



**Universidad
Andrés Bello®**
Conectar • Innovar • Liderar

Facultad de Medicina
Escuela de Tecnología Médica

LDL OXIDADA ASOCIADA A SÍNDROME METABÓLICO Y RIESGO CARDIOVASCULAR EN ESCOLARES Y UNIVERSITARIOS

Revisión bibliográfica

Unidad de Investigación para optar al Título de Tecnólogo médico con
mención en Bioanálisis clínico, Inmunohematología y Banco de sangre

Autores:

Muriel Constanza Alvarado Vergara
Charlotte Ignacia Lagos Hermosilla
Macarena Andrea Muñoz Cabrera

Docente guía:

BQ. Cristian Gonzalo Salinas Miranda

Viña del Mar, Chile
2021



**Universidad
Andrés Bello®**
Conectar • Innovar • Liderar

Facultad de Medicina
Escuela de Tecnología Médica

LDL OXIDADA ASOCIADA A SÍNDROME METABÓLICO Y RIESGO CARDIOVASCULAR EN ESCOLARES Y UNIVERSITARIOS

Revisión bibliográfica

Unidad de Investigación para optar al Título de Tecnólogo médico con
mención en Bioanálisis clínico, Inmunohematología y Banco de sangre

Autores:

Muriel Constanza Alvarado Vergara
Charlotte Ignacia Lagos Hermosilla
Macarena Andrea Muñoz Cabrera

Docente guía:

BQ. Cristian Gonzalo Salinas Miranda

Viña del Mar, Chile
2021

Índice de Contenido

1. Resumen.....	1
2. Introducción.....	3
3. Marco Teórico	4
3.1. Síndrome metabólico	4
3.1.1. Definición del Síndrome metabólico	4
3.1.2. Fisiopatología del Síndrome metabólico	5
3.1.3. Componentes del Síndrome metabólico	7
3.1.4. Prevalencia Internacional del Síndrome metabólico	20
3.1.5. Prevalencia nacional del Síndrome metabólico	20
3.1.6. Marcadores asociados al Síndrome metabólico	21
3.2. Criterios Diagnósticos del Síndrome metabólico	22
3.3. Epidemiología del Síndrome metabólico	23
3.4. Riesgo Cardiovascular.....	24
3.4.1. Definición de Riesgo Cardiovascular	24
3.4.2. Prevalencia internacional de Riesgo Cardiovascular	26
3.4.3. Prevalencia nacional de Riesgo Cardiovascular	27
3.4.4. Prevalencia de Riesgo Cardiovascular en Población escolar y universitaria	28
3.5. LDL oxidada.....	29
3.5.1. Definición de LDL oxidada	29
3.5.2. Fisiopatología de LDL oxidada	30
3.5.3. Fenotipos de LDL	31
3.5.4. Importancia clínica de LDL oxidada	32
3.5.5. Medición de LDL oxidada	33
4. Pregunta de investigación	34
5. Objetivos	34
5.1. Objetivo General	34
5.2. Objetivos Específicos.....	34
6. Diseño Metodológico	35
6.1. Metodología	35
6.2. Tipo de diseño	35
6.3. Universo	35
6.4. Muestreo.....	35
6.5. Sistema de recolección de información.....	36
6.6. Criterios de Selección	36

6.6.1. Criterios de inclusión:	36
6.6.2. Criterios de exclusión:	37
6.7. Organización de los datos.....	37
7. Resultados	37
7.1. Factores de Riesgo Cardiovascular	44
7.2. LDL oxidada como marcador de Riesgo Cardiovascular en jóvenes.....	47
8. Discusión y Comentarios.....	52
8.1. Criterios diagnósticos del Síndrome metabólico en las últimas dos décadas	52
8.2. LDL oxidada como marcador del Síndrome metabólico	54
8.3. LDL oxidada como marcador de alteraciones cardiovasculares y Síndrome metabólico en escolares y universitarios.....	55
9. Conclusión	58
10. Referencias bibliográficas.....	59

Índice de Contenido Tablas

<i>TABLA 1: Clasificación de sobrepeso u obesidad de acuerdo a IMC en adultos.</i>	<i>8</i>
<i>TABLA 2: Perímetro abdominal mujeres y hombres.....</i>	<i>9</i>
<i>TABLA 3: Clasificación de las dislipidemias según fenotipos y etiopatogenia.....</i>	<i>11</i>
<i>TABLA 4: Prevalencia de sospecha de HTA según diferentes variables.</i>	<i>13</i>
<i>TABLA 5: Comparación de los criterios diagnósticos del Síndrome metabólico.....</i>	<i>22</i>
<i>TABLA 6: Clasificación de Factores de riesgo cardiovascular.....</i>	<i>25</i>
<i>TABLA 7: Prevalencia de principales factores de Riesgo cardiovascular.....</i>	<i>27</i>
<i>TABLA 8: Literatura revisada.....</i>	<i>38</i>
<i>TABLA 9: Literatura revisada de acuerdo a objetivos específicos.....</i>	<i>40</i>
<i>TABLA 10: Literatura vinculada a LDL oxidada como indicador de riesgo cardiovascular en jóvenes.</i>	<i>48</i>

Índice de Contenido Figuras

<i>FIGURA 1: Fisiopatología del Síndrome metabólico.</i>	<i>6</i>
<i>FIGURA 2: Asociación de componentes del Síndrome metabólico.</i>	<i>7</i>
<i>FIGURA 3: Desarrollo del estado protrombótico.</i>	<i>10</i>
<i>FIGURA 4: Fórmula para determinar Resistencia a la insulina en individuos.</i>	<i>16</i>
<i>FIGURA 5: Prevalencia del Síndrome metabólico en países de habla hispana.</i>	<i>24</i>
<i>FIGURA 6: Representación de la oxidación de la lipoproteína de baja densidad (LDL) y la posterior formación de células espumosas.</i>	<i>31</i>

Índice de Contenido Gráficos

<i>GRÁFICO 1: Prevalencia de Sobrepeso.</i>	<i>45</i>
<i>GRÁFICO 2: Prevalencia de Obesidad.</i>	<i>45</i>
<i>GRÁFICO 3: Prevalencia de Tabaquismo.</i>	<i>46</i>
<i>GRÁFICO 4: Prevalencia de Sedentarismo.</i>	<i>46</i>
<i>GRÁFICO 5: Prevalencia de Alcoholismo.</i>	<i>47</i>
<i>GRÁFICO 6: Clasificación de acuerdo a peso corporal.</i>	<i>49</i>
<i>GRÁFICO 7: Categorización de la muestra en relación a su peso corporal y presencia de resistencia a la insulina.</i>	<i>50</i>
<i>GRÁFICO 8: Correlación entre los auto anticuerpos anti-LDLox y la circunferencia de cintura.</i>	<i>51</i>

Índice de abreviaturas

AACE	American Association of Clinical Endocrinologists
ADA	American Diabetes Association
APS	Atención Primaria de Salud
AT	Aterosclerosis
ATII	Angiotensina-II
ATP III	Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III
DM	Diabetes Mellitus
ECV	Enfermedades cardiovasculares
ENS	Encuesta Nacional de Salud
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FRCV	Factor de riesgo cardiovascular
HDL- C	High Density Lipoprotein- Cholesterol
HOMA-IR	Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance
HTA	Hipertensión arterial
IDF	International diabetes Federation
IMC	Índice de masa corporal
LDL-C	Low Density Lipoprotein- Cholesterol
LDLox	Low Density Lipoprotein oxidized
LDLpd	LDL pequeñas y densas
MINSAL	Ministerio de Salud
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PA	Presión arterial
PAI-I	Inhibidor del activador tisular de plasminógeno
RCV	Riesgo cardiovascular
RI	Resistencia a la insulina
SM	Síndrome metabólico
SOP	Síndrome de ovario poliquístico
TG	Triglicéridos
TNF	Factor de necrosis tumoral

1. Resumen

El síndrome metabólico (SM) es una alteración metabólica de origen multifactorial y uno de los principales factores de riesgo cardiovascular (FRCV), ya que genera la alteración de diferentes parámetros, como la oxidación de la lipoproteína de baja densidad (LDL), que está directamente relacionada con la aterosclerosis. En los distintos niveles educacionales se pueden observar estilos de vida no óptimos que afectan negativamente la salud, siendo fundamentales para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (ECV).

Objetivo: Describir la relación entre los niveles de LDL oxidada y su utilidad como posible marcador temprano del síndrome metabólico en estudiantes escolares y universitarios, de acuerdo a las publicaciones de los últimos 20 años.

Metodología: Se realizó una revisión bibliográfica, donde se examinaron 70 artículos indizados entre 2000-2020 en las bases de datos científicas, seleccionando así 34 artículos de acuerdo a los criterios de inclusión, entre estos, documentos más citados, trabajos originales, entre otros.

Resultados: De los 34 artículos revisados, 22 relacionaron los niveles de LDL oxidada con la presencia de factores de riesgo cardiovascular, de estos, los factores más mencionados en la literatura fueron: sobrepeso, obesidad, tabaquismo, sedentarismo y alcoholismo. Se encontraron niveles elevados de LDL oxidada en la mayoría de los artículos, no obstante, sólo en tres estudios se aplicó a estudiantes.

Conclusión: La mayoría de los autores concluyen que los niveles de LDL oxidada se encuentran vinculados a los diferentes factores de riesgo cardiovascular, de esta manera se le reconoce como un marcador de alteraciones cardiovasculares asociado a síndrome metabólico, el cual es aplicable a estudiantes.

Palabras claves: Síndrome metabólico, LDL oxidada, Riesgo cardiovascular.

Abstract

The metabolic syndrome (MS) is a metabolic disorder of multifactorial origin and one of the main cardiovascular risk factors (CVRF), since it generates the alteration of different parameters, such as the oxidation of low-density lipoprotein (LDL), which is directly related to atherosclerosis. At different educational levels, non-optimal lifestyles can be observed that negatively affect health, being fundamental for the development of cardiovascular diseases (CVD).

Objective: To describe the relationship between oxidized LDL levels and its usefulness as a possible early marker of metabolic syndrome in school and university students, according to the publications of the last 20 years.

Methodology: A bibliographic review was carried out, where 70 articles indexed between 2000-2020 were examined in the scientific databases, thus selecting 34 articles according to the inclusion criteria, among these, the most cited documents, original works, among others.

Results: Of the 34 articles reviewed, 22 related the levels of oxidized LDL with the presence of cardiovascular risk factors, of these, the most mentioned factors in the literature were, overweight, obesity, smoking, sedentary lifestyle and alcoholism. Elevated levels of oxidized LDL were found in most articles, however, only in three studies was it applied to students.

Conclusion: Most authors conclude that oxidized LDL levels are linked to different cardiovascular risk factors, in this way it is recognized as a marker of cardiovascular alterations associated with metabolic syndrome, which is applicable to students.

Keywords: Metabolic syndrome, Oxidized LDL, Cardiovascular risk.

2. Introducción

El síndrome metabólico (SM) es un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, además, es considerado como un conjunto de alteraciones metabólicas que afectan principalmente a la población obesa de todo el mundo, no obstante, individuos delgados también se pueden ver afectados. Dado que la mortalidad y prevalencia van en aumento es indispensable identificar sus componentes, los cuales son: obesidad y sobrepeso, dislipidemias, hipertensión arterial, estrés, diabetes mellitus, tabaquismo, alcoholismo, dieta no saludable y sedentarismo.

Dentro de los parámetros alterados ocasionados por los malos hábitos alimenticios, estrés e inactividad física, podemos encontrar el perímetro abdominal, resistencia a la insulina, hipertrigliceridemia, lipoproteína de baja densidad (LDL), por nombrar algunos. Esta última al sufrir oxidación (LDL_{ox}) estimula la formación de células espumosas y por consiguiente el desarrollo de una placa de ateroma, obteniendo así un rol fundamental en la aterogénesis.

En el ámbito académico los estudiantes se encuentran en una fase de cambios, donde sus estilos de vida se ven afectados tanto de forma positiva como negativa. En relación a esta última, en esa etapa de vida se encuentran en un periodo crítico para el desarrollo de los hábitos alimenticios, caracterizados por saltarse comidas debido al poco tiempo para comer. En la actualidad, en nuestro país las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la primera causa de muerte que afecta a la población adulta principalmente. Sumado a estas conductas no saludables, grandes cantidades de estrés y una disminución de la actividad física provocan el desarrollo de estas enfermedades.

En esta revisión se realizará una búsqueda exhaustiva de material bibliográfico de los últimos 20 años, que busca encontrar la relación entre los niveles de LDL oxidada y su utilidad como un posible marcador temprano del síndrome metabólico en escolares y universitarios.

3. Marco Teórico

Se ha buscado comprender el síndrome metabólico desde diferentes perspectivas clínicas, es por esto que inicialmente para entender cada una de ellas, se deben definir algunos conceptos claves para el desarrollo del tema en estudio, dentro de los cuales se encuentran: síndrome metabólico y sus criterios diagnósticos, riesgo cardiovascular y LDL oxidada.

3.1. Síndrome metabólico

3.1.1. Definición del Síndrome metabólico

“El Síndrome metabólico (SM) es un conjunto de anormalidades metabólicas consideradas como un factor de riesgo para desarrollar enfermedad cardiovascular y diabetes” (Lizarzaburu Robles, 2013). Algunas de estas anormalidades metabólicas son: hipertrigliceridemia, dislipidemia, obesidad, hipertensión arterial, resistencia a la insulina y estado proinflamatorio.

Esta condición es un estado fisiopatológico crónico y progresivo, que tiene una alta prevalencia de morbilidad relacionada a enfermedades cardiovasculares en adultos. Se trata de un síndrome multifactorial asociado directamente a factores de riesgo cardiovasculares, de hecho, genera el aumento de estos, se observa que *“aumenta en cinco veces el riesgo de sufrir diabetes mellitus tipo 2 y en dos veces el riesgo de desarrollar una ECV en los próximos 5 a 10 años comparados con individuos sin SM”*. (Carvajal Carlos, 2017). La aparición de estos factores ocurre en la infancia, siendo los responsables de originar el progreso de la aterosclerosis precoz, de esta manera se relaciona directamente a la obesidad y, por tanto, a estilos de vida poco saludables. Es por esto indispensable tener un control para su eventual tratamiento y así reducir los riesgos cardiovasculares que trae consigo.

3.1.2. Fisiopatología del Síndrome metabólico

En relación a la fisiopatología del síndrome metabólico, esta tiene una etiología multifactorial, donde podemos encontrar los factores adquiridos, como la obesidad, sedentarismo, malos hábitos alimenticios y/o estilos de vida, los cuales se asocian directamente a los factores genéticos.

El desbalance energético que ocurre en el SM genera hiperplasia e hipertrofia del tejido adiposo, conllevando al aumento de leptina, angiotensina II y aldosterona, causando de esta manera la activación del eje renina angiotensina aldosterona, induciendo la reabsorción de sodio, lo que produce un incremento de la osmolaridad plasmática, que conlleva posteriormente a una liberación de la hormona antidiurética (ADH), esta estimula la vasoconstricción por efecto de la angiotensina II, y en conjunto estos elementos producen un aumento de la presión arterial (PA).

A nivel celular ocurre un aumento de moléculas proinflamatorias (TNF-alfa, IL-6) que van a producir un estrés oxidativo, todo esto conlleva a la fosforilación anormal del receptor de insulina, provocando así la aparición de resistencia a ésta (Martínez R et al., 2009). Además, se produce un incremento del factor VII, factor V y del inhibidor del activador de plasminógeno (PAI-I), los cuales generan un estado proinflamatorio, desarrollando así una disfunción endotelial, lo que finalmente origina un estado hipercoagulable.

La producción de radicales libres de oxígeno van a intervenir en el metabolismo de los ácidos grasos, aumentando la cantidad de triglicéridos (TG), colesterol y ácidos grasos no esterificados en circulación, provocando dislipidemia; por consiguiente, los niveles de lipoproteínas se incrementan en el torrente sanguíneo, sufriendo modificaciones tanto VLDL como LDL. Al haber niveles elevados de LDL de menor tamaño y con mayor densidad van a ser más propensas a sufrir oxidación. Las LDL oxidadas son capaces de estimular la formación de células espumosas que actúan en los vasos sanguíneos, provocando patologías cardiovasculares.

La combinación de hipertensión arterial, resistencia a la insulina, dislipidemia y estado hipercoagulable es lo que se conoce como síndrome metabólico (Figura 1).

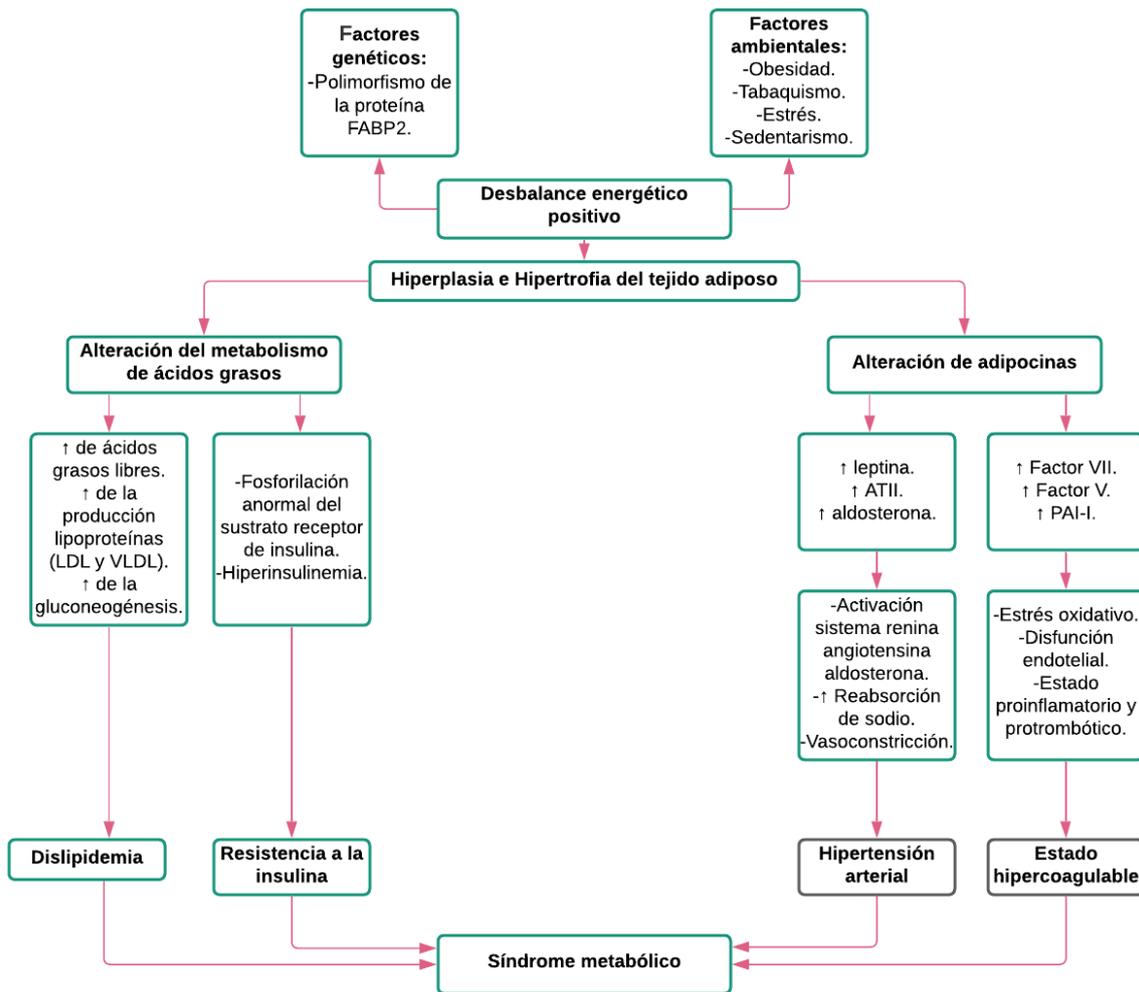


FIGURA 1: Fisiopatología del Síndrome metabólico.

Estrés oxidativo: La oxidación es un proceso bioquímico donde ocurre una pérdida de electrones, este proceso es fundamental para la obtención de energía por parte de las células. El estrés oxidativo se caracteriza por la existencia de un desequilibrio entre la producción de radicales libres de oxígeno (moléculas muy pequeñas que presentan un electrón desapareado que las hace muy reactivas) y la capacidad antioxidante de las células (se pierde o deteriora su facultad de contrarrestar la acción del oxígeno y especies oxidantes), debido a determinadas situaciones como una enfermedad crónica, por tanto, cuando ocurre un exceso de oxidación por una sobreproducción de radicales libres de oxígeno estos pueden dañar los procesos celulares o macromoléculas como los lípidos, en esta situación nos veremos enfrentados a un estrés oxidativo.

3.1.3. Componentes del Síndrome metabólico

El SM está constituido por una serie de factores de riesgo que aumentan la predisposición a adquirirlo, es así que este síndrome es el resultado de la acción conjunta de algunos de estos factores, donde el ambiente y hábitos de vida son importantes en su expresión (Figura 2).

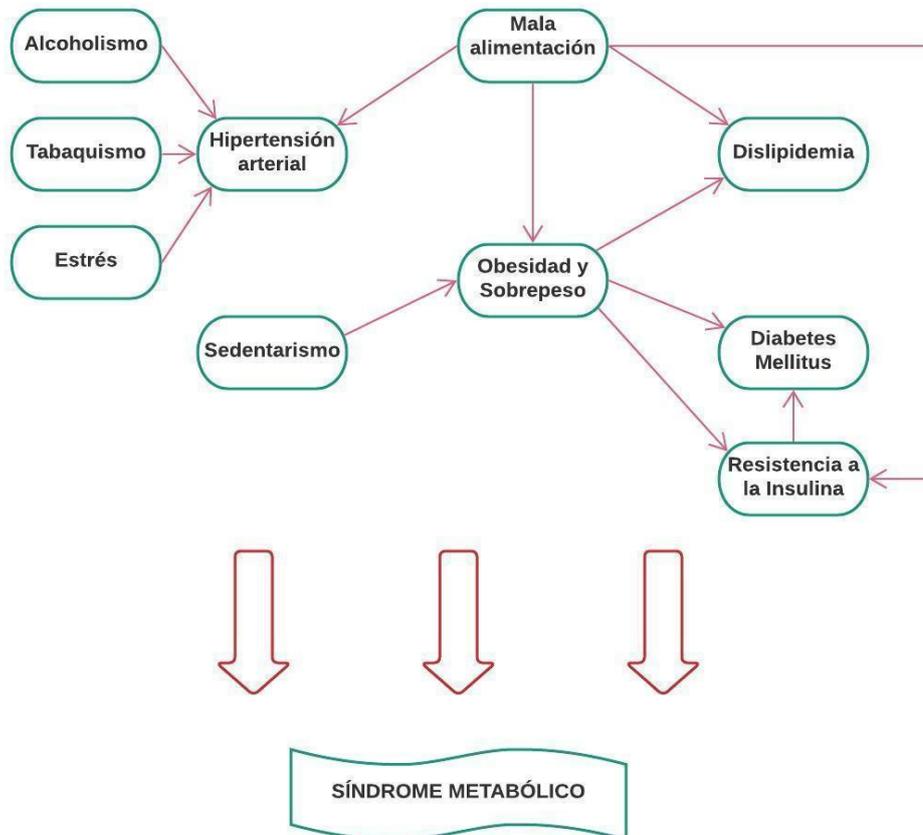


FIGURA 2: Asociación de componentes del Síndrome metabólico.

La figura muestra los principales componentes del SM y la relación que tienen entre sí.

- **Obesidad y Sobrepeso**

Se definen como un depósito excesivo o anormal de grasa, situación perjudicial para la salud al ser un factor de riesgo para numerosas enfermedades crónicas y cardiovasculares, influyendo en el desarrollo y progresión de estas. La obesidad debe ser entendida de esta forma como una enfermedad crónica, tal como lo es la diabetes Mellitus (DM) por ejemplo, se trata de una enfermedad multifactorial

y compleja, ya que generalmente suele iniciarse en la infancia y adolescencia, teniendo como origen la genética y/o el ambiente saludable en el que se ve envuelto la persona. Dentro de las repercusiones que se detectan en estos individuos, está la reducción de la esperanza de vida y el deterioro de su calidad de vida, que irremediablemente en la mayoría empeora su autoestima, relaciones sociales, sexuales o laborales, junto con la movilidad.

Los datos evidencian que 2,8 millones de personas mueren cada año por motivos de sobrepeso u obesidad, la Organización Mundial de la Salud (OMS) dentro de sus datos indica que la prevalencia mundial de la obesidad se ha triplicado entre 1975 y 2016. Al año 2016 también indica que el 39% de los adultos (18 años en adelante) tenían sobrepeso y el 13% obesidad, es decir, 1900 millones y 650 millones respectivamente. En Chile, la cifra también es alarmante, el 63% de la población presenta estos factores de riesgo, según un informe realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Por otro lado, el Ministerio de Salud (MINSAL) de Chile dio a conocer en su Encuesta Nacional de la Salud (ENS) realizada el 2016-2017, que la prevalencia de sobrepeso, obesidad y obesidad mórbida afecta a un 74,2% de la población.

Índice de Masa Corporal (IMC): Para poder realizar una diferenciación entre personas con sobrepeso u obesidad, se puede realizar un cálculo para obtener el IMC (Tabla 1), donde una persona con un IMC igual o superior a 30 es considerada obesa y con un IMC igual o superior a 25 es considerada con sobrepeso. Este es un indicador útil ya que proporciona una forma de medición que es igual para todos los adultos sin distinción de sexo.

TABLA 1: *Clasificación de sobrepeso u obesidad de acuerdo a IMC en adultos.*

	IMC = Peso (Kg) /altura² (m)
Bajo peso	<18,5
Intervalo normal	18,5-24,9
Sobrepeso	25-29,9
Obesidad moderada	30-34,9

Continuación Tabla 1:

Obesidad severa	35-39,9
Obesidad mórbida	>40

Cabe destacar que en niños se utiliza otra clasificación, ya que va acorde a su crecimiento (edad, peso y talla), al igual que en individuos de la tercera edad, ya que los rangos son diferentes.

Circunferencia de cintura: En la obesidad el tejido adiposo puede distribuirse a lo largo de todo el cuerpo o concentrarse en lugares específicos, obteniéndose dos conceptos, *obesidad periférica y obesidad central o abdominal*; en donde en la primera, la grasa tiende a acumularse en caderas y muslos, relacionándose principalmente con problemas de retorno venoso. En el caso de la obesidad central, la grasa tiende a acumularse preferentemente en la cavidad abdominal, este tipo de obesidad es la que implica mayor riesgo de presentar dislipidemias, diabetes, enfermedades cardiovasculares (ECV) y mortalidad. Por este motivo es que se realiza la medición del contorno de cintura, además de ser una forma simple y fácil al necesitar solo una cinta de medir, e inclusive se correlaciona directamente con el valor de IMC, incluso hay evidencias de que un 22,8% de personas obesas no cumplen los criterios de obesidad según valores de IMC, es así que se vuelve más aconsejable la introducción de esta medición (Tabla 2).

TABLA 2: *Perímetro abdominal mujeres y hombres.*

Perímetro abdominal (cm) en Mujeres	Riesgo
<82 cm	Normal
82-88	Riesgo elevado
>88	Riesgo muy elevado

Continuación Tabla 2:

Perímetro abdominal (cm) en Hombres	Riesgo
<95 cm	Normal
95-102	Riesgo elevado
>102	Riesgo muy elevado

Fuente: American Diabetes Association (ADA).

Estado protrombótico: es aquel estado que puede ocasionar la formación de un coágulo, el término idóneo para definirlo es trombofilia. Este estado ocasiona la oclusión de arterias y venas, secundariamente a la formación de un trombo.

Las causas de este estado pueden ser varias, al igual que en otros casos podemos encontrar los factores hereditarios y adquiridos, pero en la formación de los coágulos vamos a encontrar estos factores participando de forma simultánea y sinérgica, elevando aún más el riesgo cardiovascular (Figura 3).

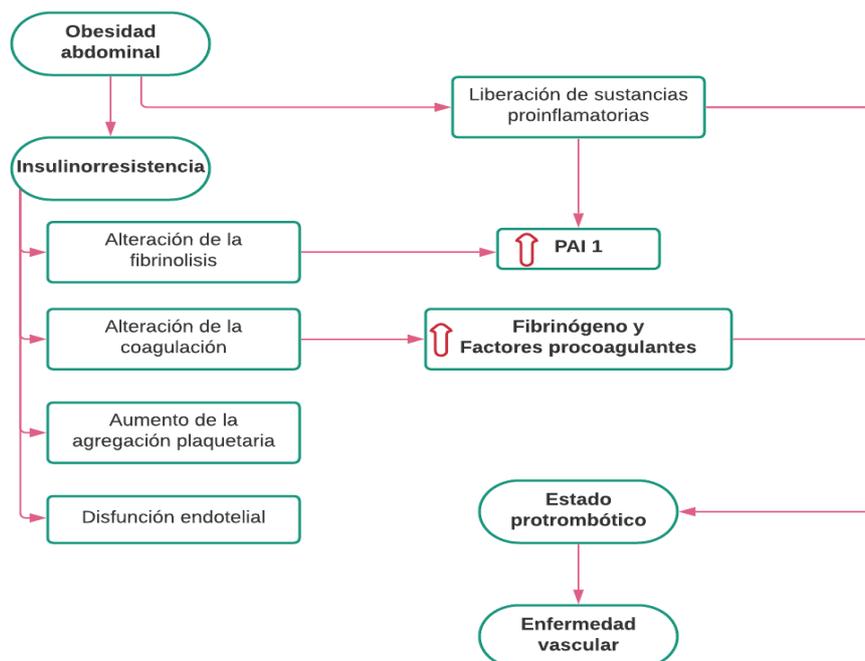


FIGURA 3: Desarrollo del estado protrombótico.

Fuente: Síndrome metabólico y Estado protrombótico. Una visión desde la Medicina general (2010)

- **Dislipidemia**

Las dislipidemias constituyen un grupo de patologías modificables que se caracterizan por presentar concentraciones alteradas de colesterol, triglicéridos y lipoproteínas (HDL, LDL) en la sangre y que van a significar un potencial riesgo para la salud, ya que se encuentran asociadas directamente a un mayor factor de riesgo cardiovascular (FRCV), generando así una menor calidad y tiempo de vida.

Hay una amplia variedad de dislipidemias, donde el origen más común se debe a los estilos de vida poco saludables, que incluyen el tabaquismo, sedentarismo o mala alimentación. Consecuentemente el poseer una dislipidemia va a permitir la aparición de enfermedades como la diabetes o SM. Al realizar una clasificación de esta patología podemos evidenciar que existen dos tipos de dislipidemias más notables: *hipercolesterolemia* e *hipertrigliceridemia* (Tabla 3), donde ambas son las principales responsables de la oxidación de LDL.

TABLA 3: *Clasificación de las dislipidemias según fenotipos y etiopatogenia.*

	Primaria o genética	Secundaria a	
		Patologías	Factores Ambientales
Hipercolesterolemia	- Familiar - Poligenica - Dislipidemia familiar combinada	- Hipotiroidismo - Síndrome Nefrótico - Colestasia	- Dieta rica en grasas saturadas y colesterol. - Drogas: andrógenos, anabólicos.
Hipertrigliceridemia	- Familiar - Dislipidemia familiar combinada - Déficit lipasa lipoproteica	- Obesidad - Diabetes Mellitus - Insuficiencia renal crónica	- Dieta rica en azucares refinadas y alcohol. - Tabaquismo. - Drogas: Beta-bloqueadores, diuréticos, estrógenos.

Fuente: Normas técnicas Dislipidemias (2000, MINSAL)

Se considera que las dislipidemias causan más de 4 millones de muertes al año en el mundo, cifra proporcional a la presencia de niveles de colesterol altos en el 40-66% de los adultos (Souki, Arias, & Zambrano, 2013). También se estima que la hipercolesterolemia produce la muerte de 2,6 millones de personas al año e

incrementa el riesgo de padecer cardiopatías.

- **Hipertensión arterial**

Para comprender de mejor forma la hipertensión arterial (HTA), hay que saber que la presión arterial es la acción en que el corazón realiza presión sobre las arterias provocando por consiguiente la circulación de la sangre hacia los diferentes órganos.

La HTA corresponde a una enfermedad crónica que presenta un aumento permanente de la presión arterial sobre los valores definidos normales (Presión arterial sistólica ≥ 140 mmHg y la presión arterial diastólica ≥ 90 mmHg), esta elevación se relaciona estrechamente con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, infarto agudo al miocardio, enfermedad arterial periférica, insuficiencia renal, entre otras causantes de mortalidad. En el momento en que no se realiza un control constante de la presión es cuando se pueden observar estas complicaciones, porque generalmente esta situación no se presenta con síntomas patognomónicos, sino que más bien síntomas comunes confundibles con otras patologías, como dolor de cabeza, vértigos, dolor torácico, dificultad respiratoria, por nombrar algunos.

La aparición de la hipertensión se debe, por un lado, a que se lleva un estilo de vida poco saludable, como el consumo excesivo de sal y/o grasas, poca actividad física, etc. Y en otras circunstancias, la HTA se debe a una carga hereditaria como lo son los antecedentes familiares de hipertensión, la raza o la edad, junto con la interacción con otras enfermedades como nefropatías.

Dentro de su papel como FRCV destaca que una presión elevada constantemente, va a provocar que las arterias se endurezcan debido a la fuerza que está ejerciendo la sangre sobre las paredes de los vasos, consecuentemente al endurecimiento se vuelven más gruesos, cosa que impide el paso fluido de la sangre a través de ellos. Estos daños que se generan en los vasos facilitan el depósito de colesterol y, por tanto, el progreso de la aterosclerosis (AT).

Cada año ocurren 7,5 millones de muertes en el mundo a causa de HTA, se estima por la OPS, que hay una prevalencia de HTA del 20-35% en la población

adulta de América Latina. Mientras que en Chile es de un 27,3%, conforme a la ENS (2016-2017) (Tabla 4).

TABLA 4: *Prevalencia de sospecha de HTA según diferentes variables.*

	Variable	Prevalencia (%) (IC 95%)	
		2009-10	2016-17
Sexo	Hombres	28,1(24,9-31,6)	27,6 (24,7-30,6)
	Mujeres	25,0(22,5-27,7)	27,7 (25,2-30,4)
	Ambos	26,5(24,5-28,7)	27,6 (25,7-29,7)
Grupos de edad	15-24 años	2,2(1,2-4,1)	0,7 (0,3-1,9)
	25-44 años	12,9(10,1-16,3)	10,6 (8,3-13,5)
	45-64 años	43,2(38,9-47,5)	45,1 (41,1-49,3)
	65+	74,7(69,1-79,6)	73,3 (69-77,1)
Años de estudio cursados	< 8 años	51,2(46,3-56,0)	56,8 (51,5-62,1)
	8-12 años	22,9(20,4-25,7)	25 (22,5-27,6)
	> 12 años	16,0(12,3-20,5)	15 (11,9-18,6)
Zona	Urbano	25,8(23,6-28,2)	27 (24,9-29,2)
	Rural	31,3(26,2-36,7)	32,5 (28-37,3)

Fuente: Encuesta Nacional de Salud 2009-2010 y 2016-2017.

Puesto que la HTA no se puede curar, todas las medidas están destinadas a la prevención y control. De esta forma la Atención Primaria de Salud (APS) toma gran importancia para poder pesquisar de manera temprana a aquellos individuos no diagnosticados. En 2016 la OMS puso en marcha la iniciativa “*HEARTS en las Américas*”, a través de esta se busca mejorar las prácticas para la prevención y manejo de las ECV, lo cual incluye la detección y tratamiento de la hipertensión arterial.

- **Estrés**

Se puede definir al estrés como el conjunto de reacciones fisiológicas que preparan al organismo para la acción, esto es un estado de “alerta” a situaciones adversas del día a día, aunque esto dependerá del estado de salud mental y físico de la persona. El estrés tiene múltiples causas como: exceso de trabajo, y/o estudios, entorno físico, relaciones personales, entre otros. Si esta condición se mantiene en el tiempo puede provocar un estado de decaimiento, con una serie de síntomas físicos y mentales como lo son: irritabilidad, insomnio, cefalea, migraña,

alteraciones gastrointestinales, dermatológicas, respiratorias o menstruales.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, el estrés ha tomado un rol importante en el desarrollo de las alteraciones cardiovasculares, esto se debe a que en personas que presentan o están cursando momentos de estrés se liberan grandes cantidades de adrenalina, lo que hace que la frecuencia cardíaca se vea aumentada, provocando así un incremento en la presión arterial, y como se ha mencionado anteriormente, la hipertensión tiene una relación estrecha con las ECV. Asimismo, se activan hormonas vasoconstrictoras como vasopresina, angiotensina II o tromboxano, las que conllevan a la elevación de la PA. En personas con hábitos fumadores y alcohólicos ocurre una sinergia con el estrés, llegando a causar efectos mortales.

Como respuesta al estrés también es importante mencionar la liberación de la hormona cortisol, esta aumenta los niveles de glucosa en la sangre, junto con alterar el funcionamiento del sistema inmune o digestivo. En circunstancias normales el cortisol compensa la acción de la insulina, pero en una situación como el estrés, donde hay niveles elevados de cortisol de forma persistente se va a generar un aumento en la secreción de esta, induciendo de esta manera resistencia a la insulina.

La respuesta al estrés generalmente termina cuando lo hace la situación estresante, volviendo así los niveles de hormonas a la normalidad, pero cuando los factores estresantes están siempre presentes se genera una activación a largo plazo del sistema de respuesta al estrés, lo que interrumpe el funcionamiento normal de los procesos metabólicos, incrementando el riesgo de padecer ECV.

- **Diabetes Mellitus (DM)**

Se caracteriza por un alto nivel de azúcar en sangre que se ve reflejado en los valores de glucosa, esto se debe a que el páncreas no puede producir suficiente insulina (hormona que regula los niveles de azúcar en sangre) o cuando el organismo no la puede utilizar.

La diabetes se agrupa en dos tipos: en primer lugar, la DM tipo I, se

asocia generalmente a niños y adultos jóvenes, ya que se diagnostica comúnmente a estas edades. Esta se caracteriza porque el páncreas no produce insulina y los pacientes dependen de inyecciones diarias de insulina para poder equilibrar sus valores. En cambio, en la DM tipo II, se genera insulina, pero las células no la utilizan, a diferencia de la anterior esta si se puede prevenir.

Cualquier tipo de diabetes puede generar diferentes tipos de dificultades a lo largo del cuerpo y aumentar así su riesgo de mortalidad, algunas de estas son la insuficiencia renal, ceguera, neuropatía, amputación de alguna extremidad inferior, entre otras, lo que repercute en la calidad de vida de las personas; las complicaciones directamente relacionadas con la muerte son el infarto al miocardio y accidentes cerebrovasculares.

La OMS indica que en el año 2012 hubo 1,5 millones de muertes a causa de la diabetes en todo el mundo, estas defunciones tienen en común que son personas que aún no llegan a los 70 años. Mientras que estudios de la Organización de Diabetes estimó que en el año 2015 9,4% de estadounidenses presentaban diabetes y entre 2011-2012 la incidencia en jóvenes era de 17.900 con diabetes tipo I y 5.300 con diabetes tipo II diagnosticada. Esta prevalencia ha ido en aumento de forma gradual, es por esto que se debe prevenir y controlar a la sociedad a tiempo.

La resistencia a la insulina (RI) es una condición fisiopatológica y uno de los factores de riesgo para el desarrollo de DM tipo II, esto se debe a que se genera un estado de hiperinsulinemia, ya que el cuerpo no responde a la insulina que produce, por lo tanto, la glucosa no puede entrar a las células quedando circulando en la sangre, el páncreas intenta compensar secretando más cantidades de esta. A su vez, se asocia a otras patologías y al desarrollo de estas, entre ellas: síndrome metabólico, síndrome de ovario poliquístico (SOP), diabetes gestacional, enfermedad de hígado graso no alcohólico, hipertensión arterial esencial, acantosis pigmentaria (trastorno de la piel que se distingue por presentar zonas oscurecidas), enfermedad de Alzheimer y dislipidemia.

Esta condición puede ser ocasionada por diferentes factores: genéticos, ambientales y secundarios a patologías o fármacos como los corticoides, también se puede manifestar en diferentes etapas de la vida de forma fisiológica como el

embarazo, la adolescencia y el envejecimiento.

Dentro de la población occidental el 25-35% presenta RI, dada su estrecha relación con el SM, es que muchas veces se considera que la prevalencia de RI es equivalente a la de este. Estas cifras se pueden ver reflejadas en Chile, donde a través de la ENS del año 2010, se pudo determinar que el 35% de los mayores de 15 años presentaba SM, pudiéndose asemejar la prevalencia concomitante de la RI. A raíz de esto, es que toma importancia la cuantificación de RI en la sociedad, a partir del índice de Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance (HOMA-IR) (Figura 4).

$$HOMA - IR = \frac{\text{glicemia basal } \left(\frac{mg}{dL}\right) \times \text{insulinemia basal } \left(\frac{\mu U}{ml}\right)}{405}$$

Los valores normales de HOMA oscilan alrededor de 1, mientras que las personas con resistencia a la insulina presentan valores mayores a 2,6.

FIGURA 4: *Fórmula para determinar Resistencia a la insulina en individuos.*

- **Tabaquismo**

La exposición al humo del tabaco o el consumo de este es causante del desarrollo de enfermedades cardiovasculares, respiratorias y numerosos tipos de cáncer.

El humo del tabaco contiene una mezcla importante de sustancias químicas, a raíz de esto es considerado como la fuente principal de enfermedad por exposición a toxicidad química. Dentro del humo del cigarrillo su componente más dañino es la nicotina, la que ejerce efectos sobre el sistema cardiovascular, tales como la alteración del metabolismo de los lípidos o un estado de hipercoagulación, entre otros. Todo esto lo convierte en uno de los factores predisponentes en el desarrollo de las ECV, y una las primeras causas de enfermedad y muerte en la mayor parte de los países; se estima por la OMS que fallecen al año 5.4 millones de personas en el mundo, escenario que para el 2025 se prevé que aumentará a 10

millones. En Chile, el MINSAL expone que la prevalencia del tabaquismo es de un 40,6% en personas mayores de 15 años, y adicionalmente mueren más de 41 personas al día a causa de enfermedades que se ligan al tabaquismo.

Dentro de las formas de riesgo del tabaquismo se pueden encontrar los fumadores activos y pasivos, donde los primeros (incluidos los fumadores intermitentes) el riesgo que tienen de desarrollar una ECV se relaciona directamente con la cantidad de cigarrillos que consumen diariamente y el tiempo desde su adicción. Por otro lado, los fumadores pasivos tienen un 30% de riesgo de desarrollar ECV.

El consumo de tabaco representa un problema de salud pública elemental ya que aumenta la morbimortalidad cardiovascular y es uno de los principales factores modificables, ya que su daño se corrige al cesar su consumo, o en su defecto se disminuye la probabilidad de morir en casos graves.

- **Alcoholismo**

El consumo frecuente de alcohol aumenta la dependencia a esta sustancia psicoactiva, inhibiendo su efecto umbral en los individuos. De ahí deriva la importancia de conocer los riesgos asociados, ya que como numerosos estudios han demostrado, un consumo moderado de alcohol puede llegar a generar un beneficio en la salud cardiovascular, este consumo moderado equivale a una bebida alcohólica de 44 ml al día (para una graduación alcohólica de 40) para mujeres y 88 ml para hombres, cifra importante al momento de decidir modificar este hábito. Además, una bebida alcohólica presenta 100-200 calorías aproximadamente, lo que generaría además un aumento del peso corporal, por tanto, se ampliaría su rol en las ECV. En el mismo contexto, estudios de los últimos 30 años hablan sobre la incorporación de una dieta mediterránea, que incluye pequeñas cantidades de vino, actuando este como un antiaterogénico, esta opción ha sido asociada a una disminución en el riesgo de desarrollar ECV.

La ingesta de alcohol en exceso supone un riesgo de padecer muchas otras patologías adicionalmente a las cardiovasculares, tales como trastornos mentales y de la conducta, daños gastrointestinales, enfermedades óseas, trastornos reproductivos, cáncer y daño congénito, riesgo que las personas no

bebedoras no presentan o lo hacen en menor medida.

Datos de la OMS indican que se generan 3 millones de muertes en el mundo por el alcoholismo. En Chile, el consumo de alcohol sigue siendo uno de los principales problemas de salud, aun así, cuando se ha experimentado un descenso existen cerca de 5 millones de personas con problemas de alcohol (ENS, 2016-2017). El alcoholismo está ligado a distintos contextos sociales, culturales y económicos, y dentro de este mismo marco se debe educar en relación a un consumo responsable, ya que al reducir o inhibir el consumo de este se proporcionarán beneficios en la salud, revirtiendo o reduciendo los riesgos asociados.

- **Dieta no saludable**

Varios de los componentes del SM ya mencionados, presentan una relación directa con una alimentación desbalanceada, convirtiéndose de esta manera en uno de los principales problemas de la vida moderna, donde se aprecian que los horarios ajustados para la alimentación o el ritmo de vida acelerado favorecen que la comida chatarra gane terreno, lo que conlleva a un mayor consumo de grasas saturadas, aumento en el número de calorías diarias necesarias y un consumo excesivo de sal.

Los regímenes alimentarios insanos, sumados al sedentarismo, corresponden a la principal causa de ECV. Debido a esto, es que incorporar una dieta saludable, junto con una nutrición eficiente y actividad física, viene siendo el cimiento para prevenir o disminuir los FRCV.

En el mundo existe una alta prevalencia de discapacidad y muerte provocada por esta situación, de hecho, la OPS declara que 2,7 millones de defunciones en el mundo son debido a una baja ingesta de hortalizas y frutas, es por esta razón que las políticas de alimentación se centran en promover la alimentación saludable, previniendo así la obesidad y otras enfermedades que se vinculan a la dieta.

- **Sedentarismo**

El sedentarismo se puede entender como una falta de gasto energético, donde el tiempo invertido en actividades cotidianas como el estar sentado viendo televisión van a ser decisivos para convertirse en una persona sedentaria, de hecho, se estima que entre el 55 y 70% de las actividades que se realizan a diario y sin incluir el tiempo que se usa en dormir, son de este tipo.

En el último tiempo el sedentarismo ha sufrido un alza, ya que como informa la OMS, al menos un 60% de la población del mundo no realiza actividades físicas suficientes. En Chile se estima que el 19,8% de la población no realiza actividad física, y el 81,3% realiza menos actividad física de la recomendada por la OMS, lo cual incrementa considerablemente las posibilidades de dañar la salud cardiovascular. Es por estas cifras que ha emergido como uno de los principales factores de riesgo vinculados a obesidad, diabetes, hipertensión arterial, SM, entre otros.

Hoy en día, las personas tienen malos hábitos alimenticios y además realizan poca actividad física, lo que genera mayores índices de obesidad, por lo mismo, es importante entender que el sedentarismo va a tener un impacto negativo en la salud. Junto con acentuar los riesgos asociados a la obesidad, también va a tener un efecto nocivo sobre nuestro sistema cardiovascular; en el “Informe sobre la salud en el mundo (2002)” de la OMS, se considera que el estilo de vida sedentario es una de las 10 causas principales de mortalidad y discapacidad en el mundo.

Al igual que otros factores de riesgo, el sedentarismo se trata de un factor modificable, es decir que, al adoptar estilos de vida saludables, como una alimentación balanceada, mejora en las vías de esparcimiento y donde fundamentalmente se incluya la actividad física, se va a poder observar una mejoría en la salud de la persona, reduciendo así su obesidad y riesgos cardiovasculares. Ya que como la actividad física es base para generar un gasto energético se va a poder controlar el peso y así, junto con las otras adopciones de hábitos poder lograr un equilibrio energético.

3.1.4. Prevalencia Internacional del Síndrome metabólico

Diferentes estudios afirman que la prevalencia del síndrome metabólico dependerá del criterio utilizado, edad, raza y sexo. Es por ello, que a modo de ejemplificar se hará mención de algunas investigaciones que estimaron la prevalencia de su población, basándose en los criterios diagnósticos establecidos por las diferentes organizaciones reconocidas a nivel mundial.

Los autores Millán y Mantilla (2015) realizaron el estudio del “*Síndrome metabólico en pacientes con fenotipo de cintura hipertriglicéridémica*” (esta cintura se caracteriza por tener un aumento de grasa abdominal), donde hicieron uso de los criterios propuestos por la International Diabetes Federation (IDF) y National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (ATP III). La población de estudio que presentaba este fenotipo y que fue analizada en función de los criterios de la IDF, su prevalencia era de 79,7%, a diferencia de los que emplearon los criterios del ATP III cuya prevalencia fue de 49,1%.

En la investigación de Fernández y Paniagua (2014) se estimó la “*Prevalencia del Síndrome metabólico y el riesgo cardiovascular en un área urbana de Murcia*”, los individuos fueron analizados en base a los criterios de la Organización Mundial de la Salud y se encontraban en un rango etario de 18-79 años, la prevalencia obtenida fue de 36,8%.

Ruano y Melo (2015) en su análisis de “*Prevalencia del Síndrome metabólico y factores de riesgo asociados en jóvenes universitarios ecuatorianos*”, señalaron que la prevalencia según los parámetros antropométricos y bioquímicos de acuerdo a los criterios de la IDF, en una muestra de estudiantes pertenecientes a la Universidad Central de Quito fue de 7,58%.

3.1.5. Prevalencia nacional del Síndrome metabólico

En la actualidad, nuestro país tiene una alta prevalencia en enfermedades cardiovasculares a causa del sedentarismo, estrés y mala alimentación, factores que se encuentran estrechamente relacionados con el síndrome metabólico.

Diversos estudios afirman que existe una alta tasa de adultos que presentan enfermedades de riesgo cardiovascular. Sin embargo, también se puede observar un aumento de los factores de riesgo en jóvenes universitarios chilenos, esto se debe a que se han elevado los niveles de consumo de tabaco, sedentarismo, sobrepeso u obesidad, entre otros (Álvarez Gasca et al., 2014). Debido a esto desde junio de 2016 entró en vigor la “*Ley de Alimentos*” para proteger la salud de la población chilena y generar una mejora en la alimentación; como también se ha intervenido en el sistema educacional promoviendo la actividad física.

En la encuesta nacional de salud efectuada en el año 2017 se puede observar un aumento del 40,1% en el SM, mientras que los niveles de sobrepeso se elevaron en un 71%. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, en Chile la prevalencia del síndrome metabólico se estima que es de un 28%, sin diferencias de sexo y una prevalencia que aumenta con los años.

3.1.6. Marcadores asociados al Síndrome metabólico

Para poder diagnosticar el síndrome metabólico en pacientes en los que se sospecha esta condición, ya sea por patologías asociadas o por sus hábitos de vida, se realizan diferentes mediciones, las que permiten evaluar la condición de salud del individuo, estas se clasifican en: marcadores *antropométricos* y *bioquímicos*.

➤ Marcadores antropométricos:

Estas medidas son las más utilizadas en la práctica clínica, debido a su bajo costo y fácil ejecución. A su vez, son accesibles a todo centro asistencial hospitalario, independiente de la condición socioeconómica y zona geográfica.

Además, estos marcadores permiten tener una noción del estado físico del paciente y la determinación de factores de riesgo para el desarrollo del SM. Estos son: medición de la presión arterial, medición de circunferencia de cintura y el índice de masa corporal.

➤ Marcadores bioquímicos:

Son aquellos que se encargan de evaluar la función metabólica del organismo, a través de la medición de parámetros que permiten la identificación del estrés oxidativo que aparece en este síndrome. Dentro de ellos se mencionan: Glucosa en ayunas, insulina basal, Triglicéridos, Colesterol total, Colesterol HDL (HDL-c), Colesterol LDL (LDL-c), LDL oxidada y microalbuminuria.

Si bien existen diversos biomarcadores para la detección del síndrome metabólico, el enfoque en la presente investigación está destinado a la LDL oxidada.

3.2. Criterios Diagnósticos del Síndrome metabólico

En la actualidad, los criterios diagnósticos son diversos y han sido propuestos por cuatro organizaciones que son reconocidas a nivel mundial, las cuales son: la Organización mundial de la salud, International Diabetes Federation, National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III y la American Association of Clinical Endocrinologists (AACE). A continuación, se mencionan los criterios establecidos por las diferentes organizaciones (Tabla 5).

TABLA 5: Comparación de los criterios diagnósticos del Síndrome metabólico.

Criterios diagnósticos	OMS	IDF	ATP III	AACE
Resistencia a la insulina	DM Tipo 2, Intolerancia oral a la glucosa			
Glicemia en ayunas	≥ 110 mg/dL	≥ 110 mg/dL	≥ 110 mg/dL	≥ 110 mg/dL
Presión arterial	≥ 140/30 mmHg	≥ 130/85 mmHg	≥ 130/85 mmHg	≥ 140/30 mmHg
Obesidad abdominal	Relación cintura/cadera hombres > 0,9, mujeres > 0,8	↑ de cintura > 94 cm en hombres y > 80 cm en mujeres	↑ de cintura > 94 cm en hombres y > 80 cm en mujeres	Relación cintura/cadera hombres > 0,9, mujeres > 0,8
Índice de masa corporal	> 30 Kg/m ²			> 30 Kg/m ²
Microalbuminuria	Velocidad de excreción > 20 ug/min			
Colesterol HDL	< 40 mg/dL	< 40 mg/dL en hombres y < 50 mg/dL en mujeres	< 40 mg/dL en hombres y < 50 mg/dL en mujeres	< 40 mg/dL en hombres y < 50 mg/dL en mujeres
Glucosa post 2 horas	≥ 140 mg/dL			≥ 140 mg/dL

Continuación Tabla 5:

Triglicéridos	≥ 150 mg/dL	≥ 150 mg/dL	≥ 150 mg/dL	≥ 150 mg/dL
Factores diagnósticos	Más de 2 parámetros	Obesidad abdominal + 2 parámetros	3/5 parámetros	A criterio clínico

A pesar de que existe concordancia en los criterios planteados por las distintas organizaciones, se producen discrepancias por la forma de medición que se considera para diagnosticar a los individuos con síndrome metabólico, por lo que los criterios más utilizados a nivel mundial son los planteados por la IDF y el ATP III (Gasca et al., 2014).

Por último, frente a estos criterios, los propuestos por el ATP III son los que serán considerados en la presente investigación a desarrollar, debido a que en Chile son los más utilizados para el diagnóstico del SM.

3.3. Epidemiología del Síndrome metabólico

Si bien, el síndrome metabólico se encuentra presente a nivel mundial, en países como Estados Unidos y México la prevalencia es cercana al 25% (Lizarzaburu, 2014). Sin embargo, en la población latinoamericana se observan tasas aún mayores según los criterios de la OMS, ATP III e IDF (Figura 5).



FIGURA 5: Prevalencia del Síndrome metabólico en países de habla hispana.

Fuente: Wasserman, A. y Grosso C. Síndrome metabólico, Definición y epidemiología, 2013.

3.4. Riesgo Cardiovascular

3.4.1. Definición de Riesgo Cardiovascular

El riesgo cardiovascular se define como enfermedades cardiovasculares que son causadas por los trastornos del corazón y vasos sanguíneos (OPS, 2007). Dichos trastornos se producen principalmente por factores externos como el sedentarismo, tabaquismo y malos hábitos alimenticios, donde se destaca la DM y el SM. Dentro del riesgo cardiovascular toman gran importancia las características biológicas y los hábitos y/o estilos de vida, ya que son los factores predisponentes en el padecimiento o muerte por enfermedades cardiovasculares, aun así, la presencia de estos no son determinantes para la aparición de alguna de estas enfermedades.

Por lo tanto, el enfoque primordial a tener en cuenta para disminuir el riesgo cardiovascular es generar una modificación de los factores de riesgo predisponentes (Tabla 6) que se relacionan a las enfermedades cardiovasculares, ya que estos factores pueden ser modificables o no modificables, pudiendo así tener un control sobre la mortalidad y morbilidad.

TABLA 6: *Clasificación de Factores de riesgo cardiovascular.*

Factores de riesgo mayores	<ul style="list-style-type: none"> - Edad <ul style="list-style-type: none"> Hombre ≥ 45 años Mujeres ≥ 55 años - Sexo masculino y mujer postmenopausia - Antecedente personal de ECV - Antecedente de ECV prematura en familiar de 1º grado: <ul style="list-style-type: none"> Hombres < 55 años Mujeres < 65 años 	No modificables
Factores de riesgo condicionantes	<ul style="list-style-type: none"> - Hipertensión arterial - Diabetes - Dislipidemia - Tabaquismo - Enfermedad renal crónica etapa 3b-5 y/o albuminuria moderada/severa persistente 	Modificables

Fuente: Guía “Enfoque de Riesgo para la prevención de enfermedades cardiovasculares (2014, MINSAL)

Se puede clasificar al paciente de acuerdo con el grado de riesgo cardiovascular:

- *Clasificación en riesgo muy alto:* pacientes con enfermedad coronaria, vascular cerebral, y alguna de las siguientes situaciones: diabetes mellitus, síndrome coronario agudo, síndrome metabólico.
- *Clasificación en riesgo global alto:* herencia de enfermedad coronaria, vascular cerebral o arterial periférica, pacientes con diabetes mellitus tipo con algún factor de riesgo adicional.
- *Clasificación en riesgo global intermedio:* se trata de pacientes con síndrome metabólico o pacientes con DM sin algún otro factor de riesgo.
- *Clasificación en riesgo latente:* cuando presenta solo un factor.

Se debe aplicar el índice de riesgo planteado por el ATP III para aquellos pacientes que no presenten antecedentes al momento de ser catalogados.

3.4.2. Prevalencia internacional de Riesgo Cardiovascular

Como es de conocimiento, las ECV figuran en el número uno de muertes en el mundo, convirtiéndose así en un problema considerable de salud pública. Es así como, *“se estima que 17,9 millones de personas murieron por enfermedades cardiovasculares en 2016, lo que representa el 31% de todas las muertes mundiales”* (OMS, 2017); asimismo, donde hay una mayor cantidad de decesos es en países en vías de desarrollo, en los cuales se puede encontrar una tasa de mortalidad del 37%.

De los 35 países que conforman América, 31 de ellos consideran a las ECV como su primera causa de muerte, puesto que hay un mal manejo de los factores de riesgo, en especial en América latina. Esto nos puede dar una visión que nos acerca al escenario mundial para el año 2030, la OMS considera que morirán 23,6 millones de personas a causa de alguna enfermedad cardiovascular.

3.4.3. Prevalencia nacional de Riesgo Cardiovascular

En nuestro país, la prevalencia de riesgo cardiovascular se evalúa en relación al trastorno que está presente en los individuos. Es así que al igual que la mayoría de los países, Chile ha atravesado por un aumento en los malos hábitos y/o estilos de vida, lo cual contribuye fuertemente en una mayor prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares, convirtiéndose así las ECV en la principal causa de mortalidad.

Diversos estudios evidencian que, en el caso de la hipertensión, en adultos esta alcanza un 26%, 12,8% presenta dolor torácico de esfuerzo asociado a dos factores de riesgo cardiovascular, 63% posee colesterol total elevado o colesterol HDL disminuido, mientras que el 13% de la población posee factores de riesgo para diabetes y riesgo cardiovascular (OPS, 2007). De acuerdo a la guía “Enfoque de riesgo para la prevención de enfermedades cardiovasculares” del MINSAL, Chile posee una alta prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares (Tabla 7), por lo mismo, cabe destacar que las enfermedades cardiovasculares son consideradas como la primera causa de muerte a nivel nacional y mundial, debido a su alta prevalencia.

TABLA 7: Prevalencia de principales factores de Riesgo cardiovascular.

Factor de riesgo	ENS 2009-2010 %	Criterios
Dislipidemia	38,5	Colesterol total $\geq 200\text{mg/dL}$
	28,3	C-HDL $< 40\text{mg/dL}$
	31	TG $> 150\text{mg/DL}$
Diabetes Mellitus	9,4	
Presión arterial elevada	26,9	
Tabaquismo	40,6	
Circunferencia de cintura	31,1	$\geq 88\text{cm}$ en mujeres y $\geq 102\text{cm}$ en hombres
Sedentarismo	88,6	
Obesidad	25,1	IMC $\geq 30\text{ Kg/m}^2$
Sobrepeso	67	IMC $\geq 25\text{ Kg/m}^2$
Alcohol	10,9	AUDIT > 8

Fuente: Guía “Enfoque de Riesgo para la prevención de enfermedades cardiovasculares (2014, MINSAL)

3.4.4. Prevalencia de Riesgo Cardiovascular en Población escolar y universitaria

En diferentes investigaciones se indica que la mala alimentación, la falta de actividad física, el tabaquismo, sobrepeso u obesidad, entre otros, influyen directamente en la aparición de enfermedades cardiovasculares, a raíz de esto se puede evidenciar un incremento de estos factores en la población universitaria.

Con la finalidad de analizar la prevalencia de riesgo cardiovascular, se mencionan algunos estudios realizados a estudiantes escolares y universitarios de distintas localidades:

De acuerdo al estudio de Manzur y Rodríguez (2016) realizado en niños y adolescentes con sobrepeso, se asociaron los factores de riesgo cardiovascular en relación con su peso, Índice de masa corporal, circunferencia abdominal y antecedentes familiares. En el análisis, la obesidad tuvo la prevalencia más alta, un 75% en varones y 64% en mujeres.

Salazar y Rodríguez (2015) analizaron los factores bioquímicos de riesgo cardiovascular en jóvenes a través del uso de marcadores antropométricos y exámenes de rutina. Del estudio, el factor de riesgo con mayor prevalencia fue la dislipidemia mixta, donde el resultado fue de 27%.

Romero y Vásquez (2013) vincularon la circunferencia de cintura con la presencia de factores de riesgo cardiovascular en escolares, en la investigación se utilizaron parámetros antropométricos y bioquímicos. De esto se obtuvo que la mayor tasa de prevalencia fue del 50%, que correspondía a la obesidad.

En la investigación realizada por García M. y García J. (2012) en estudiantes de la Universidad de Medellín, fueron evaluados factores de riesgo cardiovascular (genéticos y adquiridos). Para ello, utilizaron parámetros antropométricos y bioquímicos que estimaron la prevalencia de los factores de riesgo modificables de la población, el resultado de esto fue de 99,1%.

En el estudio de Martínez y Leiva (2012) efectuado en estudiantes de la Universidad Austral de Chile, se analizaron los factores de riesgo cardiovascular de dicha población. Mediante la medición antropométrica y los exámenes de laboratorio

se logró apreciar que la prevalencia fue de 87,8%, lo cual fue atribuido principalmente al sedentarismo como factor de riesgo de mayor importancia clínica.

Según Morales y del Valle (2013) en su investigación realizada en estudiantes de la Universidad de la Frontera de Temuco, estimaron la prevalencia de factores de riesgo cardiovascular a través del análisis de factores de riesgo modificables, como el tabaquismo, sedentarismo, mala alimentación, estrés, entre otros. Finalmente, se concluyó que la mayor prevalencia fue del sedentarismo con 75,9%.

3.5. LDL oxidada

3.5.1. Definición de LDL oxidada

La lipoproteína de baja densidad (LDL) es una macromolécula constituida por dos fracciones, una proteica y otra lipídica, su función es el transporte de lípidos desde el hígado hacia los tejidos. Principalmente transporta triglicéridos y ésteres de colesterol.

Si bien el aumento de los niveles de LDL en plasma se asocia a riesgo cardiovascular, no siempre se encuentran elevados en personas con síndrome metabólico, ya que va a influir el fenotipo de LDL que se encuentre presente en cada individuo. Es así que la aparición de riesgo cardiovascular va a depender de un factor cualitativo, debido a que la población de LDL es heterogénea y existe el fenotipo aterogénico, donde aquellas personas que lo presentan son más propensas a sufrir un proceso de oxidación por el aumento de radicales libres, convirtiendo las LDL en LDL oxidadas (Espinoza et al., 2012).

Debido a lo anterior, es que la oxidación de LDL juega un papel clave para el desarrollo de procesos vinculados al riesgo cardiometabólico, ya que al presentar características proaterogénicas se puede producir la formación de una placa de ateroma. De acuerdo a esta relación, al hallar niveles altos de esta lipoproteína oxidada es preciso asociarla a enfermedades cardiovasculares.

3.5.2. Fisiopatología de LDL oxidada

Las LDL pueden sufrir oxidación en presencia de un estado inflamatorio ocasionado por situaciones que provoquen estrés oxidativo, como lo son la obesidad, dislipidemia y la resistencia a la insulina, que son componentes que están involucrados en el síndrome metabólico.

Estas lipoproteínas de baja densidad se oxidan en el espacio subendotelial por la presencia de radicales libres de oxígeno o por la disminución del óxido nítrico, convirtiéndose así en LDL oxidadas (De Wikinski et al., 2010). Es así que, la oxidación de proteínas y lípidos ocurre debido a una alta cantidad de grupos oxidantes, junto con una disminución en la capacidad antioxidante del organismo, provocando como consecuencia la oxidación de la LDL, donde esta sufre cambios complejos tanto en su fracción proteica como lipídica, entre estos se encuentra un aumento de la negatividad y/o densidad. Este estrés oxidativo toma mayor importancia en el espacio subendotelial de las arterias, donde se pueden encontrar grandes cantidades de moléculas oxidantes, siendo la LDL importantemente sensible a estas.

La oxidación de la LDL es parte del proceso clave en la formación de células espumosas, donde una disfunción del endotelio arterial va a permitir el paso de lipoproteínas de baja densidad hacia la íntima. En el momento del paso de la LDL hacia la capa íntima de la arteria es cuando sufre las modificaciones que la convierten en una LDLox; también en esta misma línea, los monocitos se modifican transformándose en macrófagos, ya que LDLox actúa inhibiendo la motilidad de estos, de modo que se comienzan a acumular en la pared arterial, estos macrófagos a través de receptores scavengers son capaces de unir e internalizar estas LDL modificadas, receptores que al no ser regulables captan estas LDLox de forma desmedida hasta consecuentemente transformarse en células espumosas (sobrecumulación de lípidos), que son las productoras de la placa ateromatosa (Figura 6).

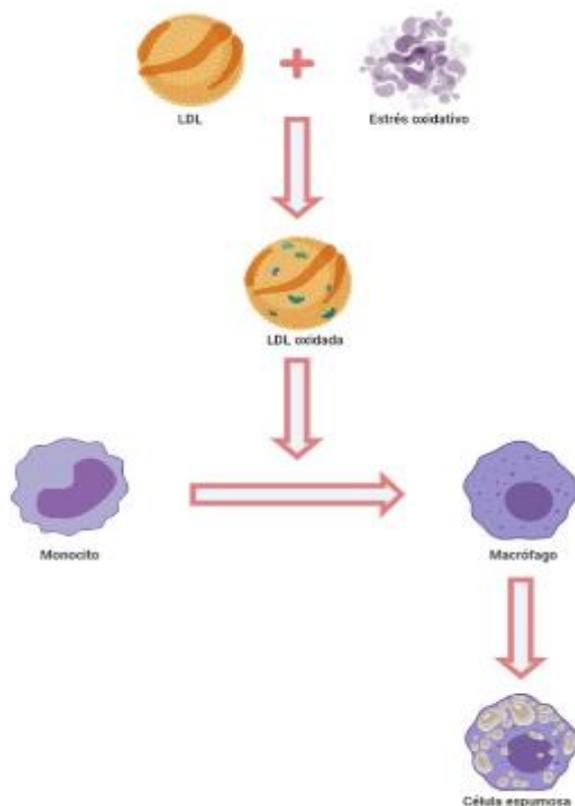


FIGURA 6: Representación de la oxidación de la lipoproteína de baja densidad (LDL) y la posterior formación de células espumosas.

Es así que, al poseer esta característica oxidante, las LDLox se encuentran relacionadas directamente con patologías cardiovasculares, es por ello que la medición de sus niveles permite evaluar el desarrollo de alguna enfermedad cardiovascular en el paciente.

3.5.3. Fenotipos de LDL

Existen abundantes investigaciones que consideran que hay una gran proporción de pacientes con riesgo de enfermedad cardiovascular, en los que se presenta una manifestación de la heterogeneidad del colesterol asociado a proteínas de baja densidad (LDL-C), esto debido a que pueden tener niveles más altos o bajos de partículas de LDL-C en el plasma, por lo que las determinaciones realizadas no entregan información sobre la variedad de estas partículas.

Jorba y Ordoñez (2006) señalaron que las partículas de LDL se

diferencian dentro de su población en relación a varios componentes, como lo son el tamaño y/o densidad. De hecho, estas se pueden clasificar en dos fenotipos, el A, en el que existe un predominio de LDL grandes y ligeras, y el fenotipo B, donde las LDL pequeñas y densas (LDLpd) son predominantes. Este último fenotipo es el que toma real importancia, ya que por sus características tan distantes de las LDL normales su reconocimiento por los receptores naturales es nulo, lo que hace que puedan permanecer más tiempo en la circulación, incrementando así su probabilidad de ingresar a la pared vascular y ser oxidadas.

El fenotipo LDLpd (B) va a estar determinado por factores genéticos y no genéticos; dentro de los primeros mencionados hay una directa relación con las alteraciones del metabolismo de los lípidos que ocurren en grupos familiares, las que se asocian directamente con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, de tal forma se obtiene que existe una heredabilidad de hasta un 45%. Por otra parte, al tratarse de factores no genéticos se puede decir que el tipo de ácidos grasos que se obtienen de la dieta pueden hacer variar las partículas de LDL hacia el fenotipo B.

3.5.4. Importancia clínica de LDL oxidada

Debido a diversos estudios se ha demostrado que los niveles aumentados de LDLox están presentes en la mayoría de los pacientes con enfermedad arterial coronaria, además constituyen un factor proaterogénico estimulando la formación del ateroma (Carvajal Carvajal, 2015). Es así que, en comparación a la LDL común o no modificada, la LDLox presenta la capacidad de intervenir en todos los sucesos relacionados a la lesión de la aterosclerosis.

Como se indica anteriormente la oxidación que sufre la LDL es un factor clave de iniciación y progreso de la aterosclerosis, ya que se ha observado una relación directa entre las concentraciones de LDLox en sangre y el grosor de la carótida. La aterosclerosis es una enfermedad que se caracteriza por un depósito de lípidos en las arterias coronarias, provocando inflamación crónica y la posterior obstrucción de estas, lo que llamamos placa de ateroma, esta se puede clasificar en inestable o estable en relación a su exposición. Como característica de las placas inestables podemos señalar que tienen una cubierta fibrosa delgada que la hace

más propensa a rupturas, por el contrario, la placa estable tiene una cubierta fibrosa densa y una progresión lenta.

La progresión de la aterosclerosis va a depender de los factores de riesgo cardiovasculares bases del paciente (diabetes, dislipidemia, hipertensión, síndrome metabólico, estrés, obesidad, sedentarismo, hiperlipidemia, tabaquismo, alcoholismo). Sin embargo, esta patología da sus inicios en pacientes jóvenes, mientras que en edades avanzadas se suele observar su manifestación clínica; es así que toma mayor importancia el poder diagnosticar esta patología precozmente, ya que un primer episodio esto puede llegar a ser mortal. Hoy en día se considera como un problema de salud a nivel mundial debido a que es la principal causa de morbimortalidad.

Es por esto que el uso de LDLox como biomarcador permite pesquisar de forma temprana a pacientes que puedan desarrollar alguna enfermedad cardiovascular, por lo que debería medirse de manera complementaria al perfil lipídico.

3.5.5. Medición de LDL oxidada

La medición de LDLox no es lo bastante reconocida, ya que no se trata de un procedimiento rutinario en el laboratorio, en efecto, su determinación se realiza prioritariamente en investigaciones científicas. Dentro de las formas que existen para la cuantificación se puede señalar: *ELISA sándwich*, donde se usan dos anticuerpos monoclonales contra apoB, *inmunofluorescencia* en monocapas celulares, espectrofotometría, donde se compara la absorbancia de LDL común y la LDLox, *electroforesis*, visualizando cambios en la movilidad electroforética al comparar LDL común y LDLox.

4. Pregunta de investigación

De acuerdo a los últimos estudios, ¿el uso de LDL oxidada como marcador de riesgo cardiovascular facilita la detección del síndrome metabólico en escolares y universitarios?

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

Revisar la literatura sobre la relación entre los niveles de LDL oxidada y su utilidad como posible marcador temprano del síndrome metabólico en escolares y universitarios.

5.2. Objetivos Específicos

- Revisar los criterios diagnósticos del síndrome metabólico en las últimas dos décadas.
- Determinar la importancia que le otorgan los diferentes autores a la LDL oxidada como marcador del síndrome metabólico.
- Vincular LDL oxidada como predictor temprano de alteraciones cardiovasculares y síndrome metabólico en escolares y universitarios.

6. Diseño Metodológico

6.1. Metodología

Se ha realizado una revisión bibliográfica, durante el periodo de tiempo transcurrido entre abril y noviembre del año 2020.

La metodología utilizada en la presente investigación es de carácter cualitativa, tipo de metodología que utiliza la recolección de datos sin medición numérica, para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación (Hernández Sampieri et al., 2010), es decir, se obtienen a partir del análisis, evaluación e interpretación de artículos bibliográficos confiables y coherentes.

6.2. Tipo de diseño

El diseño de esta unidad de investigación es de tipo descriptivo y documental, este tipo de investigación documental *“es aquella que se realiza a través de la consulta de documentos (libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, códices, constituciones, etc.)”* (Universidad de Jaén, 2020), por lo que la unidad de análisis depende fundamentalmente de la información recogida en los propios documentos o artículos bibliográficos.

6.3. Universo

El universo está constituido por 70 revisiones bibliográficas, tanto nacionales como internacionales que contengan las palabras claves que fueron seleccionadas en relación al tema de interés.

6.4. Muestreo

La muestra está constituida por un total de 34 revisiones bibliográficas de los últimos 20 años, relacionadas con el tema de investigación.

6.5. Sistema de recolección de información

Se realizó una revisión exhaustiva de diferentes documentos: tanto revisiones sistemáticas como estudios científicos referentes al estudio de LDL oxidada, síndrome metabólico, riesgo cardiovascular y la prevalencia de estos en escolares y universitarios. Estos documentos debieron estar publicados en revistas chilenas e internacionales en español e inglés en los últimos 20 años (2000 hasta la actualidad). Cabe mencionar que se utilizaron primordialmente revisiones relacionadas con el tema de estudio que abarcaban los últimos 10 años, pero se tuvo que recurrir a una revisión más amplia como fue mencionado, para poder cubrir información sobre temas específicos, donde no existen investigaciones recientes y/o actualizadas. La búsqueda de información se realizó en las distintas plataformas que albergan las principales fuentes y bases de datos de documentos científicos calificados: Pubmed, Medline, Scielo, Elsevier, ScienceDirect.

En primera instancia se realizó una búsqueda general de potenciales artículos, para proceder a su selección se leyeron los resúmenes de cada documento y en caso de ser necesario los artículos completos, con el fin de decidir si la información contenida estaba o no relacionada con nuestro objetivo general. Para realizar esta selección se tomaron en cuenta diferentes criterios de inclusión y exclusión, que definen la correcta pesquisa de información. Además, se analizaron las referencias bibliográficas de cada documento seleccionado para poder sustentar los objetivos específicos planteados.

6.6. Criterios de Selección

6.6.1. Criterios de inclusión:

- Trabajos originales y/o revisiones bibliográficas.
- Documentos más citados.
- Documentos en los que se refieren a síndrome metabólico.
- Documentos sobre LDL oxidada.
- Documentos sobre síndrome metabólico y LDL oxidada.
- Documentos sobre riesgo cardiovascular y LDL oxidada.
- Documentos sobre estudios de riesgos cardiovasculares y/o estilos de vida en escolares y universitarios.

6.6.2. Criterios de exclusión:

- Documentos que estén publicados con anterioridad al año 2000.
- Documentos que traten de estudios sobre riesgos cardiovasculares en personas que sean adulto mayor.

6.7. Organización de los datos

Para organizar la información, los documentos se ordenaron conforme a su relevancia de acuerdo al tema de estudio, es por esto que se realizaron dos selecciones:

- **Primera fase:** se realizó la búsqueda de los artículos a través de las siguientes palabras claves: *cardiovascular risk, metabolic syndrome, university students, LDL, LDL oxidized, LDL phenotype*, tras esta búsqueda se hallaron 70 documentos de nuestro posible interés, a partir de estos se eligieron los que cumplían con los criterios mencionados anteriormente, obteniendo así el total de 22 documentos.
- **Segunda fase:** se revisó y se seleccionó la bibliografía de los artículos de la primera fase de acuerdo a nuestros intereses, obteniendo de esta revisión 12 documentos, ampliando de esta manera la información.

7. Resultados

Tras la búsqueda inicial se obtuvieron 70 artículos, de los cuales 36 fueron excluidos ya que no correspondían a nuestros criterios, quedando así una totalidad de 34 artículos que cumplían con nuestros criterios de inclusión y los cuales eran más relevantes para el desarrollo del estudio. Los autores más citados y reconocidos abarcaban información fundamental que respondían a los objetivos planteados, además contaban con estudios representativos de la población de interés (Tabla 8).

TABLA 8: *Literatura revisada.*

Autor y año de publicación	Fuente de datos	Población de estudio	Tamaño de muestra	Variables
Ponce Covarrubias J. (2020)	Revista electrónica Enfermería actual en Costa Rica.	Estudiantes de 5° y 6° grado de primaria.	494 estudiantes.	Prevalencia de sobrepeso, obesidad y factores asociados.
Romero Ausfeldl M., Aguilar Rabito A. (2015)	Memorias del Instituto de investigaciones en Ciencias de la Salud	Hombres y mujeres de 18- 64 años	98 sujetos	Estado nutricional y el síndrome metabólico.
Galván Meléndez M., Lares Bayona E., Quintanar Escorza M., Carrera Gracia M., Torres Castorena A. (2014)	Revista biomédica	Mujeres entre 30-50 años con diagnóstico de SM	50 mujeres	Concentración de leptina y su correlación con los componentes del síndrome metabólico.
Wagner R., Freire de Freitas J., Moura de Araújo M., Soares A., Rodrigues D., García A., Coelho M. (2013)	Revista latinoamericana de enfermagem	Estudiantes universitarios	702 estudiantes	Perfil lipídico y hábitos de vida.
Salazar E., Márquez Y., Vizmanos B., Altamirano M., Salgado A., Salgado L., Muñoz J., Parra I. (2015)	Nutrición hospitalaria	Estudiantes universitarios	167 estudiantes	Hipercolesterolemia, comportamiento alimentario, IMC, patologías familiares.
Martínez M., Leiva A., Sotomayor C., Victoriano T., Con Chrismar A., Pineda S. (2012)	Revista médica de Chile	Estudiantes universitarios de 17-26 años	385 estudiantes	Estilo de vida y factores de riesgo cardiovascular.
Giménez L., Degiorgio L., Díaz Zechin M., Balbi M., Villani M., Manni D., Paoletti D., Cova V., Martinelli M. (2019)	Revista Argentina de Cardiología	Estudiantes universitarios	457 estudiantes	Factores de riesgo cardiovascular relacionados con los cambios de hábitos en la etapa universitaria.
Sanches L., Silva I., Paz A., Fisberg M., Cintra I., Villar B., Damasceno N. (2008)	Revista Jornal de Pediatría	Adolescentes	150 estudiantes	Relación entre el perfil lipídico y autoac LDL

Morales G., Guillen-Grima F., Muñoz S., Belmar C., Schifferli I., Muñoz A., Soto A. (2017)	Revista Médica de Chile	Estudiantes universitarios de primer y tercer año.	326 estudiantes	Comparación entre riesgo cardiovascular en diferentes etapas universitarias.
Ballesteros M., Guirado O., Hernández N., Boffill M., Alfonso O., Rodríguez A., Alvarez-Guerra E., Pérez A. (2020)	Congreso virtual de ciencias básicas biomédicas de Cibamanz	Estudiantes universitarios	40 estudiantes	hiperreactividad cardiovascular, índice de masa corporal, perfil lipídico y actividad de enzima mieloperoxidasa
Rodríguez de Cruz M. (2015)	Universidad Autónoma de Madrid	Pacientes del hospital Dr. Tulio Carnevali Salvatierra	32 individuos	Estrés psicosocial, reactividad al estrés, marcadores bioquímicos de LDL oxidada y anticuerpos anti HSP60, factores de riesgo, aterosclerosis, ACV.
Calcaterra, V., De Giuseppe, R. (2017)	artículo de Gruyter	Niños entre 11,8 ± 2,6 años.	178 niños.	relación entre síndrome metabólico y LDL oxidada
Ueba, T., Nomura, S. (2009)	Revista Atherosclerosis	hombres y mujeres japoneses de 41 y 38 años respectivamente	382 personas	Medición de LDL oxidada, Síndrome metabólico
Hurtado-Roca Y., Bueno H (2017)	Revista Diabetes	Hombres entre 40-50 años	3987 participantes	LDL oxidada, Síndrome metabólico
Koskinen, J., Magnussen, C. (2012)	Revista European Journal of Preventive Cardiology	Jóvenes filandeses de 30 años	1429 personas	Relación apolipoproteína B con LDL oxidada, y su incidencia en el Síndrome metabólico

Chae J., Kim O., Paik J., Kang R., Seo W., Jeong T., Sweeney G., Lee S., Lee J. (2011)	Editorial Elsevier	mujeres con y sin síndrome metabólico	total de 1222 mujeres	Actividad de la fosfolipasa A2, estrés oxidativo, síndrome metabólico
Kosola J., Vaara J. (2013)	Revista Metabolism clinical and experimental	Hombres de 18-48 años	844 participantes	Relación LDL oxidada y Síndrome metabólico
Yamagishi S., Matsuoka H., Kitano S., Hibi N., Jinnouchi Y., Umei H., Iida S., Takenaka K., Matsui T., Nakamura K., Imaizumi T. (2007)	Revista International Journal of Cardiology	Hombres y mujeres de 40- 60 años	119 participantes	Relacionar LDL oxidada y Síndrome metabólico en pacientes japoneses
Barona J., Jones J., Kopec R., Comperatore M., Andersen C., Schwartz S., Lerman R., Fernandez M. (2012)	Journal of nutritional Biochemistry	mujeres con Síndrome metabólico	35 participantes	Síndrome metabólico, LDL oxidada , dieta mediterránea
Acosta E., Carias D. (2018)	Revista Salud Pública	adolescentes de 15-18 años	80 participantes	perfil lipídico, LDL oxidada, Obesidad
Huang T., Kempf A., Strother M., Li C., Lee R., Harris K., Kaur H. (2004)	Diabetes Care	Estudiantes universitarios	163 estudiantes	IMC, sobrepeso, síndrome metabólico, factores de riesgo
Topè Av., Rogers P. (2013)	Revista Diabetol Metab Syndr	Estudiantes universitarios	376 estudiantes	Factores de riesgo, prevalencia de síndrome metabólico, prediabetes.
Sapkota M., Timilsina A., Shakya M., Thapa T., Shrestha S., Pokhrel S., Devkota N., Pardhe B. (2020)	Revista Drug, Healthcare and Patient Safety	Estudiantes universitarios	739 estudiantes	Síndrome metabólico, factores de riesgo cardiometabólico, estilo de vida
Castillo Hernández J., Cuevas González M., Galiana M., Romero Hernández E. (2017)	Revista Médica de la Universidad Veracruzana	Revisión bibliográfica 189 artículos potencialmente elegibles.	Total de 55 artículos.	Factores y criterios de Síndrome metabólico
Benabdellah K. (2016)	Trabajo fin de grado en la universidad complutense de Madrid.	Revisión bibliográfica	42 artículos	Relación entre el Síndrome metabólico y la adopción de una

A. Villalobos Sánchez, G. Millán García y D. Narankievickz. (2017)	Actualización Síndrome metabólico	Pacientes con sobrepeso u obesidad, y personas que presentan diabetes, hipertensión, dislipidemia y sedentarismo	Bibliografía relacionada.	dieta mediterránea. Uso del Síndrome metabólico como un identificador de enfermedades cardiovasculares.
Calvo C. (2007)	Revista biomédica Medwave	Pacientes diabéticos	Bibliografía relacionada.	La presencia de LDLox es un factor de riesgo cardiovascular en pacientes diabéticos.
Morales I., Del Valle R., Soto V., Ivanovic M. (2013)	Revista Chilena de nutrición	Revisión bibliográfica	Artículos de estudiantes universitarios	Factores de riesgo cardiovascular de acuerdo al curso, facultad y género, estilos de vida.
Holvoet P., De Keyzer D. (2008)	Revista Future Medicine	Revisión Bibliográfica	Estudios realizados en ratones	Relación LDL oxidada con el síndrome metabólico, enzimas prooxidantes y antioxidantes relacionadas a la LDL.
Maiz A. (2005)	Boletín escuela de medicina U.C.	Estudios epidemiológicos previos sobre síndrome metabólico y riesgo cardiovascular.	Datos de estudios epidemiológicos.	Asociación entre Síndrome metabólico y riesgo cardiovascular.
Rosende A., Pellegrini C., Iglesias R. (2013)	Artículo especial medicina	Niños y adolescentes	Comparación de estudios de cohorte de 1976-	síndrome metabólico, obesidad visceral, trastorno de

			2004	alimentación en niños, enfermedad cardiovascular, sedentarismo
Nafziel J., Rubén J., Alcázar C. (2011)	Revista Ciencia e Investigación Médica Estudiantil Latinoamericana (CIMEL)	No aplica	No aplica	Obesidad, estrés oxidativo, Síndrome metabólico
Serrano A. (2010)	Sociedad Española de Cardiología	No aplica	No aplica	Fisiopatología, diagnóstico del síndrome metabólico, factores de riesgo.
Carranza-Madrigal J. (2017)	Medicina interna de México	No aplica	No aplica	Triglicéridos, riesgo cardiovascular, dislipidemias.

De los 34 artículos revisados, 12 fueron utilizados para los criterios diagnósticos del síndrome metabólico, 13 relacionados con LDL oxidada como marcador temprano del síndrome metabólico y nueve para LDL oxidada como marcador de riesgo cardiovascular y síndrome metabólico en escolares y universitarios (Tabla 9).

TABLA 9: *Literatura revisada de acuerdo a objetivos específicos.*

Objetivo específico	Autores y año de publicación	Artículos
Revisar los criterios diagnósticos del síndrome metabólico en la última década	Serrano A. (2010)	El síndrome metabólico.
	Ponce Covarrubias J. (2020)	El sobrepeso y obesidad, enemigos silenciosos en la salud de los estudiantes de primaria.
	Romero Ausfeldl M., Aguilar Rabito A. (2015)	Relación entre el estado nutricional y el síndrome metabólico en adultos.
	Galván Meléndez M., Lares Bayona E., Quintanar Escorza M., Carrera Gracia M., Torres Castorena A. (2014)	Concentraciones de leptina y su correlación con los componentes del síndrome metabólico y con el índice de masa corporal.
	Huang T., Kempf A., Strother M., Li C., Lee R., Harris K., Kaur H.	Overweight and components of the metabolic syndrome in

	(2004)	college students.
	Topè Av., Rogers P. (2013)	Metabolic syndrome among students attending a historically black college: prevalence and gender differences.
	Sapkota M., Timilsina A., Shakya M., Thapa T., Shrestha S., Pokhrel S., Devkota N., Pardhe B. (2020)	Metabolic syndrome and diabetes risk among young adult students in the health sciences from kathmandu, Nepal.
	Castillo Hernández J., Cuevas González M., Galiana M., Romero Hernández E. (2017)	Síndrome metabólico, un problema de salud pública con diferentes definiciones y criterios.
	Benabdellah K. (2016)	Adherencia a la dieta mediterránea y su papel en la prevención del síndrome metabólico.
	A. Villalobos Sánchez, G. Millán García y D. Narankievickz. (2017)	Síndrome metabólico.
	Rosende A., Pellegrini C., Iglesias R. (2013)	Obesidad y síndrome metabólico en niños y adolescentes.
	Brito-Nuñez, N. J., Alcázar, Caret, R. J.	Obesidad y riesgo cardiometabólico.
Determinar la importancia que le otorgan los diferentes autores a la LDL oxidada como marcador del síndrome metabólico.	Calcaterra, V., De Giuseppe, R. (2017)	Relation between circulating oxidized-LDL and metabolic syndrome in children with obesity: The role of hypertriglyceridemic waist phenotype.
	Ueba, T., Nomura, S. (2009)	Circulating oxidized LDL, measured with FOH1a/DLH3 antibody, is associated with metabolic syndrome and the coronary heart disease risk score

		in healthy Japanese.
	Hurtado-Roca Y., Bueno H (2017)	Oxidized LDL Is Associated With Metabolic Syndrome Traits Independently of Central Obesity and Insulin Resistance.
	Koskinen, J., Magnussen, C. (2012)	Apolipoprotein B, oxidized low-density lipoprotein, and LDL particle size in predicting the incidence of metabolic syndrome: The Cardiovascular Risk in Young Finns study.
	Chae J., Kim O., Paik J., Kang R., Seo W., Jeong T., Sweeney G., Lee S., Lee J. (2011)	Association of Lp-PLA2 activity and LDL size with interleukin-6, an inflammatory cytokine and oxidized LDL, a marker of oxidative stress, in women with metabolic syndrome.
	Kosola J., Vaara J. (2013)	Elevated concentration of oxidized LDL together with poor cardiorespiratory and abdominal muscle fitness predicts metabolic syndrome in young men.
	Yamagishi S., Matsuoka H., Kitano S., Hibi N., Jinnouchi Y., Umei H., Iida S., Takenaka K., Matsui T., Nakamura K., Imaizumi T. (2007)	Elevated circulating oxidized LDL levels in Japanese subjects with the metabolic syndrome.
	Barona J., Jones J., Kopeck R., Comperatore M., Andersen C., Schwartz S., Lerman R., Fernandez M. (2012)	A Mediterranean-style low-glycemic-load diet increases plasma carotenoids and decreases LDL oxidation in women with metabolic syndrome.
	Acosta E., Carías D. (2018)	Peroxidación lipídica en adolescentes púberes.
	Calvo C. (2007)	Lípidos y riesgo cardiovascular.

	Holvoet P., De Keyzer D. (2008)	Oxidized LDL and the metabolic syndrome.
	Maíz A. (2005)	El síndrome metabólico y el riesgo cardiovascular.
	Carranza-Madrigal J. (2017)	Triglicéridos y riesgo cardiovascular.
Vincular LDL oxidada como predictor temprano de alteraciones cardiovasculares y Síndrome Metabólico en escolares y universitarios.	Wagner R., Freire de Freitas J., Moura de Araújo M., Soares A., Rodrigues D., García A., Coelho M. (2013)	Análisis del perfil lipídico en una población de estudiantes universitarios.
	Sanches L., Silva I., Paz A., Fisberg M., Cintra I., Villar B., Damasceno N. (2008)	Anti-oxLDL autoantibodies and their correlation with lipid profile and nutritional status in adolescents.
	Salazar E., Márquez Y., Vizmanos B., Altamirano M., Salgado A., Salgado L., Muñoz J., Parra I. (2015)	Asociación entre comportamiento alimentario e hipercolesterolemia-LDL en jóvenes universitarios.
	Martínez M., Leiva A., Sotomayor C., Victoriano T., Con Chrismar A., Pineda S. (2012)	Factores de riesgo cardiovascular en estudiantes de la Universidad Austral de Chile.
	Giménez L., Degiorgio L., Díaz Zechin M., Balbi M., Villani M., Manni D., Paoletti D., Cova V., Martinelli M. (2019)	Factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en estudiantes universitarios.
	Morales G., Guillen-Grima F., Muñoz S., Belmar C., Schifferli I., Muñoz A., Soto A. (2017)	Factores de riesgo cardiovascular en universitarios de primer y tercer año.

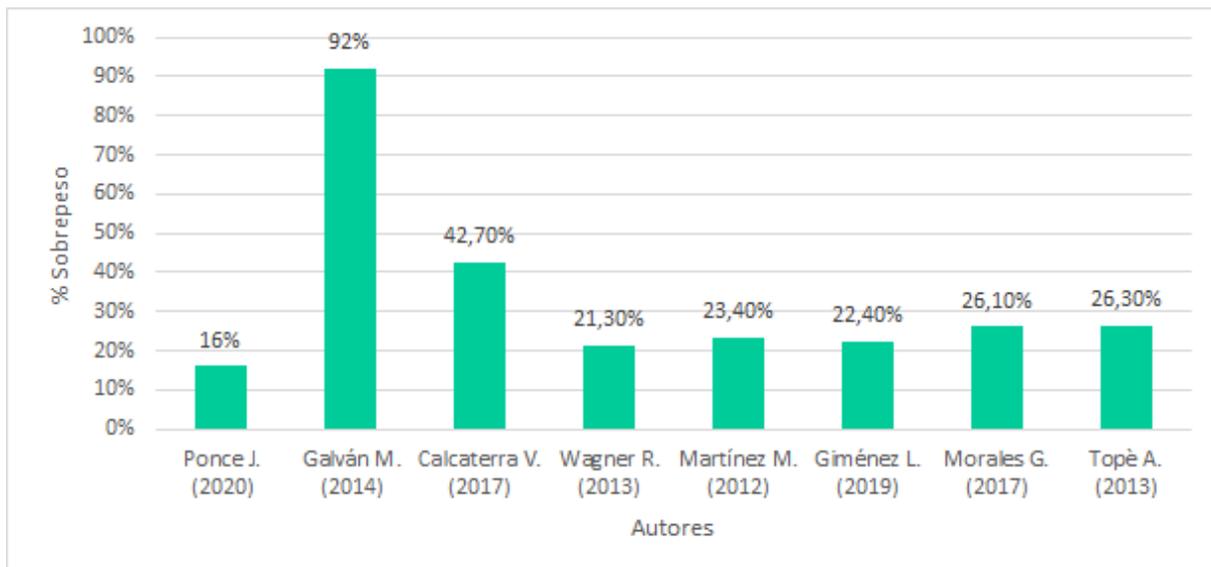
	Ballesteros M., Guirado O., Hernández N., Boffill M., Alfonso O., Rodríguez A., Álvarez-Guerra E., Pérez A. (2020)	Perfil lipídico y actividad de la enzima mieloperoxidasa en jóvenes normorreactivos e hiperreactivos cardiovasculares. Resultados preliminares
	Rodríguez de Cruz M. (2015)	Estrés psicosocial, reactividad al estrés y marcadores bioquímicos LDL-ox y anti- HSP60 su relación en el ACV isquémico.
	Morales I., Del Valle R., Soto V., Ivanovic M. (2013)	Factores de riesgo cardiovascular en estudiantes universitarios.

7.1. Factores de Riesgo Cardiovascular

En la actualidad existen diversos factores de riesgo que influyen de manera directa en el desarrollo de ciertas patologías cardiovasculares y en el síndrome metabólico, en la literatura revisada los más mencionados son los siguientes: sobrepeso, obesidad, tabaquismo, sedentarismo y alcoholismo.

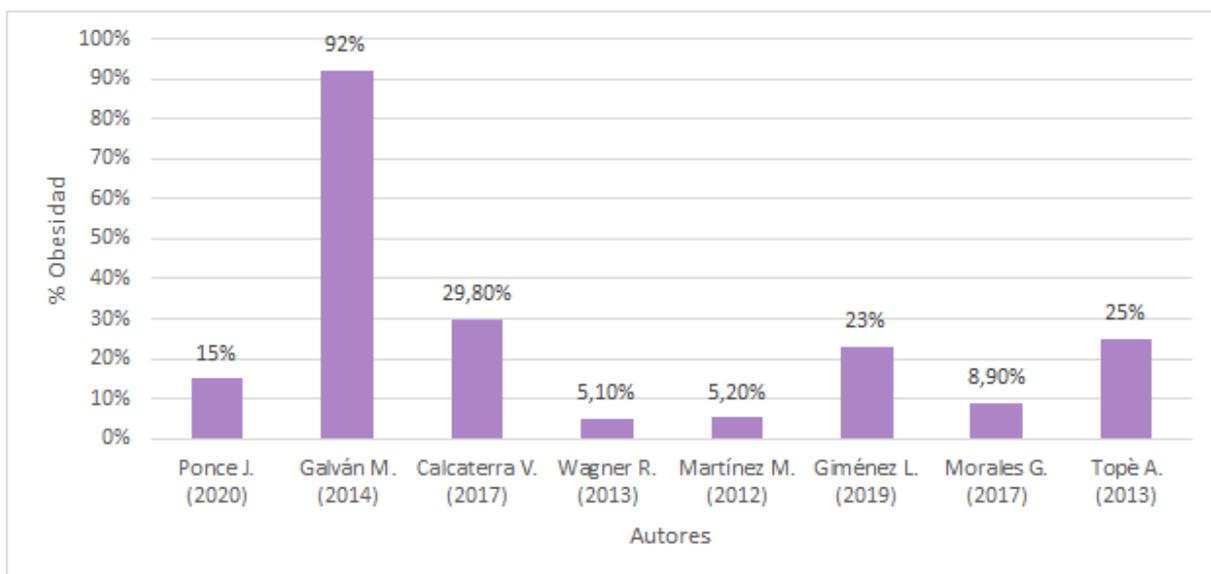
De los artículos relacionados con el estudio de los factores de riesgo cardiovasculares, ocho autores concordaron que el sobrepeso es uno de los más prevalentes en el ámbito académico (Gráfico 1).

GRÁFICO 1: *Prevalencia de Sobrepeso.*



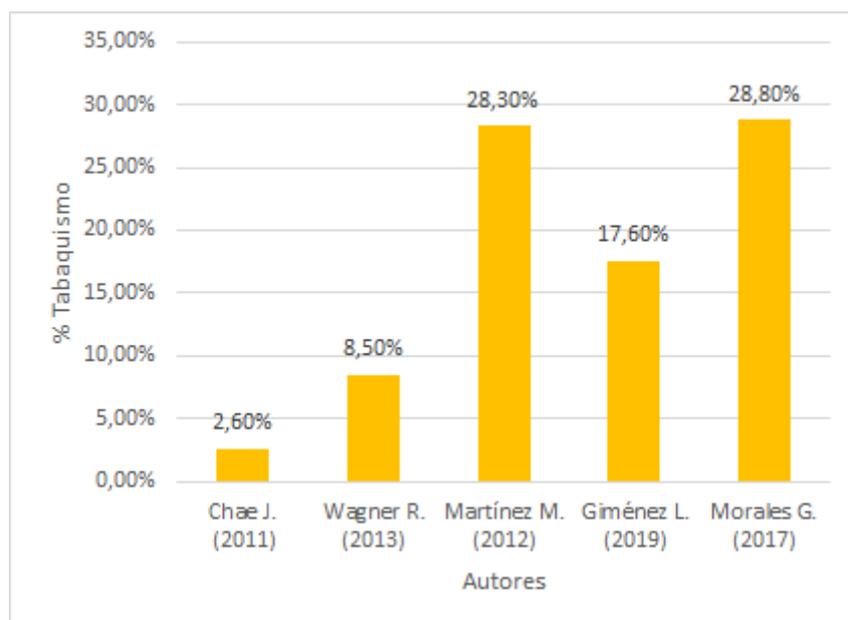
Con respecto a la obesidad, estuvo presente en ocho estudios, de los cuales siete estuvieron por debajo del 50%, destacándose el estudio de Galván (2014) por presentar una mayor prevalencia de obesidad (Gráfico 2).

GRÁFICO 2: *Prevalencia de Obesidad.*



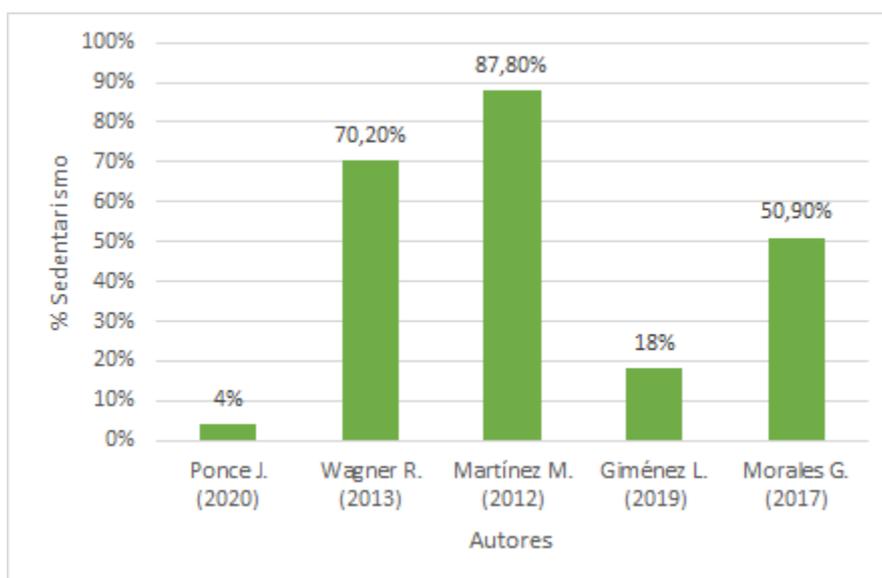
En cuanto al tabaquismo, estuvo presente en cinco estudios, siendo las investigaciones de Morales (2017) y Martínez (2012) las que presentaron una tasa elevada de este factor de riesgo cardiovascular en comparación a los demás autores (Gráfico 3).

GRÁFICO 3: *Prevalencia de Tabaquismo.*



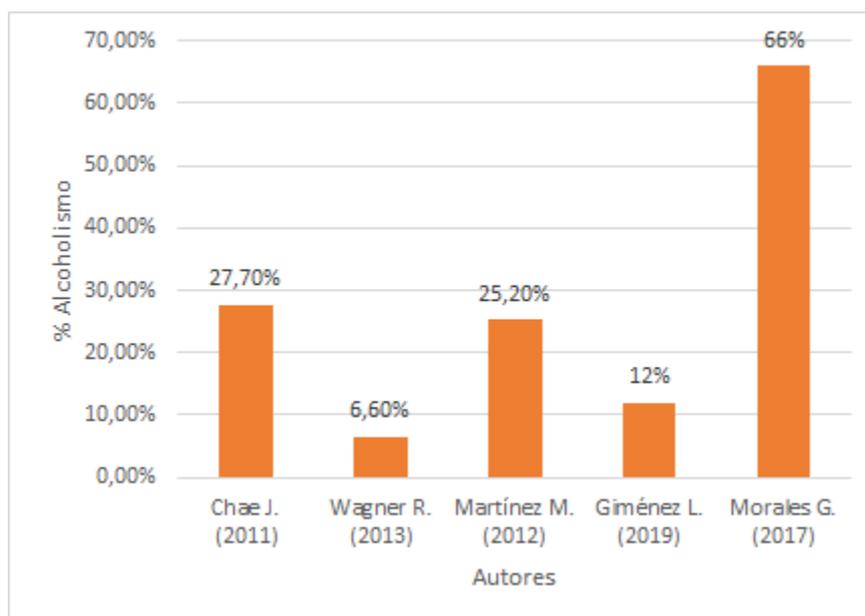
El sedentarismo fue abarcado en cinco estudios, tres de ellos presentaron una prevalencia mayor al 50%, siendo el análisis de Martínez (2012) aquel que presentó una mayor prevalencia, con un 87,8% (Gráfico 4).

GRÁFICO 4: *Prevalencia de Sedentarismo.*



De acuerdo a la literatura revisada, cinco artículos reconocieron el alcoholismo como un factor de riesgo cardiovascular, el estudio de Morales (2017) fue el que tuvo una mayor prevalencia (Gráfico 5).

GRÁFICO 5: *Prevalencia de Alcoholismo.*



A partir de la información contenida en los gráficos se puede decir que los autores Wagner (2013), Martínez (2012), Giménez (2019) y Morales (2017) consideraron más de un factor de riesgo cardiovascular en sus estudios.

7.2. LDL oxidada como marcador de Riesgo Cardiovascular en jóvenes

En la literatura revisada, tres estudios relacionaban LDL oxidada como indicador de riesgo cardiovascular en población joven, dos de ellos midieron LDL oxidada en adolescentes, por otra parte, uno de estos determinó los niveles de autoanticuerpos contra LDL oxidada en adolescentes (Tabla 10).

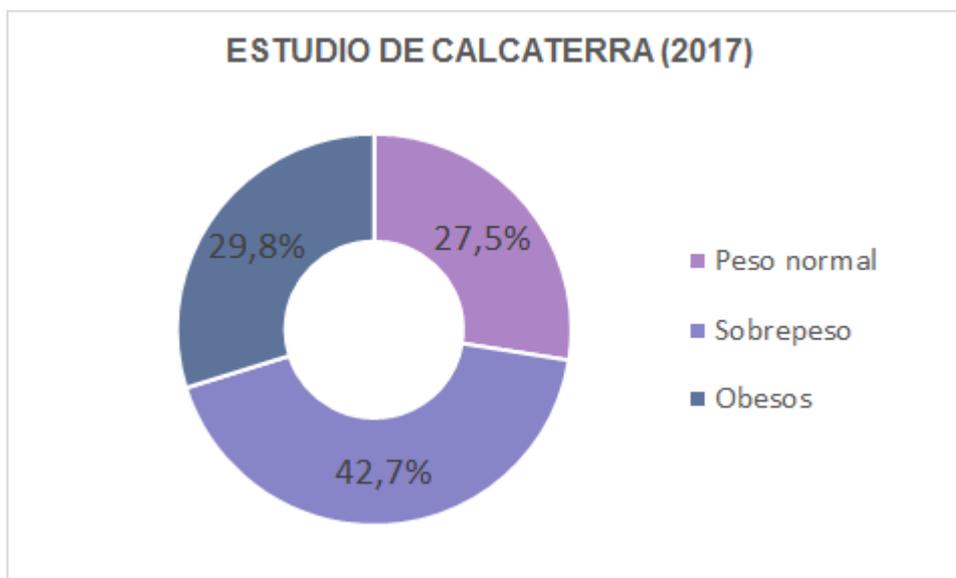
TABLA 10: *Literatura vinculada a LDL oxidada como indicador de riesgo cardiovascular en jóvenes.*

Autor	Artículo	Muestra	Objetivo	Resultados	Técnica utilizada
Calcaterra V, De Giuseppe (2017).	Relation between circulating oxidized-LDL and metabolic syndrome in children with obesity: the role of hypertriglyceride mic waist phenotype.	178 niños.	Analizar la relación entre las lipoproteínas de baja densidad oxidadas circulantes (Ox-LDL) y el MetS en edades pediátricas.	Niños con obesidad 40%, sobrepeso 30% y normopeso 27% Correlación obesidad y LDL oxidada es de $p= 0,001$.	Enzimo inmuno Análisis (ELISA).
Acosta E., Carías D. (2018).	Peroxidación lipídica en adolescentes púberes.	80 adolescentes entre 12 y 15 años.	Evaluar la peroxidación lipídica en adolescentes púberes con exceso de peso y la presencia o no de resistencia a la insulina.	30 adolescentes con peso normal/sin resistencia a la insulina (38%), 25 de ellos con exceso de peso/sin resistencia a la insulina (31%) y 25 con exceso de peso y resistencia a la insulina (31%), en este último grupo hubo mayores concentraciones séricas de LDL oxidada.	Enzimo inmuno análisis (ELISA).

Sanches, L., Da Silva I. (2008).	Anti-oxLDL autoantibodies and their correlation with lipid profile and nutritional status in adolescents.	150 adolescentes entre 10 y 15 años.	Correlacionar los niveles de autoanticuerpos de LDL oxidada con las mediciones antropométricas y el perfil lipídico en adolescentes.	De la muestra se obtuvo que los adolescentes con mayor circunferencia de cintura tienen incrementados los niveles de autoanticuerpos contra LDL oxidada estableciendo una correlación lineal entre ambos.	Enzimo inmuno análisis (ELISA).
----------------------------------	---	--------------------------------------	--	---	---------------------------------

De acuerdo al estudio de Calcaterra (2017), se efectuó el análisis en una muestra de 178 niños de rango etario $11,8 \pm 2,6$ años, en el cual se correlacionaron los niveles de LDL oxidada con los niveles de obesidad y daño oxidativo. Para esto se clasificaron los niños en relación a su peso corporal (Gráfico 6).

GRÁFICO 6: *Clasificación de acuerdo a peso corporal.*

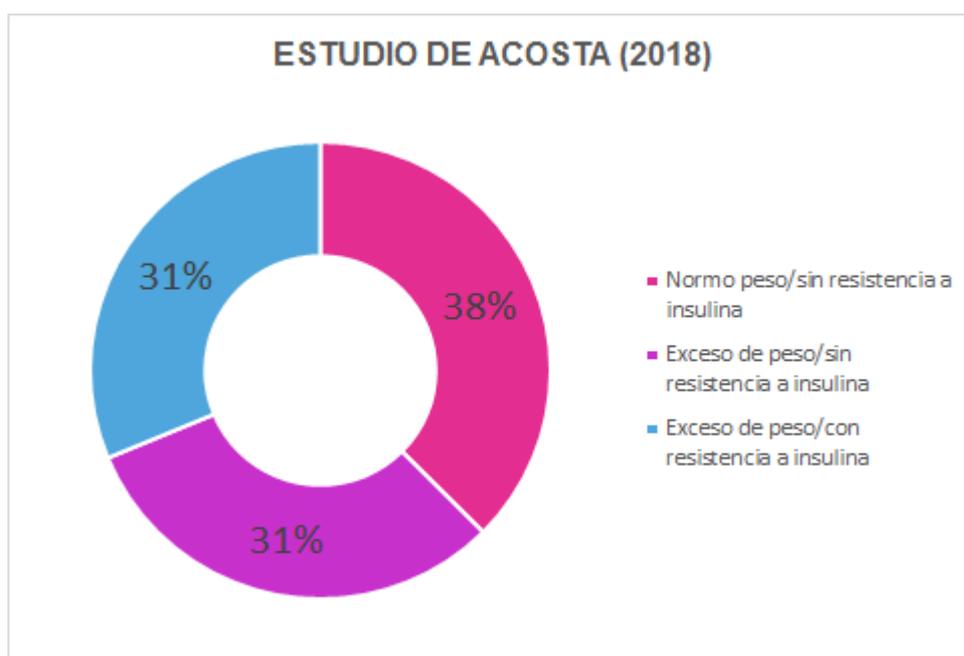


Del gráfico 6 se puede extraer que alrededor del 42,7% de los niños eran obesos, mientras que el 29,8% presentaba sobrepeso y solo un 27,5% tenía un peso normal.

La correlación de los niveles de LDL oxidada en los niños obesos fue significativa ($p=0,001$), en comparación con los niños de peso normal y sobrepeso (Calcaterra, 2017).

La investigación de Acosta E. (2018) se realizó con una muestra de 80 adolescentes entre 12 y 15 años, en los cuales se evaluó el perfil lipídico y los niveles de LDL oxidada junto con los valores de IMC y circunferencia de cintura. En el estudio se trabajó con tres grupos: uno de estos era el grupo control, los cuales tenían peso normal/sin resistencia a la insulina, otro con exceso de peso/sin resistencia a la insulina y por último aquellos que tuvieran exceso de peso con resistencia a la insulina (Gráfico 7).

GRÁFICO 7: *Categorización de la muestra en relación a su peso corporal y presencia de resistencia a la insulina.*



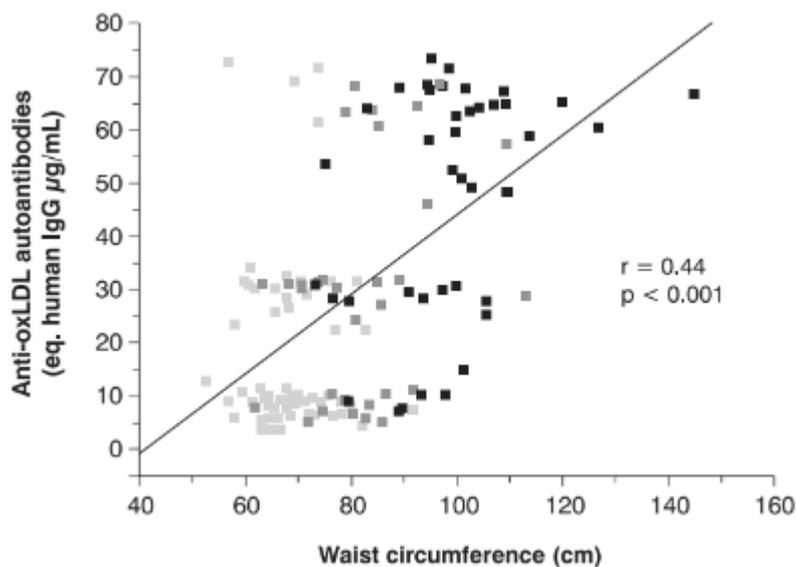
La representación gráfica muestra que 30 adolescentes (38%) tenían peso normal/sin resistencia a la insulina, 25 (31%) poseían exceso de peso/ sin resistencia a la insulina y los otros 25 (31%) tenían exceso de peso con resistencia a la insulina.

Las concentraciones séricas de LDL oxidada fueron mayores en el grupo de adolescentes con exceso de peso y resistencia a la insulina (Acosta, 2018).

En el análisis de Sanches (2008) se evaluaron a 150 adolescentes entre 10 y 15 años de edad, a los cuales se les midió circunferencia de cintura, IMC y peso corporal. A partir de esto se les categorizó en tres grupos: peso normal, sobrepeso y obesidad.

De acuerdo a esto se correlacionaron los niveles de autoanticuerpos contra LDL oxidada con la circunferencia de cintura (Gráfico 8).

GRÁFICO 8: *Correlación entre los auto anticuerpos anti-LDLox y la circunferencia de cintura.*



Fuente: Artículo “Anti-oxLDL autoantibodies and their correlation with lipid profile and nutritional status in adolescents” (2008).

De acuerdo a la representación gráfica, entre más circunferencia de cintura tenga el individuo mayor producción de autoanticuerpos contra LDL oxidada, siendo directamente proporcionales ($p < 0,001$).

8. Discusión y Comentarios

8.1. Criterios diagnósticos del Síndrome metabólico en las últimas dos décadas

A partir del año 1998 los criterios diagnósticos creados por la Organización Mundial de la Salud fueron los más utilizados en un comienzo para la identificación del SM, actualmente se conocen diversos criterios propuestos por las distintas organizaciones (IDF, ATP III, AACE), los cuales son considerados en las diferentes poblaciones a nivel internacional.

Analizando los resultados de la tabla 9, de los 12 artículos revisados que hablan de los criterios diagnósticos del SM, seis de ellos eran de tipo cuantitativo, mientras que el resto pertenecían a estudios cualitativos. En relación a los estudios experimentales, cinco de ellos concuerdan que los criterios de la OMS son aplicables cuando está presente la condición de diabetes mellitus y resistencia a la insulina. Si bien, los criterios de la OMS están reconocidos internacionalmente, poseen la limitación de no considerar a pacientes que presentan distintos factores de riesgo cardiovascular independientes de sus niveles de glicemia.

Por el contrario, en el análisis de Galván (2014) fueron utilizados los criterios del ATP III, los cuales contemplan: obesidad, hiperglucemia, hipertensión arterial, disminución de colesterol HDL e hipertrigliceridemia, cuya expresión de tres o más de ellos permiten el diagnóstico del SM y según el autor son los más usados en la práctica clínica.

En cuanto a los criterios de la IDF, se considera la presencia de tres de cinco componentes para definir el síndrome metabólico (Obesidad central, hipertensión arterial, hiperglicemia, triglicéridos elevados y disminución de la lipoproteína de alta densidad), el autor Sapkota (2020) menciona que estos criterios sirven para la evaluación de riesgos del SM en la población asiática, dado que los valores de corte de circunferencia de cintura para determinar obesidad central se encuentran subestimadas en la población occidental. Es por ello, que para la aplicación de estos criterios se debe tener en consideración el país y sus habitantes, para así definir los valores de corte del perímetro abdominal.

En aquellos estudios cualitativos, los autores Rosende y Pellegrini (2013) emplearon los criterios diagnósticos recomendados por el “Consenso de Prevención Cardiovascular” de la sociedad Argentina de Cardiología, los cuales consideran los siguientes parámetros: medición del perímetro de cintura, triglicéridos, colesterol HDL, presión arterial y glicemia en ayunas; estos se encuentran basados en los criterios de la OMS y según el análisis realizado en el estudio, permitieron evaluar las variables de riesgo cardiovascular que influyen en la aparición del síndrome metabólico.

De acuerdo al estudio de Villalobos y Millán (2017), la existencia de diversos criterios diagnósticos del SM dificulta la comparación de estudios epidemiológicos y la realización de otras investigaciones, sin embargo, recalca que las diferentes organizaciones científicas llegaron al consenso de que no debería existir algún parámetro obligatorio, es por ello, que para el diagnóstico del síndrome metabólico se aplicarían los criterios de la IDF modificados, es decir, con distintos puntos de corte de perímetro de cintura según la etnia.

El autor Serrano (2010) se refiere a los criterios de la ATP III como una clasificación fácilmente aplicable a la clínica y universal, ya que no se encuentra limitada a pacientes diabéticos, permitiendo una mayor detección de casos, es por esto que se puede utilizar tanto en estudios epidemiológicos como clínicos. Así mismo, en el estudio de Benabdellah (2016) se menciona que a pesar de no haber una definición internacional acerca de los criterios del síndrome metabólico, los parámetros con mayor uso son los propuestos por la ATP III en el año 2001 y los que cuentan con la actualización de los criterios de la IDF del año 2005. Por lo tanto, se puede inferir que el uso de ambos criterios propuestos por las diferentes entidades se complementa y permiten una mejor identificación del SM en la población.

A pesar de los múltiples criterios existentes y considerando las referencias bibliográficas, se puede decir que la aplicación de los criterios dependerá de las características de la población de estudio, las cuales influyen directamente en los parámetros a utilizar. Cabe mencionar, que los cambios que han surgido a través de los años de cada uno de los criterios propuestos por las distintas organizaciones, se ha debido principalmente a las variaciones que se presentan en las diversas

localidades, es por ello, que muchos países tienden a unificar los criterios que más se adapten a las condiciones de sus habitantes, con el fin de ampliar la detección del SM y de esta manera ofrecer un tratamiento óptimo.

8.2. LDL oxidada como marcador del Síndrome metabólico

De los 13 artículos revisados, nueve pertenecían a estudios experimentales, en los cuales los autores destacan la función de la LDL oxidada como marcador para la detección del síndrome metabólico. En el análisis de Calcaterra (2017) se utilizó la LDL oxidada como indicador de estrés oxidativo en niños con obesidad, en este estudio se logró apreciar la asociación directa del marcador con la presencia de este factor de riesgo cardiovascular, el que se vinculó al síndrome metabólico, ya que se elevaron los niveles de LDL oxidada significativamente en aquellos niños que presentaban sobrepeso a comparación de aquellos que tenían valores normales de circunferencia abdominal. Además, el autor menciona que este indicador permitiría identificar el daño oxidativo presente en la población de estudio de forma temprana.

En el estudio de Hurtado-Roca (2017), el uso de LDLox fue para evaluar los componentes del SM (obesidad, hipertensión arterial, insulinoresistencia, sobrepeso, tabaquismo, hipertrigliceridemia), como resultado se obtuvo que los niveles aumentados del biomarcador se asociaban a la obesidad central y resistencia a la insulina. Sin embargo, hubo una fuerte asociación entre la LDLox y los triglicéridos.

De los artículos mencionados anteriormente, se logró apreciar que la LDL oxidada como biomarcador se asocia a la pesquisa de SM en personas que presentaban obesidad y/o sobrepeso, sin embargo, en el análisis de Ueba y Nomura (2009) la utilización de LDLox tiene un enfoque diferente, ya que fue realizada en individuos aparentemente sanos de nacionalidad japonesa. Se destacó que el uso de LDLox en esta población permitió predecir el riesgo 10 años pre aparición de la cardiopatía coronaria, esto debido a que se demostró que el colesterol LDL y sus componentes pueden oxidarse dependiendo de la edad, el sexo y el consumo de tabaco, siendo para los autores la edad el factor más importante para el nivel de estrés oxidativo, independiente de los demás factores de riesgo cardiovascular. Por

lo que el uso de este indicador no se limita a las personas que presentan exceso de peso.

Los autores Chae y Kim (2011), emplearon la LDLox como biomarcador en mujeres con síndrome metabólico, en el estudio se apreció que presentaron niveles elevados de LDLox en el plasma. Cabe señalar que en este estudio se vinculó el marcador LDLox con las citoquinas proinflamatorias (interleuquina-6) y factor de necrosis tumoral-alfa (TNF- alfa).

De acuerdo al uso del marcador LDLox en los diferentes estudios, es posible decir que es un indicador eficaz de daño oxidativo e inflamación, siendo factible para utilizar en los pacientes que tengan alguna alteración metabólica independiente de su edad, peso, sexo y/o nacionalidad. Es por esto que es considerado un biomarcador de gran impacto y significancia clínica.

8.3. LDL oxidada como marcador de alteraciones cardiovasculares y Síndrome metabólico en escolares y universitarios

De los nueve artículos utilizados, siete eran de tipo cuantitativo y tres de ellos concuerdan que el sobrepeso y la obesidad central son factores que influyen de manera significativa en los niveles de LDL oxidada.

En el análisis de Morales y Guillén (2017), se midieron las prevalencias de los factores de riesgo cardiovascular en estudiantes de primer y tercer año de la Universidad de la Frontera, Chile, a través del uso de marcadores antropométricos y bioquímicos pudieron determinar la importancia de la detección de los componentes del SM en esta población.

Los autores Wagner y Moura (2013) evaluaron el perfil lipídico en una población de estudiantes universitarios, y tuvieron como resultado un aumento en los niveles séricos del colesterol LDL en aquellos individuos sedentarios, fumadores, con sobrepeso y/u obesidad.

Salazar y Márquez (2015) evaluaron la relación entre el comportamiento alimentario y la hipercolesterolemia - LDL en población universitaria, a través de la recopilación de antecedentes socioeconómicos, y la medición de indicadores antropométricos y bioquímicos pudieron determinar que el exceso de comida y la

realización de dietas extremistas para perder peso afectan considerablemente los niveles de LDL, provocando un aumento de estos. En relación con lo anterior, se estima que una buena alimentación controlaría el desbalance del colesterol LDL.

De acuerdo a los artículos mencionados anteriormente, los autores analizaron cada factor de riesgo cardiovascular vinculado al SM en la población universitaria, a través de los exámenes de rutina que se utilizan de forma cotidiana (perfil lipídico). Sin embargo, ningún autor usó LDL oxidada como marcador.

Acosta y Carías (2018) evaluaron el perfil lipídico de estudiantes entre 12 y 15 años con sobrepeso y en conjunto con la presencia o ausencia de resistencia a la insulina. En el análisis obtuvieron que los niveles de LDLox se encontraron aumentados en aquellos jóvenes que tenían sobrepeso y resistencia a la insulina, en comparación a los que solo poseían exceso de peso. En base a los resultados, los autores señalaron que al estar elevados los niveles de LDLox, existe el riesgo de desarrollar aterosclerosis. Dicho lo anterior, al utilizar LDL oxidada como marcador de riesgo cardiovascular en individuos jóvenes ayudaría a la prevención de estas enfermedades y al inminente desarrollo de síndrome metabólico en un futuro.

Sanches y Silva (2008) relacionaron los niveles de autoanticuerpos contra LDL oxidada en el plasma de adolescentes con su perfil lipídico y medidas antropométricas, como resultados obtuvieron que en aquellos individuos que presentaban exceso de peso estaban presente los autoanticuerpos contra LDL oxidada, siendo un potencial marcador bioquímico de riesgo para el desarrollo de SM.

Los estudios que utilizaron LDL oxidada como marcador, demostraron una pesquisa temprana del Síndrome metabólico en comparación a aquellos que no la emplearon. Además, predijeron el riesgo de desarrollar patologías cardiovasculares en los jóvenes estudiantes, es por ello, que la instauración de este marcador complementaria el perfil lipídico de rutina.

Basándose en los hallazgos encontrados en la literatura, sería considerable fomentar el uso de LDLox como marcador en estudiantes de los distintos centros asistenciales de nuestro país, se podrían realizar charlas educativas acerca del SM

en las universidades, evaluaciones para identificar a los individuos de riesgo y determinaciones de LDLox gratuitas con la finalidad de abarcar más casos.

El marcador LDL oxidada es muy útil para el diagnóstico de alteraciones cardiovasculares, sin embargo, en Chile su uso no es común en los exámenes de tamizaje debido a que tiene un alto costo adquisitivo, por lo que su empleo generalmente es para investigaciones científicas. No obstante, se sugiere que para la realización de un próximo estudio se utilice este indicador en la población universitaria dado que estos individuos se encuentran más expuestos a los diferentes factores de riesgo cardiovascular.

9. Conclusión

1. En la última década los criterios diagnósticos han sufrido modificaciones en relación a los parámetros antropométricos y bioquímicos.
2. De acuerdo a la literatura revisada los autores discrepan acerca de evaluar la resistencia a la insulina en los individuos, dado que puede limitar la detección de casos de SM en ausencia de esta condición.
3. En la actualidad no existen criterios diagnósticos universales del síndrome metabólico, sino que cada definición de estos propuesta por las diferentes entidades tiene características comunes.
4. El uso de los distintos criterios diagnósticos de SM dependerá del país, raza y etnia.
5. Factores como el sedentarismo, consumo de alcohol y tabaquismo son considerados según varios autores como elementos que favorecen el riesgo cardiovascular.
6. La LDL oxidada como marcador del síndrome metabólico fue considerada importante para 12 autores y tuvo importancia relativa en cuatro estudios.
7. La aplicación de LDL oxidada como marcador del síndrome metabólico y riesgo cardiovascular fue efectiva en personas con obesidad y sobrepeso, ya que en ellas se favorece la presencia de un ambiente altamente oxidante.
8. La LDL oxidada puede ser utilizada en personas aparentemente sanas, para predecir alteraciones cardiovasculares en el futuro.
9. La utilización del marcador LDL oxidada permite evaluar riesgo cardiovascular en la población, sin importar el sexo, edad y nacionalidad.
10. La LDL oxidada fue usada como predictor temprano de alteraciones cardiovasculares en niños y adolescentes, con éxito en tres estudios.
11. La utilización de LDL oxidada podría ser usado como un parámetro complementario al perfil lipídico con relación a la determinación de riesgo cardiovascular.

10. Referencias bibliográficas

1. Acosta, E., & Carías, D. (2018). Peroxidación lipídica en adolescentes púberes. *Revista Salud Pública*, 623-628
2. Álvarez, Córdoba, L., & Rueda Safady, S. (2016). Asociación de los marcadores bioquímicos inflamatorios y la adiposidad visceral como determinantes de riesgo en el daño cardiovascular en escolares de la ciudad de Guayaquil. *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*, 26-36.
3. Aparecida, C., Radovanovic, T., Dalva, M., Carvalho, D. B., & Marcon, S. S. (2014). Hipertensión arterial y otros factores de riesgo asociados a las enfermedades cardiovasculares en adultos 1 Introducción. 22(4), 547–553. <https://doi.org/10.1590/0104-1169.3345.2450>
4. Austin, M. A., King, M. C., Vranizan, K. M., & Krauss, R. M. (1990). Atherogenic lipoprotein phenotype. A proposed genetic marker for coronary heart disease risk. *Circulation*, 82(2), 495–506. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.82.2.495>
5. Ballesteros, M., Guirardo, O., Hernández, N., Boffil, M., Alfonso, O., Rodríguez, A., Pérez, A. (2020). Perfil lipídico y actividad de la mieloperoxidasa en jóvenes normorreactivos e hiperreactivos cardiovasculares. Resultados preliminares. *Ciencias básicas biomédicas cibamauz*, 10-15.
6. Barja, S., Acevedo, M., Arnaiz, P., Berríos, X., Bambs, C., Guzmán, B., Carvajal, J., Cassis, B., & Navarrete, C. (2009). Marcadores de aterosclerosis temprana y síndrome metabólico en niños. *Revista Medica de Chile*, 137(4), 522–530. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872009000400010>
7. Barona, J., Jones, J. J., Kopec, R. E., Comperatore, M., Andersen, C., Schwartz, S. J., Lerman, R. H., & Fernandez, M. L. (2012). A Mediterranean-style low-glycemic-load diet increases plasma carotenoids and

decreases LDL oxidation in women with metabolic syndrome. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 23(6), 609–615.
<https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2011.02.016>

8. Barrea, L., Ospina, J., & Tejedor, M. (2017). Prevalencia de Síndrome Metabólico en estudiantes universitarios de Tunja, Boyacá, Colombia, 2014. *Investigación En Enfermería: Imagen y Desarrollo*, 19(1), 81.
<https://doi.org/10.11144/javeriana.ie19-1.psme>

9. Benabdellah , K. (2016). Adherencia a la dieta mediterránea y su papel en la prevención del síndrome metabólico. *Revista de la Universidad Complutense de Madrid* , 8-16.

10. Berneis, K. K., & Krauss, R. M. (2002). Metabolic origins and clinical significance of LDL heterogeneity. *Journal of Lipid Research*, 43(9), 1363–1379. <https://doi.org/10.1194/jlr.R200004-JLR200>

11. Bienestar Poder Judicial (2016). *Enfermedades asociadas a una mala alimentación*. Santiago, Chile.

12. Braunschweig, C. L., Gomez, S., Liang, H., Tomey, K., Doerfler, B., Wang, Y., Beebe, C., & Lipton, R. (2005). Obesity and risk factors for the metabolic syndrome among low- income , urban , African American schoolchildren : the rule rather than the exception ? 1 – 3. 970–975.

13. Brito-Nuñez, N. J., Alcázar, Caret, R. J. (2011). Obesidad y Riesgo cardiometabólico. Revisión. *Cimel*, 106-113.

14. Calcaterra, V., De Giuseppe, R., Biino, G., Mantelli, M., Marchini, S., Bendotti, G., Madè, A., Avanzini, M. A., Montalbano, C., Cossellu, G., Larizza, D., & Cena, H. (2017). Relation between circulating oxidized-LDL and metabolic syndrome in children with obesity: The role of hypertriglyceridemic waist phenotype. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 30(12), 1257–1263. <https://doi.org/10.1515/jpem-2017-0239>

15. Carranza-Madrigal, J. (2017). Triglicéridos y riesgo cardiovascular. *Medicina interna de México*, 33(4), 511-514.
16. Carrasco N., F., Galgani, J. E., & Reyes, M. (2013). Síndrome de resistencia a la insulina. Estudio y Manejo. *Revista médica Clínica Condes*, 827-837.
17. Carvajal Carvajal, C. (2015). LDL oxidada y la aterosclerosis. *Medicina Legal de Costa Rica*, 32(1), 161–169.
18. Carvajal Carvajal, C. (2017). Síndrome metabólico: definiciones, epidemiología, etiología, componentes y tratamiento. *Medicina Legal de Costa Rica*, 34(1), 175–193.
19. Castillo Hernández, J. L., Cuevas González, M. J., Galiana, M. A., & Romero Hernández, E. Y. (2017). Metabolic Syndrome, a Public Health Problem With Different Definitions and Criteria. *Artículo Original*, 7(2), julio-diciembre.
20. Chávez Domínguez, R., Ramírez Hernández, J., & Casanova Gárces, J. (2003). La cardiopatía coronaria en México y su importancia clínica, epidemiológica y preventiva. *Archivos de cardiología de México*, 105-114.
21. César, J., & Fernández-travieso, J. C. (2016). Síndrome Metabólico y Riesgo Cardiovascular.
22. Chae, J. S., Kim, O. Y., Paik, J. K., Kang, R., Seo, W. J., Jeong, T. S., Sweeney, G., Lee, S. H., & Lee, J. H. (2011). Association of Lp-PLA 2 activity and LDL size with interleukin-6, an inflammatory cytokine and oxidized LDL, a marker of oxidative stress, in women with metabolic syndrome. *Atherosclerosis*, 218(2), 499–506.
<https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2011.06.036>

23. Contreras Leal, É., & Santiago García, J. (2011). Obesidad, síndrome metabólico y su impacto en las enfermedades cardiovasculares. *Revista Biomédica*, 22(3), 103–115. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v22i3.98>
24. Cristi-montero, C., Salas, C., & Celis-morales, C. (2017). Sedentary lifestyle is associated with metabolic and cardiovascular risk factors independent of physical activity. 458–467.
25. Cuervo, R. (n.d.). Alcohol y tabaco en la patología cardiovascular. 577–582.
26. De Freitas, A. C. P., Torres, L. C., Duarte, M. do C. M. B., da Matta, M. C., Casarini, D. E., & Schor, N. (2019). Is oxidized low-density lipoprotein the connection between atherosclerosis, cardiovascular risk and nephrolithiasis? *Urolithiasis*, 47(4), 347–356. <https://doi.org/10.1007/s00240-018-1082-6>
27. De Wikinski, R. W., Schreier, L. E., Berg, G. A., Brites, F. D., López, G. I., González, A. I., Zago, V., & Muzzio, M. L. (2010). Lipoproteínas de baja Densidad y Remanentes: Diferentes mecanismos de oxidación y aterogénesis. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 44(4), 643–646.
28. Díaz, A., Calleja, J. Ana Belén, & Borbolla S. (2012). Prevalencia de los factores de riesgo cardiovascular en trabajadores de una planta metalúrgica. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 58(228), 269-281. <https://dx.doi.org/10.4321/S0465-546X2012000300011>
29. Elejalde Guerra, J. I. (2001). Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes. *Anales de Medicina Interna*, 18(6), 326–335. <https://doi.org/10.4321/s0212-71992001000600010>

30. Espinoza, M., Figueira, D., Cid, S., Barrios, E., Ruiz, N., Leal, U., & Coccione, S. (2012). Caracterización fenotípica de lipoproteínas de baja densidad y su relación con el síndrome metabólico. *Salus*, 16(2), 63–74.
31. Espinoza-Navarro, O, Brito-Hernández, L, & Lagos-Olivos, C. (2020). Composición Corporal y Factores de Riesgo Metabólico en Profesores de Enseñanza Básica de Colegios de Chile. *International Journal of Morphology*, 38(1), 120-125. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022020000100120>
32. FABA (2016). La concentración de partículas de LDL sería un marcador precoz de síndrome metabólico. 1-3.
33. Fernández-Ruiz, V. E., Paniagua-Urbano, J. A., Solé-Agustí, M., Ruiz-Sánchez, A., & Gómez-Marín, J. (2014). Prevalencia de síndrome metabólico y riesgo cardiovascular en un área urbana de Murcia. *Nutrición Hospitalaria*, 30(5), 1077–1083. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.30.5.7681>
34. Freitas, M. C. P. de, Fernández, D. G. E., Cohen, D., Figueiredo-Neto, A. M., Maranhão, R. C., & Damasceno, N. R. T. (2018). Oxidized and electronegative low-density lipoprotein as potential biomarkers of cardiovascular risk in obese adolescents. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 73(6), e189. <https://doi.org/10.6061/clinics/2018/e189>
35. Galván Meléndez, M., Lares Bayona, E., Quintanar Escorza, M., Carrera Gracia, M., & Torres Castorena, A. (2014). Concentraciones de leptina y su correlación con los componentes del síndrome metabólico y con el índice de masa corporal. *Revista Biomédica*, 25(1), 23–30. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v25i1.56>
36. García-Gulfo, M. H., & García-Zea, J. A. (2012). Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en jóvenes de una institución universitaria. *Revista de Salud Pública*, 14(5), 822–830.

37. García, J. B., Rentero, P. Z., & Cánovas, J. M. (2014). Endocrinología y Nutrición Marcadores bioquímicos, nutricionales y actividad. 61(6), 302–308.
38. Garoufi, A., Marmarinos, A., Vraila, V. M., Dimou, S., Pagoni, A., Vorre, S., Paraskakis, I., & Gourgiotis, D. (2018). Influence of hypercholesterolemia on serum antibodies against oxidized LDL in children and adolescents. *Pediatrics International*, 60(3), 287–293. <https://doi.org/10.1111/ped.13501>
39. Gasca, M. A. Á., del Rocío Hernández Pozo, M., Martínez, M. J., & Díaz, Á. D. (2014). Estilo de vida y presencia de síndrome metabólico en estudiantes universitarios. Diferencias por sexo. [Lifestyle and metabolic syndrome in college students: Differences by gender.]. *Revista de Psicología*, 32(1), 122–138.
40. Giménez, L. D. A., Degiorgio, L. S., Zechín, M. D., Balbi, M. I., Villani, M., Manni, D., Paoletti, D. L., Cova, V. N., & Martinelli, M. I. (2019). Cardiovascular risk factors in university students. *Revista Argentina de Cardiología*, 87(3), 199–204. <https://doi.org/10.7775/rac.v87.i3.14397>
41. Gómez, M., Valle, V., Arós, F., Sanz, G., Sala, J., Fiol, M., & Bruguera, J. (2009). ARTÍCULO ORIGINAL LDL oxidada , lipoproteína (a) y otros factores de riesgo emergentes en el infarto agudo de miocardio (estudio FORTIAM). 373–382.
42. Grosso, C., & Wassermann, A. (2010). Síndrome Metabólico y Estado Protrombótico. Una visión desde la Medicina General. *Fepreva*, 115–128.
43. Guerra, M. (2014). Relevancia de las pequeñas y densas (LDLpd). *Laboratorio Actual*, 45, 4–19.
44. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). Definición del alcance de la investigación a realizar:

exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa. In Metodología de la investigación. <http://www.casadellibro.com/libro-metodologia-de-la-investigacion-5-ed-incluye-cd-rom/9786071502919/1960006>

45. Holvoet, P., De Keyzer, D., & Jacobs, D. R. (2008). Oxidized LDL and the metabolic syndrome. *Future Lipidology*, 3(6), 637–649. <https://doi.org/10.2217/17460875.3.6.637>

46. Huang, T., Kempf, A., Strother, M., Li, C., Lee, R., Harris, K., & Kaur, H. (2004). Overweight and components of the metabolic syndrome in college students. *Diabetes Care*,(12):3000-1.

47. Hurtado-Roca, Y., Bueno, H., Fernández-Ortiz, A., Ordovas, J. M., Ibañez, B., Fuster, V., Rodríguez-Artalejo, F., & Laclaustra, M. (2017). Oxidized LDL is associated with metabolic syndrome traits independently of central obesity and insulin resistance. *Diabetes*, 66(2), 474–482. <https://doi.org/10.2337/db16-0933>

48. Jialal, I., Devaraj, S., Adams-Huet, B., Chen, X., & Kaur, H. (2012). Increased cellular and circulating biomarkers of oxidative stress in nascent metabolic syndrome. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 97(10), 1844–1850. <https://doi.org/10.1210/jc.2012-2498>

49. Kaouthar, B. (2016). Adherencia a la dieta mediterránea y su papel en la prevención del síndrome metabólico. 41(2), 2016. <https://doi.org/10.1093/ije/dyq250.2>.

50. Kaur, J. (2014). A comprehensive review on metabolic syndrome. *Cardiology Research and Practice*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/943162>

51. Koskinen, J., Magnussen, C. G., Würtz, P., Soininen, P., Kangas, A. J., Viikari, J. S. A., Kähönen, M., Loo, B. M., Jula, A., Ahotupa, M., Lehtimäki, T., Ala-Korpela, M., Juonala, M., & Raitakari, O. T. (2012). Apolipoprotein B, oxidized low-density lipoprotein, and LDL particle size in predicting the incidence of metabolic syndrome: The Cardiovascular Risk in Young Finns study. *European Journal of Preventive Cardiology*, 19(6), 1296–1303. <https://doi.org/10.1177/1741826711425343>

52. Kosola, J., Vaara, J. P., Ahotupa, M., Kyröläinen, H., Santtila, M., Oksala, N., Atalay, M., & Vasankari, T. (2013). Elevated concentration of oxidized LDL together with poor cardiorespiratory and abdominal muscle fitness predicts metabolic syndrome in young men. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 62(7), 992–999. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2013.01.013>
53. Lanas, F., & Serón, P. (2012). Rol del tabaquismo en el riesgo cardiovascular global. *Revista médica clínica Las Condes*, 699-705.
54. Lizarzaburu Robles, J. C. (2014). Síndrome metabólico: concepto y aplicación práctica. *Anales de La Facultad de Medicina*, 74(4), 315. <https://doi.org/10.15381/anales.v74i4.2705>
55. Lizarzaburu Robles, J. C. (2013). Síndrome metabólico : concepto y aplicación práctica *Metabolic syndrome : concept and practical application*. Artículo De Revisión, 315–320. <https://doi.org/10.1038/nprot.2006.2>
56. Maiolino, G., Rossitto, G., Caielli, P., Bisogni, V., Rossi, G. P., & Calò, L. A. (2013). The role of oxidized low-density lipoproteins in atherosclerosis: The myths and the facts. *Mediators of Inflammation*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/714653>
57. Maiz G, A. (2005). El síndrome metabólico y riesgo cardiovascular. *Boletín de la escuela de medicina Pontificia Universidad Católica de Chile*, 25-30.
58. Manzur, María del Rosario, Rodríguez, Susana, Yañez, Rosse Mary, Ortuño, Mabel, García, Selma, Fernández, Neysa, Zeballos, Marco, Armaza, A, Baldomar, J, & Baldomar, C. (2016). Síndrome metabólico, factores de riesgo en niños y adolescentes con sobrepeso. *Gaceta Médica Boliviana*, 39(2), 94-98.
59. Martínez, M., Leiva, A, Sotomayor, C., Victoriano, T., von Chrismar, A., & Pineda, S. (2012). Factores de riesgo cardiovascular en estudiantes de la Universidad Austral de Chile. *Revista Médica de Chile*, 140(4), 426–435. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872012000400002>
60. Escobar, M. (2012). Prevención del riesgo cardiovascular: políticas chilenas. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(6), 651–655. [https://doi.org/10.1016/s0716-8640\(12\)70364-4](https://doi.org/10.1016/s0716-8640(12)70364-4)
61. Martínez R, G., Alonso K, R., & Novik A, V. (2009). Síndrome metabólico. Bases clínicas y fisiopatológicas para un enfoque terapéutico racional. *Revista Médica de Chile*, 137(5), 685–694. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872009000500014>

62. Masquio, D. C. L., Ganen, A. de P., Campos, R. M. da S., Sanches, P. de L., Corgosinho, F. C., Caranti, D., Tock, L., de Mello, M. T., Tufik, S., & Dâmaso, A. R. (2015). Los valores de corte de circunferencia de cintura para predecir el síndrome metabólico en adolescentes obesos. *Nutricion Hospitalaria*, 31(4), 1540–1550. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.4.8442>
63. Moore, K. J., & Freeman, M. W. (2006). Scavenger receptors in atherosclerosis: Beyond lipid uptake. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 26(8), 1702–1711. <https://doi.org/10.1161/01.ATV.0000229218.97976.43>
64. Morales, G., Guillen-Grima, F., Muñoz, S., Belmar, C., Schifferli, I., Muñoz, A., & Soto, A. (2017). Factores de riesgo cardiovascular en universitarios de primer y tercer año. *Revista Médica de Chile*, 145(3), 299–308. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872017000300003>
65. Morales I., G., del Valle R., C., Soto V., Á., & Daniza, I. M. (2013). Factores de riesgo cardiovascular en estudiantes universitarios. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(4), 391–396. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182013000400010>
66. Nieto, C. I. R., Pérez, J. D. M., Freire, L. M., Morales, K. R. de P., & Vicente, E. R. C. (2015). Prevalencia de síndrome metabólico y factores de riesgo asociados en jóvenes universitarios ecuatorianos. *Nutrición Hospitalaria*, 31(4), 1574–1581. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.4.8371>
67. Nordin Fredrikson, G., Hedblad, B., Berglund, G., & Nilsson, J. (2003). Plasma oxidized LDL: ¿A predictor for acute myocardial infarction? *Journal of Internal Medicine*, 253(4), 425–429. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2796.2003.01128.x>
68. Núñez-Cortés, J. M., Mantilla Morató, T., Toro, R., Millán Pérez, J., Mangas Rojas, A., Ascaso, J., Civeira, F., Mostaza, J. M., Pintó, X., & Valdivielso, P. (2015). Metabolic syndrome in patients with clinical phenotype “hypertriglyceridemic waist.” *Nutrition Hospitalaria*, 32(3), 1145–1152. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.3.9138>
69. Otvos, J. D., Jeyarajah, E. J., & Cromwell, W. C. (2002). Measurement issues related to lipoprotein heterogeneity. *American Journal of Cardiology*, 90(8 SUPPL.), 22–29. [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(02\)02632-2](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(02)02632-2)
70. Pajuelo R., J., Albañil H., H., Sánchez G., J., Gamarra G., D., Torres A., L., Pando A., R., & Aguero Z., R. (2013). Riesgo cardiovascular en población infantil con sobrepeso y obesidad. *Anales de La Facultad de Medicina*, 74(3), 181. <https://doi.org/10.15381/anales.v74i3.2632>

71. Pérez, M., Arce, O, Otero, M, & Achón, Z. (2005). El estrés como factor de riesgo de la hipertensión arterial esencial. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 43(1) Recuperado de, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032005000100007&lng=es&tlng=es
72. Pollak, F., Araya, V., Lanás, A., Sapunar, J., Arrese, M., Aylwin, C. G., Bezanilla, C. G., Carrasco, E., Carrasco, F., Codner, E., & Díaz, E. (2015). II Consenso de la Sociedad Chilena de Endocrinología y Diabetes sobre resistencia a la insulina. 637–650.
73. Ponce Covarrubias, J. L. (2020). El sobrepeso y obesidad, enemigos silenciosos en la salud de los estudiantes de primaria. *Enfermería Actual En Costa Rica*, 18(38). <https://doi.org/10.15517/revenf.v0i38.37172>
74. Pourvaghar, M. J., Bahram, M. E., Sayyah, M., Khoshemehry, S., Wang, Y., Meng, R.-W., Kunutsor, S. K., Chowdhury, R., Yuan, J.-M., Koh, W.-P., Pan, A., Wilson, R. A., Deasy, W., Stathis, C. G., Hayes, A., Cooke, M.
75. Olczyk, P., Koprowski, R., Komosinska-Vassev, K., ... Sahoo, J. P. (2016). Adiponectin, insulin sensitivity and diabetic retinopathy in latinós with type 2 diabetes. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 11(1), 3348–3355. <https://doi.org/10.4103/ijem.IJEM>
76. Romero Ausfeld, M. J., & Aguilar Rabito, A. (2015). Relación entre el estado nutricional y el síndrome metabólico en adultos TT - Relation between nutritional status and metabolic syndrome in adults. *Mem. Inst. Invest. Cienc. Salud* (Impr.), 13(2), 67–77. <http://scielo.iics.una.py/pdf/iics/v13n2/v13n2a20.pdf>
77. Rodríguez de Cruz, N. M. (2015). Estrés psicosocial, reactividad al estrés y marcadores bioquímicos ldl oxidada y anti-hsp60: su relación en el acv isquémico. *Universidad Autónoma de Madrid*, 70-90.
78. Rodríguez, N., Cárdenas, M, & Odalys, D. (2020). Peso corporal, Perfil lipídico y actividad de la enzima mieloperoxidasa.
79. Romero, C. E. (2006). El síndrome metabólico. 108–121.
80. Rosende, A., Pellegrini, C., & Iglesias, R. (2013). Artículo especial obesidad y síndrome metabólico en niños y adolescentes. 470–481.

81. Ruíz-Fernández, N., Espinoza-Zavala, M., González, J. C., Leal-Herrera, U., & Reigosa-Yaniz, A. (2011). LDL oxidada circulante y anticuerpos contra LDL oxidada según niveles de ácido úrico en mujeres con exceso de peso. *Archivos de Cardiología de México*, 81(3), 188–196.
82. Ruiz, E. N. S., Sandoval, Y. F. M., Lamotte, B. V., Martínez, M. B. A., Bernabé, A. B. S., Goytia, L. S., Valle, J. F. M., & Rojas, I. P. (2015). Asociación entre comportamiento alimentario e hipercolesterolemia-LDL en jóvenes universitarios. *Nutrición Hospitalaria*, 31(6), 2696–2702. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.6.8806>
83. Sabidur, T., Alberto, M., Torres, P., Acad, G. U., Programa, M., Uagro, V., Medicina, I. I. I., Miguel, G., Palma, C., Investigador, D.-, & Guillermo, U. (2016). Prevalencia de obesidad y factores de riesgo cardiovascular en estudiantes de Medicina de la Universidad Autónoma de Guerrero.
84. Salas-salvadó, J., Rubio, M. A., & Moreno, B. (2007). Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. 128(5), 184–196.
85. Salazar Vázquez, Beatriz, & Rodríguez Morán, Martha, & Guerrero Romero, Fernando (2005). Factores bioquímicos asociados a riesgo cardiovascular en niños y adolescentes. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 43(4), 299-303. [fecha de Consulta 28 de octubre de 2020]. ISSN: 0443-5117. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4577/457745543005>
86. Sanches, L. B., Silva, I. T., Paz, A. F. S., Fisberg, M., Cintra, I. P., Villar, B. S., & Damasceno, N. R. T. (2008). Anti-oxLDL autoantibodies and their correlation with lipid profile and nutritional status in adolescents. 84(3), 258–263. <https://doi.org/10.2223/JPED.1805>
87. Sánchez-Quesada, J. L., & Pérez, A. (2013). Lipoproteínas modificadas como marcadores de riesgo cardiovascular en la diabetes mellitus. *Endocrinología y Nutrición*, 60(9), 518–528. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2012.12.007>
88. Sanzana, R., Salas, C., Navarrete, C., Jara, T., Ulloa, N., Calvo, C., Miquel, J. F., & Celis-morales, C. (2014). Prevalencia de síndrome metabólico en individuos de etnia Mapuche residentes en zonas rurales y urbanas de Chile. 953–960.
89. Sapkota, M., Timilsina, A., Shakya, M., Thapa, T. B., Shrestha, S., Pokhrel, S., Devkota, N., & Pardhe, B. D. (2020). Metabolic syndrome and diabetes risk among young adult students in the health sciences from kathmandu, nepal.

Drug, Healthcare and Patient Safety, 12, 125–133.
<https://doi.org/10.2147/DHPS.S258331>

90. Serrano, A. G. (2010). El síndrome metabólico.
91. Sipahioglu, N. T., Ilerigelen, B., Gungor, Z. B., Ayaz, G., Ekmekci, H., Gurel, C. B., Can, G., Sonmez, H., Ulutin, T., & Sipahioglu, F. (2017). Relation of biochemical parameters with flow-mediated dilatation in patients with metabolic syndrome. *Chinese Medical Journal*, 130(13), 1564–1569.
<https://doi.org/10.4103/0366-6999.208231>
92. Topè, A. M., & Rogers, P. F. (2013). Metabolic syndrome among students attending a historically black college : prevalence and gender differences. 1–8.
93. Torrades, S. (2007). Estrés y burn out. 26, 104–107.
94. Uang, T. E. T. H. (2004). Overweight and Components of the. 27(12), 3000–3001.
95. Ueba, T., Nomura, S., Nishikawa, T., Kajiwara, M., & Yamashita, K. (2009). Circulating oxidized LDL, measured with FOH1a/DLH3 antibody, is associated with metabolic syndrome and the coronary heart disease risk score in healthy Japanese. *Atherosclerosis*, 203(1), 243–248.
<https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2008.05.048>
96. Van den Veyver, I. B. (2002). Genetic Effects of Methylation D lets. *Annual Review of Nutrition*, 22(1), 255–282.
<https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.22.010402.102932>
97. Vázquez, C. M. P., Costa, J. O., Bomfim, L. G. S., Pires, L. V., Da Silva, D. G., Fukutani, K. F., De Jesus, A. R., De Jesus Silva, N., De Jesus Santana, G., De Moura, T. R., & Barbosa, K. (2019). Oxidized Low-Density Lipoprotein (Ox-LDL) and Triggering Receptor-Expressed Myeloid Cell (TREM-1) levels are associated with cardiometabolic risk in nonobese, clinically healthy, and young adults. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019.
<https://doi.org/10.1155/2019/7306867>
98. Villalobos Sánchez, A., Millán García, G., & Narankievickz, D. (2017). Síndrome metabólico. *Medicine (Spain)*, 12(42), 2485–2493.
<https://doi.org/10.1016/j.med.2017.10.002>
99. Wagner, R., Freire De Freitas, J., Flávio, M., De Araújo, M., Câmara, A., Lima, S., Christina, D., Pereira, R., Parente, A. M., Alencar, G., Maria, M., Damasceno, C., & Jubilado, A. (2013). Artículo Original Análisis del perfil

lipídico en una población de estudiantes universitarios. 21(5).
www.eerp.usp.br/rlae

100. Yamagishi, S. ichi, Matsuoka, H., Kitano, S., Hibi, N., Jinnouchi, Y., Umei, H., Iida, S., Takenaka, K., Matsui, T., Nakamura, K., & Imaizumi, T. (2007). Elevated circulating oxidized LDL levels in Japanese subjects with the metabolic syndrome. *International Journal of Cardiology*, 118(2), 270–272.
<https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2006.06.058>
101. Zani, I., Stephen, S., Mughal, N., Russell, D., Homer-Vanniasinkam, S., Wheatcroft, S., & Ponnambalam, S. (2015). Scavenger Receptor Structure and Function in Health and Disease. *Cells*, 4(2), 178–201.
<https://doi.org/10.3390/cells4020178>
102. Cardiovascular diseases (CVDs). (2017). [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
103. Guía de Práctica Clínica - Hipertensión Arterial Primaria o Esencial en personas de 15 años y más. (2018). <https://diprece.minsal.cl/garantias-explicitas-en-salud-a-uge-o-ges/guias-de-practica-clinica/hipertension-arterial-primaria-o-esencial-en-personas-de-15-anos-y-mas/descripcion-y-epidemiologia/>
104. Hipertensión. (2019). <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>
105. Hipertensión - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. (2020). <https://www.paho.org/es/temas/hipertension>
106. Las cifras de la enfermedad cardiovascular - Fundación Española del Corazón. (2018). <https://fundaciondelcorazon.com/blog-impulso-vital/3264-las-cifras-de-la-enfermedad-cardiovascular.html#:~:text=->
107. MINSAL. (2010). *Guía clínica: Hipertensión Arterial Primaria o Esencial en personas de 15 años y más*. Santiago, Chile
<https://www.minsal.cl/portal/url/item/7220fdc4341c44a9e04001011f0113b9.pdf>
108. MINSAL. (2017). *Política nacional de alimentación y nutrición*. Santiago, Chile.
http://www.bibliotecaminsal.cl/wp/wpcontent/uploads/2018/01/BVS_POL%C3%8DTICA-DE-ALIMENTACI%C3%93N-Y-NUTRICI%C3%93N.pdf
109. OMS. (2013). *Información general sobre la hipertensión en el mundo*. Ginebra, Suiza.

110. OMS. (2016). *Informe mundial sobre la diabetes*. Ginebra, Suiza.
111. OMS. (2004). *Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud*. Ginebra, Suiza.
112. *Obesidad y sobrepeso*. (2020). <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
113. OMS. (2018). *Alcohol*. WHO. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/alcohol>
114. OMS. (2020) *Malnutrición*. WHO. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>
115. OMS. (2013). *Inactividad física: un problema de salud pública mundial*. WHO. https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_inactivity/es/
116. OMS. (2002). *Informe sobre la salud en el mundo*. WHO. https://www.who.int/whr/2002/en/whr02_es.pdf?ua=1
117. OPS/OMS Chile - Dieta y nutrición. (2018). https://www.paho.org/chi/index.php?option=com_content&view=article&id=185:dieta-nutricion&Itemid=1005
118. OPS/OMS (n.d.).Chile - Enfermedades Cardiovasculares, n Retrieved June 7, 2020, from https://www.paho.org/chi/index.php?option=com_content&view=article&id=172:enfermedades-cardiovasculares&Itemid=1005
119. OPS (2008). *Alcohol y atención primaria de la salud*. Washington, DC. https://www.who.int/substance_abuse/publications/alcohol_atencion_primaria.pdf
120. *Prevención del consumo de tabaco - Ministerio de Salud - Gobierno de Chile*. (2015). <https://www.minsal.cl/prevencion-del-consumo-de-tabaco/>
121. Significado de Investigación cualitativa (Qué es, Concepto y Definición) - Significados (2019, December 10). <https://www.significados.com/investigacion-cualitativa/>
122. Universidad de Jaen. (n.d.). Diseño Documental. Retrieved June 3, 2020, from http://www.ujaen.es/investigat/tics_tfg/dise_documental.html

123. Wasserman, A. y Grosso C. Síndrome metabólico Definición y Epidemiología, (2013), from http://www.fepreva.org/cursos/cursos_conjunto_abcba/sindrome_metabolico_definicion_y_epidemiologia.pdf
124. WHO | Global Action Plan for the Prevention and Control of NCDs 2013-2020. (2015). WHO. https://www.who.int/nmh/events/ncd_action_plan/en/