

# Riesgo cardiometabólico en población colombiana con perfil dietario bajo en fibra y ácidos grasos poliinsaturados

## Cardiometabolic risk in a colombian population with dietary profile low in fiber and polyunsaturated fatty acids

Ginneth RIAÑO AYALA<sup>1</sup>, Claudia CRUZ HERNÁNDEZ<sup>1</sup>, Haiver Antonio RODRÍGUEZ NAVARRO<sup>2</sup>, Daniela BUELL ACOSTA<sup>2</sup>, Luz Helena ARANZALEZ RAMÍREZ<sup>2</sup>, Martha Nancy CALDERÓN OZUNA<sup>1</sup>

*1 Grupo de Investigación BBMM del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias.*

*2 Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.*

Recibido: 31/octubre/2022. Aceptado: 5/febrero/2023.

### RESUMEN

**Introducción:** Los factores de riesgo a enfermedades metabólicas y cardiovasculares pueden pasar desapercibidos en personas aparentemente sanas, con tensión arterial e índice de masa corporal (IMC) en rango normal. Determinar tempranamente los factores de riesgo a las alteraciones metabólicas puede retrasar el desarrollo de patologías, como la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) y sus complicaciones.

**Objetivo:** Evaluar factores de riesgo metabólico y cardiovascular en adultos colombianos aparentemente sanos, entre 40 a 70 años.

**Material y métodos:** Se seleccionaron voluntarios sin medicación hipoglucemiante y antihipertensiva. Se determinó glucosa basal, perfil lipídico, medidas antropométricas y de composición corporal. Se diligenció la historia clínica, el formulario Finnish Diabetes Risk Score (FINDRISC), una encuesta de frecuencia de alimentos y se determinaron los índices aterogénicos.

**Resultados:** 535 voluntarios completaron el protocolo de inclusión, de ellos el 70% presentó alteración del IMC. Se detectó en el 57% de la población riesgo a padecer DM2 en un lapso de 10 años, valorado entre moderado y alto según el

FINDRISC. Se encontró en el 23% de los voluntarios hiperglucemia y el 86% con algún tipo de dislipidemia; se valoró el riesgo a enfermedad cardiovascular en el 66% de la población. El análisis nutricional de macronutrientes indicó deficiencia en el consumo de fibra y ácidos grasos poliinsaturados. La respuesta a la pregunta del cuestionario FINDRISC y de la historia clínica que indaga sobre actividad física caracterizó al 79% de los voluntarios como sedentarios.

**Conclusiones:** Una valoración integral, con implementación de herramientas de fácil acceso y aplicación como el FINDRISC, los índices antropométricos y aterogénicos, logró detectar en una población aparentemente sana, alto riesgo a enfermedad cardiovascular y a DM2. El patrón dietario y el sedentarismo pueden ser una de las causas en el aumento del porcentaje de las alteraciones metabólicas que conllevan a riesgo cardiovascular.

### PALABRAS CLAVE

Diabetes mellitus tipo 2, obesidad, índices aterogénicos, índices antropométricos, factores de riesgo metabólico.

### ABSTRACT

**Introduction:** Apparently healthy people are defined as people with normal body mass index (BMI) and normal blood pressure. Risk factors for metabolic and cardiovascular diseases can go unnoticed on this population. Early identification of risk factors for metabolic alterations can delay the development of pathologies, such as type 2 diabetes mellitus (T2DM) and its complications.

**Correspondencia:**  
Martha Nancy Calderón Ozuna  
mncalderono@unal.edu.co

**Objective:** To evaluate metabolic and cardiovascular risk factors in apparently healthy Colombian adults between 40 and 70 years of age.

**Methods:** Volunteers were selected without antihypertensive and hypoglycemic medication. Basal glucose and complete serum lipid profile, anthropometric measurements and body composition were determined in each participant. The Finnish Diabetes Risk Score (FINDRISC), a food frequency survey were completed and atherogenic indices were determined.

**Results:** 535 volunteers completed the inclusion criteria. 70% of whom presented altered BMI. In 57%, a risk of developing DM2 within 10 years was detected, assessed between moderate and high by FINDRISC. Hyperglycemia was found in 23%, some form of dyslipidemia was found in 86% of the population and 66% presented risk of cardiovascular disease. The nutritional analysis of macronutrients showed deficiency in the consumption of fiber and polyunsaturated fatty acids. The response to FINDRISC questionnaire and medical history question about physical activity characterized 79% of the volunteers as sedentary.

**Conclusions:** A medical evaluation, with implementation of easily accessible and applicable tools such as FINDRISC, anthropometric and atherogenic indices, it was possible to detect in an apparently healthy population, alteration of BMI, with high cardiovascular risk and to DM2. The dietary pattern with Western-type characteristics may be one of the causes of the increase in the percentage of cardiovascular disease risk factors and metabolic alterations.

## KEY WORDS

Type 2 diabetes mellitus, obesity, atherogenic indices, anthropometric indices, risk factors and food frequency survey.

## INTRODUCCIÓN

En la segunda mitad del siglo pasado se generó un cambio de paradigma en el tratamiento de individuos con enfermedad cardiovascular establecida, transformándose a un enfoque de prevención dirigido a personas con más probabilidad de tener un evento cardiovascular en el futuro<sup>1</sup>. La evolución hacia la prevención, bajo el concepto de factores de riesgo cardiovascular se hizo relevante por los estudios de cohorte de Framingham desde 1948, que a la fecha están en la tercera generación de participantes<sup>2</sup>. Los resultados en el seguimiento a población estadounidense han evidenciado un aumento de riesgo para infarto cardiaco en personas con hipertensión arterial y alteración del perfil lipídico<sup>3</sup>. La implementación de la escala de riesgo FINDRISC en población finlandesa desde 1972, junto con el desarrollo de calculadoras metabólicas, han permitido identificar y clasificar los factores de riesgo en (i) no modificables como la edad, el género, la etnia, los antecedentes familiares de enfermedad metabólica,

y (ii) factores modificables como la hipertensión arterial (HTA), hiperlipidemia, DM2, obesidad, tabaquismo, alimentación no saludable, sedentarismo y altos niveles de estrés<sup>4</sup>.

El análisis antropométrico y de composición corporal es una herramienta esencial para la evaluación del estado nutricional y el control en la progresión de diferentes enfermedades metabólicas mediante intervenciones dietéticas<sup>5</sup>. Las personas con un alto porcentaje de grasa corporal y grasa visceral tienen un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, DM2, varios tipos de cáncer y mortalidad temprana, mientras que la disminución en la masa muscular esquelética aumenta el riesgo de desarrollar sarcopenia<sup>6</sup>. En la práctica clínica se realiza el seguimiento del IMC, que es la relación de la masa corporal en kilogramos del individuo dividido por el cuadrado de su estatura en metros. El IMC es una de las formas de valoración del estado nutricional y según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en adultos se ha categorizado en desnutrición (menor a 18,5 Kg/m<sup>2</sup>); peso saludable o normopeso (NP) entre 18,5 y 24,9 Kg/m<sup>2</sup>; sobrepeso (SP) de 25,0 a 29,9 Kg/m<sup>2</sup> y obesidad (OB) igual o mayor a 30,0 Kg/m<sup>2</sup>. El IMC no brinda información sobre las contribuciones relativas de la masa grasa, que pueden reflejar el riesgo de enfermedad<sup>7</sup>.

El análisis de la ingesta de alimentos describe que la dieta de la población colombiana ha sufrido una transición en los últimos años, con bajo consumo de frutas y verduras, y una elevada ingesta de alimentos hiperenergéticos<sup>8</sup>. En este trabajo se evaluaron diferentes factores de riesgo metabólico y cardiovascular en adultos colombianos entre 40 a 70 años, no medicados y aparentemente sanos. Los análisis de las medidas antropométricas, de composición corporal, las pruebas bioquímicas, el FINDRISC, la historia clínica y la encuesta de ingesta de alimentos permitieron reconocer una población expuesta a alteraciones metabólicas con riesgo cardiovascular.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El actual estudio de tipo observacional con muestreo no probabilístico, se desarrolló en varias ciudades y poblaciones de la región andina colombiana. Los voluntarios se reclutaron en el año 2019, previa aprobación del Comité de Ética de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, y de conformidad con la declaración de Helsinki<sup>9</sup>. La población analizada fueron hombres y mujeres colombianos que aceptaron la invitación de participar en el proyecto y fue realizada mediante carteles físicos y avisos digitales publicados en la Universidad Nacional de Colombia. Cada voluntario firmó un consentimiento informado para la autorización de la toma de muestra sanguínea y el tratamiento de sus datos según la ley 1581 del año 2012. Los participantes cumplieron con los siguientes criterios de inclusión (i) edad entre 40 y 70 años; (ii) sin diagnóstico previo de DM2; (iii) no estar consumiendo medicación para HTA, DM2, antibióticos, antidepresivos, anfetaminas, alfa-adrenérgicos, neurolépticos; (iv) estar en estado de ayuno no mayor a 8 horas, con la recomendación de man-

tener la dieta habitual tres días antes de los análisis. A cada voluntario se le realizó una valoración médica que incluyó, diligenciamiento de la historia clínica, medida de la tensión arterial (tensiómetro Welch Allyn); la talla (tallímetro-estadímetro portátil SECA modelo 213); el perímetro de cintura, medido entre el borde inferior de la décima costilla y el borde superior de la cresta ilíaca en espiración, con cinta métrica plástica de precisión de 1 mm (LORD, LDC-338); glucometría en ayunas (Roche - kit Accu-check), y toma de muestra sanguínea por venopunción con sistema vacutainer.

Las medidas de composición corporal se realizaron por bioimpedancia en una balanza Omron modelo Hbf-514c (Healthcare, Inc USA), se obtuvieron los valores de masa corporal (Kg), IMC (Kg/m<sup>2</sup>), porcentajes de grasa total, grasa visceral y músculo. Se diligenció para cada voluntario el cuestionario FINDRISC, herramienta no invasiva que valora el riesgo a desarrollar DM2 en un lapso de 10 años. Para conocer la ingesta de macronutrientes y el consumo energético en kilocalorías (Kcal), se aplicó una encuesta de frecuencia de alimentos (FFQ, de sus siglas en inglés food frequency questionnaire) validada en población colombiana, traducida a macro y micronutrientes mediante la herramienta NutCal® versión 1.2<sup>10</sup>.

A cada voluntario se le determinaron los siguientes metabolitos en suero, glucosa (GLU), colesterol total (CT), triglicéridos (TG), colesterol HDL (cHDL). Se utilizaron kits de la casa comercial Spinreact, siguiendo las instrucciones del fabricante; en cada prueba se incorporaron patrones, controles normales y patológicos. El cálculo del colesterol VLDL se realizó dividiendo el valor de TG entre 5. Para el cálculo del colesterol LDL se aplicó la fórmula de Friedewald<sup>11</sup>, cLDL= CT-(cHDL+cVLDL). Se evaluó el riesgo cardiovascular mediante el cálculo de los índices aterogénicos TG/cHDL, el índice de Castelli I (CT/cHDL) y el índice de Castelli II (cLDL/cHDL), además del índice antropométrico cintura/altura.

### Análisis estadísticos

El análisis de la distribución de variables se realizó mediante la prueba de Kolmogorov – Smirnov. Las variables paramétricas fueron analizadas utilizando el test ANOVA y las variables no paramétricas con el test de Kruskal Wallis. Los datos de distribución paramétrica y no paramétrica se describieron como la media  $\pm$  desviación estándar, y mediana (valor mínimo – valor máximo). El análisis estadístico de pares diferenciado por género fue realizado utilizando el coeficiente de correlación de Pearson (paramétrico) y Spearman (no paramétrico) con el software R Studio (2022.07.0 Build 548). El valor de  $p \leq 0,05$  se consideró estadísticamente significativo para un intervalo de confianza  $\geq$  al 95%.

## RESULTADOS

De los 535 voluntarios que cumplieron los criterios de inclusión, el 65% fueron mujeres (n=348) y el 35% hombres

(n=187) con un promedio de edad de  $55 \pm 8$  años. El consumo de diversos medicamentos, en especial antihipertensivos, limitó el reclutamiento de voluntarios de la tercera edad. La población de estudio presentó un IMC promedio de  $27,7 \pm 4,0$  Kg/m<sup>2</sup>, con valor mínimo de 18,5 Kg/m<sup>2</sup> y máximo de 49,6 Kg/m<sup>2</sup>. La tabla 1 muestra los valores de las variables que describe a la población, discriminada según el IMC entre normopeso (NP), sobrepeso (SP) y obesidad (OB). El 30% de los voluntarios se encontró en NP (n=158), el 44% en SP (n=238) y el 26% en OB (n=139), de éstos últimos ocho participantes padecían obesidad grado III o mórbida. No se encontraron diferencias significativas en el IMC con relación al género, sin embargo se evidencia que el 70% de la población presentó alteración del IMC. En el estudio se correlacionó el perímetro de cintura (PC) con el músculo de forma negativa y positivamente con la grasa total (GT). El 87% de los hombres presentó el PC alterado, de ellos el 24% estaba en condición de NP. En la población femenina el 58% presentó el PC alterado y de ellas el 3% estaban en NP. Cualquier valor de perímetro de cintura que supere la referencia de acuerdo al género, se considera un factor de riesgo a enfermedad cardiovascular<sup>12</sup>.

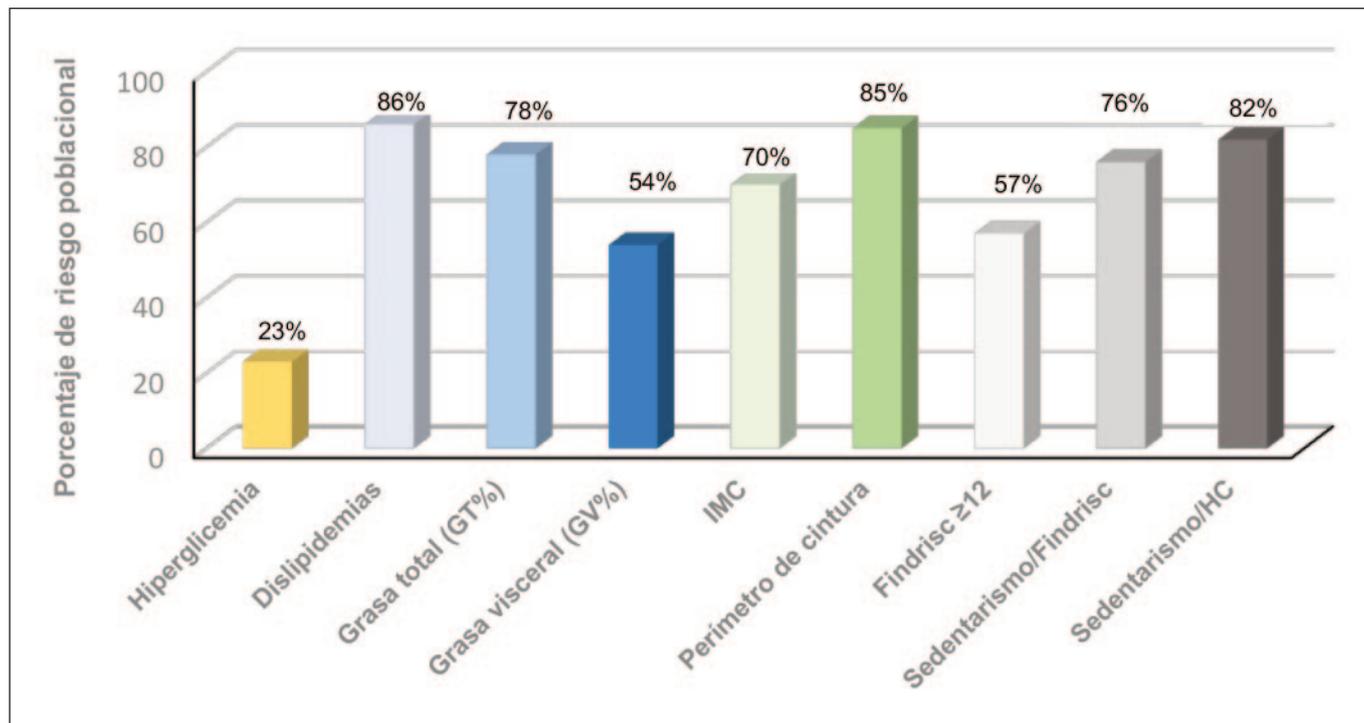
La composición corporal medida por bioimpedancia, presentó valores alterados de grasa visceral (GV) en el 54% de la población y de grasa total (GT) en el 78% con diferenciación por género; hubo correlación negativa entre el músculo y las variables IMC, GV, GT, perímetro de cintura e índice cintura/altura. Se detectó un mayor porcentaje de músculo en los hombres, mientras que en las mujeres el porcentaje de grasa total es mayor acorde con lo reportado por la literatura<sup>5</sup>. En promedio los voluntarios en condición de sobrepeso (SP) y obesidad (OB) superaron el 9% de grasa visceral (máximo valor de referencia saludable), también se registraron datos de individuos que en normopeso (NP) superaron dicho límite (Tabla 1). Se encontró correlación positiva de la grasa visceral (GV) con la GT, el PC, el IMC y el índice cintura/altura. La GV es un importante predictor de riesgo cardiovascular y de DM2<sup>16</sup>, en el actual estudio la población masculina acumuló mayor GV, y junto con el PC, hace que ellos sean más susceptibles a las enfermedades cardiovasculares<sup>16</sup>.

Se detectó hiperglicemia en 125 voluntarios (23%), de ellos el 2% (n=12) registraron glicemia con posible diagnóstico de DM2<sup>14</sup> (Figura 1). El 5% de los participantes con hiperglicemia estaba categorizado como NP, condición relacionada con aparente buen estado de salud (Tabla 2); estos resultados podrían estar reflejando una morbilidad oculta en esa población. Se detectaron dislipidemias diferenciadas en el 86% de los voluntarios, de ellos el 23% en condición de NP (Tabla 2); el análisis del perfil lipídico indicó que en el 44% de la población los triglicéridos están por encima del límite óptimo. El 58% presentó colesterol total alterado, sin embargo, no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (Tabla 1); un comportamiento similar fue observado para el cLDL, indicando que el 53% de la población puede considerarse en

**Tabla 1.** Parámetros clínicos, bioquímicos, antropométricos y de composición corporal de la población evaluada

Variable	Normopeso (NP) IMC 18,0-24,9 kg/m <sup>2</sup> n=158 (30%)	Sobrepeso (SP) IMC 25,0-29,9 kg/m <sup>2</sup> n=238 (44%)	Obesidad (OB) IMC > 30,0 kg/m <sup>2</sup> n=139 (26%)	Valor p*
Masa corporal (kg)	58,6 ± 7,5 57,5 (45,0 - 83,5)	70,4 ± 8,3 69,3 (52,6 - 97,4)	81,8 ± 12,9 78,6 (60,7 - 137,6)	< 0,0001
Talla (m)	1,60 ± 0,09 1,59 (1,42 - 1,85)	1,60 ± 0,09 1,60 (1,40 - 1,83)	1,56 ± 0,09 1,55 (1,40 - 1,88)	< 0,0001
IMC (Kg)/m <sup>2</sup>	22,6 ± 1,6 22,8 (18,5 - 24,9)	27,3 ± 1,3 27,4 (25,0 - 29,9)	33,1 ± 3,6 31,8 (30,0 - 49,6)	< 0,0001
Edad (años)	55 ± 8 55 (40 - 70)	55 ± 8 56 (40 - 70)	55 ± 8 55 (40 - 70)	
Tensión arterial sistólica (TAS) VR (120 mmHg)	114 ± 12 112 (92 - 160)	120 ± 10 120 (70 - 160)	125 ± 15 124 (80 - 200)	< 0,0001
Tensión arterial diastólica (TAD) VR (80 mmHg)	75 ± 9 73 (56 - 100)	78 ± 12 78 (58 - 100)	79 ± 9 79 (58 - 120)	< 0,0001
Perímetro de cintura (PC) (cm)	82 ± 7 82 (66 - 96)	93 ± 7 94 (71 - 110)	104 ± 10 104 (77 - 144)	< 0,0001
Grasa total (%)	29,2 ± 8,3 31,3 (8,4 - 63,0)	36,2 ± 8,3 38,6 (19,0 - 46,7)	43,7 ± 7,0 45,6 (25,6 - 59,7)	< 0,0001
Grasa visceral (%) VR ≤9%	6 ± 26 (2 - 10)	10 ± 2 10 (6 - 17)	13 ± 4 12 (8 - 30)	< 0,0001
Músculo (%)	29,5 ± 5,3 27,4(20,3 - 42,0)	27,7 ± 4,8 26,5 (19,7 - 39,6)	24,7 ± 4,1 23,8 (15,2 - 33,6)	< 0,0001
FINDRISC (Puntaje)	8 ± 4 8 (2 - 18)	13 ± 4 12 (3 - 23)	16 ± 4 16 (9 - 25)	< 0,0001
Glucosa basal VR (70-99mg/dL)	89 ± 23 86 (51 - 297)	93 ± 23 90 (54 - 254)	92 ± 21 91 (57 - 200)	0,007
Triglicéridos(mg/dL) VR (<150 mg/dL)	124 ± 62 112 (44 - 450)	155 ± 77 141 (50 - 576)	178 ± 73 170 (65 - 354)	< 0,0001
Colesterol Total (mg/dl) VR (≤200 mg/dL)	213 ± 64 200 (92,3 - 381,3)	216 ± 59 206 (92 - 400)	219 ± 65 206 (108 - 506)	0,701
Colesterol HDL (mg/dl) VR (35-65 mg/dL)	47 ± 13 46 (20 - 88)	44 ± 14 43 (16 - 90)	41 ± 12 41 (18 - 81)	< 0,0001
Colesterol LDL (mg/dl) VR (<150 mg/dL)	142 ± 61 133 (36 - 296)	141 ± 60 139 (30 - 334)	141 ± 63 134 (28 - 374)	0,955
Colesterol VLDL (mg/dl) VR (<30 mg/dL)	25 ± 13 22 (9 - 90)	31 ± 15 28 (10 - 115)	36 ± 15 34 (13 - 71)	< 0,0001

Para las celdas que representan las variables la primera línea corresponde al promedio ± la desviación estándar y la segunda línea (en cursiva) reporta la mediana (valor mínimo - valor máximo). VR significa valor de referencia<sup>13,14</sup>.

**Figura 1.** Caracterización clínica de los voluntarios reclutados

Se presentan los porcentajes de riesgo asociados a variables bioquímicas, de composición corporal, antropométricas y a un estilo de vida sedentario determinado por el cuestionario FINDRISC y la historia clínica (HC).

riesgo cardiovascular<sup>4</sup>, incluyendo el 15% de los voluntarios en NP (Tabla 2). En los resultados se verifica la relación inversa entre el IMC y el cHDL con significancia estadística ( $p < 0,0001$ ) (Tabla 1). Se determinó que el 63% de los voluntarios no cumple con los valores ideales para cHDL, de ellos el 14% se encuentran en NP (Tabla 2).

Un estilo de vida saludable incluye actividad física al menos 30 minutos diarios que conlleve gasto energético, siendo esta la pregunta número 4 del FINDRISC; el 76% de la población respondió negativamente a este cuestionamiento, caracterizando a esos voluntarios como sedentarios. En la historia clínica, se indagó de acuerdo con la OMS que recomienda acti-

**Tabla 2.** Voluntarios con hiperglucemia y dislipidemias

Variable	Normopeso (NP) n=158 (30%)	Sobrepeso (SP) n=238 (44%)	Obesidad (OB) n=139 (26%)
Hiperglicemia	28 (5%)	55 (10%)	42 (8%)
Dislipidemias	125 (23%)	209 (39%)	129 (24%)
Triglicéridos VR ≥150 mg/dL	37 (7%)	110 (21%)	85 (16%)
Colesterol total VR ≥200 mg/dL	78 (15%)	144 (27%)	88 (16%)
Colesterol HDL VR: Mujeres <50 mg/dL Hombres <40 mg/dL	75 (14%)	153 (29%)	105 (20%)
Colesterol LDL VR ≥130-159 mg/dL	77 (15%)	144 (26%)	63 (12%)

En las celdas se muestra el número de voluntarios con la variable alterada, seguido del porcentaje entre paréntesis, discriminados según el IMC. VR (valor referencia).

vidad física mínima de 150 minutos a la semana; se determinó que el 82% de la población se describe como sedentaria (Figura 1).

Los índices aterogénicos dan información sobre factores de riesgo metabólico y cardiovascular, están relacionados con el perfil lipídico y los parámetros antropométricos<sup>16</sup>. El índice de mayor asociación a riesgo cardiovascular y metabólico, independiente de la etnia, es la relación antropométrica cintura (cm)/altura (cm), con valor de referencia (VR) hasta 0,5<sup>17</sup>. Los resultados mostraron que el 82% de la población supera el punto de corte para este índice (Tabla 3) y se correlaciona positivamente con el IMC, la GT, la GV y el PC, mientras que con el músculo la correlación es negativa. No se evidenciaron diferencias significativas por género (Figura 2A), sin embargo, se establece riesgo de enfermedad cardiovascular en los voluntarios SP y OB. De forma alarmante se detectó que el 58% de voluntarios del grupo NP presentaron alteración del índice cintura/altura (Tabla 3). En sujetos con IMC normal de apariencia saludable, la alteración del índice cintura/altura ha sido descrita como un marcador revelador de resistencia a la insulina y dislipidemia<sup>17,18</sup>. El índice aterogénico TG/CHDL con un punto de corte en 3,0 se ha correlacionado con síndrome metabólico, resistencia a la insulina y prehipertensión<sup>19</sup>. Se encontró una relación estadísticamente significativa entre este índice y el IMC; siendo el género masculino en SP y OB con mayor alteración del índice (Figura 2B). Un comportamiento similar presentó el índice Castelli I (VR hasta 4,5)<sup>20</sup> (Figura 2C). No se evidenció diferencias estadísticamente significativas entre el IMC y el índice Castelli II (VR hasta 2,5)<sup>20</sup> (Figura 2D).

El estado nutricional de los voluntarios fue analizado mediante una encuesta FFQ, diseñada y validada previamente en población colombiana por el Observatorio Epidemiológico

de Enfermedades Cardiovasculares, de la Universidad Industrial de Santander<sup>11</sup>. El cuestionario indaga sobre la ingesta de 60 alimentos agrupados según su contenido nutricional, con una frecuencia de consumo diaria, semanal, mensual y anual. Con los datos de la FFQ se determinó el consumo diario a nivel energético en kilocalorías (Kcal), la ingesta de macronutrientes en gramos (Tabla 4), y micronutrientes. La característica común en todos los voluntarios fue ser provenientes de la región andina de Colombia, con un perfil dietético relativamente similar.

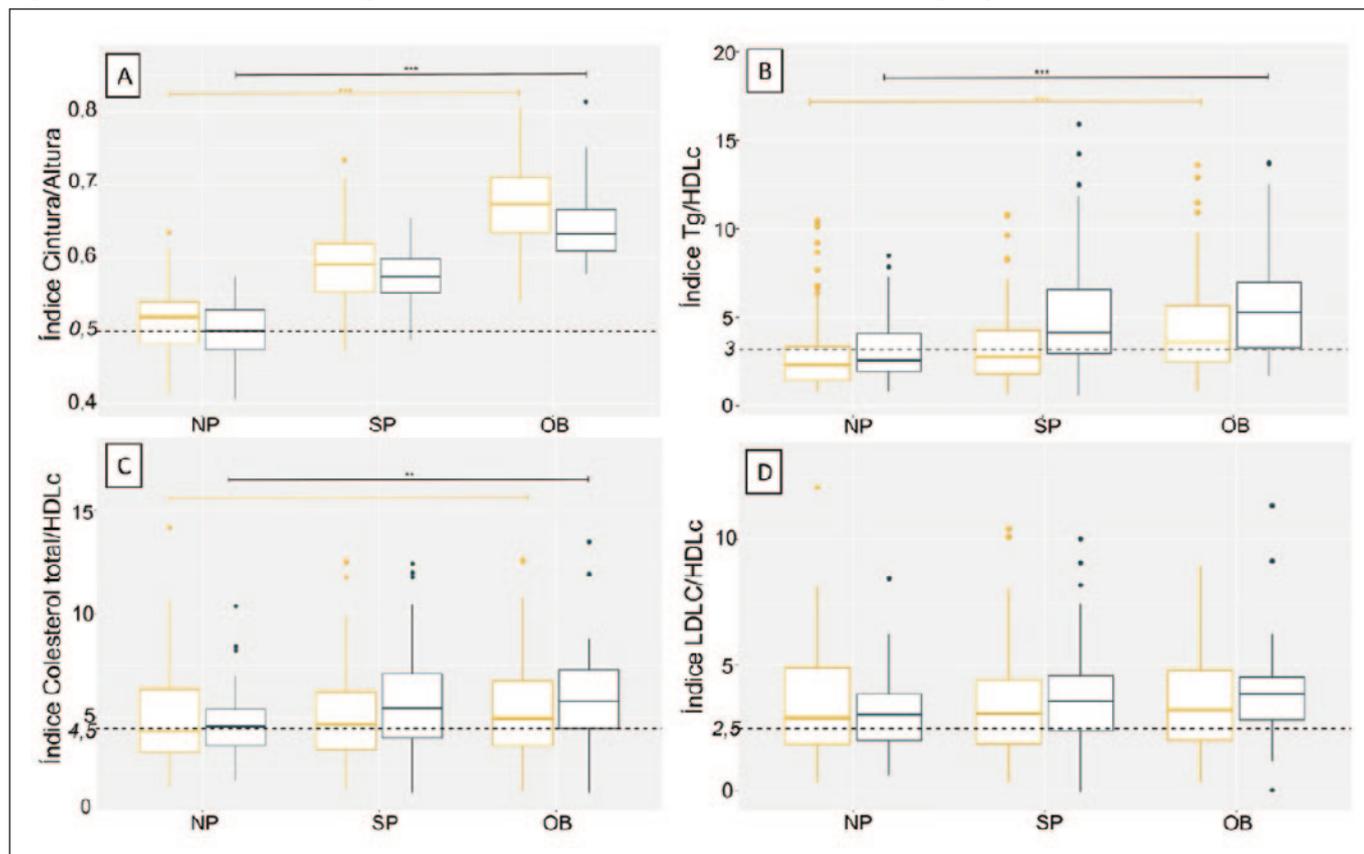
En promedio, la ingesta calórica diaria de la población estudiada se determinó en 2519 ± 1648 Kcal; la ingesta promedio de carbohidratos fue de 331,6 ± 196,9 g, la de grasa total 93,2 ± 67,4 g y la de proteína 97,8 ± 74,8 g; datos con alta dispersión y entre el 15-45% de mayor valor cuando se comparan con el reporte original de validación de la herramienta FFQ<sup>11</sup>. El rango aceptable de distribución de macronutrientes, es la amplitud de ingesta para una fuente de energía particular que se asocia con un riesgo reducido de enfermedad crónica; para cada macronutriente se expresa como porcentaje de la ingesta total de energía<sup>21</sup>. El consumo de carbohidratos en la población analizada fue equivalente al 52,7% de la ingesta total de energía, para la grasa total fue del 33,3% y para la proteína del 15,4%; estos porcentajes se encuentran dentro de los rangos recomendados que proporcionan cantidades adecuadas de nutrientes esenciales<sup>8,21</sup>.

No se reporta un rango aceptable de distribución para los ácidos grasos saturados (AGS) ya que no son esenciales, sin embargo la recomendación es que sea menor al 10% de la ingesta calórica en pro de disminuir el riesgo a dislipidemias y prevención de enfermedades cardiovasculares<sup>22</sup>. En el actual estudio esa fracción de AGS se calculó en 10,5%. La fracción

**Tabla 3.** Índices de riesgo a enfermedad cardiovascular

Variable	Normopeso (NP) n=158 (30%)	Sobrepeso (SP) n=238 (44%)	Obesidad (OB) n=139 (26%)	Valor p
Índice Cintura/Altura VR: 0,5 Voluntarios con alteración	0,50 ± 0,04 0,51 (0,40 - 0,63) n= 89 (17%)	0,58 ± 0,04 0,58 (0,47 - 0,70) n= 207 (39%)	0,67 ± 0,06 0,66 (0,54 - 1,00) n= 137 (26%)	< 0,0001
Índice TG/HDL VR: 3,0 Voluntarios con alteración	2,96 ± 1,96 2,35 (0,78 - 10,44) n= 52 (10%)	4,05 ± 3,04 3,25 (0,56 - 22,23) n= 138 (26%)	4,86 ± 2,97 4,16 (0,93 - 17,71) n= 97 (18%)	< 0,0001
Índice CT/HDL VR: 4,5 Voluntarios con alteración	4,87 ± 2,04 4,48 (1,66 - 14,18) n= 78 (15%)	5,41 ± 2,51 4,96 (1,71 - 17,75) n= 146 (27%)	5,73 ± 2,30 5,33 (2,12 - 13,50) n= 96 (18%)	0,003
Índice LDL/HDL VR: 2,5 Voluntarios con alteración	3,31 ± 1,80 2,99 (0,47 - 12,68) n= 97 (18%)	3,62 ± 2,21 3,26 (0,52 - 14,59) n= 166 (31%)	3,76 ± 1,98 3,39 (0,56 - 11,38) n= 101 (19%)	0,1308

Para las celdas que representan las variables, la primera línea corresponde al promedio ± la desviación estándar y la segunda (en cursiva) reporta la mediana (valor mínimo - valor máximo). La tercera línea es el número de voluntarios y el porcentaje con el índice alterado. VR (valor referencia).

**Figura 2.** Índices de factor de riesgo a enfermedad cardiovascular de acuerdo con el IMC y el género

(A) Índice Cintura/Altura. (B) Índice Tg/cHDL. (C) Índice Colesterol total/cHDL (Castelli I). (D) Índice cLDL/cHDL (Castelli II). Femenino (F), Masculino (M). En línea punteada se muestra el valor referencia para cada índice. \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\* $p < 0,001$ .

**Tabla 4.** Ingesta calórica y de macronutrientes

Energía y macronutriente	Valor promedio	Porcentaje de la ingesta total de energía o Ingesta normalizada*	Rango aceptable de distribución de macronutrientes o Recomendación**
Consumo energético	2519 ± 1648 Kcal	100,0	2025 Kcal**
Carbohidratos	331,6 ± 196,9	52,7	45-65%
Proteínas	97,84 ± 74,78 g	15,5	10-35%
Grasa total	93,21 ± 67,37 g	33,3	20-35%
Ácidos Grasos saturados (AGS)	29,34 ± 21,44 g	10,5	<10%**
Ácidos Grasos monoinsaturados (AGMI)	29,57 ± 22,06 g	10,6	10%**
Ácidos Grasos poliinsaturados (AGPI)	12,02 ± 9,39 g	4,3	6-11%
Fibra total	16,0 ± 10,1 g	6,4 g/1000 Kcal*	14 g/1000 Kcal**
Fibra cruda	10,6 ± 6,1		
Fibra insoluble	5,4 ± 4,0		

Se muestran los valores promedio ± la desviación estándar. Con el rango aceptable de distribución de macronutrientes se satisfacen las necesidades nutricionales diarias del cuerpo y se minimiza el riesgo a enfermedades crónicas<sup>21</sup>. Las recomendaciones\*\* provienen de<sup>22,26</sup>.

de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) está dentro de la recomendación con un valor de 10,6%. De forma desfavorable por ser nutrientes esenciales, se detectó la ingesta de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en 4,3% indicando déficit, ya que el rango aceptable de distribución de macronutrientes está entre el 6 y 10%<sup>21,22</sup>.

Aunque se debe realizar un análisis de la calidad de proteína con relación al porcentaje de aminoácidos esenciales en la dieta, la ingesta de proteína se reportó en 15,5% (como porcentaje de energía) y está dentro del rango aceptable de distribución de macronutrientes (10-35%)<sup>21,23</sup>. Aunque el rendimiento exacto de energía de la fibra en humanos no se ha esclarecido, se ha reportado que el rendimiento puede estar entre 1,5 y 2,5 kcal/g, cuando la fibra es fermentada anaerómicamente por la microbiota del colon, con producción los ácidos grasos de cadena corta que se absorben como fuente de energía<sup>21</sup>; por ello la fibra no tiene establecido un rango aceptable de distribución de macronutrientes, sin embargo, son múltiples los efectos fisiológicos beneficiosos de la fibra, que implica un consumo mínimo de 14 g/1000 Kcal<sup>24</sup>. Para la población en estudio, se encontró que la ingesta de fibra total fue de 16,0 ± 10,1 g, discriminada como fibra cruda (10,6 ± 6,1 g) y fibra insoluble (5,4 ± 4,0 g); en promedio se calculó una ingesta normalizada de 6,3 g/1000 Kcal. Ese bajo consumo podría estar asociado a disbiosis intestinal, que favorece alteraciones metabólicas entre ellas sobrepeso, obesidad e incluso DM2<sup>25,26</sup>. Del análisis de micronutrientes, se destacó que el consumo de colesterol fue de 489,0 ± 315,5 mg en promedio, valor elevado si se compara con la recomendación de una ingesta menor a 300 mg<sup>22</sup>.

## DISCUSIÓN

Las alteraciones asociadas al metabolismo de carbohidratos y lípidos llevan al desarrollo de resistencia a la insulina y síndrome metabólico, que son la base de patologías como la DM2 y la obesidad, y a su vez son factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares<sup>27</sup>. Se han implementado herramientas de cribado para el control y seguimiento de las alteraciones metabólicas, entre estas el FINDRISC, el índice antropométrico cintura/altura, y los índices aterogénicos (TG/cHDL, LDL/cHDL, CT/cHDL), que reflejan las interacciones de las fracciones lipídicas<sup>20</sup>. El 66% de los voluntarios presentaron los índices aterogénicos alterados por lo que se evidencia un alto riesgo a enfermedades cardiovasculares, que tienen una alta prevalencia en todo el mundo, y constituyen una de las primeras causas de morbimortalidad<sup>28</sup>. Una complicación de las dislipidemias es la aterosclerosis, caracterizada por acumulación de lípidos oxidados en las arterias, migración de monocitos y linfocitos T, con proliferación de células musculares lisas. Esto favorece la producción de una matriz de colágeno que compromete el flujo sanguíneo, ocasionando oclusión total o parcial de la arteria y las consecuentes complicaciones trombóticas<sup>27</sup>.

La alteración en el IMC ha sido clasificada por la OMS como un estado de malnutrición en los individuos con bajo índice (<18 kg/m<sup>2</sup>) o por exceso (> 25 kg/m<sup>2</sup>)<sup>28</sup>. El IMC no incluye variables de composición corporal, cambios asociados al envejecimiento y diferencias de género, estas deficiencias obligan a la aplicación de otras relaciones entre las variables que amplíen la detección del factor de riesgo<sup>29</sup>. En los últimos años se ha definido el concepto de "obesidad en personas de peso normal" que presentan altos porcentajes de grasa corporal y disminución de su masa magra, pero de acuerdo con la categorización del IMC estarían clasificadas como normopeso<sup>30</sup>, esta característica fue reconocida en la población analizada. Esa situación aumenta el riesgo a síndrome metabólico, disfunción cardiometabólica y mortalidad ya que se pueden relajar las estrategias de prevención o de seguimiento. Se determinó que el 70% de los voluntarios presentó IMC alterado, por exceso de masa corporal con relación a la talla; ese resultado junto con la alteración del perímetro de cintura (85%) es compatible con un previo reporte en población colombiana<sup>31</sup>.

Las dislipidemias son el principal factor de riesgo de enfermedad cardiovascular, que sigue siendo una de las causas prevalentes de muerte en Colombia<sup>19,20</sup>. Adicionalmente se ha reportado que el aumento en el perímetro de cintura, la grasa visceral y el índice TG/cHDL están fuertemente asociados con el desarrollo de obesidad y DM2<sup>12</sup>. Se debe insistir en el fortalecimiento de estrategias de promoción de hábitos saludables, e incentivar la actividad física para lograr disminuir el riesgo metabólico. Se debe invertir en la prevención secundaria que incluye el seguimiento a pacientes en tratamiento y la evaluación de los programas de prevención y control<sup>29</sup>.

La dieta de la población colombiana ha sufrido una transición en las últimas décadas con bajo consumo de fibra<sup>8</sup>. Los voluntarios presentaron deficiencia en la ingesta de fibra total, esa situación favorece la progresión de enfermedades metabólicas<sup>25</sup>. Los reportes indican que altos niveles de fibra se asocian con tasas de prevalencia significativamente más bajas de DM2, obesidad y dislipidemias; el consumo de fibra cruda (solubles o viscosas) de 12 a 24 g/día puede reducir hasta un 13% los niveles de colesterol LDL y ayuda en el control glucémico e insulínico<sup>32</sup>. La fibra dietaria se asocia a la regulación del sobrepeso y obesidad a través de tres mecanismos, (i) aumenta la secreción de saliva y los jugos gástricos, que resulta en una expansión del estómago y control de la saciedad; (ii) la fibra soluble incluye β-glucanos, psyllium, pectina, goma, entre otros, que forman soluciones viscosas, disminuyendo el contacto entre las enzimas digestivas y los nutrientes, de esta forma disminuye la digestión y absorción de los nutrientes en el intestino delgado, con mayor movilización del glucógeno y la grasa<sup>33</sup>; (iii) la microbiota intestinal fermenta la fibra dietaria con producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), que favorecen la acción de hormonas

intestinales reguladoras del apetito y la saciedad, conocido como efecto colónico-hormonal<sup>26</sup>.

La ingesta de AGMI y AGPI representa una alternativa saludable al consumo de grasas animales saturadas<sup>16</sup>. Los AGPI hacen parte de los ácidos grasos esenciales que deben ser consumidos en la dieta dado que no son sintetizados endógenamente y su requerimiento está relacionado con el correcto funcionamiento del sistema nervioso y la actividad antiinflamatoria. Se ha reportado un efecto cardioprotector en poblaciones con seguimiento de más de diez años de consumo de los AGPI<sup>22</sup>. Si bien la población analizada sobrepasa levemente el porcentaje recomendado en la ingesta AGS, se determinó que el colesterol dietario está elevado, cuyo principal efecto adverso es el aumento de la concentración de colesterol LDL, lo que podría resultar en un mayor riesgo de cardiopatía coronaria. Se ha reportado que en promedio un aumento de 100 mg/día de colesterol en la dieta dan como resultado un aumento de 0,05–0,10 mmol/L en el colesterol sérico total, del cual aproximadamente el 80% está en la fracción LDL<sup>21</sup>. En conjunto la alta ingesta de colesterol, el déficit en AGPI y fibra, además de las características de sedentarismo pueden ser la causa de los factores de riesgo a enfermedad cardiovascular y a DM2 encontrados en la población reclutada. Los costos del manejo terapéutico de la población que no cuenta con un diagnóstico temprano de enfermedades o factores de riesgo cardiovascular, es aproximadamente un 40% mayor, respecto a aquellos con antecedentes de intervención médica, por lo que se demuestra la necesidad de reforzar las acciones y políticas en salud pública que permitan la detección temprana de los factores de riesgo a diferentes enfermedades metabólicas<sup>34</sup>.

## CONCLUSIONES

La evaluación del riesgo metabólico no debe ceñirse de forma aislada a las pruebas bioquímicas, antropométricas y de composición corporal; la evaluación debe ampliarse hasta la implementación de herramientas de fácil acceso y aplicación como el FINDRISC y los índices de riesgo cardiovascular. La encuesta de frecuencia de alimentos, evidenció un patrón dietético caracterizado por exceso en la ingesta de colesterol, deficiencia en el consumo de fibra y ácidos grasos poliinsaturados, que en conjunto con el alto sedentarismo podría estar relacionado con riesgo metabólico y cardiovascular detectado en la población analizada, valorado mediante FINDRISC, los índices aterogénicos y antropométricos. Estos resultados reflejan una debilidad en el sistema de salud colombiano, que gastó más de 6,4 billones de pesos durante el año 2014, en el tratamiento de este tipo de enfermedades no transmisibles. Se recomienda seguir con esta clase de estudios observacionales, incluyendo adultos jóvenes y otros grupos etarios, además de invertir en prevención, en un intento de evitar o retrasar las complicaciones de las enfermedades cardiovasculares, la diabetes y la obesidad, que disminuyen la calidad de vida de la población y elevan el gasto en salud.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros financiadores, MINCIENCIAS con el proyecto RC873-2017 y el convenio RC847-2020, CYTED con el proyecto IBEROBDIA (918PTE0540). Al Departamento de Química, a las Facultades de Ciencias y de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia. Agradecemos especialmente a todos los voluntarios colombianos que aceptaron participar en este estudio, también al Doctor Sergio Bermeo del Club de Leones (Colombia), al Doctor Oscar Herrán de la Universidad Industrial del Santander y al Doctor Fabio Morales de la Clínica Tolima.

## REFERENCIAS

1. Pico Fonseca SM, Hernández Carrillo M, Muñoz Orozco LC. Spatial description of cardiovascular risk in the elderly population: Case of Cali - Colombia. *Nutr Clin y Diet Hosp.* 2022;42(2):133–41.
2. Hajar R. Risk Factors for Coronary Artery Disease: Historical Perspectives. *Heart Views.* 2017;18(3):109–14.
3. Lind L. Population-based cardiovascular cohort studies in Uppsala. *Uppsala Journal of Medical Sciences.* 2019 Jan;124(1):16–20.
4. Pencina M, Navar A, Wojdyla D, Sanchez R, Khan I, Elassal J, et al. Quantifying Importance of Major Risk Factors for Coronary Heart Disease. *Circulation.* 2019 Mar;139(13):1603–11.
5. Madden A, Smith S. Body composition and morphological assessment of nutritional status in adults: a review of anthropometric variables. *Journal of Human nutrition and dietetics.* 2016; 29 (1), 7-25, and (6) 714-732.
6. Holmes C, Racette S. The Utility of Body Composition Assessment in Nutrition and Clinical Practice: An Overview of Current Methodology. *Nutrients.* 2021 Jul;13(8).
7. Hall M. Body Mass Index and Heart Failure Mortality. *Journal of the American College of Cardiology: Heart failure Vol. 6.* 2018. p. 243–5.
8. García G, Trujillo A, García V. Diet quality, general health and anthropometric outcomes in a Latin American population: Evidence from the Colombian National Nutritional Survey (ENSIN) 2010. *Public Health Nutr.* 2021;24(6):1385–92.
9. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA.* 2013 Nov;310(20):2191–4.
10. Bautista L, Herrán O, Pryer J. Development and simulated validation of a food-frequency questionnaire for the Colombian population. *Public Health Nutrition.* 2005;8(2):181–8.
11. Friedewald W, Levy R, Fredrickson D. Estimation of the Concentration of Low-Density Lipoprotein Cholesterol in Plasma, Without Use of the Preparative Ultracentrifuge. *Clin Chem.* 2013;53(9):1689–99.
12. Ross R, Neeland I, Yamashita S, Shai I, Seidell J, Magni P, et al. Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nat Rev Endocrinol.* 2020 Mar;16(3):177–89.

13. Ministerio de salud y proteccion social. Guía de práctica clínica para la prevención y seguimiento de dislipidemias en población mayor de 18 años. Inst evaluaciones Tecnol en salud [Internet]. 2014;(27).
14. Guía de práctica clínica para el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de la diabetes mellitus tipo 2 en la población mayor de 18 años. 2015.
15. Sukkriang N, Chanprasertpinyo W, Wattanapisit A, Punsawad C, Thamrongrat N, Sangpoom S. Correlation of body visceral fat rating with serum lipid profile and fasting blood sugar in obese adults using a noninvasive machine. *Heliyon*. 2021;7(2).
16. Fappi A, Mittendorfer B. Different physiological mechanisms underlie an adverse cardiovascular disease risk profile in men and women. *Proc Nutr Soc*. 2020 May;79(2):210–8.
17. Baioumi A. Chapter 3 Comparing Measures of Obesity: Waist Circumference, Waist-Hip, and Waist-Height Ratios. *Nutrition in the prevention and treatment of abdominal obesity Second Ed*. 2019. p. 29–40.
18. Pulit S, Stoneman C, Morris A, Wood A, Glastonbury C, Tyrrell J, et al. Meta-analysis of genome-wide association studies for body fat distribution in 694.649 individuals of European ancestry. *Hum Mol Genet*. 2019 Jan;28(1):166–74.
19. Belalcazar S, Acosta E, Medina J, Salcedo M. Conventional biomarkers for cardiovascular risks and their correlation with the castelli risk index-indices and TG/c-HDL. *Archivos Medicina (Manizales)* 2020; 20(1):11-22.
20. García A, Buitrago P, Rodríguez M, Zambrano D. Índices Aterogénicos y Composición Corporal en Cadetes de una Escuela de Formación Militar Colombiana. *Sanid Militar*. 2020;76(1):13–8.
21. Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements*. Washington, DC: The National Academies Press. 2006. <https://doi.org/10.17226/11537>.
22. Herrán O, Gamboa E, Zea M. Energy and protein intake in the Colombian population: results of the 2015 ENSIN population survey. *J Nutr Sci*. 2021;1–10.
23. Schwingshackl L, Zähringer J, Beyerbach J, Werner S, Heseker H, Koletzko B, et al. Total dietary fat intake, fat quality, and health outcomes: a scoping review of systematic reviews of prospective studies. *Annals Nutrition and Metabolism*. 2021;77(1):4–15.
24. Camerotto C, Cupisti A, D'Alessandro C, Muzio F, Gallieni M. Dietary fiber and gut microbiota in renal diets. *Nutrients*. 2019;11(9):1–15.
25. Slavin J. Position of the American Dietetic Association: Health implications of dietary fiber. *J Am Diet Assoc*. 2008 Oct;108(10):1716–31.
26. Guan Z, Yu E, Feng Q. Soluble dietary fiber, one of the most important nutrients for the gut microbiota. *Molecules*. 2021;26(22):1–15.
27. Poznyak A, Grechko A, Poggio P, Myasoedova V, Alfieri V, Orekhov A. The diabetes mellitus–atherosclerosis connection: The role of lipid and glucose metabolism and chronic inflammation. *Int J Mol Sci*. 2020;21(5):1–13.
28. The World Health Organization. *Malnutrition* [Internet]. 2018 y 2021.
29. Suárez W, Sánchez A. Índice de masa corporal: ventajas y desventajas de su uso en la obesidad. Relación con la fuerza y la actividad física. *Nutr Clin Med*. 2018;XII(3):128–39.
30. Ding C, Chan Z, Magkos F. The “metabolically Obese, Normal-Weight” Phenotype. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2016;19(6):408–17.
31. Rojas Y, Garzón A, Hernández F, Pacheco B, González D, Campos J, et al. Burden of Disease Attributable to Obesity and Overweight in Colombia. *Value Heal Regional Issues*. 2019;20(40):66–72.
32. Anderson J, Baird P, Davis R, Ferreri S, Knudtson M, Koraym A, et al. Health benefits of dietary fiber. *Nutr Rev*. 2009;67(4):188–205.
33. Vilcanqui F, Vílchez C. Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. Revisión. *Arch Latinoam Nutr*. 2017;67(2):146–56.
34. Romero M, Vasquez E, Acero G. Estimación de los costos directos de los eventos coronarios en Colombia. *Rev Colomb Cardiol*. 2018;25(6).