su generalización y su aceptable rango de exactitud (10).

El índice de masa corporal (IMC) mide el estado nutricional calculando el peso dividido por la estatura al cuadrado. Los valores del IMC son un reflejo de las reservas corporales de energía. Sin embargo, no permite distinguir entre masa magra y masa grasa, además tampoco determina la distribución de la adiposidad (10). Un IMC de 20 a 24,9 se considera normal, de 25-29,9 se considera como sobrepeso, y cifras mayores de 30 se clasifican en diferentes grados de obesidad.

La circunferencia de cintura es utilizada para cuantificar la obesidad central y ha sido útil como parámetro fundamental en la definición de síndrome metabólico. Por sí sola puede ser utilizada para indicar la adiposidad o para reflejar factores de riesgo metabólicos (10). En la Guía Colombiana de Obesidad se sugiere que el punto de corte de perímetro de cintura para definir obesidad abdominal en población adulta sea en hombres menor o igual 90 cm (mayor o igual a 94 centímetros es indicador de exceso de grasa visceral) y en mujeres menor o igual a 80 centímetros (mayor o igual a 90 centímetros es indicador de exceso de grasa visceral) (11).

Existen diferentes métodos para el diagnóstico de la resistencia a la insulina. Entre ellos, se destacan el clamp euglucémico hiperinsulinémico, el HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance*), la prueba de tolerancia oral a la glucosa, el test de tolerancia a la glucosa intravenosa con muestreo frecuente modificado y la concentración plasmática de péptido C (12,13). El método más utilizado es el cálculo del índice HOMA-IR (13): $HOMA-IR = \text{glicemia de ayuno (mg/dL)} \times \text{insulinemia basal } (\mu\text{UI/ml}) / 405$.

Se considera que un valor mayor o igual a 2,6 resulta más apropiado para diagnosticar la resistencia a la insulina. Esta cifra se considera como un valor de corte en la actualidad. Este índice es utilizado para evaluar la resistencia en pacientes normoglicémicos (14).

MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio descriptivo de corte transversal en la Universidad del Quindío, durante el primer periodo del año 2017, el cual fue aprobado por el Comité de Bioética y el Comité de Investigaciones de la Universidad. Se calculó una muestra de 170 participantes con un IC95% y un 5% de error, ajustada por prevalencia de obesidad en un estudio anterior del 13% en estudiantes; se llevó a cabo un muestreo aleatorio en la base de datos aportada por la Oficina de Planeación y se realizó una búsqueda activa por las siete Facultades. Los estudiantes participantes firmaron el consentimiento informado. Se hizo toma de medidas antropométricas y toma de muestra sanguínea.

Se tomó la muestra de sangre en ayunas y se midió la glucosa plasmática por medio del método glucosa oxidasa peroxidasa y se tomaron como valores normales 70-110 mg/dL (laboratorio Human). Se midió insulinemia por medio del método inmunoenzimático colorimétrico directo para determinación cuantitativa de insulina en suero. Se tomaron como valores normales los rangos asignados por NovaTec para un adulto: 0,7-9,0 μ U/MI (15), y se calculó el índice HOMA-IR, que permitió precisar un valor numérico de resistencia insulínica (14).

Se midieron las citocinas IL-6, TNF α e INF γ , por técnica ELISA, según instrucciones del fabricante; el límite de detección para TNF α fue de 2pg/mL, para INF γ fue de 4pg/mL y para la IL-6 fue de 4pg/mL (laboratorio Biologend).

Una vez obtenida la información se sistematizó en Excel. Luego, se analizó en el software *Statgraphics Centurion*[®], se establecieron relaciones entre las variables a través de regresión múltiple y se consideró diferencia estadísticamente significativa cuando el valor de p fuera menor o igual a 0,05.

RESULTADOS

Participaron 155 estudiantes de jornada diurna de la Universidad del Quindío en Armenia: un 63,5% de sexo femenino y un 36,4%, de sexo masculino. No realizan ejercicio físico un 74,1% (Tabla 1).

Tabla 1. Variables categóricas identificadas en el estudio

Variable	Categoría	Frecuencia	%
Sexo	Femenino	96	63,5
	Masculino	55	36,4
Ejercicio físico	Si	39	25,8
	No	112	74,1
Estado civil	Casado	4	2,6
	Soltero	145	96,0
	Unión libre	2	1,3

Las características de la población se encuentran en la Tabla 2. El índice de masa corporal (IMC) promedio fue de 22,9; el 66,2% de los estudiantes tenían peso normal; 8,6%, bajo peso; 20,5%, sobrepeso; y 4,6%, obesidad (3,3%, obesidad I; 1,3%, obesidad grado III).

Tabla 2. Características de los participantes en toda la muestra y por sexo

Variable	Promedio y Desviación Estandar	IC95%	Promedio e IC95% Sexo femenino	Promedio e IC95% Sexo masculino	Valor de p (Anova)	Valores de referencia
Edad (años)	21,0 \pm 2,7	20,6-21,4	20,7 20,3-21,1	21,6 21,1-22,1	0,050	-
Peso (kg)	63,9 \pm 15,0	61,5-66,4	59,3 57,4-61,3	72,0 69,4-74,6	<0,001	-
Talla (m)	1,6 \pm 0,1	1,6-1,6	1,6 1,6-1,6	1,7 1,7-1,7	<0,001	-
IMC (kg/m ²)	22,9 \pm 4,1	22,3-23,6	22,5 21,9-23,1	23,7 22,9-24,5	0,09	peso normal 18,5-24,9
Circunferencia de cintura (cm)	77,6 \pm 11,0	75,8-79,3	74,01 72,6-75,5	83,7 81,8-85,6	<0,001	\leq 80cm en mujeres \leq 90cm en hombres
Circunferencia de cadera (cm)	98,6 \pm 8,8	97,2-100,0	98,3 97,0-99,6	99,1 97,4-100,7	0,61	-
Índice cintura/cadera	0,79 \pm 0,07	0,77-0,79	0,75 0,75-0,76	0,84 0,83-0,85	<0,001	\leq 0,80 en mujeres \leq 0,95 en hombres
Glicemia (mg/dl)	87,8 \pm 8,9	86,3-89,2	87,5 86,2-88,7	88,3 86,6-90,0	0,58	75-115 MG/DL
Insulinemia (μ ui/ml)	8,1 \pm 6,4	7,0-9,1	8,5 7,5-9,4	7,4 6,2-8,6	0,33	0,7-9 μ UI/ML
Índice Homa - Ir	1,7 \pm 1,3	1,5-1,9	1,8 1,6-2,0	1,6 1,3-1,8	0,37	<2,6
INF- γ (PG/ML)	4,6 \pm 12,0	2,7-6,5	4,5 2,8-6,2	4,7 2,4-6,9	0,94	
IL-6 (PG/ML)	5,1 \pm 15,5	2,7-7,6	6,0 3,9-8,2	3,5 0,6-6,4	0,32	
TNF A (PG/ML)	3,2 \pm 11,1	1,4-5,0	4,0 2,5-5,6	1,7 0,3-3,8	0,21	

El promedio de glicemia se encontró normal (87,8 mg/dL, con IC95% 86,3-89,2 mg/dL) y 5,3% de los participantes presentaron cifras de glicemia mayores a 100mg/dL. La insulinemia promedio fue normal en un 94,7% (8,1 μ UI/ml con IC95% 7,0-9,1), el 35,7% de los participantes tenían valores de insulinemia por encima de los niveles normales (>9 μ UI/ml). El 18,5% muestran resistencia a la insulina tomándose como referencia el índice HOMA-IR, con un valor >2,5.

Respecto a las citocinas, medidas por primera vez en esta población, el interferón gama se encontró en promedio en 4,6 pg/mL (IC95% 2,4-6,9), la interleuquina-6 en promedio de 5,17 pg/mL (IC95% 0,6-6,4) y el TNF α en 3,2 pg/mL (IC95% 0,32-3,48%). El 25,4% de los participantes mostraron niveles de INF γ . El 23,8% mostraron niveles de IL-6 y el 14,1% presentaron niveles de TNF α por encima de los límites de detección.

Se realizó una comparación de las variables por sexo, por medio de un análisis de varianza (ANOVA), que mues-

tra diferencia estadísticamente significativa para la edad, el IMC, la circunferencia de cintura y el índice cintura/cadera.

El 21,8% de las mujeres y el 30,9% de los hombres presentaron sobrepeso.

Con base en el IMC, las mujeres presentaron mayor porcentaje de bajo peso (11,4%); el 66,6%, peso normal; el 18,7%, sobrepeso; y el 3,1% obesidad I. En los hombres se encontró más sobrepeso y obesidad: 3,6% tenían bajo peso; 65,4%, peso normal; 23,6%, sobrepeso; 3,6%, obesidad I; y 3,64%, obesidad III.

En la tabla 3 se pueden ver las relaciones entre las variables. Para su elaboración, se llevó a cabo una regresión múltiple, que permite ver la variación explicada (R^2) de las variables en función de las otras. Se encontró que la mayor R^2 la presentan la insulinemia ($R^2=98,9$), el índice cintura-cadera ($R^2=98,9$) y el índice Homa-IR ($R^2=98,9$), respectivamente; así mismo, presentan el menor error estándar, que en estas 3 variables es menor a 1.

Tabla 3. Relaciones entre las variables (Regresión múltiple – Anova – valor de p)

Variable dependiente	IMC (KG/M ²)	Cintura (cm)	Índice cintura-cadera	PAD MMHG	PAS MMHG	Glicemia (MG/DL)	Insulinemia (μ UI/ML)	IL-6 PG/ML	TNFA PG/ML	INF- γ PG/ML	Índice Homa - Ir
Variación explicada (R^2)	85,4	40,2	98,9	48,7	47,8	61,5	98,9	12,5	2,9	6,4	98,9
Error Estándar (E)	1,6	8,8	0,007	6,2	9,5	5,8	0,6	11,5	11,7	12,3	0,1
IMC (KG/M ²)	-	<0,001	<0,001	0,038	0,084	0,025	0,886	0,587	0,976	0,410	<0,001
Circunferencia de cintura (cm)	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	0,470	<0,001	0,300	0,386	0,741	0,313
Índice cintura - cadera	0,680	<0,001	-	0,015	0,419	0,233	0,982	0,049	0,796	0,491	<0,001
PAD – Presión arterial diastólica (MMHG)	0,718	0,043	0,014	-	<0,001	0,198	0,325	0,041	0,974	0,227	0,633
PAS – Presión arterial Sistólica (MMHG)	0,294	<0,001	0,419	<0,001	-	0,854	0,142	0,248	0,867	0,581	0,479
Glicemia (MG/DL)	0,009	0,752	0,776	0,205	0,720	-	<0,001	0,576	0,769	0,441	0,060
Insulinemia (μ UI/ML)	<0,001	<0,001	0,119	0,558	0,278	<0,001	-	<0,001	0,986	0,301	<0,001
IL-6 (PG/ML)	0,462	0,435	0,117	0,062	0,019	0,713	0,779	-	0,654	0,074	0,652
TNFA (PG/ML)	0,976	0,100	0,796	0,922	0,853	0,710	0,986	0,667	-	0,777	0,522
Inf- γ (pg/ml)	0,809	0,590	0,501	0,423	0,215	0,659	0,350	0,075	0,795	-	0,152
Índice Homa - Ir	<0,001	<0,001	0,581	0,389	0,336	<0,001	<0,001	0,038	0,929	<0,001	-

El IMC presentó una variación explicada de 85,4 y la circunferencia de cintura, de 40,2; la presión arterial sistólica y diastólica, una R^2 de 48,7 y 47,8, respectivamente.

Las citocinas IL-6, TNF α e INF γ , presentaron las menores variaciones explicadas en este modelo de regresión múltiple.

Presentaron relaciones estadísticamente significativas:

- El IMC con la circunferencia de cintura, el índice cintura/cadera, la glicemia y el índice Homa-IR.
- El índice cintura/cadera con la presión arterial sistólica y diastólica y la insulinemia. Y también con un indicador de inflamación como la IL-6; y con otros indicadores como el índice Homa-IR, la presión diastólica y el perímetro de cintura.

- La presión arterial diastólica con la circunferencia de cintura, el índice cintura/cadera, la PAS y la interleucina 6.
- la presión arterial sistólica con la circunferencia de cintura y la PAD.

Sobre los indicadores bioquímicos, presentaron relaciones estadísticamente significativas la glicemia con el IMC y la insulinemia.

La insulinemia con el IMC, la circunferencia de cintura, la glicemia, el índice Homa-IR y la interleucina 6. El índice Homa-IR con la IMC, la circunferencia de cintura, la glicemia, la insulinemia, la IL-6 y el INF- γ . Y la interleucina 6 con la PAS.

El índice Homa-IR fue la variable que presentó mayor cantidad de relaciones estadísticamente significativas, seguida de la insulinemia.

La interleucina 6 fue la citocina que presentó la mayor variación explicada ($R^2=12,56$) y presenta relaciones estadísticamente significativas con el índice cintura-cadera, la presión diastólica, la insulinemia y el índice Homa-IR.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se encontró que la edad promedio fue de 21,04 años (IC95% 20,6-21,4). En el estudio de riesgo cardiovascular en esta misma población durante el año 2015 fue de 21,0 años (16). Es decir, el promedio de la edad de los estudiantes de esta universidad es similar en estos dos periodos. Se encuentran datos similares en otras ciudades del país, como en Bucaramanga, donde se encontró una mediana de 20 años en un estudio de sobrepeso y obesidad en universitarios (17). A nivel latinoamericano, se encuentran datos semejantes, como es el caso del estudio de estilo de vida y obesidad en universitarios de la UNAM, en donde se encontró que la edad promedio fue de 18,5 años (18).

En los participantes del estudio se encontró un peso promedio de $63,9 \pm 15,0$ Kg y un promedio de talla de $1,6 \pm 0,1$ m. En Bucaramanga, se encontró una mediana de peso de 61,8 kg y talla de 1,6 m (17). En México, en un estudio de factores de riesgo asociados a sobrepeso y obesidad en universitarios, se encontró un promedio de peso de 66,2 kg y una talla de 1,6 m (19). Se puede observar que hay similitud en estas medidas antropométricas de estudiantes universitarios a nivel nacional y latinoamericano.

El IMC tuvo un promedio normal de $22,9 \pm 4,1$ kg/m². La prevalencia de exceso de peso fue de 25,1%, con una mayor proporción en sobrepeso (20,5%) y 4,6% en obesidad. En la misma población, en el año 2015 se había identificado un IMC promedio de 23,5, con 11,5% sobrepeso y 1,5% obesidad (16); es decir, aumentó el porcentaje de sobrepeso y de obesidad. La ENSIN 2015 (Encuesta Nacional de Salud Nutricional en Colombia) mostró un aumento de 5,2 puntos porcentuales en sobrepeso y obesidad en población de 18-64 años entre el 2005 al 2015 (20).

En estudios similares a nivel nacional se encuentran cifras semejantes con una prevalencia de exceso de peso de 26,4% en Bucaramanga (17). En el panorama latinoamericano se observa una prevalencia de exceso de peso en Brasil de 26,4% (21), otra cifra del mismo país se encuentra en 18,2% (22) y en México se encuentran cifras del 33,1% en población universitaria (19).

El exceso de peso encontrado en las mujeres fue de 21,8% frente a un 30,9% en los hombres, porcentaje cercano a diferentes estudios realizados en población universitaria tanto a nivel nacional como latinoamericano. En la ENSIN 2015, se evidenció que el exceso de peso era mayor en las mujeres que en los hombres, con un 52,7% frente a 59,5%

(20). Sin embargo, la ENSIN cubrió una población con un rango de edad mucho más amplio (18-64 años).

El perímetro de cintura promedio de los participantes en el presente estudio fue de $77,6 \pm 11,0$ cm. En Bucaramanga se halló una mediana de 79 cm (17); en Brasil, de 75,5 cm (22,23); y en México, de 79,6 cm (19), en estudiantes universitarios. Un estudio de síndrome metabólico realizado en Cartagena en población general encontró una mediana de 90 cm (23), y en Armenia en conductores de vehículo de servicio público el perímetro abdominal fue 105,7 cm (24).

El promedio de perímetro de cintura por sexo fue de 74,0 cm (IC95% 72,6-75,5 cm) en las mujeres y de 83,7 cm (IC95% 81,8-85,6 cm) en los hombres, esta diferencia fue estadísticamente significativa con un valor de $p \leq 0,05$. A nivel nacional se encuentran cifras más elevadas en Cartagena, en donde se halló una mediana de 87 cm en mujeres y de 94 cm en hombres (23). En el caso de Brasil se encontraron cifras similares, con 70,6 cm en mujeres y 81,3 cm en hombres (21) y en México con 74,1 cm en mujeres y 86,1 cm en hombres (19).

Usando como referencia el perímetro de cintura, el 18,5% de los participantes presentaron obesidad abdominal (16,6% de las mujeres y 21,8% de los hombres), medido con los indicadores antropométricos de la *Guía de obesidad colombiana* (11). En esta misma población, en el año 2015, se había identificado un 10,8% de aumento del perímetro abdominal medido con las referencias de la ALAD (16).

La glicemia promedio fue normal en los participantes de este estudio (87,8 mg/dL). En esta misma población, en el año 2015 se encontró una glicemia promedio de 83,5 mg/Dl (16); a nivel nacional, se encontró una mediana de glicemia de 88 mg/dL en Cartagena (23).

El promedio de glicemia por sexo fue de 87,5 mg/dL (IC95% 86,2-88,7) en las mujeres y de 88,3 mg/dL (86,6-90,0) en los hombres. En Cartagena, la mediana de glicemia en ayuno fue de 85 mg/dL en mujeres y 90 mg/dL en hombres (23). A nivel latinoamericano se encontró en un estudio de síndrome metabólico en universitarios ecuatorianos una media de glicemia de 80,8 mg/dL en mujeres y 81,7 mg/dL en hombres (25).

Se observa que en todos los estudios los niveles de glicemia en los hombres se encuentran levemente aumentados con respecto a los de las mujeres; sin embargo, están dentro de los niveles normales.

En el presente estudio 5,3% de los participantes presentaron cifras de glicemia mayores a 100mg/dL. En Tunja se realizó un estudio de síndrome metabólico en estudiantes universitarios, el cual halló que el 0,6% presentó niveles de glicemia mayores a 100mg/dL (26), mientras que en un estudio de Brasil esta cifra es del 1,3% (27); podemos observar que en el presente estudio hay mayor prevalencia de hiperglicemia en ayuno.

En cuanto a la actividad física, se encontró que en los estudiantes que participaron en el estudio 74,1% no realizaban ejercicio físico y solo el 25,8% si lo realizaba por lo menos 3 veces a la semana. En esta misma población, durante el año 2015 el sedentarismo fue de 62,3% (16), es decir que se presentó un aumento en este periodo. A nivel latinoamericano, en el estudio de prevalencia de componentes metabólicos en universitarios de Brasil se observó que el 71,7% eran sedentarios (27).

En el presente estudio se encontró relación estadísticamente significativa al correr las variables IMC e índice HOMA-IR con un valor de $p \leq 0,001$ y una variación explicada (R^2) del 30,2%, así como también entre perímetro de cintura e índice HOMA-IR con un valor de $p \leq 0,001$ y R^2 del 21,1%. Se puede observar que, cada vez que se relacionan estas medidas antropométricas, que reflejan el grado de sobrepeso u obesidad al HOMA-IR, hay una relación significativa, lo cual nos muestra la utilidad de este indicador. En el estudio de González (28), se encontró asociación entre IMC e índice HOMA-IR en ambos sexos. Sin embargo, a diferencia del presente estudio no se halló una relación estadísticamente significativa entre el perímetro abdominal y el índice HOMA-IR.

En el presente estudio se encontró que el IMC presenta una relación significativa con el perímetro de cintura (valor de $p \leq 0,001$). Estos resultados son similares a otros realizados en la misma ciudad (24), en el cual se halló una relación estadísticamente significativa entre el perímetro abdominal y el IMC.

Al llevar a cabo una regresión múltiple para ver la variación explicada (R^2) de las variables en función de las otras, se encontró que la mayor R^2 la presentan la insulinemia ($R^2=98,9$), el índice cintura-cadera ($R^2=98,9$) y el índice Homa-IR ($R^2=98,9$), respectivamente; asimismo, presentan el menor error estándar, que en estas 3 variables es menor de 1.

El índice Homa-IR fue la variable que presentó mayor cantidad de relaciones estadísticamente significativas, seguida de la insulinemia.

Sobre la relación de la obesidad con la inflamación y la resistencia a la insulina, Ray *et ál.* (29), mostraron los eventos que conectan la inflamación con la resistencia a la insulina en la obesidad.

En el presente estudio se encontraron indicadores de inflamación en una población universitaria, tales como el aumento de la resistencia a la insulina y niveles aumentados de IL-6 y TNF α . La IL-6 fue la citocina que presentó la mayor variación explicada en este estudio y presentaron relaciones estadísticamente significativas con ella el índice cintura cadera, la presión diastólica, la insulinemia y el índice Homa-IR. Este estudio confirma lo hallado en estudios anteriores sobre el aumento de adipocinas

inflamatorias, como la IL-6, en individuos obesos. Estas adipocinas contribuyen a la inflamación sistémica y a las enfermedades asociadas con la obesidad (30), en este caso, en individuos jóvenes.

La IL-6 es una citocina originalmente identificada como un factor de diferenciación de células B, capaz de inducir su maduración en células productoras de anticuerpos. Como otras citoquinas, la IL-6 no está involucrada únicamente en respuesta inmune y tiene muchas funciones críticas en los principales sistemas fisiológicos, incluido el sistema nervioso (31).

En conclusión, el presente estudio muestra, en una población de jóvenes universitarios sin enfermedades identificadas, que el sobrepeso y la obesidad van en aumento y se relacionan tempranamente con marcadores serológicos de inflamación como la IL-6 y la resistencia a la insulina ♥

Agradecimientos: Los autores les agradecen a todos los participantes del estudio, al equipo de laboratorio del Centro de Investigaciones Biomédicas de la Universidad del Quindío y a la Vicerrectoría de Investigaciones por el apoyo para la realización de este proyecto.

Conflictos de intereses: Ninguno.

Financiación: Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Quindío.

REFERENCIAS

1. De Angelo L, Kalumuck K, Adlin E. Obesity. Magill's Medical Guide. Sexta edición. Pasadena, CA: Salem Press. 2010.
2. González E. Obesidad: Análisis etiopatogénico y fisiopatológico. *Endocrinol Nutr.* 2013; 60(1):17-24. DOI:10.1016/j.endonu.2012.03.006.
3. Organización Mundial de la Salud. 10 datos sobre la obesidad [Internet]. Geneva: OMS; 2017 [cited 2018 Feb 22]. <https://bit.ly/3dkf48T>.
4. Ministerio de la Protección Social. Documento guía de alimentación saludable. Cali: Gobierno de Colombia; 2013.
5. Alegría E, Castellano J, Alegría A. Obesidad, síndrome metabólico y diabetes: implicaciones cardiovasculares y actuación terapéutica. *Rev Esp Cardiol.* 2008; 61:752-64. DOI:10.1157/13123996.
6. Pollak C. F. Resistencia a la insulina: verdades y controversias. *Rev. Méd. Clín. Condes.* 2016; 27(2):171-8. DOI:10.1016/j.rmcl.2016.04.006.
7. Manzur F, Alvear C, Alayón A. Adipocitos, obesidad visceral, inflamación y enfermedad cardiovascular. *Rev Colomb Cardiol.* 2010; 17:207-13. DOI:10.1016/S0120-5633(10)70243-6.
8. Carvajal C. Tejido adiposo, obesidad e insulino resistencia. *Med. leg. Costa Rica [Internet].* 2015 [cited 2018 Feb 22];32(2): 138-44. <https://bit.ly/3puyll1>.
9. Powers A, Niswender K, Evans-Molina C. Diabetes mellitus: diagnóstico, clasificación Y fisiopatología. In: Jameson L, Fauci A, Kasper D, Hauser D, Longo D, Loscalzo J. Harrison, principios de Medicina Interna, 19.ª ed. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V; 2015, p. 2399-406.
10. Rosales R. Antropometría en el diagnóstico de pacientes obesos; una revisión. *Nutr Hosp.* 2012; 27(6):1803-9. DOI:10.3305/nh.2012.27.6.6044.
11. Ministerio de Salud y Protección Social. Guía de Práctica Clínica (GPC) para la prevención, diagnóstico y tratamiento del sobrepeso y la obesidad en adultos. Guía Completa. Colombia-2016. (Consultado: marzo 7 de 2018). Disponible en: <https://bit.ly/3qhZmy8>.

12. Merchán A, Fidalgo A. Diagnóstico de la resistencia a la insulina en mujeres con síndrome de ovario poliquístico: revisión sistemática [Internet]. Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario; 2014 [cited 2018 Feb 22]. <https://bit.ly/3pxKACO>.
13. Carrasco F, Galgani J, Reyes M. Síndrome de resistencia a la insulina. Estudio y manejo. *Rev. Med. Clin. Condes*. 2013; 24(5):827-37. DOI:10.1016/S0716-8640(13)70230-X.
14. Hernández J, Tuero A, Vargas D. Utilidad del índice HOMA-IR con una sola determinación de insulinemia para diagnosticar resistencia insulínica. *Rev. cuba. endocrinol*. 2011 [cited 2018 Feb 22]; 22(2):69-77. <https://bit.ly/3at1GA1>.
15. NovaTec Immundiagnostica GmbH. Insulin. Dietzenbach, Germany: NovaTec; 2018.
16. Nieto OA, González M, Rodríguez L. Prevalence and cardiovascular risk factors at University community in Armenia-Colombia. *Int J Collab Res Intern Med Public Health*. 2016 [cited 2018 Feb 22]; 8(10):576-91. <https://bit.ly/3pvt5x>.
17. Rangel LG, Rojas LZ, Gamboa EM. Sobrepeso y obesidad en estudiantes universitarios colombianos y su asociación con la actividad física. *Nutr Hosp*. 2015 [cited 2018 Feb 22]; 31(2):629-36. DOI:10.3305/nh.2015.31.2.7757.
18. Ríos Saldaña MR. Estilo de vida y obesidad en estudiantes universitarios: una mirada con perspectiva de género. *Alternativas en psicología*. 2015. XVIII (número especial):87-100.
19. Trujillo B, Vásquez C, Almanza J, Jaramillo M, Mellin T, Valle O, et al. Frecuencia y factores de riesgo asociados a sobrepeso y obesidad en universitarios de Colima, México. *Rev. Salud pública*. 2010 [cited 2018 Feb 22]; 12(2):197-207. <https://bit.ly/2NF6qaa>.
20. Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Salud, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Universidad Nacional de Colombia. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia ENSIN 2015. Bogotá; 2017 [cited 2018 Feb 7]. <https://bit.ly/3qunuOO>.
21. Freire RW, Moura MF, Soares AC, Rodrigues DC, Parente AM, Coelho MM. Análisis del perfil lipídico en una población de estudiantes universitarios. *Rev. Latino-Am. Enfermagem* [Internet]. 2013 [cited 2018 Feb 22]; 21(5). <https://bit.ly/37rxyk4>.
22. Martins Mdo C, Ricarte IF, Rocha CH, Maia RB, Silva VB, Veras AB, et al. Blood pressure, excess weight and level of physical activity in students of public university. *Arq Bras Cardiol*. 2010; 95(2): 192-9. DOI:10.1590/s0066-782x2010005000069.
23. Mora G, Salgado G, Ruíz M, Ramos E, Alario A, Fortich A, et al. Concordancia entre cinco definiciones de síndrome metabólico. Cartagena, Colombia. *Rev Esp Salud Pública* [Internet]. 2012 [cited 2018 Feb 22]; 86:301-11. <https://bit.ly/3k5Lk0T>.
24. Rodríguez C, Jojoa J, Orozco L, Nieto OA. Síndrome metabólico en conductores de servicio público en Armenia, Colombia. *Rev. Salud Pública (Bogotá)*. 2017; 19(4):499-505. DOI:10.15446/rsap.v19n4.69758.
25. Ruano CI, Melo JD, Mogrovejo L, Paula KR, Espinoza CV. Prevalencia de síndrome metabólico y factores de riesgo asociados en jóvenes universitarios ecuatorianos. *Nutr Hosp*. 2015; 31(4):1574-81. DOI:10.3305/nh.2015.31.4.8371.
26. Barrera LF, Ospina JM, Tejedor MF. Prevalencia de síndrome metabólico en estudiantes universitarios de Tunja, Boyacá, Colombia 2015. *Investig Enferm. Imagen Desarr*. 2017; 19(1):81-93. DOI:10.11144/Javeriana.ie19-1.psm.
27. Silva ARV, Sousa LSN, Rocha TS, Cortez RMA, Macêdo LGN, Almeida PC. Prevalencia de componentes metabólicos en universitarios. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*. 2014; 22(6):1041-7. DOI:10.1590/0104-1169.0129.2514.
28. González A, Ureña J, Lavielle MP, Amancio O, Elizondo S, Hernández H. Comparación de índices antropométricos como predictores de riesgo cardiovascular y metabólico en población aparentemente sana. *Rev Mex Cardiol* [Internet]. 2011 [cited 2018 Feb 22]; 22(2):59-67. <https://bit.ly/2M7chVA>.
29. Ray I, Mahata SK, De RK. Obesity: an immunometabolic perspective. *Frontiers in endocrinology*. 2016. DOI:10.3389/fendo.2016.00157.
30. Mancuso P. The role de adipokines in chronic inflammation. *Immuno Targets and Therapy*. 2016; 5:47-56. DOI:10.2147/ITT.S73223.
31. Erta M, Quintana A, Hidalgo J. Interleukin 6 a Major Cytokine in the Central Nervous System. *International Journal of Biological Sciences* 2012; (9):1254-66. DOI:10.7150/ijbs.4679.