

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE MEDICINA MEXICALI
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



**FRECUENCIA DE SÍNDROME METABÓLICO POR ANÁLISIS DE
COMPOSICIÓN CORPORAL Y BIOMARCADORES EN ASOCIACIÓN CON LA
DIETA EN ADULTOS JÓVENES EN MEXICALI, BAJA CALIFORNIA**

TESIS
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS
EN BIOMEDICINA

PRESENTA

LN. MELISSA ITZEL FUENTES JUMILLA

Mexicali, Baja California

Octubre 2024



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE MEDICINA MEXICALI
COORDINACION DE INVESTIGACION Y POSGRADO

**CARTA DE DICTAMEN DE LA EVALUACIÓN DE LA FASE ESCRITA DEL
TRABAJO TERMINAL**

Mexicali, B.C., a 14 de octubre del 2024.

Los abajo firmantes, miembros del Jurado Dictaminador del trabajo terminal titulado "FRECUENCIA DEL SÍNDROME METABÓLICO POR ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN CORPORAL Y BIOMARCADORES EN ASOCIACIÓN CON LA DIETA EN ADULTOS JÓVENES EN MEXICALI, BAJA CALIFORNIA", que para obtener el Diploma de **Grado en Maestría en Ciencias en Biomedicina**, presenta la C. Melissa Itzel Fuentes Jumilla, una vez concluida la evaluación correspondiente, hemos resuelto Aprobarla.

Dr. Carlos Olvera Sandoval *Presidente*

Dra. Daniela Guadalupe González Valencia *Secretario*

Dra. María Esther Mejía León *Sinodal*

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor el Dr. Carlos Olvera Sandoval por haberme guiado en todo mi proceso tanto en investigación como académico. Y por mostrar siempre una actitud empática, paciente y comprometida con mi bienestar.

Al personal de CEPESAN por su importante participación en la recolección, almacenamiento e identificación de las muestras de los participantes del estudio.

A Sayra Luna, Brandon Valenzuela y Laura Núñez por su valiosa colaboración en la recolección de datos.

A la Facultad de Medicina de Mexicali, por permitirnos utilizar las instalaciones y equipos del laboratorio de bioquímica

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT), por el valioso apoyo económico brindado para realizar esta investigación, se otorgó la beca a partir del 1 de agosto de 2021 hasta el 31 de julio de 2023, el número de beca es 806987.

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mi madre María Isabel Jumilla Corral a quien agradezco su amor incondicional, mi guía siempre presente en la consecución de mis éxitos como ser humano y profesionista.

A mi querido hermano mayor Francisco Noé Fuentes Jumilla por tomar el papel de nuestro padre a temprana edad, confiando en mí y protegiéndome en todo momento.

En honor a mi padre Francisco Fuentes Hernández cuyo espíritu y amor continúan guiándome en cada paso de mi camino.

A mi mejor amiga y hermana por elección Luz Alondra Peñuelas Gámez. Tu apoyo, amistad y cariño han sido invaluable.

ABREVIATURAS

AHA/NHBLI: Asociación Americana del Corazón/ El Instituto Nacional del Corazón, los Pulmones y la Sangre

CDC: Centro de Control de Enfermedades

CFCA: Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos

Dx: Diagnóstico

EGIR: Grupo Europeo para el Estudio de la Resistencia a la Insulina

ENSANUT: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición

HDL: lipoproteína de alta densidad

HTA: Hipertensión arterial

IDF: Federación Internacional de Diabetes

INEGI: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

IMC: Índice de Masa Corporal

LDL: lipoproteína de baja densidad

NCEP- ATP III: Panel III de Tratamiento de Adultos del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol

OMS: Organización Mundial de la Salud

OR: Odds ratio

SINAVE: Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica

SM: Síndrome Metabólico

TAB: tejido adiposo blanco

TAP: tejido adiposo pardo

RESUMEN

El síndrome metabólico (SM) representa un problema de salud pública, más de 40 millones de mexicanos lo presentan en México, es importante su diagnóstico oportuno ya que los adultos mayores se encuentran en mayor riesgo de padecer comorbilidades. Esta investigación determinó la frecuencia de SM en adultos jóvenes de la Facultad de Medicina Mexicali, se estableció un panel diagnóstico mediante los criterios de NCEP-ATP III, además se realizó la valoración del estado nutricional mediante bioimpedancia eléctrica en 150 jóvenes estudiantes de 18-35 años. La frecuencia de SM fue de 4.7% en varones mientras que las mujeres presentaron una frecuencia de 5.1%. Alrededor del 56% de la muestra estudiada, presentaba al menos un componente del SM, además, se identificó que las mujeres presentaron niveles de colesterol HDL bajo hasta 48.9 veces respecto a los varones. En los hombres, se identificó 4.8 veces mayor riesgo de padecer presión arterial elevada. Aunado a lo anterior, el 34.4% de la población presentó un índice de masa corporal (IMC) mayor a 25 Kg/m². A pesar de evidenciar una baja frecuencia de SM, existe una gran proporción de estudiantes con componentes del SM y un IMC elevado, se identificó también, una correlación positiva entre el porcentaje de masa grasa y grasa visceral con el IMC ($p= 0.0001$) tanto en hombres como en mujeres. Con respecto al análisis dietético, se evidenció un patrón de alimentación con bajo contenido de fibra, alta cantidad de sodio y grasas saturadas, lo que puede explicar la presencia de componentes del SM hallados en el estudio. Estos resultados indican que la detección oportuna en esta etapa de vida es crucial para tomar medidas preventivas y evitar la presencia de SM y sus comorbilidades.

ABSTRACT

Metabolic syndrome (MS) represents a public health problem, more than 40 million Mexicans suffer from it in Mexico, and its timely diagnosis is important since older adults are at greater risk of suffering comorbidities. This research determined the frequency of MS in young adults of the School of Medicine Mexicali, a diagnostic panel was established using the NCEP-ATP III criteria, in addition, nutritional status was assessed by electrical bioimpedance in 150 young students aged 18-35 years. The frequency of MS was 4.7% in males while females presented a frequency of 5.1%. About 56% of the studied sample had at least one component of MS, in addition, it was identified that women had HDL cholesterol levels up to 48.9 times lower than men. In men, 4.8 times higher risk of high blood pressure was identified. In addition, 34.4% of the population had a body mass index (BMI) greater than 25 kg/m². Despite showing a low frequency of MS, there is a large proportion of students with components of MS and a high BMI. A positive correlation was also identified between the percentage of fat mass and visceral fat with BMI ($p= 0.0001$) in both men and women. Regarding their diet, a pattern with low fiber content, high amounts of sodium and saturated fats was evidenced, which may explain the presence of MS components found in the participants of the study. These results indicate that timely detection at this stage of life is crucial to take preventive measures and avoid the presence of MS and its comorbidities.

CONTENIDO

1.	Introducción	1
2.	Antecedentes	3
3.	Marco teórico	4
3.1.	Función, estructura y tipos de tejido adiposo	4
3.2.	Papel del tejido adiposo en el síndrome metabólico	5
3.3.	Dislipidemia del SM	6
3.4.	Resistencia a la insulina en el SM	7
3.5.	Hipertensión arterial en el SM	8
3.6.	Intervención en universitarios con sobrepeso	9
4.	Planteamiento del Problema	9
5.	Justificación	10
6.	Hipótesis y objetivos	11
6.1.	Hipótesis de investigación	11
6.2.	Objetivo General	12
6.3.	Objetivos específicos	12
7.	Materiales y métodos	12
7.1.	Diseño del estudio	12
7.2.	Descripción de la población	13
7.3.	Cálculo del tamaño de muestra	13
7.4.	Criterios de selección	13
7.4.1.	Criterios de inclusión	13
7.4.2.	Criterios de exclusión	14
7.4.3.	Criterios de eliminación	14
7.5.	Valoración nutricional	14
7.5.1.	Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos	14
7.5.2.	Análisis antropométrico y composición corporal	14
7.5.3.	Análisis de composición corporal	15
7.6.	Parámetros clínicos	18
7.6.1.	Presión arterial	18
7.6.2.	Extracción de muestra sanguínea	18
7.6.3.	Glucosa	19
7.6.4.	Triglicéridos	21
7.6.	Análisis estadístico	22
7.7.	Aspectos éticos	22
8.	Resultados	22
8.1.	Frecuencia del SM y de sus componentes	22
8.2.	Presencia de número de componentes del SM por sexo	24
8.3.	Frecuencia del SM por sexo	25

8.4. Niveles de presión arterial diastólica por sexo	26
8.5. Niveles de presión arterial sistólica por sexo.....	27
8.6. Niveles de triglicéridos totales por sexo	28
8.7. Frecuencia del SM por carrera y su correlación	29
8.8. Valores de índice de Masa Corporal	30
8.9. Resultados del análisis de la composición corporal	30
8.10. Correlación de IMC, Grasa Visceral y Masa Grasa.....	31
8.11. Correlación del porcentaje de masa grasa e IMC	32
8.12. Análisis de correlación entre presión arterial sistólica, triglicéridos y RCC.....	33
8.13. Niveles de consumo de macro y micronutrientes	34
8.14. Consumo total de fibra.....	35
8.15. Distribución de consumo de macronutrientes.....	36
8.16. Porcentaje de consumo de grasas saturadas	37
8.17. Ingesta calórica promedio en estudiantes	38
8.18. Consumo promedio de sodio	39
9. Discusión	40
10. Conclusión.....	44
11. Bibliografía.....	45

TABLAS

Tabla 1. Principales criterios para el diagnóstico de síndrome metabólico a nivel global	2
Tabla 2. Criterios para la determinación de síndrome metabólico según (NCEP/ATPIII).	13
Tabla 3. Esquema de preparación de muestras para la determinación de glucosa sérica.	20
Tabla 4. Esquema de preparación de muestras para la determinación de triglicéridos.	21
Tabla 5. Número de estudiantes con uno o más componentes del SM.	23
Tabla 6. Frecuencia de Síndrome Metabólico y componentes detectados en universitarios.....	23
Tabla 7. Análisis univariado de los componentes de SM por sexo.....	25
Tabla 8. Análisis univariado de los componentes de SM por carrera universitaria.	29
Tabla 9. Resultados del índice de masa corporal en estudiantes de la facultad de medicina.	30
Tabla 10. Promedios de la composición corporal	30
Tabla 11. Resultado del cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos por sexo	34

FIGURAS

Figura 1. Mecanismos inmunológicos involucrados en la obesidad..	6
Figura 2. Número de componentes de síndrome metabólico presentes por sexo.	24
Figura 3. Comparación de medias de los niveles de presión arterial diastólica por sexo.	26
Figura 4. Comparación de medias de los niveles de presión arterial sistólica por sexo.	27
Figura 5. Comparación de medias de los niveles de triglicéridos en hombres y mujeres.	28
Figura 6. Correlación entre IMC y masa grasa visceral.	31
Figura 7. Correlación para masa grasa e IMC por sexo	32
Figura 8. Análisis de correlación entre presión arterial sistólica, triglicéridos y RCC.	33
Figura 9. Consumo total de fibra por sexo	35
Figura 10. Distribución porcentual de ingesta de macronutrientes en participantes por sexo determinado por CFCA.	36
Figura 11. Porcentaje de consumo de grasas saturadas en base al consumo total de grasas por sexo.	37
Figura 12. Porcentaje de ingesta calórica promedio en estudiantes. Se determinaron los promedios generales de ingesta de macronutrientes.	38
Figura 13. Promedio de consumo de sodio en hombres y mujeres estudiantes	39

1. Introducción

El incremento acelerado de casos de sobrepeso y obesidad en las últimas décadas ha llevado a que organismos internacionales y regionales de salud consideren a estas enfermedades como verdaderas pandemias del siglo XXI. Uno de los principales orígenes de estas patologías es el aumento de ingesta calórica, que ha ido en aumento en las últimas décadas. De manera particular durante adultez, se presenta mayor riesgo de presentar estas condiciones, cuyos factores desencadenantes son la falta de actividad física, hábitos alimenticios inadecuados, ambiente alimentario no favorable, falta de educación nutricional, estrés y factores genéticos (Drozd et al., 2012). En México, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) reporta en el año 2022, una prevalencia de 38.3% de sobrepeso y 36.9% de obesidad (Campos et al., 2022). El aumento de tejido adiposo visceral por el consumo de dietas hipercalóricas y el bajo gasto energético, generan una serie de alteraciones patológicas que se incluyen en el denominado síndrome metabólico (SM) (Oda, 2018). En 1998, la Organización Mundial de la Salud (OMS) definió los primeros criterios para diagnosticar SM (Cabrera-Rode et al., 2017), desde entonces distintas organizaciones han definido sus propios criterios (Tabla 1). Las instituciones que definieron los criterios diagnósticos coinciden en varios de sus puntos de corte estableciendo la aparición de esta síndrome cuando al menos tres de cinco componentes estén presentes: obesidad abdominal, hiperglucemia, hipertrigliceridemia, niveles bajos de lipoproteína de alta densidad (HDL) y presión arterial elevada; sin embargo, aún con los criterios armonizados existen variaciones entre los puntos de corte entre una organización y otra, por ejemplo, los parámetros de circunferencia de cintura difieren a menudo entre los diversos paneles de detección (Cabrera-Rode et al., 2017; Nilsson, et al., 2019). Los análisis de composición corporal son evaluaciones complementarias para el predecir el riesgo de SM, el aumento de masa grasa corporal es proporcional al riesgo de presentar este síndrome, en contraparte, una elevada masa magra reduce este riesgo (Oh et al., 2021). La importancia del diagnóstico oportuno radica en que estas alteraciones suelen predisponer a una serie de enfermedades como son las cardiovasculares

(infarto agudo al miocardio y accidentes cerebrovasculares), cáncer, enfermedades respiratorias crónicas y diabetes, lo cual incrementa el riesgo de muerte. Bajo este contexto, la relevancia de realizar evaluaciones que permitan la detección oportuna de riesgo metabólico en población joven es crucial para ejercer medidas de prevención en salud mediante la modificación de patrones de alimentación obesogénicos, promoción de la salud física mediante el ejercicio regular y la promoción de una alimentación saludable.

Tabla 1. Principales criterios para el diagnóstico de síndrome metabólico a nivel global

Institución de referencia	Circunferencia de cintura (cm)	Presión arterial (mmHg)	Glucosa en ayunas (mg/dL)	Triglicéridos y HDL (mg/dL)
Organización mundial de la salud (OMS) Presencia de DM2, glucosa en ayunas alterada, tolerancia a la glucosa alterada o RI y al menos 2 de los siguientes criterios	H > 0.9 M > 0.85	≥ 140/90	≥ 110	Tg: ≥ 150 HDL: < 35 en H y < 39 M
Grupo Europeo para el Estudio de la Resistencia a la Insulina (EGIR) Presencia de RI o valores de insulina mayores al percentil 75 en pacientes no diabéticos y al menos 2 de los siguientes criterios	H ≥ 94 M ≥ 80	≥ 140/90	≥ 110	Tg: ≥ 150 HDL: < 39 en H y < 48 M
Panel III de Tratamiento de Adultos del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol (NCEP- ATP III) Presencia de al menos 3 de los siguientes criterios	H ≥ 102 M ≥ 88	≥ 130/85	≥ 110	Tg: ≥ 150 HDL: < 40 en H y < 50 M
Asociación americana del corazón/ El Instituto Nacional del Corazón, los Pulmones y la Sangre (AHA/NHBLI) Presencia de al menos 3 de los siguientes criterios	H ≥ 102 M ≥ 88	≥ 130/85	≥ 110	Tg: ≥ ≥ 150 HDL: < 40 en H y < 50 M
Federación Internacional de Diabetes (IDF) Presencia de obesidad abdominal o IMC mayor a 30 kg/m ² y al menos 2 de los siguientes criterios	H ≥ 94 M ≥ 80	≥ 130/85	≥ 110	Tg: ≥ 150 HDL: < 40 en H y < 50 M

Las variables consideradas para el diagnóstico oportuno del SM, tienen algunos puntos de referencia en común entre los distintos organismos internacionales. H: Hombres, M: Mujeres (Srikanthan et al., 2016)

2. Antecedentes

La frecuencia de SM a nivel mundial es elevada, alrededor de un 30% de la población presenta SM y la frecuencia de sus componentes es alta, 42.6% presentan presión elevada, 40.2% bajos niveles de colesterol HDL, 28.9% hipertrigliceridemia, 24.5% hiperglucemia y 45.1% obesidad. Con respecto a la situación de SM identificada por país la prevalencia es muy similar, un meta-análisis realizado en Brasil, evidenció una prevalencia de 33%, con mayor presencia en mujeres y con un riesgo aumentado en grupos etarios más longevos (de Siqueira et al., 2022). Una situación similar fue reportada en Ecuador, con una prevalencia del 31.2%, presentando más casos de obesidad en mujeres y mayor cantidad de casos de hipertensión en hombres (Pérez-Galarza et al., 2021). En Irán se identificó una prevalencia del 37% (Nikbakht, 2020). En México, la prevalencia reportada es mayor a la indicada a nivel mundial, con base a los criterios de la Federación Internacional de Diabetes (IDF) se ha identificado que 54% de los mexicanos presentan SM (Gutiérrez-Solís et al., 2018) y en comunidades indígenas la prevalencia de SM es también elevada, alrededor de un poco más de la mitad de la población indígena presenta esta patología (50.3%), donde las mujeres representan la mayor proporción afectada (Mendoza-Caamal et al., 2020).

En la ciudad de Mexicali, Baja California existe escasa evidencia científica sobre los padecimientos asociados al exceso de tejido adiposo, los pocos estudios que hay únicamente se limitan a reportar cifras de sobrepeso y obesidad, el más reciente realizado en esta región, reporta una prevalencia de sobrepeso del 19% y obesidad del 25%, sin embargo, el estudio en cuestión se realizó en población infantil (López et al., 2022). Evidentemente existe la necesidad de estudios más completos y específicos, especialmente en adultos jóvenes, ya que si se interviene ante un escenario de alerta es posible reducir el riesgo de que el SM se establezca en las posteriores décadas (Li et al., 2018).

Respecto a los factores de riesgo, los de tipo nutricional son aquellos que predisponen mayormente al paciente de sufrir sobrepeso y obesidad, por ejemplo, un alto consumo de bebidas azucaradas, alimentos de alta densidad energética y un bajo consumo de fuentes de fibra (Lee et al., 2018). Aunado a esto, existe evidencia respecto a las mutaciones del gen HMGA 1 (High-mobility group A1), el cual, se ha asociado con estados nutricionales desfavorables, además el consumo excesivo de calorías ha asociado con una disminución de la expresión del gen de la insulina propiciando la hiperglicemia (Bovolini et al., 2021). El SM se asocia con un mayor riesgo a comorbilidades, en pacientes con este síndrome, existe 2.12 veces mayor riesgo de padecer eventos isquémicos y como el infarto son seis veces más propensos a desarrollar diabetes tipo 2 (Nilsson et al., 2019). En México, las enfermedades no infecciosas originadas por hábitos de alimentación inadecuados se reflejan en un lamentable número de decesos por las complicaciones, aumentando los costos de atención de salud, se estima que por persona los costos de tratamiento por enfermedades crónico-degenerativas son entre 30,000 y 60,000 pesos el costo anual en 100 personas (Villarreal-Ríos et al., 2011).

3. Marco teórico

3.1. *Función, estructura y tipos de tejido adiposo*

El tejido adiposo está conformado por el tejido adiposo blanco (TAB), un tejido conectivo altamente especializado, cuyas células son adipocitos uniloculares (una sola vacuola lipídica) encargados del almacenamiento de triglicéridos y liberación de ácidos grasos, participando en la homeostasis energética, además presenta una función endocrina, permitiendo la coordinación entre la actividad muscular, la ingesta y el nivel de almacenamiento de energía (Costa et al., 2022). El tejido adiposo pardo (TAP) es un tejido conectivo especializado, que difiere morfológicamente del TAB por el número de vacuolas, siendo el pardo multiloculado. El adipocito pardo tiene gran cantidad de mitocondrias ricas en UCP1 (enzima desacoplante) que le confieren capacidad termogénica y participa en la regulación del gasto energético (Frigolet et al., 2020). El tejido adiposo visceral

produce adipocinas; las cuales son hormonas que pueden tener propiedades inflamatorias y suprime moléculas con actividad antiinflamatoria como es la adiponectina, vinculándolo a alteraciones fisiológicas que pueden afectar la homeostasis corporal total (Vega y Rico et al., 2019; Wang et al., 2020).

3.2. *Papel del tejido adiposo en el síndrome metabólico*

El síndrome metabólico se caracteriza por presentar obesidad abdominal, específicamente de tejido adiposo blanco, el cual induce modificaciones en el espaciado de la fracción vascular-estromal del tejido adiposo visceral y conduce a que algunas de estas células localizadas en zonas lejanas a los vasos sanguíneos sufren hipoxia, desencadenando el reclutamiento de macrófagos M1, generando citocinas tales como IL-6 y TNF-alfa, posteriormente las células necróticas del tejido adiposo son rodeadas por células fagocíticas que inician un proceso inflamatorio encaminado a la eliminación de éstas (Hernández, 2018).

Al mismo tiempo, los adipocitos, ante la hipoxia y la hiperoxidación de los ácidos grasos, muestran alteraciones funcionales caracterizadas por un marcado estrés reticular asociado con procesos de plegamiento incorrecto de proteínas y autofagia, desencadenando apoptosis celular, contribuyendo a su vez a la inflamación del tejido adiposo blanco o visceral en personas con obesidad abdominal y constituyendo uno de los primeros mecanismos implicados en la inflamación sistémica presente en las personas obesas y que caracteriza una elevación en los niveles circulantes de citocinas inflamatorias, así como el aumento de la infiltración de macrófagos en tejidos periféricos (Figura 1) (Kahn et al., 2019).

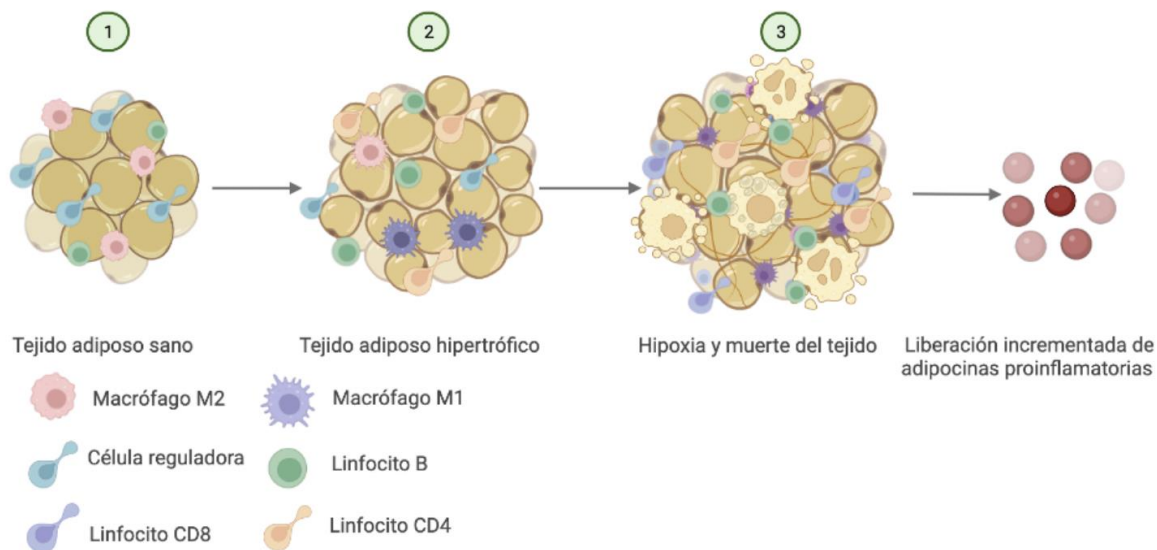


Figura 1. Mecanismos inmunológicos involucrados en la obesidad. Tejido adiposo sano el cual está rodeado por células del sistema inmunológico como macrófagos M2 encargados de la formación de nuevos vasos sanguíneos que llevan nutrientes y oxígeno al tejido, y linfocitos T (Treg) reguladores que suprimen la activación, proliferación y producción de citocinas por TNF- α , e IL-6. Ocurriendo un incremento del tejido adiposo produciendo disminución de la irrigación hacia los adipocitos propiciando la hipoxia y resultando en necrosis de los adipocitos, esto estimula el sistema inmunológico como macrófagos M1, TCD4 Y TCD8 liberando mayor cantidad de citocinas.

3.3. *Dislipidemia del SM*

En pacientes con SM se presenta una alteración denominada dislipidemia, se caracteriza por un aumento en los niveles de triglicéridos, disminución de C-HDL y aumento en circulación de lipoproteínas de baja densidad (C-LDL) potencialmente aterogénicos, aumentando el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Lqbal et al., 2018), esto se debe a que las lipoproteínas en circulación son fagocitadas por macrófagos, sin embargo, estos se saturan rápidamente causando que las células espumosas formen placas de ateroma que recubren el endotelio vascular (Osorio, 2022). Bajo este escenario, es importante que sean considerados los análisis de parámetros como colesterol de lipoproteínas de baja densidad (C-LDL), colesterol de lipoproteínas de no alta densidad (no C-HDL), apolipoproteína B (ApoB) y el C-LDL oxidado para detectar el riesgo de enfermedades cardiovasculares, la importancia de la detección temprana del síndrome metabólico reside en evitar

enfermedades cardiovasculares, ya que es la principal causa de muerte a nivel mundial (Paredes et al., 2019). La reducción de peso en pacientes con obesidad y dislipidemia se asocia a una mejoría notoria en los niveles de lípidos en sangre, con marcada disminución de los triglicéridos y un aumento del C-HDL (Gurruchaga, 2018).

3.4. Resistencia a la insulina en el SM

Un factor clave en la patogénesis del SM es la resistencia a la insulina (RI), fenómeno observado principalmente en personas con obesidad. Este síndrome consiste en una baja respuesta de la señalización de la insulina y en consecuencia una hiperinsulinemia compensatoria que termina con la apoptosis de las células beta del páncreas por la sobrecarga de síntesis de esta hormona (Bovolini et al., 2021; da Silva et al., 2020).

En los pacientes con obesidad, el acúmulo de ácidos grasos libres en hígado, células adiposas, páncreas y músculo esquelético, interfiere en el normal funcionamiento de la insulina y parece ser el determinante primario del aumento de RI (Vallés et al., 2019). La resistencia a la insulina se puede deber a un defecto en la unión de la insulina con su receptor, pero más a menudo se atribuye a alteraciones posteriores a la unión a la insulina, la disminución de la captación de glucosa por el músculo es debido a que el músculo esquelético recibe un exceso de lípidos desde la circulación (altos niveles de triglicéridos plasmáticos) produciendo un incremento en las concentraciones musculares de acil-CoA de cadena larga que alteran el efecto de la insulina sobre el metabolismo de la glucosa, posiblemente vía su conversión en diacilglicerol, activando isoformas de la proteína quinasa C, dando como resultado una alteración en la fosforilación del IRS-1 y de la actividad PI3 quinasa y AKT, lo cual, afecta el transporte de la glucosa a través del mecanismo de translocación del transportador de glucosa GLUT-4 a la membrana celular y la fosforilación de enzimas tales como glucógeno sintetasa disminuyendo así su expresión y función (Fernández et al., 2022). El fallo en el transporte de glucosa promueve una sobrecarga de trabajo para la síntesis de insulina por parte de las

células β , sin embargo, no son capaces de mantener una secreción de insulina lo suficientemente alta como para compensar la resistencia a la insulina, conduciendo a Diabetes Mellitus tipo 2 si no se controlan los niveles de lípidos en el organismo (Nolan et al., 2019).

3.5. Hipertensión arterial en el SM

La hipertensión incrementa el riesgo de morbimortalidad y afecta la retina, riñones y corazón, además, la relación entre la hipertensión y la resistencia a la insulina, se debe principalmente a los efectos de la hiperinsulinemia compensatoria que aumenta tanto la reabsorción de sodio, como de agua en el túbulo proximal renal, a su vez aumenta la resistencia vascular periférica ya que incrementa activación del sistema simpático con el consiguiente aumento de las catecolaminas circulantes y estimulación del sistema renina angiotensina-aldosterona, los cuales favorecen el incremento de la presión arterial sistémica (Martínez et al., 2021). La insulina tiene acciones sistémicas que afectan el sistema nervioso simpático, se ha descrito que la infusión de insulina e ingestión de carbohidratos estimula la actividad nerviosa simpática y que este efecto sináptico excitatorio es mediado centralmente, ya que la insulina atraviesa la barrera hematoencefálica activando sus receptores en el hipotálamo medial, generando hipertensión (Gurruchaga, 2018; Saxena et al., 2018).

Se ha descubierto que los adipocitos poseen toda la maquinaria enzimática implicada en el sistema renina-angiotensina, sintetizan angiotensina II (De Kloet et al., 2010). Además, recientemente se ha descubierto que los adipocitos también producen aldosterona (en realidad en respuesta a la angiotensina II), por lo que el aumento de los niveles de aldosterona causa un aumento de la presión vascular debido a la retención de agua y sodio (Ramírez y Peláez, 2023). La concentración de leptina plasmática está relacionada con la adiposidad, expresando en mayor proporción en pacientes con obesidad y se ha reportado que el endotelio expresa el receptor de leptina OB-Rb implicado en el control del tono vascular provocando simultáneamente una acción presora neurogénica (Ghadge et al., 2019).

3.6. Intervención en universitarios con sobrepeso

Los alumnos al iniciar sus estudios en la universidad realizan cambios drásticos tanto en sus hábitos alimenticios como en su actividad física lo que contribuye a que presenten obesidad, siendo un reto controlarlo ya que se ha evidenciado que no es suficiente intervenir sobre un solo factor para tener éxito en el control de peso (Hernández-Jaña et al., 2020). Los principales hábitos que adoptan los estudiantes universitarios son el consumo de bebidas con alta cantidad de carbohidratos simples, consumo de comida rápida, inactividad física, pocas horas de sueño al día, lo cual, contribuye a bajos niveles de leptina y altos niveles de grelina (Benaich et al., 2021). En las intervenciones orientadas en condición física como salto de longitud, abdominales, pruebas de carrera y flexiones ha tenido éxito en la mayoría de los estudios disminuyendo el IMC, aumentando la masa muscular y capacidad aeróbica (Yuksel et al., 2020). Otra intervención importante está relacionada con la nutrición, los comedores universitarios que controlaban las calorías en los platillos y los señalamientos en la comida se ha observado que contribuyen en el control de peso (Bailey et al., 2020). A pesar del éxito que han presentado los estudios de intervención, presentan limitantes con la falta de grupo control y períodos cortos de estudio menores a 6 meses, por lo que las investigaciones futuras deberán tener en cuenta las cuestiones metodológicas mencionadas con la finalidad de mejorar la calidad de las intervenciones nutricionales (Brace et al., 2018).

4. Planteamiento del Problema

La detección del síndrome metabólico es un tema importante para la salud pública debido a la alta prevalencia de casos a nivel mundial, se estima en adultos una prevalencia a nivel global del 12.5 - 31.4%, siendo alarmante que más de cuarto de los adultos del mundo presente esta patología (Noubiap et al., 2022). Sin embargo, a nivel mundial la prevalencia de SM en adultos jóvenes va de 4.8 a 7% (Nolan et al., 2017), las diferencias entre las prevalencias por edad denotan la importancia de la detección en adultos jóvenes. El Centro de Control de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) ha evidenciado la importancia de realizar pruebas diagnósticas

para detectar los componentes del SM inclusive en personas con normopeso, y la que pueden presentar riesgo de padecer SM (Shi et al., 2020).

Estudios realizados por el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (2022), indican que en el 2022 hubo 32,306 casos de obesidad en Baja California y actualmente en este año se han reportado 7,166 casos. Existen estudios de SM en la Ciudad de Tijuana en pacientes de 20 años de edad o mayores se encontró una frecuencia de 44%, la edad media de los casos fue de 47.9 años (Zonana-Nacach, 2006), pero ya han pasado más de 10 años sin alguna actualización de este síndrome en la región.

Considerando que el SM es una patología que acentúa enfermedades tales como diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares y que conforme aumenta la edad en el paciente mayor es el incremento del riesgo de padecer síndrome metabólico (Li et al., 2018). Es necesario establecer de manera anticipada el diagnóstico de SM, en el cual, se incluyan análisis de composición corporal e identificación de biomarcadores para su correcta detección con base a los criterios establecidos por las diferentes organizaciones de salud. Bajo este panorama, es necesario realizar cada vez más estudios diagnósticos en adultos jóvenes con la finalidad de identificar la prevalencia de síndrome metabólico y el riesgo de comorbilidades de forma anticipada, así como la aplicación de encuestas que permitan detectar los principales factores de riesgo que contribuyen a la presentación de esta patología en la región, de esta forma se podrán realizar intervenciones de prevención oportunas en la sociedad.

5. Justificación

La distribución actual de SM en México representa un problema de salud pública evidente (Gutiérrez-Solís et al., 2018; INEGI, 2020), esto no sólo colapsa los sistemas de atención a la salud con los cuales se dispone, además, significa la antesala de comorbilidades que se suman como principales causas de mortalidad en nuestro país, enfermedades cardiovasculares y diabetes, en ese orden (Sevilla, 2019). Según la ENSANUT (2018) los casos diagnosticados de diabetes tipo 2 se

han incrementado de 9.2 % a 10.3 %, de hipertensión de 16.6 % a 20.9 % mientras que los casos de dislipidemia de un 13 % a un 19.5 %, esto considerando comparaciones entre 2012 y 2018, respectivamente (Shamah et al., 2018).

Cada una de las enfermedades anteriores, representan a los propios componentes del SM, los cuales, pueden ser detectados de forma anticipada y llevar a cabo acciones que minimicen el daño y/o impacto deletéreo a la salud (De Filippo, 2021). La mayor parte de la población que presenta algún componente del SM se encuentra en un rango de edad de los 20 a 49 años y generalmente se manifiestan estas alteraciones en etapas avanzadas, esto ocurre debido a que el SM es un estado fisiopatológico que puede cursar de forma asintomática y no generar señales de alerta sobre todo en los inicios de la adultez (Nolan et al., 2017). Se ha evidenciado que la presentación de dos o más componentes aumenta la probabilidad de agravamiento de cada uno de los componentes del SM ya que un evento o factor de riesgo refuerza a otro, y en consecuencia a aumenta la morbilidad y mortalidad por lo que es de suma importancia su detección temprana y oportuna (Wang et al., 2020).

Con base en lo anterior, surge la necesidad de realizar un estudio de tipo observacional y exploratorio en Mexicali, Baja California dado que no se conoce la prevalencia de casos en este grupo de edad. La finalidad del presente trabajo fue realizar una detección temprana e identificar los principales factores de riesgo, con la finalidad de tomar acciones preventivas.

6. Hipótesis y objetivos

6.1. Hipótesis de investigación

Las alteraciones en la ingesta dietética se asocian con la presencia de componentes de síndrome metabólico en adultos jóvenes de la Facultad de Medicina de Mexicali evidenciado por alteraciones en la composición corporal y marcadores bioquímicos.

6.2. Objetivo General

Determinar la frecuencia y factores de riesgo del síndrome metabólico por análisis de composición corporal y biomarcadores asociados en adultos jóvenes de la Facultad de Medicina de Mexicali en Baja California y su asociación con alteraciones en la ingesta dietética.

6.3. Objetivos específicos

1. Identificar componentes del SM en estudiantes de la Facultad de Medicina Mexicali mediante parámetros antropométricos, de composición corporal y bioquímicos (circunferencia de cintura, presión arterial, glucosa, HDL y triglicéridos).
2. Analizar la frecuencia de SM por medio del criterio (NCEP/ATPIII) en estudiantes de la facultad de medicina.
3. Determinar la composición corporal por bioimpedancia eléctrica para identificar factores de riesgo asociados a SM.
4. Evaluar la ingesta para identificar factores de riesgo dietéticos vinculados al SM por CFCA.

7. Materiales y métodos

7.1. Diseño del estudio

Se realizó un estudio tipo transversal y observacional, en la Ciudad de Mexicali en la Facultad de Medicina del 1 de octubre del 2022 a marzo del 2023, partiendo de un muestreo convencional a jóvenes universitarios de la unidad académica. Fueron incluidos todos los alumnos que firmaron su consentimiento informado, a cada estudiante se le aplicó un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos y se le realizó análisis de composición corporal. Mediante la toma muestra de sangre se analizó la bioquímica sérica. El conjunto de estos estudios permitió identificar pacientes en riesgo de padecer SM con base en los criterios indicados por el programa nacional de educación sobre el colesterol/panel de tratamiento para

adultos III (NCEP/ATP III) y así, determinar factores de riesgo presentes en la población estudiada (Tabla 2).

Tabla 2. Criterios para la determinación de síndrome metabólico según (NCEP/ATPIII).

Adiposidad abdominal, circunferencia de la cintura (cm)	Hombres: >102 Mujeres: >88
Triglicéridos (mg/dL)	>150
Colesterol HDL (mg/dL)	Hombres: <40 Mujeres: <50
Presión arterial (mmHg) (sistólica/diastólica)	>130/85
Glucosa en ayunas, mg/dl	>100

7.2. Descripción de la población

Todos los participantes del estudio fueron jóvenes universitarios de 18 a 35 años de edad, seleccionados por muestreo convencional. Se obtuvo una muestra de 150 participantes, con un total de 98 mujeres y 52 hombres.

7.3. Cálculo del tamaño de muestra

El tamaño de la muestra se determinó mediante la fórmula descrita por Aguilar (2005) con un intervalo de confianza del 95%, precisión 5%, población de adultos jóvenes de la facultad de medicina 1500 alumnos y una prevalencia esperada en México de SM del 36% (Gutiérrez-Solís et al., 2018). El tamaño de muestra resultante fue de 283 estudiantes, sin embargo, el estudio finalmente estuvo conformado por un total de 150 alumnos, en cuyo caso, decidieron participar y así se obtuvo el 53% de la muestra contemplada para el estudio. La distribución por sexo fue de 34.7% para hombres (52/150) y 65.3% para mujeres (98/150).

7.4. Criterios de selección

7.4.1. Criterios de inclusión

- Edad: 18-35 años
- Consentimiento informado

7.4.2. Criterios de exclusión

- Prótesis metálicas
- Embarazo

7.4.3. Criterios de eliminación

- Participantes que no completaron todos los estudios

7.5. Valoración nutricional

7.5.1 Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos

A todos los estudiantes se les aplicó el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA) para conocer su alimentación habitual, el cuestionario incluye 165 alimentos por grupo de alimentos: verduras y frutas, cereales y tubérculos, leguminosas y alimentos de origen animal. Es un cuestionario adaptado a la población adulta del Noroeste de México, el formato original fue realizado por Shamah-Levy et al. (2006). El (CFCA) se realizó a través de un programa computacional “Elizabeth Stewart Hands and Associates” (ESHA), versión 2016, la cual, es una base automatizada que proporciona información confiable y precisa de la cantidad de nutrientes consumidos por los participantes en el estudio.

7.5.2. Análisis antropométrico y composición corporal

Para las mediciones antropométricas se utilizó la cinta métrica de 2 metros Lufkin executive, la cinta es inextensible, flexible, con una anchura no mayor a 7 mm y un espacio sin graduar (zona neutra) de por lo menos 4 cm antes de la línea del cero (ISAK, 2019).

La circunferencia de cintura se realizó por medio del protocolo internacional para la evaluación antropométrica, se tomó la medida en el punto medio entre el borde lateral costal inferior (10ma costilla) y la cresta ilíaca. Se le pidió al participante respirar con normalidad y la medición se tomó al final de una espiración normal y con la musculatura abdominal relajada (ISAK, 2019).

La circunferencia de cadera se realizó para todos los participantes en bipedestación con los brazos cruzados a la altura del tórax y glúteos relajados con pies juntos, se colocó la cinta antropométrica de manera horizontal y paralela al piso, pasando la cinta sobre la parte más ancha de la cadera y por encima de la prominencia mayor de los glúteos (ISAK, 2019).

La estatura se midió por medio de un estadiómetro (SECA 213) con una amplitud de medida mínima de 60 a 220 cm y precisión de 0.1 cm. La valoración de la estatura se realizó traccionando la cabeza en plano Frankfort poniendo las puntas de los dedos pulgares en los puntos orbitales y los dedos índices en los puntos tragiones. Se le indicó al sujeto que realizara una inspiración profunda y mantuviera la respiración aplicándosele una tracción moderada hacia arriba de los procesos mastoideos (ISAK, 2019).

7.5.3. Análisis de composición corporal

La determinación de la composición corporal de los participantes se realizó con el analizador IOI353 (Shanghai cinman Science Equipment Co., Ltd, 15F, No.2, Hua Shan Road, Shanghai 200040, P.R. China), y se utilizó la bioimpedancia para medir la composición corporal de los participantes. Las pruebas fueron realizadas siguiendo estrictamente los procedimientos operativos.

Para medir la composición corporal utilizando un analizador IOI 353, es importante seguir una serie de pasos y tomar precauciones para garantizar resultados precisos y consistentes.

1. Preparación del Paciente:

- Hidratación: Asegúrate de que el paciente esté bien hidratado. La deshidratación o una ingesta excesiva de líquidos puede afectar los resultados.
- Ayuno: Es recomendable que el paciente evite comer o beber grandes cantidades de líquidos al menos 2 horas antes de la medición.

- Evitar Ejercicio: El paciente no debe realizar ejercicio intenso al menos 12 horas antes de la medición, ya que el ejercicio puede alterar la distribución de líquidos en el cuerpo.
- Vaciar la Vejiga: El paciente debe vaciar la vejiga antes de la medición para evitar retenciones de líquidos que puedan influir en los resultados.
- Vestimenta: El paciente debe descalzarse y quitarse cualquier prenda o accesorio de metal, ya que pueden interferir con la corriente eléctrica del dispositivo.

2. Configuración del Analizador:

- Encendido: Enciende el dispositivo y asegúrate de que esté calibrado correctamente.
- Datos del Paciente: Introduce correctamente los datos personales del paciente como edad, sexo, altura y peso en el dispositivo.

3. Posicionamiento:

- Postura: El paciente debe pararse descalzo sobre los electrodos del dispositivo, con los talones correctamente alineados en las marcas.
- Manos: Las manos deben estar relajadas y a los lados del cuerpo, sin tocar el cuerpo durante la medición.

4. Realización de la Medición:

- Estabilidad: Asegúrate de que el paciente esté completamente inmóvil durante el proceso de medición, que dura unos segundos.
- Medición: Inicia la medición en el dispositivo. Durante este proceso, el analizador enviará una corriente eléctrica de baja intensidad a través del cuerpo del paciente para medir la resistencia y la reactancia de los tejidos.

5. Interpretación de Resultados:

- **Revisión:** Una vez obtenidos los resultados, revísalos en la pantalla del dispositivo. Estos incluirán valores como porcentaje de grasa corporal, masa muscular, agua corporal total, entre otros.
- **Consistencia:** Si es necesario, realiza mediciones repetidas para asegurar la consistencia de los resultados.

6. Registro y Análisis:

- **Almacenamiento:** Se debe guardar los resultados en el dispositivo o transfírelos a una computadora para su posterior análisis.
- **Comparación:** Si se miden cambios a lo largo del tiempo, compara los resultados actuales con mediciones anteriores para evaluar el progreso del paciente.

7. Cuidados Posteriores:

- **Desinfección:** Después de la medición, limpia y desinfecta las superficies de contacto (electrodos) para prevenir la propagación de patógenos.
- **Mantener el Equipo:** Es importante mantener el dispositivo en un ambiente seco y a una temperatura adecuada, lejos de fuentes de humedad y calor extremo.

Consideraciones Adicionales:

- **Factores Externos:** Existen factores como el ciclo menstrual en mujeres, la retención de líquidos, o el consumo de alcohol pueden influir en los resultados de la medición.
- **Limitaciones:** La bioimpedancia tiene sus limitaciones y los resultados deben interpretarse en el contexto de otros datos clínicos y nutricionales.

7.6 Parámetros clínicos

7.6.1. Presión arterial

Para la determinación de la presión arterial (PA) se realizó tomando como referencia el documento diseñado por la OMS: *“Especificaciones técnicas de la OMS para dispositivos automáticos de la medición de la presión arterial no invasivos y con brazalete”*, el procedimiento se ejecutó de la siguiente forma:

Para la preparación adecuada de los estudiantes se les solicitó que evacuara la vejiga y que evitaran el consumo de cafeína, nicotina y el ejercicio físico durante 30 minutos antes de la medición de la PA. Además, se les solicitó permanecer relajados y sentados en una silla con los pies en el piso, sin cruzar las piernas, con la espalda apoyada, durante un mínimo de 5 minutos en lo posible. Tanto el estudiante como el observador evitaron hablar, leer o usar dispositivos electrónicos durante el período de reposo o durante la medición. Se utilizó un dispositivo automático de brazo marca MICROLIFE modelo Watch BP home A con una sensibilidad del 98% y especificidad del 92%. Se colocó el brazalete en el brazo del participante sin ropa y se centró sobre la arteria humeral (o braquial). Se aseguró que el brazalete de tal forma que quedara ajustado al brazo, sin que pudieran pasar más de dos dedos como referencia entre la parte distal del brazalete y la piel. La parte distal del brazalete se colocó de 1 a 2 cm por encima de la fosa cubital. El brazo del paciente fue apoyado sobre la mesa en posición supina de tal manera que la parte media del brazalete estuviera a la altura del corazón. Se realizaron al menos dos lecturas con la persona sentada para determinar la PA y se registró adecuadamente lecturas exactas de la PA promediándolas lecturas obtenidas.

7.6.2. Extracción de muestra sanguínea

Para el procedimiento se realizó con base al documento diseñado por la organización de la salud: *“Obtención de muestras de sangre por venopunción y preparación de extensiones de sangre a partir de sangre venosa recolectada en tubos con anticoagulante”*, el procedimiento aplicado se realizó de siguiente forma:

Se colocó un torniquete en el brazo del paciente (por encima del codo) para hacer visibles o palpables las venas. Posteriormente se solicitó al participante que cerrara el puño con fuerza para que las venas se volvieran más prominentes. Mediante la palpación con el dedo índice se identificó la vena de calibre suficientemente grande y con una movilidad mínima. Se aplicó desinfectante en la zona con una toallita o un algodón humedecido con alcohol isopropílico o etílico al 70%, cuidando no volver a tocar la zona desinfectada. Se dejó que la zona de la venopunción se secase al aire durante 30 segundos para que la muestra de sangre extraída no se contaminara con el alcohol, ya que esto puede ser causa de hemólisis en la muestra. Se introdujo una aguja de flebotomía estéril (unida a una jeringuilla o a un tubo al vacío) a lo largo de la vena, con el bisel dirigido hacia arriba y posteriormente se extrajo de manera uniforme entre ≥ 2 ml y un máximo de 4 ml de sangre. Cuando la muestra colectada tuvo un volumen suficiente de sangre, se liberó el torniquete y se pidió al participante que abriera el puño. al momento de extracción de la aguja se presionó firmemente sobre el lugar de la venopunción con un algodón alcoholado limpio. Se pidió al participante seguir presionando en ese mismo punto con el brazo en alto hasta que dejara de sangrar. Finalmente se transfirió la sangre al tubo con EDTA y se mezcló despacio invirtiendo el tubo seis veces sin agitarlo bruscamente.

Posterior a la toma de muestra sanguínea se procesaron las muestras mediante centrifugación a 2,500 rpm durante 20 minutos a 25 grados centígrados para separar el suero de las células sanguíneas, se realizaron alícuotas para su conservación a una temperatura de -20°C .

7.6.3. Glucosa

La determinación de glucosa se llevó a cabo mediante el kit spinreact (Cat. No. 1001190), se realizó una reacción de oxidación de la glucosa a ácido glucónico. El peróxido de hidrógeno (H_2O_2), se detectó mediante un aceptor cromogénico de oxígeno, fenol-4 aminofenazona en presencia de peroxidasa (POD). La cual se cuantificó por el método de espectrofotometría. La intensidad del color que se detectó es proporcional a la concentración de glucosa en la muestra.

Para la determinación se realizó en suero libre de hemólisis, el suero se separó inmediatamente del coágulo, la muestra se procesó en un período no mayor a los tres días posteriores a la obtención.

El procedimiento se realizó por medio de un espectrofotómetro calibrado con una longitud de onda de 505 nm (490-550), y se utilizó una cubeta de 1 cm de paso de luz, a una temperatura de 37 °C /15-25 °C, el espectrofotómetro se ajustó a cero frente a agua destilada y se procedió a pipetear en una cubeta los siguientes componentes en las cantidades establecidas en el kit comercial que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Esquema de preparación de muestras para la determinación de glucosa sérica.

	Blanco	Patrón	Muestra
Reactivo glucosa oxidasa (ml)	1.0	1.0	1.0
Patrón glucosa cal (µl)	**	10	**
Muestra suero sanguíneo (µl)	**	**	10

Posteriormente el contenido de la cubeta se mezcló e incubó por 30 minutos a temperatura ambiente y se procedió a leer.

Una vez obtenidos los resultados de absorbancia se realizó la siguiente ecuación:

$$\frac{(A)Patrón}{(A)Muestra} * 100 (Conc. Patrón) = \frac{mg}{dL} de glucosa en la muestra$$

Rango de medida: se plantea desde el límite de detección de 0,04 mg/dl hasta el límite de linealidad de 500 mg/dl.

El método se realizó por triplicado para evitar sesgos en los resultados de la muestra.

7.6.4. Triglicéridos

La determinación de triglicéridos mediante el kit spinreact (Cat. No. 41030), se realizaron incubados con lipoproteinlipasa (LPL) liberando glicerol y ácidos grasos libres. El glicerol fue fosforilado por glicerofosfato deshidrogenasa (GPO) y Adenosín trifosfato (ATP) en presencia de glicerol quinasa (GK) para producir glicerol-3-fosfato (G3P) y adenosín-5-difosfato (ADP) y peróxido de hidrógeno (H₂O₂) por GPO. Al final, el peróxido de hidrógeno (H₂O₂) reaccionó con 4-aminofenazona (4-AF) y p-clorofenol, reacción catalizada por la peroxidasa (POD) dando una coloración roja, la cual es proporcional a la concentración de triglicéridos presentes en la muestra ensayada.

El procedimiento se realizó por medio de un espectrofotómetro calibrado con una longitud de onda de 505 nm (490-550), y se utilizó una cubeta de 1 cm de paso de luz, a una temperatura de 37°C/15-25°C, el espectrofotómetro se ajustó a cero frente a agua destilada, y se procedió a pipetear en una cubeta los siguientes componentes en las cantidades establecidas en el kit comercial que se muestran en la tabla:

Tabla 4. Esquema de preparación de muestras para la determinación de triglicéridos.

	Blanco	Patrón	Muestra
Reactivo lipoproteína lipasa (LPL) (ml)	1.0	1.0	1.0
Patrón triglicéridos cal (µl)	**	10	**
Muestra suero sanguíneo (µl)	**	**	10

7.6. Análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva para establecer frecuencia de síndrome metabólico en estudiantes, frecuencia específica por sexo, edad, alteraciones que presentaron los participantes y patrones de alimentación con base en el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos. El análisis inferencial se realizó mediante Chi cuadrado para establecer asociaciones entre el síndrome metabólico y las variables estudiadas, las correlaciones se establecieron mediante regresión logística, además se realizó análisis de la magnitud de la asociación mediante Odds ratio (OR), utilizando un intervalo de confianza del 95%, los análisis se realizaron con el paquete estadístico Statistix y Graph-Pad Prism versión 8.

7.7. Aspectos éticos

Todos los procedimientos se llevaron a cabo de acuerdo con la declaración de Helsinki, al reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud y las disposiciones emitidas por la Comisión Nacional de Bioética.

8. Resultados

8.1. Frecuencia del SM y de sus componentes

Se realizó estadística descriptiva para establecer frecuencia de síndrome metabólico en estudiantes, frecuencia específica por sexo, edad, alteraciones que presentaron los participantes y patrones de alimentación con base en el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos. El análisis inferencial se realizó mediante Chi cuadrado para establecer asociaciones entre el síndrome metabólico y las variables estudiadas, las correlaciones se establecieron mediante regresión logística, además se realizó análisis de la magnitud de la asociación mediante Odds ratio (OR), utilizando un intervalo de confianza del 95%, los análisis se realizaron con el paquete estadístico Statistix y Graph-Pad Prism versión 8

Tabla 5. Número de estudiantes con uno o más componentes del SM.

Número de componentes del SM	No. de estudiantes (150)	Porcentaje %
0	66	44%
1	63	42%
2	14	9.3%
3+	7	4.6%

Entre los estudiantes el componente que se presentó con mayor frecuencia fue la dislipidemia, del total de los participantes se observó que el 33.6% presentó valores de C-HDL por debajo de límite recomendado por la NCEP-ATP III, seguido por la PA elevada 22.1%, circunferencia de cintura aumentada 11.5%, hipertrigliceridemia 8.2% y por último hiperglucemia 4.1% (Tabla 6).

Tabla 6. Frecuencia de Síndrome Metabólico y componentes detectados en universitarios.

Variable	No. de estudiantes	Porcentaje %
Síndrome Metabólico		
Presente	7	4.7%
Ausente	143	95.3%
Hipertensión arterial		
Sí	33	22.1%
No	116	77.9%
Hipertrigliceridemia		
Sí	12	8.2%
No	134	91.8%
Hiperglicemia		
Sí	6	4.1%
No	140	95.9%
Dislipidemia		
Sí	49	33.6%
No	97	66.4%
Circunferencia de cintura elevada		
Sí	17	11.5%
No	131	88.5%

8.2. Presencia de número de componentes del SM por sexo

Con respecto al sexo, las mujeres presentaron mayor proporción de componentes del SM, el 61% (60/98) para las mujeres y el 46% (24/52) para los hombres, sin embargo, no hubo diferencia significativa ($p= 0.3$).

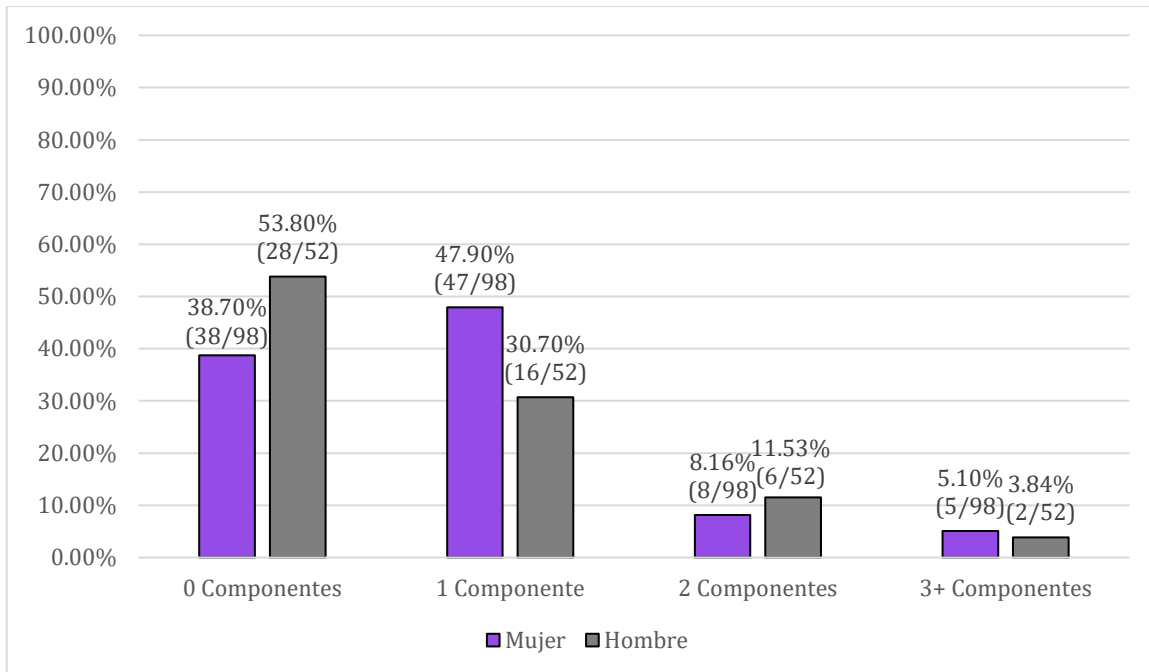


Figura 2. Número de componentes de síndrome metabólico presentes por sexo. Una gran proporción tanto de hombres y mujeres presentó al menos un componente del SM, fue menor la cantidad de casos que presentaron 2 o más componentes. Se realizó la prueba de t para muestras independientes ($p= 0.30$) y Chi cuadrado ($p= 0.33$) para evaluar si existía diferencia en la frecuencia de presentación de componentes por sexo, sin embargo, no hubo diferencia significativa.

8.3. Frecuencia del SM por sexo

El 5.1% (5/98) de las mujeres presentó SM y el 3.8% (2/52) en hombres, sin embargo, no hubo diferencia estadística. De los componentes que se presentó con mayor frecuencia en mujeres fue la concentración de colesterol C-HDL disminuido, donde el 50% (48/96) de las mujeres presentaron concentraciones bajas ($p < 0.0001$), se identificó además que, hay 48.9 veces mayor probabilidad de presentar C-HDL disminuido (6.6 – 363.7, $p = 0.0001$), el OR resultó elevado ya que fue una mayor proporción de mujeres con alteración en este biomarcador comparado con menos número de casos en hombres. Por otro lado, en los hombres el componente con mayor frecuencia fue la presión arterial elevada, el 40.3% (21/52) de los hombres presentó este componente ($p < 0.0002$), es decir presentaron 4.8 veces mayor riesgo de presentarlo que las mujeres (tabla 7).

Tabla 7. Análisis univariado de los componentes de SM por sexo.

Variable	No. de estudiantes	Porcentaje %	OR	IC	p
SM					
Hombre	2/52	3.8	-	-	0.72
Mujer	5/98	5.1			
Hipertensión					
Hombre	21/52	40.3	4.8	2.12 - 10.8	0.0002*
Mujer	12/97	12.3			
Hiperglicemia					
Hombre	2/50	4	-	-	0.96
Mujer	4/96	4.1			
Hipertrigliceridemia					
Hombre	7/43	16.2	-	-	0.06
Mujer	5/96	5.2			
Dislipidemia					
Hombre	1/50	2			0.0001*
Mujer	48/96	50	48.9	6.6 - 363.7	
Circunferencia de cintura elevada					
Hombre	5/52	9.6	-	-	0.59
Mujer	12/96	12.5			

Correlación y magnitud de asociación obtenida mediante regresión logística, intervalos de confianza del 95%. IC= Intervalo de Confianza; OR= Odds ratio; p = valor de probabilidad.

8.4. Niveles de presión arterial diastólica por sexo

En la comparación de medias de los componentes del SM por sexo, en la presión diastólica no hubo diferencia estadística (Figura 3).

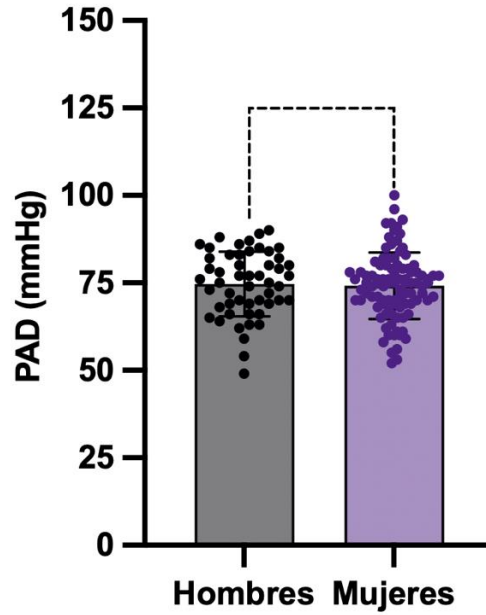


Figura 3. Comparación de medias de los niveles de presión arterial diastólica por sexo. Las medias de la presión diastólica fueron 74.7 mm/Hg en hombres y en mujeres se obtuvo una media de 74.1 mm/Hg ($p= 0.43$), se realizó el análisis mediante t de Student, no hubo diferencia estadística.

8.5. Niveles de presión arterial sistólica por sexo

En la comparación de medias de los componentes del SM por sexo, en la presión sistólica se presentó diferencia estadística ($p= 0.0075$) resultando ser mayor en hombres (124 mmHg) comparado con las mujeres (110.99 mmHg) (Figura 4).

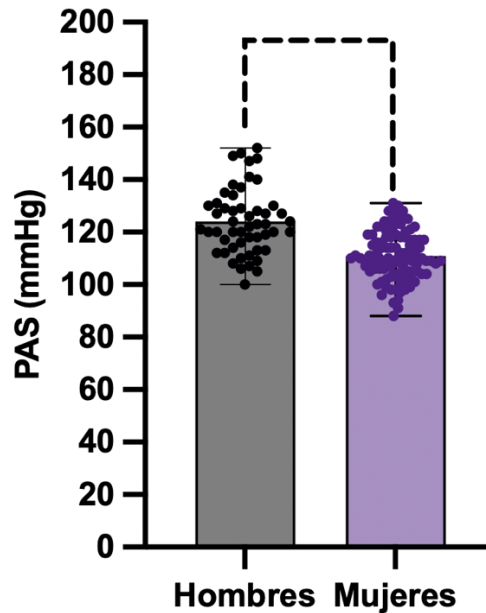


Figura 4. Comparación de medias de los niveles de presión arterial sistólica por sexo. Las medias de la presión sistólica fueron mayores en hombres ($p= 0.0075$), obteniendo una media de 124 mmHg y las mujeres obtuvieron una media de 110 mmHg, se realizó el análisis mediante t de Student.

8.6. Niveles de triglicéridos totales por sexo

En la comparación de medias de los niveles de triglicéridos por sexo, esta resultó ser más elevada en los hombres ($p= 0.0002$) con un valor de 97.82 mg/dL y en mujeres de 72.94 mg/dL (Figura 5), para la comparación de los niveles de glucosa no hubo diferencia estadística ($p= 0.33$), siendo los valores de 88.26 mg/dL para las mujeres y 84.56 mg/dL para los hombres.

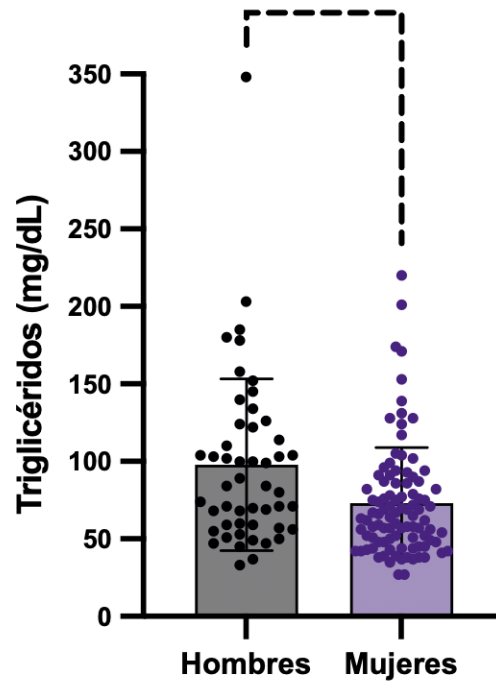


Figura 5. Comparación de medias de los niveles de triglicéridos en hombres y mujeres. La media de niveles de triglicéridos es mayor en hombres ($p= 0.0002$), obteniendo una media de 97.82 mmol/L y en las mujeres se obtuvo 72.94 mmol/L, se realizó el análisis mediante t de Student

8.7. Frecuencia del SM por carrera y su correlación

La frecuencia de SM para estudiantes de Medicina fue de 5.4% (4/74) y para los estudiantes de Nutrición presentaron una frecuencia de 3.9% (3/76), pero no se encontraron diferencias significativas entre participantes de ambas licenciaturas (Tabla 8). De los estudiantes de medicina, el 41.8% (31/74) presentó concentraciones bajas de C-HDL en comparación con los alumnos de la carrera de nutrición, en quienes solo el 25% (18/72) presentaron este componente ($p < 0.05$). No se encontró diferencia estadística entre los demás componentes por carrera universitaria.

Tabla 8. Análisis univariado de los componentes de SM por carrera universitaria.

Variable	No. de estudiantes	Porcentaje %	OR	IC	p
SM					
Medicina	4/74	5.4%	-	-	0.67
Nutrición	3/76	3.9%			
PA elevada					
Medicina	17/73	23.3%	-	-	0.74
Nutrición	16/76	21%			
Glucosa elevada					
Medicina	3/74	4%	-	-	0.97
Nutrición	3/72	4.1%			
Triglicéridos elevados					
Medicina	3/74	4%	-	-	0.07
Nutrición	9/72	12.5%			
HDL disminuido					
Medicina	31/74	41.8%	2.16	1.07 - 4.38	0.03
Nutrición	18/72	25%			
Circunferencia de Cintura elevada					
Medicina	10/72	13.8%	-	-	0.37
Nutrición	7/76	9.2%			

Correlación y magnitud de asociación obtenida mediante regresión logística, intervalos de confianza del 95%. IC= Intervalo de Confianza; OR= Odds ratio; p = valor de probabilidad.

8.8. Valores de índice de Masa Corporal

En cuanto a los resultados obtenidos según la determinación de IMC, más de la tercera parte de los participantes (34.4%) de los alumnos presentaron un IMC por arriba del rango normal, donde la mayor proporción estaba en sobrepeso (24.3%) y solamente una baja cantidad de alumnos presentó obesidad (10.1%) (tabla 9).

Tabla 9. Resultados del índice de masa corporal en estudiantes de la facultad de medicina.

Parámetro	No. de estudiantes	Porcentaje %
Bajo Peso	17	11.5%
Normopeso	80	54.1%
Sobrepeso	36	24.3%
Obesidad I	8	5.4%
Obesidad II	4	2.7%
Obesidad III	3	2%

8.9. Resultados del análisis de la composición corporal

En los resultados indicados por la bioimpedancia, se presenta una masa corporal magra de 58.6% en los hombres y en las mujeres del 43.35%, tejido blando del 54.24% en hombres y 39.77% en mujeres y el agua corporal fue de 42.45% en hombres y 31.20% en mujeres. Por último, la masa grasa corporal fue de 21.58% en hombres y 29.50% en mujeres. Se identificó diferencia estadística entre sexos en la masa corporal magra y tejido blando.

Tabla 10. Promedios de la composición corporal

	Hombre	Referencia (H)	Mujer	Referencia (M)	p
Masa Corporal Magra %	58.60	70 - 90	43.35	65 - 85	0.01
Tejido Blando %	54.24	40 - 45	39.77	35 - 40	0.005
Agua Corporal Total %	42.45	50 - 65	31.20	45 - 60	0.12
Masa Grasa Corporal %	21.58	18 - 24	29.50	25 - 31	0.31

Valores de referencia recomendados por el American Council on Exercise (ACE)

8.10. Correlación de IMC, Grasa Visceral y Masa Grasa

Se identificó una correlación entre los estudiantes con IMC mayores, presentaron mayor proporción de grasa visceral (Figura 6), obteniéndose un R^2 de 0.82 ($p=0.0001$), de igual manera, la masa grasa total presentó una correlación con el IMC, obteniéndose un R^2 de 0.59 ($p=0.0001$).

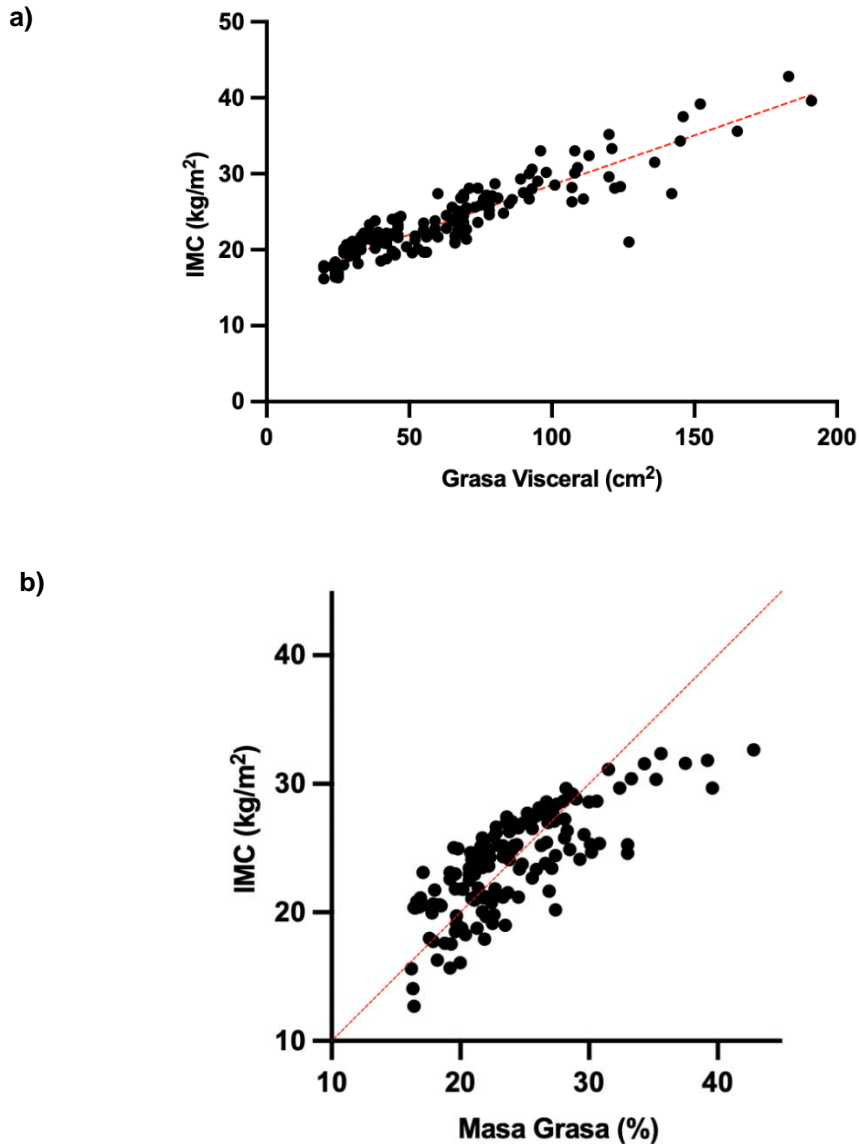


Figura 6. Correlación entre IMC y masa grasa visceral. a) Se identificó una correlación entre el IMC y masa grasa visceral, obteniéndose un R^2 de 0.82 ($p=0.0001$), indicando una correlación muy alta. b) Correlación entre masa grasa total e IMC, se obtuvo un valor $p=0.0001$ y un R^2 de 0.59, obteniéndose una correlación moderada. Los análisis se realizaron mediante regresión lineal.

8.11. Correlación del porcentaje de masa grasa e IMC

Se presentó una correlación entre la masa grasa e IMC por sexo, para los hombres fue de 0.74 ($p= 0.0001$) y para las mujeres fue mayor la correlación, con un R^2 de 0.81 ($p= 0.0001$) (Figura 7).

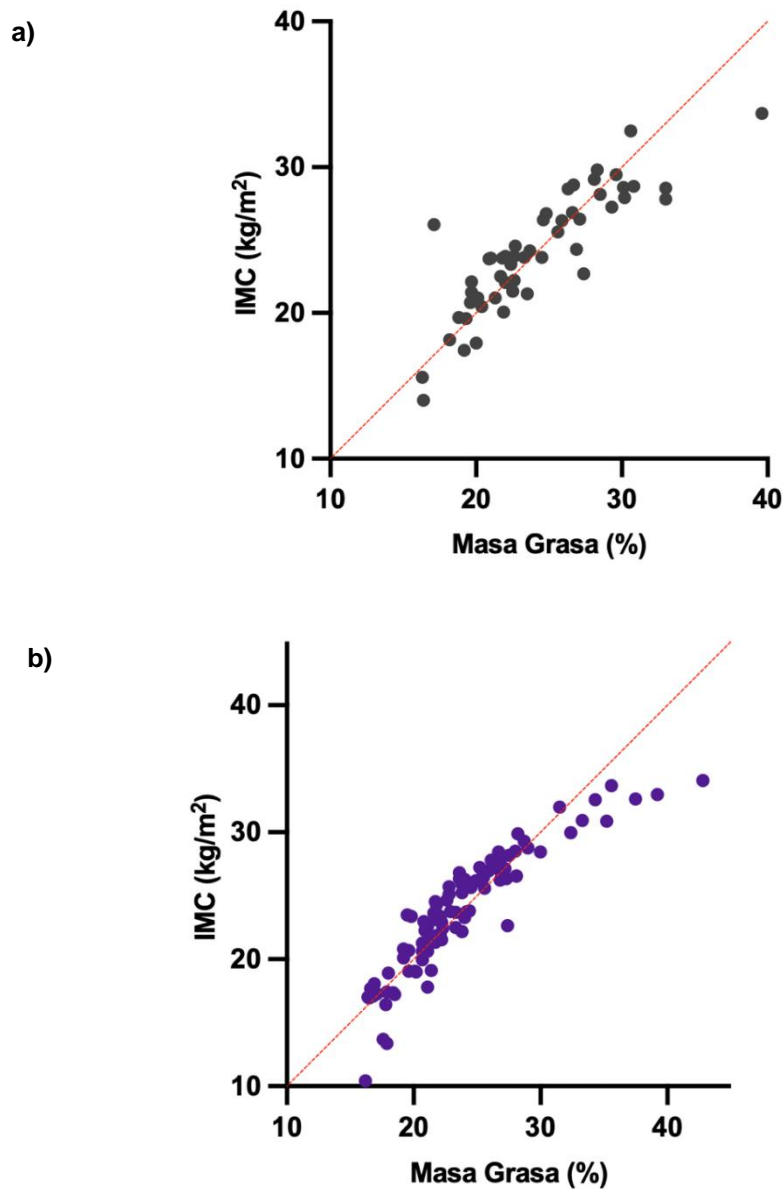


Figura 7. Correlación para masa grasa e IMC por sexo. a) En hombres se obtuvo un valor $p= 0.0001$ y un R^2 de 0.74, presentando una correlación alta. b) Las mujeres obtuvieron un valor $p= 0.0001$ y un R^2 de 0.81, presentando una correlación muy alta. Los análisis se realizaron mediante regresión lineal.

8.12. Análisis de correlación entre presión arterial sistólica, triglicéridos y RCC

Se presentó una correlación entre la masa grasa e IMC por sexo, para los hombres fue de 0.74 ($p= 0.0001$) y para las mujeres fue mayor la correlación, con un R^2 de 0.81 ($p= 0.0001$) (Figura 7).

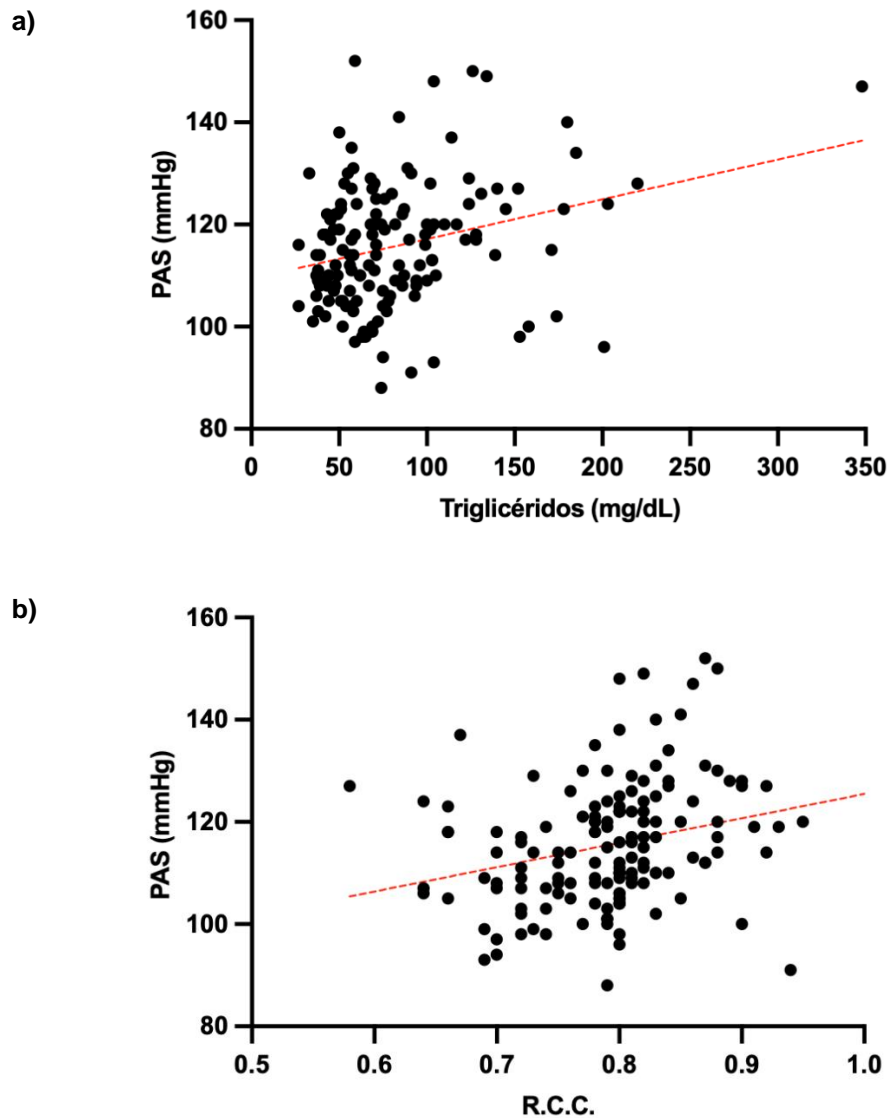


Figura 8. Análisis de correlación entre presión arterial sistólica, triglicéridos y RCC. a) A pesar de existir correlación ($p= 0.005$) entre la presión arterial sistólica y triglicéridos, el valor de R^2 fue de 0.07 nos indica que fue muy baja, cabe destacar que se observan casos con presión arterial elevada sin dislipidemia b) De igual forma se presentó correlación entre la presión arterial sistólica y la relación cintura-cadera ($p= 0.001$), sin embargo, el valor de R^2 fue de 0.06 nos indica que es muy baja, se destaca que se presentaron estudiantes hipertensión con una RCC baja. Los análisis se realizaron mediante regresión lineal.

8.13. Niveles de consumo de macro y micronutrientes

Los resultados derivados del cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (Tabla 11), evidenciaron que el promedio de ingesta de fibra fue de 40% por abajo del promedio recomendado para ambos sexos. Los niveles de ingesta grasa total resultaron elevados 18% por encima del rango máximo permitido para ambos sexos, al igual que las grasas saturadas, las cuales, se encontraron por encima del 10% recomendado. Los promedios de los carbohidratos y proteínas se encontraron dentro del consumo recomendado diario. Los niveles detectados de micronutrientes se encontraron ligeramente por encima de la ingesta recomendada diaria, el micronutriente cuyos niveles se encontraron por encima de lo recomendado fue el sodio, destaca que hubo pacientes con niveles 170% mayor de lo indicado.

Tabla 11. Resultado del cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos por sexo, los valores de referencia para su comparación se obtuvieron de las recomendaciones del U.S. Department of Health and Agriculture (2020).

Nutriente		Promedio	Mínimo	Máximo	Recomendado diario	
Fibra (g)	Hombre	17.92	9.35	24.81	30 – 38	↓
	Mujer	16.9	9.19	31.46	21 – 25	↓
Carbohidratos %	Hombre	49.38	36.99	60.77	45 – 65	
	Mujer	44.75	28.31	52.92		
Grasas%	Hombre	35.47	26.74	44.3	25 – 30	↑
	Mujer	34.32	24.71	45.81		↑
Proteína %	Hombre	18.85	8.69	32.41	10 – 35	
	Mujer	17.45	8.23	30.08		
Grasas Saturadas %	Hombre	11.15	8.12	14.46	< 10	↑
	Mujer	11.66	8.05	16.8		↑
Ac. Poliinsaturados %	Hombre	6.44	4.03	11.89	6 – 10	
	Mujer	7.35	5.11	12.22		
Vitamina B1 (mg)	Hombre	1.71	1.08	2.41	1.2	↑
	Mujer	1.82	1.08	2.96	1.1	↑
Vitamina B12 (mcg)	Hombre	2.88	1.82	4.42	2.4	↑
	Mujer	3.01	1.97	4.94		↑
Vitamina D (mcg)	Hombre	18.47	15.36	21.75	15	↑
	Mujer	18.80	14.02	24.60		↑
Vitamina E (mg)	Hombre	15.53	11.3	21.38	15	↑
	Mujer	16.31	10.58	23.27		↑
Vitamina A (mcg)	Hombre	1609	771	2775	900	↑
	Mujer	1497.4	705.74	2738	700	↑
Yodo (mcg)	Hombre	171.9	100.40	307.18	150	↑
	Mujer	169.09	113.91	355.97		↑
Magnesio (mg)	Hombre	430.95	323.71	535.49	420	↑
	Mujer	412.08	258.32	495.12	320	↑
Selenio (mcg)	Hombre	62.03	41.13	95.09	55	↑
	Mujer	66.97	40.37	98.73		↑
Zinc (mg)	Hombre	11.52	8.47	15.93	11	↑
	Mujer	12.07	8.11	17.45	8	↑
Potasio (mg)	Hombre	3070.3	2011.6	4756.9	3400	
	Mujer	3130	2047.5	5776	2600	↑
Sodio (mg)	Hombre	3610.9	971.82	9736.9	< 2300	↑
	Mujer	3930.7	244.53	9860.7		↑

En la última columna flechas hacia abajo representan un valor inferior respecto al IDR y las flechas arriba indicar un valor superior.

8.14. Consumo total de fibra

El consumo total de fibra promedio de los estudiantes fue de 17.23 gramos, resultando menor al recomendado, el promedio en hombres fue de 17.92 gramos ($p=0.04$) y para las mujeres fue de 16.9 gramos (Figura 9), en total, el 96.5% (138/143) de los estudiantes consumieron menos de lo recomendado.

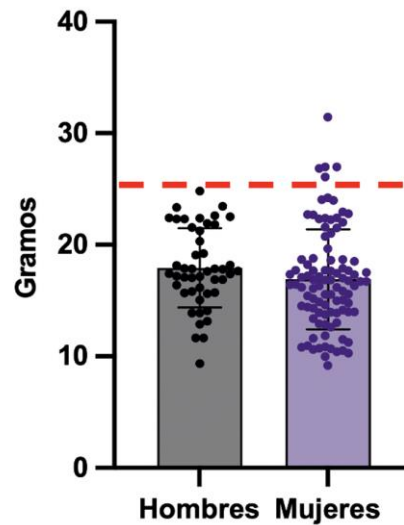


Figura 9. Consumo total de fibra por sexo, se obtuvo una media de 17.92 gramos en hombres y 16.9 gramos en mujeres, la línea roja indica el consumo mínimo de fibra requerido. La comparación de consumo por sexo se realizó mediante t de Student ($p= 0.04$).

8.15. Distribución de consumo de macronutrientes

El consumo de macronutrientes tuvo una tendencia similar tanto en los estudiantes hombre como mujeres, donde la mayor cantidad de su dieta es a partir de carbohidratos, seguido por las grasas y por último las proteínas (Figura 10).

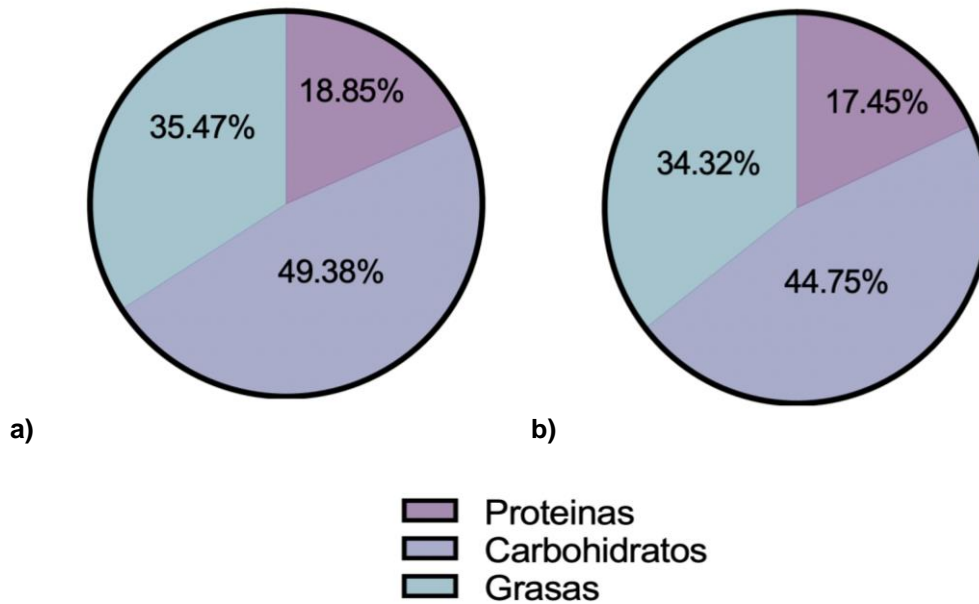


Figura 10. Distribución porcentual de ingesta de macronutrientes en participantes por sexo determinado por CFCA. a) distribución de macronutrientes en hombres y b) distribución de macronutrientes en mujeres.

8.16. Porcentaje de consumo de grasas saturadas

El porcentaje promedio de consumo de grasas saturadas en hombres es de 11.15 gramos, esto equivale al 31.43% del consumo total de grasas (Figura 11). En las mujeres, el consumo de grasas saturadas es de 11.66 gramos, lo que equivale al 33.97% del total de grasas consumidas, el porcentaje recomendado de ingesta de grasas saturadas debe ser menor al 10%, el 51% (73/143) consumieron una mayor cantidad de lo recomendado.

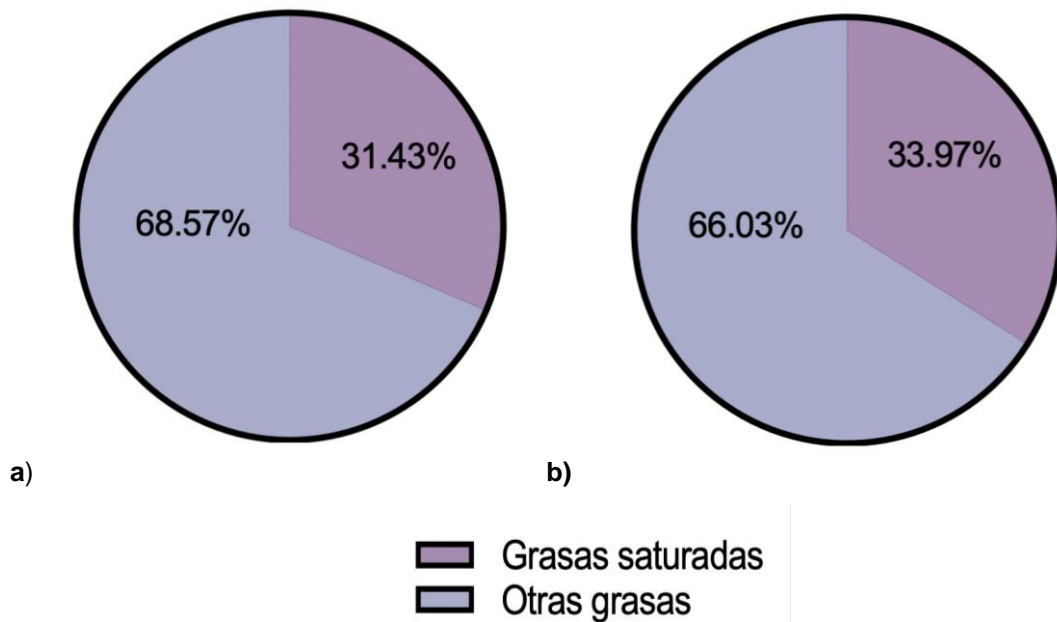


Figura 11. Porcentaje de consumo de grasas saturadas en base al consumo total de grasas por sexo. a) el consumo de grasas saturadas en hombres es de 31.43% y b) el consumo de grasas saturadas en mujeres es de 33.97%.

8.17. Ingesta calórica promedio en estudiantes

La ingesta calórica promedio se compone principalmente por el 44.51% de carbohidratos, seguido por el 34.72% de grasas y por último el 17.91% de proteínas (Figura 12). El promedio de calorías consumido por los estudiantes es de 2815.1 kcal.

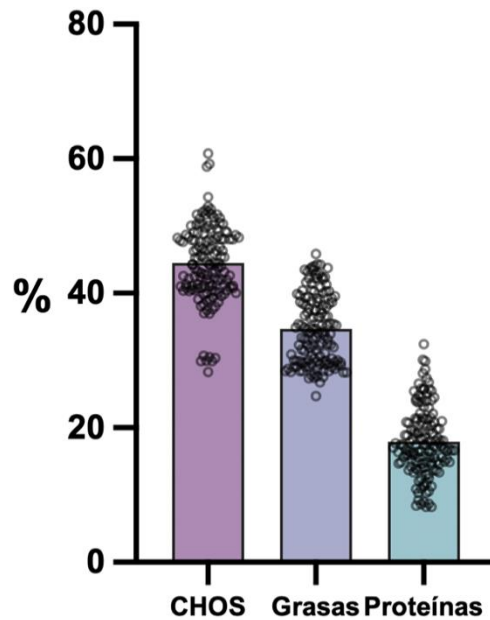


Figura 12. Porcentaje de ingesta calórica promedio en estudiantes. Se determinaron los promedios generales de ingesta de macronutrientes.

8.18. Consumo promedio de sodio

El consumo de sodio fue elevado para ambos sexos, se obtuvo un promedio de 3610.9 mg en hombres y en mujeres se obtuvo un promedio de 3930.7 mg (Figura 13). El 69.9% (100/143) de los estudiantes consume mayor cantidad de sodio de lo recomendado diario.

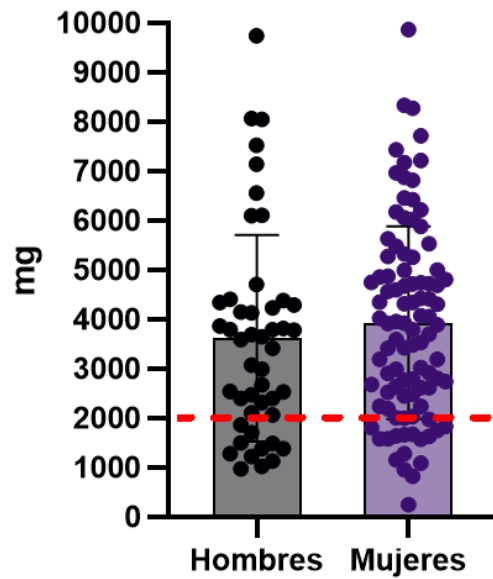


Figura 13. Promedio de consumo de sodio en hombres y mujeres estudiantes, la línea roja indica el límite máximo de consumo de sodio.

9. Discusión

Estudios recientes sobre SM en México indican que existe una prevalencia general del 36% (Gutiérrez-Solís et al., 2018). En este estudio realizado en estudiantes universitarios se evidenció una baja frecuencia de SM, únicamente el 4.7% presentó este síndrome. La baja frecuencia encontrada en estudiantes universitarios coincide con diversos estudios internacionales: Kenia 1.9% (Mbugua et al., 2017), Colombia 8.4% (Barrera et al., 2017). En un estudio realizado en una universidad Estados Unidos no se encontraron casos de SM en estudiantes, sin embargo, se encontró la presentación de sus componentes, denotando lo crucial que es esta etapa para prevenir la presentación futura de este síndrome (Yahia et al., 2017). Concordando con este estudio, donde a pesar de la baja prevalencia, se identificó una elevada cantidad de casos con presencia de alguno de los componentes.

En mujeres se presentaron los niveles de HDL bajo como el componente más frecuente, se ha evidenciado que las mujeres mexicanas - americanas presentan mayor riesgo de presentar los componentes de SM comparado con otros lugares de procedencia (McCracken et al., 2018). En estudios internacionales como en Arabia Saudita coinciden que el HDL bajo como principal componente de presentación en mujeres (Al-Rubeaan et al., 2018). La importancia del HDL bajo reside en que se ha asociado a riesgo de fallo cardíaco e inclusive ser más propensos a suicidios (Zhang et al., 2005; Karadag et al., 2009). Considerando que en México la primera causa de muerte (INEGI, 2023) es por enfermedades del corazón, se debe de tener especial atención a esta patología. En hombres el principal componente que se encontró en mayor proporción fue la hipertensión, esta predisposición concuerda con estudios en Corea (Huh et al., 2018) y en Estados Unidos donde se ha observado que los hombres presentan mayor riesgo de hipertensión hasta los 45 años, posterior a esa edad presentan un riesgo similar con las mujeres (Song et al., 2020), al igual que el riesgo de padecer síndrome metabólico siendo más elevado el número de casos en adultos mayores (Farmanfarma et al., 2019).

En este estudio se observó que 1 de cada 3 estudiantes de la Facultad de Medicina de Mexicali presentaron un IMC por arriba del rango normal. En el estudio el IMC se correlacionó a una mayor proporción de masa grasa total y de grasa visceral. Se ha evidenciado la fuerte correlación que existe entre la grasa corporal y los componentes del SM (McCracken et al., 2018) y la grasa visceral se ha observado que es un factor importante para que se desencadene diabetes mellitus y enfermedades cardiovasculares (Chartrand et al., 2022), por lo que estos estudiantes se encuentran en riesgo de presentar comorbilidades a largo plazo.

En el análisis de composición corporal el porcentaje de masa grasa corporal tanto en como en mujeres se encuentran dentro del rango de referencia, presentando las mujeres un porcentaje mayor de grasa corporal, lo cual es biológicamente esperado, pero la diferencia no es estadísticamente significativa ($p=0.31$). Sin embargo, un porcentaje elevado de grasa corporal, especialmente en mujeres, puede estar asociado con un mayor riesgo de síndrome metabólico, dislipidemia y otras enfermedades crónicas (Wong et al., 2021).

Los hombres presentaron mayor cantidad de masa corporal magra en comparación con las mujeres, pero en ambos presentaron un promedio menor al rango de referencia, con una diferencia significativa entre géneros ($p=0.01$). Esto sugiere que tanto hombres como mujeres tienen un porcentaje bajo de masa magra, lo cual podría estar relacionado con la falta de actividad física. Esta deficiencia podría contribuir al riesgo de sarcopenia y a un metabolismo basal reducido, lo que facilita la acumulación de grasa corporal. Es importante presentar niveles de masa corporal magra ya que se ha evidenciado que existe una relación entre su reducción y la predisposición a desarrollar resistencia de insulina, así como también propicia el desarrollo de síndrome metabólico (Oh et al., 2021).

Los valores de agua corporal total para ambos sexos se encuentran por debajo del rango de referencia, aunque la diferencia no es estadísticamente significativa ($p=0.12$). Esto puede indicar una posible deshidratación o una baja masa libre de grasa, ya que el agua corporal total está estrechamente relacionada con la cantidad

de músculo en el cuerpo (Serra-Prat et al., 2020). Es importante aumentar la ingesta de líquidos y mejorar la composición corporal mediante ejercicio y una dieta adecuada podría mejorar este parámetro.

Con respecto al análisis nutrimental de los estudiantes, se denota el bajo consumo de fibra, alto consumo de grasas saturadas y sodio en la dieta. El consumo excesivo de sodio en la dieta coincide con Rodríguez et al., (2023) donde se indicó que es una práctica común por la falta del conocimiento del consumo diario adecuado. En este estudio un dato de relevancia en los estudiantes con hipertensión fue que, en algunos de ellos a pesar de presentar una presión arterial elevada, los niveles de triglicéridos y la relación cintura-cadera fueron bajas, por lo que otro factor que pudiera estar influyendo es el sodio en la dieta, sin embargo, no se encontró correlación entre el sodio y la presión arterial. Adicionalmente, un factor que también puede contribuir en el aumento de la presión arterial es la hiperglicemia en ayunas, se ha demostrado que la hiperosmolaridad contribuye al aumento de la presión (Kuwabara et al., 2020), pero en estudio tampoco se encontró correlación entre la glucosa y la presión arterial. El patrón alimenticio que se observó en los estudiantes universitarios se ha reportado a nivel nacional (Ibarra, 2016), la población mexicana cada vez consume más alimentos ricos en colesterol, grasas saturadas, azúcares y sodio, indicándose que estos alimentos predisponen a presentar obesidad y enfermedades crónico-degenerativas. En otros estudios realizados en universitarios mexicanos (Lorenzini et al., 2015), se les atribuye esta mala alimentación principalmente a la falta de dedicación para la preparación de alimentos, por lo que optan por la comida rápida. Es fundamental desarrollar planes de intervención nutricional que aborden las necesidades específicas de cada género y peso corporal. En particular, aumentar la ingesta de proteínas y agua podría ser beneficioso para mejorar la masa corporal magra y el agua corporal total. Además, fomentar en los estudiantes la actividad física, especialmente ejercicios de resistencia, podría ayudar a aumentar la masa magra y reducir el porcentaje de grasa corporal, especialmente en mujeres y en aquellos con sobrepeso u obesidad.

Existe una gran área de oportunidad para realizar este trabajo en adultos jóvenes de toda la ciudad para generar inferencias con mayor exactitud, ya que la principal limitante de este trabajo fue un bajo tamaño de muestra que solo abarco a una parte de la Facultad de Medicina de Mexicali. Además, sería interesante saber cómo es la frecuencia de SM y de sus componentes en personas que no son del área de la salud y no se encuentran sensibilizadas a esta problemática.

Los resultados en este estudio permiten conocer que los estudiantes universitarios son una población prioritaria para ser intervenida, ya que estos se encuentran en etapas dónde inician con el desarrollo de algunos de los componentes del SM, por lo que, si el personal de salud corrige estos problemas en su etapa inicial, los gastos médicos serán menores y tendrán una mayor esperanza de vida. Dado que la composición corporal está vinculada a múltiples factores de salud, es crucial realizar un seguimiento continuo para identificar y mitigar riesgos potenciales a largo plazo. Por último, es importante atender la nutrición de los estudiantes universitarios, aumentando la cantidad de fibra consumida, reduciendo la cantidad de grasas saturadas y sodio en la dieta.

10. Conclusión

La prevalencia de SM en jóvenes universitarios es menor a la esperada, no obstante, más de la mitad de los adultos jóvenes universitarios presentó algún componente, evidenciando a los hombres con una mayor frecuencia de presión arterial elevada y las mujeres con niveles de colesterol HDL por debajo del rango saludable. Bajo este panorama es importante vigilar el control de peso desde esta etapa de vida, por otro lado, poco más de una tercera parte de los participantes, presentaron un IMC por encima de 25 kg/m², correlacionándose con la masa grasa corporal y la grasa visceral. Además, en mujeres el promedio de masa corporal magra fue menor comparado con los hombres. Finalmente, se observó que el patrón dietético de los participantes evidenció un bajo contenido de fibra, alta cantidad de sodio y grasas saturadas, lo que puede explicar la aparición de componentes del SM reportados en el estudio. Estos resultados indican que este período de edad es crucial para realizar cambios en la actividad física y hábitos alimenticios para evitar a largo plazo la presencia del SM y sus comorbilidades, es importante continuar con los estudios para la detección temprana en adultos jóvenes para prevenir esta problemática en la región.

11. Bibliografía

Alomía LR, Peña TS, Hernández MC, Espinoza CJ. Comparación de los métodos de antropometría y bioimpedancia eléctrica a través de la determinación de la composición corporal en estudiantado universitario. *MHSalud*. 2022; 19(2):177-186.

Bailey CP, Sharma S, Economos CD, Hennessy E, Simon C, Hatfield DP. College campuses' influence on student weight and related behaviours: A review of observational and intervention research. *Obesity Science & Practice*. 2020; 6(6):694-707.

Benaich S, Mehdad S, Andaloussi Z, Boutayeb S, Alamy M, Aguenou H, Taghzouti K. Weight status, dietary habits, physical activity, screen time and sleep duration among university students. *Nutrition and Health*. 2021; 27(1):69-78.

Bovolini A, Garcia J, Andrade MA, Duarte JA. Metabolic syndrome pathophysiology and predisposing factors. *International Journal of Sports Medicine*. 2021; 42(03):199-214.

Brace AM, De Andrade FC, Finkelstein B. Assessing the effectiveness of nutrition interventions implemented among US college students to promote healthy behaviors: a systematic review. *Nutrition and health*. 2018; 24(3):71-181.

Campos-Nonato I, Galván-Valencia O, Hernández-Barrera L, Oviedo-Solís C, Barquera S. Prevalencia de obesidad y factores de riesgo asociados en adultos mexicanos: resultados de la Ensanut 2022. *Salud Pública de México*. 2023;1-10.

Chartrand DJ, Murphy-Després A, Alméras N, Lemieux I, Larose E, Després JP. (2022). Overweight, obesity, and CVD risk: a focus on visceral/ectopic fat. *Current atherosclerosis reports*, 24(4), 185-195.

Costa GJE, Spinedi EJ, Forestieri OÁ, Uranga A. El tejido adiposo: su papel en disfunciones endocrino-metabólicas. 2022.

Cvetkovic-Vega A, Maguiña JL, Soto A, Lama-Valdivia J, López LEC. Estudios transversales. *Revista de la facultad de medicina humana*. 2021; 21(1):179-185.

da Silva AA, do Carmo, JM, Li X, Wang Z, Mouton AJ, Hall JE. Role of hyperinsulinemia and insulin resistance in hypertension: metabolic syndrome revisited. *Canadian Journal of Cardiology*. 2020; 36(5):671-682.

De Filippo, G. Obesidad y síndrome metabólico. *EMC-Pediatría*. 2021; 56(1): 1-7.

De Kloet AD, Krause EG, Woods SC. The renin angiotensin system and the metabolic syndrome. *Physiology & behavior*, 2010; 100(5):525-534.

De Siqueira VLT, de Souza LSB, Salgado JVA, de Freitas BL, de Macedo LR, Silva M. Prevalence of metabolic syndrome in Brazilian adults in the last 10 years: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2022; 22(1):1-22.

Drozd D, Alvarez-Pitti J, Wójcik M, Borghi C, Gabbianelli R, Mazur A, Wühl E. Obesity and cardiometabolic risk factors: from childhood to adulthood. *Nutrients*. 2021; 13(11):4176.

Espinosa MLS y Bermúdez JÁ. Autoeficacia: Relación con los hábitos de salud y la calidad de vida en universitarios del noreste de México. *Revista española de comunicación en salud*. 2020; 11(1):53-64.

Fernández CIJ, Pereira YAM, Chang ASO, Olmedo SIG, Gaete MCA. Fisiopatología y alteraciones clínicas de la diabetes mellitus tipo 2: revisión de literatura. *Nova*. 2022; 20(38):65-103.

Frigolet ME, Gutiérrez AR. Los colores del tejido adiposo. *Gaceta médica de México*. 2020; 156(2):143-150.

Ghadge AA, Khaire AA. Leptin as a predictive marker for metabolic syndrome. *Cytokine*. 2019; 121:154735.

Gurruchaga AM. Consecuencias patológicas de la obesidad: hipertensión arterial, diabetes mellitus y dislipidemia. *ARS MEDICA Revista de Ciencias Médicas*. 2018; 26(1).

Gutiérrez SAL, Datta BS, Méndez GRM. Prevalence of metabolic syndrome in Mexico: a systematic review and meta-analysis. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*. 2018; 16(8):395-405.

Hernández RJ. La obesidad y la inflamación crónica de bajo grado. *Revista Cubana de Endocrinología*. 2018; 29(3):1-3.

Hernández-Jaña S, Huber-Pérez T, Palma-Leal X, Guerrero-Ibacache P, Campos-Nuñez V, Zavala-Crichton JP, Cristi-Montero C. Effect of a single nutritional intervention previous to a critical period of fat gain in university students with overweight and obesity: A randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020; 17(14):5149.

Ibarra LS. Transición alimentaria en México. *Razón y palabra*. 2016; 20(94):162-179.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). EN MÉXICO SOMOS 126 014 024 HABITANTES: CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2020. [Internet].

2021 [Citado 10 de abril de 2023]. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodem/ResultCenso2020_Nal.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Censos y Conteos de Población y Vivienda. [Internet]. 2020. [Citado 10 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/>.

Iqbal J, Al QA, Hawwari A, Alghanem AF, Ahmed G. Metabolic syndrome, dyslipidemia and regulation of lipoprotein metabolism. *Current diabetes reviews*. 2018; 14(5):427-433.

Kahn CR, Wang G, Lee KY. Altered adipose tissue and adipocyte function in the pathogenesis of metabolic syndrome. *The Journal of clinical investigation*. 2019; 129(10):3990-4000.

Kuwabara M, Kanbay M, Niwa K, Ae R, Andres-Hernando A, Roncal-Jimenez, CA, Johnson RJ. Hyperosmolarity and increased serum sodium concentration are risks for developing hypertension regardless of salt intake: a five-year cohort study in Japan. *Nutrients*. 2020; 12(5):1422.

Lee YJ, Song S, Song Y. High-carbohydrate diets and food patterns and their associations with metabolic disease in the Korean population. *Yonsei Medical Journal*. 2018; 59(7):834-842.

Li Y, Zhao L, Yu D, Wang Z, Ding G. Metabolic syndrome prevalence and its risk factors among adults in China: A nationally representative cross-sectional study. *PloS one*. 2018; 13(6):e0199293.

López JAH, Martínez PYO, Román JCB, Ortíz LRM. Prevalencia de Porcentaje de Grasa Corporal, Obesidad Abdominal y Estado Nutricional en una Escuela Primaria de Mexicali Baja California México. *Int. J. Morphol.* 2022; 1(2):2.

Lorenzini R, Betancur-Ancona DA, Chel-Guerrero LA, Segura-Campos MR, Castellanos-Ruelas AF. Estado nutricional en relación con el estilo de vida de estudiantes universitarios mexicanos. *Nutrición hospitalaria.* 2015; 32(1):94-100.

Martínez MP, Vergara ID, Molano KQ, Pérez MM, Ospina AP. Síndrome metabólico en adultos: Revisión narrativa de la literatura. *Archivos de medicina.* 2021; 17(2):4.

Mendoza-Caamal EC, Barajas-Olmos F, García-Ortiz H, Cicerón-Arellano I, Martínez-Hernández A, Córdova EJ, Orozco L. Metabolic syndrome in indigenous communities in Mexico: a descriptive and cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2020; 20(1):1-8.

Nikbakht HA, Rezaianzadeh A, Seif M, Ghaem H. Prevalence of metabolic syndrome and its components among a population-based study in south of Iran, PERSIAN Kharameh cohort study. *Clinical Epidemiology and Global Health.* 2020; 8(3):678-683.

Nilsson PM, Tuomilehto J, Rydén L. The metabolic syndrome—What is it and how should it be managed?. *European journal of preventive cardiology.* 2019; 26(2_suppl):33-46.

Nolan PB, Carrick-Ranson G, Stinear JW, Reading SA, Dalleck LC. Prevalence of metabolic syndrome and metabolic syndrome components in young adults: A pooled analysis. *Preventive Medicine Reports.* 2017; 7:211-215.

Nolan CJ, Prentki, M. Insulin resistance and insulin hypersecretion in the metabolic syndrome and type 2 diabetes: Time for a conceptual framework shift. *Diabetes and Vascular Disease Research*. 2019; 16(2):118-127.

Nolan PB, Carrick RG, Stinear JW, Reading SA, Dalleck LC. Prevalence of metabolic syndrome and metabolic syndrome components in young adults: A pooled analysis. *Preventive medicine reports*. 2017; 7:211-215.

Noubiap JJ, Nansseu JR, Lontchi YE, Nkeck JR, Nyaga UF, Ngouo AT, Bigna JJ. Geographic distribution of metabolic syndrome and its components in the general adult population: A meta-analysis of global data from 28 million individuals. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2022; 109924.

Oh YH, Choi S, Lee G, Son JS, Kim KH and Park SM. Changes in body composition are associated with metabolic changes and the risk of metabolic syndrome. *Journal of clinical medicine*. (2021); 10(4), 745.

Osorio MLR. Sobre la fisiopatología del tejido adiposo en la obesidad. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*. 2022; 30(2):14.

Organización Mundial de la Salud. Especificaciones técnicas de la OMS para dispositivos automáticos de medición de la presión arterial no invasivos y con brazalete. [Citado 20 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/direccion-general-de-epidemiologia-boletin-epidemiologico>

Paredes S, Fonseca L, Ribeiro L, Ramos H, Oliveira JC, Palma I. Novel and traditional lipid profiles in Metabolic Syndrome reveal a high atherogenicity. *Scientific reports*. 2019; 9(1):1-7.

Pérez-Galarza J, Baldeón L, Franco OH, Muka T, Drexhage HA, Voortman T, Freire WB. Prevalence of overweight and metabolic syndrome, and associated sociodemographic factors among adult Ecuadorian populations: the ENSANUT-ECU study. *Journal of endocrinological investigation*. 2021; 44(1): 63-74.

Quesada LL, León RCC, Betancourt BJ, Nicolau PE. Elementos teóricos y prácticos sobre la bioimpedancia eléctrica en salud. *Revista Archivo Médico de Camagüey*. 2016; 20(5), 565-578.

Ramírez JLD, Peláez CEA. Obesidad e hipertensión arterial y su relación con la pérdida de peso. *Revista Virtual de la Sociedad Paraguaya de Medicina Interna*. 2023; 87-97.

Rodríguez AJ, Cobos LP, Martín AR, del Valle PF, Novalbos-Ruiz JP. Correlaciones entre la ingesta de sal en la dieta y la eliminación de sodio en la orina de 24 h en una muestra de población urbana de Cáceres. *Atención Primaria*. 2023; 55(1):102513.

Saxena T, Ali AO, Saxena M. Pathophysiology of essential hypertension: an update. *Expert review of cardiovascular therapy*. 2018; 16(12):879-887.

Secretaría de Salud. La obesidad en México. [Internet]. 2016. [Citado 10 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.mx/issste/articulos/la-obesidad-en-mexico>

Secretaría de Salud. Sabes, cómo prevenir el síndrome metabólico. [Internet]. 2016. [Citado 10 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/articulos/sabes-como-prevenir-el-sindrome-metabolico>

Serra-Prat M, Lorenzo I, Papiol M, Palomera E, Bartolomé M, Pleguezuelos E, Burdoy E. Intracellular water content in lean mass as an indicator of muscle quality in an older obese population. *Journal of Clinical. Medicine.* 2020; 9(5):1580.

Sevilla, B. Fallecimientos por causa de mortalidad México 2018. Statista. [Internet]. 2019. [Citado 10 de abril de 2023]. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/604151/principales-causas-demortalidad-mexico/>.

Shamah-Levy T, Hernandez S, Rivera DJ. Manual de procedimientos para proyectos de nutrición. Capítulo 2. Encuestas dietéticas: Frecuencia de consumo de alimentos. Cuernavaca, México. Instituto Nacional de Salud Pública. 2006.

Shamah-Levy T, Vielma-Orozco E, Heredia-Hernández O, Romero-Martínez M, Mojica-Cuevas J, Cuevas-Nasu L, Santaella-Castell JA, Rivera-Dommarco J. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19: Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2020.

Shi TH, Wang B, Natarajan S. The influence of metabolic syndrome in predicting mortality risk among US adults: importance of metabolic syndrome even in adults with normal weight. *Preventing chronic disease.* 2020; 17: E36.

Song JJ, Ma Z, Wang J, Chen LX, Zhong JC. Gender differences in hypertension. *Journal of cardiovascular translational research.* 2020; 13:47-54.

Stewart A, Markfell JM, Olds T, Ridder H. Protocolo Internacional para la valoración antropométrica. Isak. 2011.

U.S. Department of Health and Human Services and U.S. Department of Agriculture. Dietary Guidelines for Americans, 2020-2025. 9th Edition. 2020.

Vallés MM, Comós JB, Barcelona B. Obesidad y síndrome metabólico. *Asoc. Española Pediatr.* 2019; 285-294.

Vega RGB, Rico RMG. Tejido adiposo: función inmune y alteraciones inducidas por obesidad. *Revista alergia México.* 2019; 66(3):340-353.

Villarreal-Ríos E, Campos EM, Galicia RL, Martínez GL, Vargas Daza ER, Torres LG. Costo anual per cápita en primer nivel de atención por género. *Ciência & Saúde Coletiva.* 2011; 16(3):1961-1968.

Wang HH, Lee DK, Liu M, Portincasa P, Wang DQ. Novel insights into the pathogenesis and management of the metabolic syndrome. 2020.

Williams JS, Brown SM, Conlin PR. Blood-pressure measurement. *N Engl J Med.* 2009; 360(5):e6.

Wong JC, O'Neill S, Beck BR, Forwood MR, Khoo SK. Comparison of obesity and metabolic syndrome prevalence using fat mass index, body mass index and percentage body fat. *Plos one.* 2021; 16(1):e0245436.

Yahia N, Brown CA, Snyder E, Cumper S, Langolf A, Trayer C, Green C. Prevalence of metabolic syndrome and its individual components among midwestern university students. *Journal of community health.* 2017; 42:674-687.

Yuksel HS, Şahin FN, Maksimovic N, Drid P, Bianco A. School-based intervention programs for preventing obesity and promoting physical activity and fitness: A systematic review. *International journal of environmental research and public health.* 2020; 17(1):347.

Zonana NA, Castellón CMA. Frequency of the metabolic syndrome among overweight and obese patients in a primary health care facility in Northern Mexico. *Gaceta Medica de Mexico.* 2006; 142(4):299-301.