# TEMA 13: METABOLISMO DEL COLESTEROL

## 🟡 FUNCIONES DEL COLESTEROL

El colesterol es una molécula **imprescindible para todas las células del organismo**, y aunque a menudo se le asocia con algo negativo por su relación con enfermedades cardiovasculares, cumple **funciones biológicas esenciales**. Estas son esas funciones:

**1. Componente de las membranas celulares**
• El colesterol forma parte **estructural de la membrana** que rodea todas las células.
• Su función aquí es **regular la fluidez y estabilidad** de esa membrana.
• Sin colesterol, las membranas serían excesivamente rígidas o demasiado fluidas, dependiendo de la temperatura.

**2. Precursor de las hormonas sexuales**
• A partir del colesterol se fabrican hormonas como:
  • **Testosterona** (masculina)
  • **Estrógenos** (femeninas)
  • **Progesterona**
• Estas hormonas se producen en los testículos y ovarios, y regulan funciones reproductivas y sexuales.

**3. Precursor de las hormonas suprarrenales**
• En las **glándulas suprarrenales** (encima de los riñones) se producen hormonas como:
• **Cortisol** (que regula el estrés y la inflamación)
• **Aldosterona** (controla la presión arterial y el equilibrio de sal y agua)
• Todas ellas derivan del colesterol.

**4. Precursor de la vitamina D**
• El colesterol se convierte, mediante una reacción que requiere **luz solar (UV)**, en **vitamina D** en la piel. Esta vitamina D es esencial para la absorción del calcio y el buen estado de huesos y dientes.

**5. Precursor de las sales biliares**
• Las sales biliares se producen en el hígado a partir del colesterol.
• Estas sales se almacenan en la vesícula biliar y son **cruciales para la digestión de las grasas** en el intestino.

En resumen, el colesterol no es simplemente una sustancia que debemos evitar: es fundamental para la vida y el correcto funcionamiento del organismo.

## 🟡 ORIGEN DEL COLESTEROL

### 🧱 Colesterol total (1,4 g/kg)

Esta es la **cantidad total de colesterol que contiene el cuerpo humano por cada kilo de peso corporal**. Es una cifra estimada promedio. Por ejemplo, en una persona de 70 kg, habría unos **98 gramos de colesterol total** distribuidos por todo el cuerpo.

El colesterol presente en nuestro cuerpo proviene de **dos fuentes principales**:

**1. Colesterol exógeno (dieta)**

• Es el colesterol que ingerimos a través de los alimentos.
• Principalmente se encuentra en productos de origen animal: **yema de huevo, carnes, embutidos, mariscos, lácteos enteros**. Pedro no todo el colesterol ingerido se absorbe: parte se pierde en las heces.
• Representa alrededor de un **30% del colesterol total** del cuerpo.

**2. Colesterol endógeno (síntesis propia)**
• El cuerpo **fabrica colesterol por sí mismo**, sobre todo en el **hígado**, pero también en el intestino, glándulas suprarrenales y otros tejidos.
• Representa el **70% restante**. Esta vía es **la principal fuente** de colesterol en el organismo.
• Esta síntesis es **muy regulada** por el cuerpo, porque no puede eliminarse el exceso de colesterol con facilidad.

🔵 **SALIDAS de colesterol**
**1. Excreción en forma inalterada**
• El colesterol puede salir del cuerpo **sin haberse transformado**, por:
  • **Descamación de la piel** (al caerse las células muertas)
  • **Descamación del intestino** (las células que se renuevan en el tracto digestivo)
  • **Colesterol de la dieta no absorbido**

**2. Eliminación tras formar productos derivados**
• Parte del colesterol se usa como **materia prima** para fabricar otras sustancias, que luego se eliminan:
  • **Hormonas esteroides**
  • **Sales biliares** (estas pasan al intestino y una parte se reabsorbe, otra se elimina por las heces)

🔻 **Pérdida diaria estimada: 1 g (en adultos)**
• Es la **cantidad de colesterol que el cuerpo pierde cada día**, por todas las vías anteriores.
• Como esta pérdida es limitada, el cuerpo necesita controlar con precisión la **síntesis y absorción** del colesterol.

⚪ **Uso en el crecimiento**
• Cuando el cuerpo crece o forma nuevas células, se necesita colesterol para:
  • **Construir membranas celulares**
  • Sustentar la división celular y la regeneración de tejidos.

🔁 **Conclusión general:**
El colesterol está en **constante equilibrio dinámico**:
  • **Entra** por dieta y síntesis propia.
  • **Sale** por excreción directa, conversión en otros productos y uso celular.
  • El cuerpo humano **regula estrechamente** este equilibrio, ya que **no tiene mecanismos muy eficaces para eliminar grandes cantidades de colesterol**.

🟡 **¿Qué forma tiene el colesterol en los alimentos?**

La mayor parte del colesterol que ingerimos **no está libre**, sino que viene en forma de **ésteres de colesterol**.

🔹 **¿Qué es un éster de colesterol?**
• Es una **molécula de colesterol unida a un ácido graso** mediante un enlace éster.

• Esta forma es **más hidrofóbica** (menos soluble) que el colesterol libre, y **no se puede absorber directamente**.

### 🟡 Cantidad que recibe el intestino

• **Cada día**, el tracto gastrointestinal recibe entre **0,3 y 0,7 gramos de ésteres de colesterol**.
• Esta cantidad proviene de:
• Los alimentos (productos animales)
• La bilis (que también contiene colesterol)

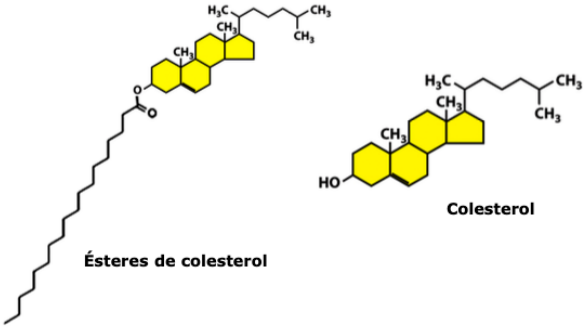
### 🟡 Digestión de los ésteres de colesterol

#### 🔷 ¿Dónde ocurre?

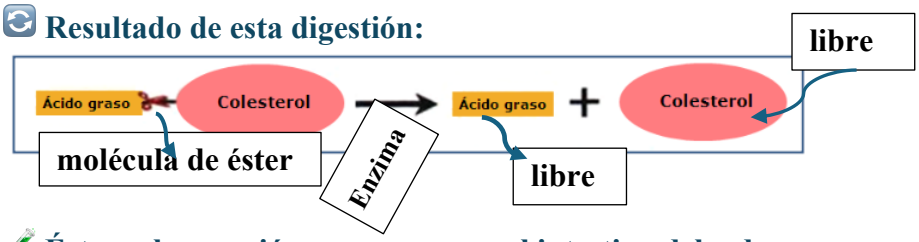
• En el **intestino delgado**, especialmente en el **duodeno**.

#### 🔷 ¿Con qué enzima?

• Con la **colesterol estearasa**.
• Esta enzima rompe el enlace éster, separando el colesterol del ácido graso.




#### 🔄 Resultado de esta digestión:




#### 🧪 Ésta en la reacción que ocurre en el intestino delgado:

• La **molécula de éster de colesterol** (a la izquierda) está formada por **Colesterol** (en rosa) y un **ácido graso** (en naranja).
• Mediante una **reacción de hidrólisis**, ese enlace se rompe gracias a una **enzima** llamada **colesterol estearasa**).
• Como resultado de este proceso, se obtienen:
• **Colesterol libre** (que es el que puede ser absorbido por la célula intestinal)
• **Ácido graso libre**

### 🟡 ¿Por qué es importante esta reacción?

• Los **ésteres de colesterol no pueden absorberse directamente** en el intestino.
• Solo cuando están **en forma libre**, ese colesterol y el ácido graso pueden ser absorbidos y **transportados hacia el interior del enterocito** (la célula intestinal).
• Una vez dentro del **enterocito**, el colesterol puede seguir diferentes caminos:
• Ser **reesterificado** y empaquetado en **quilomicrones**
• Ser usado por la célula
• O pasar a la circulación

### 🧠 En resumen:

• El colesterol de la dieta viene "enmascarado" como **ésteres**.
• Debe ser **hidrolizado (roto)** por la colesterol **estearasa**.
• Solo entonces puede **absorberse en el intestino**.

## ⇒ TRANSPORTE DEL COLESTEROL

Ya hemos visto que al ser el colesterol una molécula **hidrofóbica** (no se disuelve en agua), no puede circular sola por la sangre. Por eso se transporta **unido a lipoproteínas**, que son como "vehículos" especializados. Hay varios tipos de estos "vehículos":

### 🔹 Quilomicrones

• Se forman en el intestino tras una comida rica en grasas.
• Transportan colesterol **exógeno** y triglicéridos desde el intestino al hígado y otros tejidos.

### 🔹 VLDL (Very Low Density Lipoproteins)

• Se forman en el hígado.
• Llevan triglicéridos y colesterol endógeno a los tejidos periféricos.

### 🔹 LDL (Low Density Lipoproteins) → "colesterol malo"

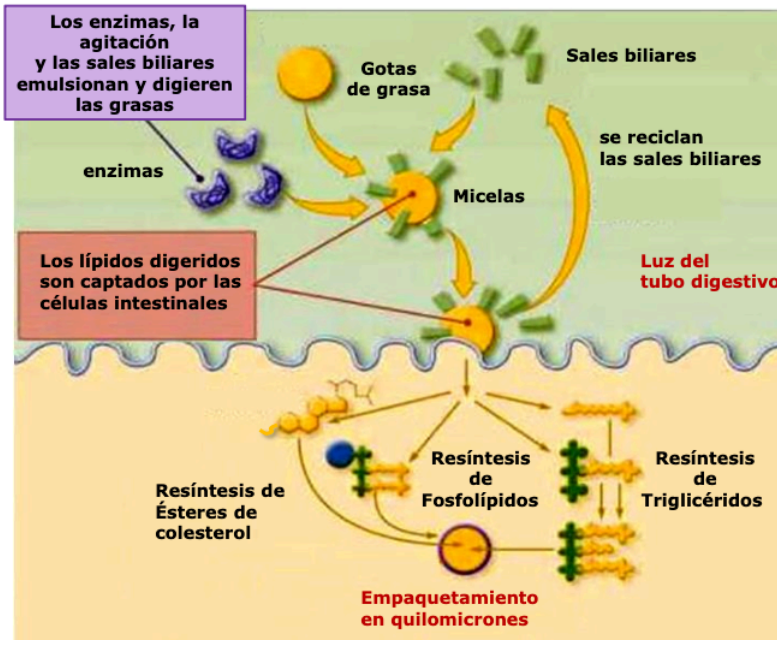
• Provienen de las VLDL, tras perder triglicéridos.
• Llevan **colesterol desde el hígado a los tejidos**.
• Si hay exceso, pueden acumularse en las arterias → **aterosclerosis**.

### 🔹 HDL (High Density Lipoproteins) → "colesterol bueno"

• Se forman en el hígado y el intestino.
• Recogen el **colesterol sobrante de los tejidos y lo devuelven al hígado**, donde será eliminado.
• Tienen un papel protector frente a enfermedades cardiovasculares.

## ⇒ ABSORCIÓN Y PROCESAMIENTO INTESTINAL DE LOS LÍPIDOS

**1. Digestión y emulsión de las grasas (parte superior del esquema)**




### 🔹 Gotas de grasa

• Alimentos grasos forman **gotas grandes de lípidos** (incluyen triglicéridos, colesterol, etc.).

### 🔹 Intervención de las sales biliares y enzimas

• Las **sales biliares** (fabricadas a partir del colesterol en el hígado) y la **agitación intestinal** ayudan a **emulsionar** las grasas (es decir, romperlas en partículas más pequeñas).
• Las **enzimas digestivas** (como lipasas y colesterol estearasa) actúan sobre estas gotas ya emulsionadas.

### 🔹 Formación de micelas

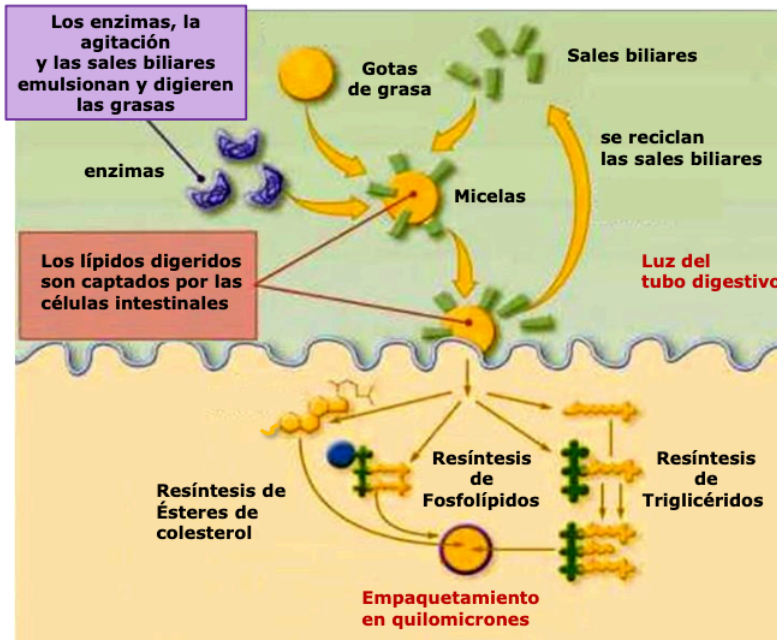
• Los productos de la digestión (ácidos grasos, colesterol libre, monoglicéridos) **se agrupan con sales biliares** formando **micelas**.
• Las micelas son estructuras **solubles en agua** que permiten que los lípidos se acerquen a la superficie de las células intestinales para ser absorbidos.

**2. Absorción en los enterocitos (células intestinales)**

• Los lípidos (incluido el colesterol) **se liberan de las micelas y entran en las células** del epitelio intestinal.

• Las **sales biliares no entran**, sino que se **reciclan**: regresan al hígado por la circulación enterohepática.

**3. Reprocesamiento intracelular (parte inferior del esquema)**




Una vez dentro de la célula intestinal, los lípidos **se vuelven a unir** (resíntesis):

**Resíntesis de ésteres de colesterol**

• El colesterol libre que entró se une otra vez a un ácido graso.

• Así se forman **ésteres de colesterol**, más adecuados para el transporte.

**Resíntesis de triglicéridos y fosfolípidos**

• Los ácidos grasos y monoglicéridos se recombinan para formar nuevamente **triglicéridos**.

• También se sintetizan **fosfolípidos**.

**4. Empaquetamiento en quilomicrones**

• Todos estos lípidos (ésteres de colesterol, triglicéridos, fosfolípidos) **se empaquetan en unas partículas grandes llamadas quilomicrones**.

• Los quilomicrones **salen de la célula por exocitosis** y entran en la linfa → luego a la sangre.

• Su función: **transportar los lípidos exógenos (de la dieta) hacia el hígado y otros tejidos**.

**EN RESUMEN:**

| Etapa | Qué ocurre |
|---|---|
| Emulsión | Las grasas se hacen accesibles a las enzimas |
| Digestión | Las enzimas rompen triglicéridos y ésteres de colesterol |
| Absorción | Los lípidos entran en las células intestinales |
| Resíntesis | Se vuelven a formar triglicéridos, ésteres y fosfolípidos |
| Empaquetamiento | Se forman quilomicrones para el transporte por la sangre |

---

⇒ **¿QUÉ ES UN QUILOMICRÓN?**

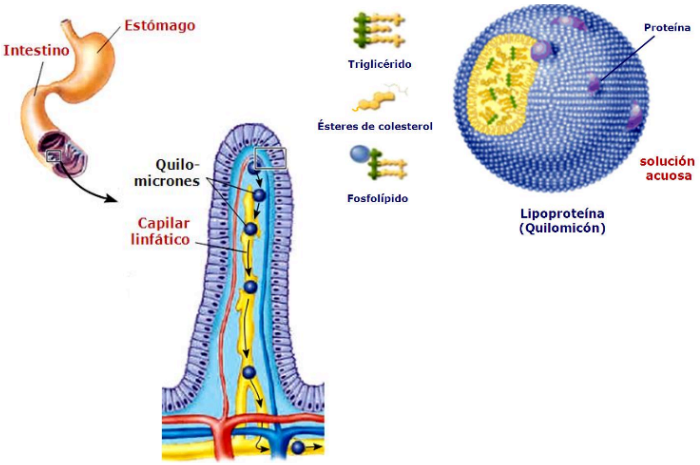
Es una **lipoproteína gigante**, compuesta por:

- **Triglicéridos** (la mayor parte de su contenido)
- **Ésteres de colesterol**
- **Fosfolípidos**
- **Proteínas** (llamadas apolipoproteínas)

• Todo esto empaquetado para poder **circular en el medio acuoso del cuerpo (la sangre y la linfa)**

### ¿Dónde se forman?

• Dentro de las **células intestinales** (enterocitos), tras la digestión y absorción de los lípidos de la dieta.




### ¿Cómo salen al cuerpo?

1. **No pasan directamente a la sangre**.

2. Los quilomicrones salen de las células y **entran primero en los capilares linfáticos**, que son pequeños vasos del sistema linfático localizados en las vellosidades intestinales (lo muestra claramente el dibujo del intestino).

3. Desde ahí, **viajan por el sistema linfático, hasta que...**

### Llegan finalmente a la sangre

• Los quilomicrones **se mueven por la linfa** hasta unirse a la circulación sanguínea a través de la **vena subclavia izquierda** (una gran vena que desemboca en el corazón).

• A partir de ese momento, **viajan por la sangre y entregan sus lípidos** (principalmente triglicéridos y colesterol) a los tejidos del cuerpo.

**EN RESUMEN**

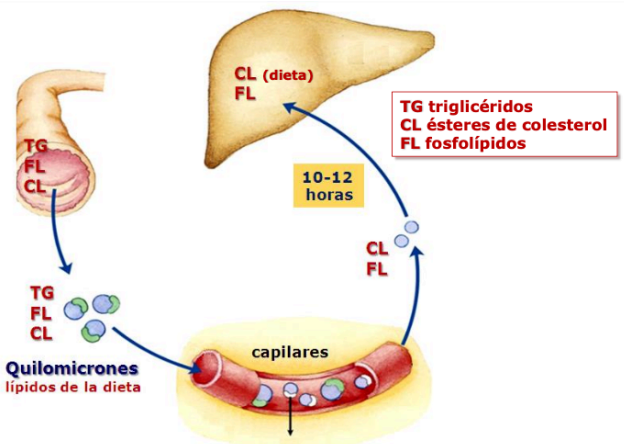
| ETAPA | QUÉ OCURRE |
|---|---|
| Formación | En los enterocitos del intestino |
| Salida celular | Se liberan hacia los capilares linfáticos |
| Ruta | Viajan por el sistema linfático |
| Entrada a la sangre | A través de la vena subclavia izquierda |

---

Ahora vamos a profundizar en la **síntesis endógena del colesterol**, su transporte en forma de lipoproteínas y la **captación por los tejidos**.

### 1. Transporte de lípidos (quilomicrones)

En esta imagen vemos representado el **recorrido de los lípidos de la dieta** (colesterol, triglicéridos, fosfolípidos):




• En el intestino se **forman quilomicrones** con esos lípidos.

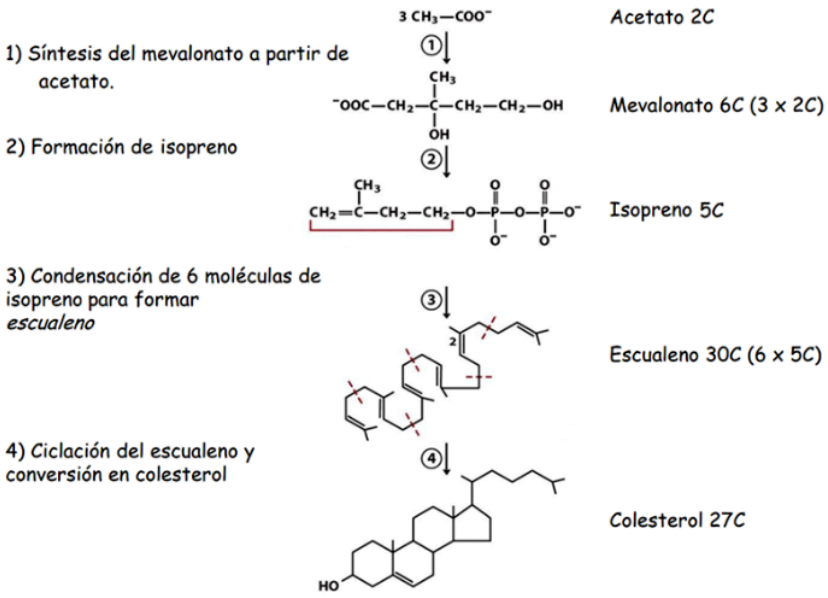
• Estos quilomicrones entran en los capilares linfáticos y después a la sangre.

• A medida que circulan, **van perdiendo los triglicéridos** que los tejidos (como el músculo) captan para **obtener su energía**.

• Lo que queda (colesterol y fosfolípidos principalmente) **regresa al hígado** unas **10-12 horas después**.

## 🟡 2. Síntesis de colesterol endógeno

Aquí se resume el proceso de **cómo el hígado fabrica su propio colesterol**, a partir del **acetato**. Es un proceso complejo que requiere **30 reacciones enzimáticas**. Las fases clave son:




**1) Síntesis de mevalonato:**

• Se parte del **acetato (2 carbonos)** y se forma **mevalonato (6 carbonos)**.

**2) Formación de isopreno:**

• El mevalonato se convierte en **isopreno (unidad de 5 carbonos)**.

**3) Condensación de isoprenos:**

• **Seis unidades de isopreno** se unen para formar **escualeno** (30 carbonos).

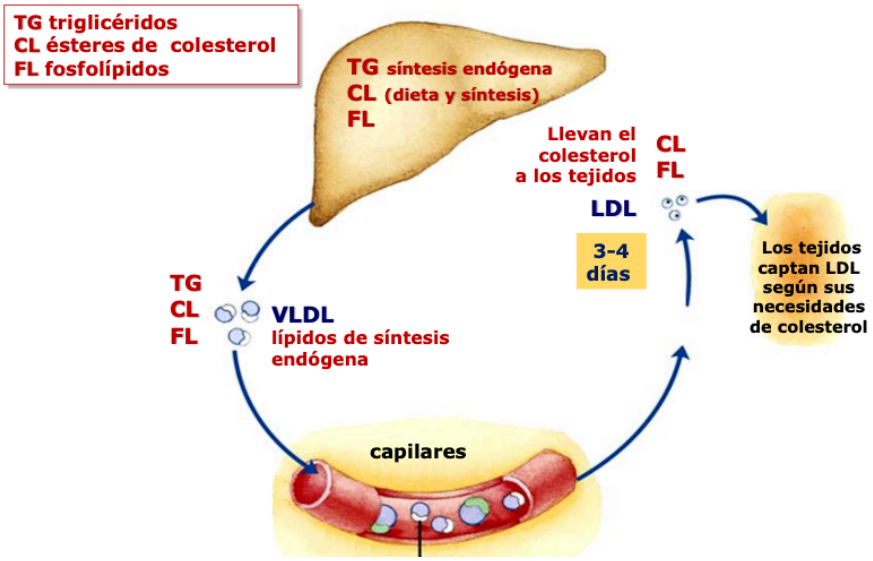
**4) Ciclación:**

• El escualeno se cierra formando los **anillos del colesterol**, que tiene **27 carbonos**.

🧠 Esto ocurre **principalmente en el hígado** y es una fuente fundamental de colesterol, incluso en personas que no consumen nada de colesterol en la dieta.

## 🟡 3. Transporte de lípidos endógenos

Una vez sintetizado en el hígado, el colesterol debe ser **transportado a los tejidos**. Para ello, se forman:




**🔷 VLDL (Very Low Density Lipoproteins)**

• Transportan: **TG, CL (colesterol), FL (fosfolípidos)**

• A medida que entregan triglicéridos, se transforman en:

**🔷 LDL (Low Density Lipoproteins)**

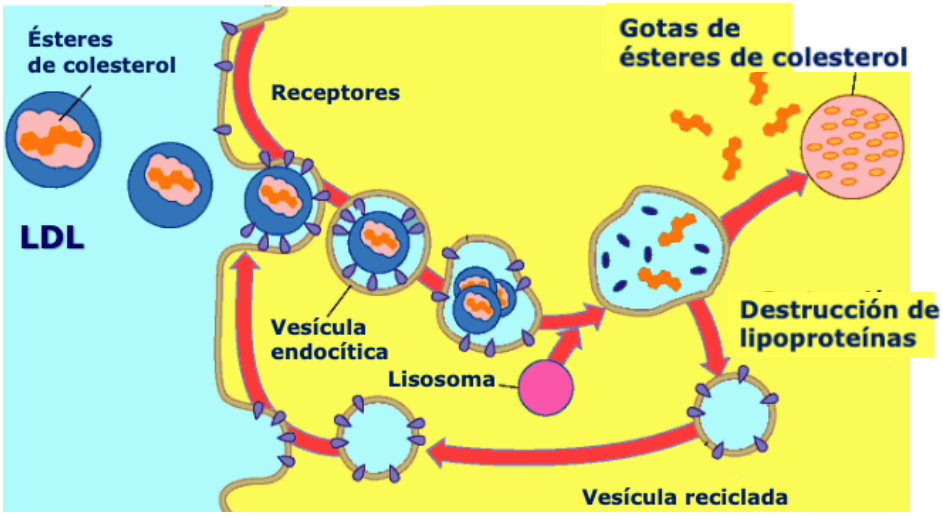
• Llevan principalmente **colesterol a los tejidos**.

• Tardan en promedio **3-4 días en ser captadas** por las células.

Este ciclo mantiene el suministro de colesterol a células que lo necesitan (para hormonas, membranas, etc.).

## 4. Captación del colesterol por los tejidos

Esta imagen detalla el mecanismo por el cual los **tejidos captan el colesterol contenido en las LDL**.




**Etapas del proceso (endocitosis mediada por receptor):**

1. **Las LDL se unen a sus receptores** en la membrana celular.
2. Se forma una **vesícula endocítica** que atrapa la LDL.
3. Esta vesícula se **fusiona con un lisosoma**, que destruye la lipoproteína.
4. Se liberan **gotas de ésteres de colesterol** dentro de la célula.
5. La célula **utiliza o almacena** ese colesterol.
6. Los **receptores se reciclan** a la membrana.

Esto permite que **cada célula regule su entrada de colesterol según su necesidad**.

**RESUMEN DE TODO ESTE PROCESO:**

| PROCESO | QUÉ SE REALIZA |
|---|---|
| **Quilomicrones** | Transportan lípidos de la dieta (exógenos) a los tejidos y luego al hígado |
| **Síntesis hepática** | El hígado fabrica colesterol a partir de acetato (síntesis endógena) |
| **VLDL y LDL** | Transportan colesterol desde el hígado hacia los tejidos |
| **Captación por tejidos** | Las células captan el colesterol de las LDL mediante receptores específicos |

## ⚙️ REGULACIÓN DEL METABOLISMO DEL COLESTEROL

🧠 **El organismo regula finamente el nivel de colesterol, gracias a dos mecanismos principales:**

### 🟢 1. Autorregulación celular: los tejidos solo captan lo que necesitan

• Las células **tienen receptores específicos para las LDL** (las que llevan colesterol del hígado a los tejidos).

• **Cuando la célula necesita colesterol**, **aumenta** el número de receptores de LDL en su membrana → capta más.

• **Cuando ya tiene suficiente colesterol**, **elimina o reduce** esos receptores → **ya no capta más**.

📌 Es una forma de autorregulación que evita que entre más colesterol del necesario.

### 🟢 2. Regulación a nivel hepático: síntesis endógena vs colesterol dietético

El hígado actúa como **centro regulador**, combinando:

• El **colesterol absorbido de los alimentos**

• Y el **colesterol que fabrica (síntesis endógena)**

**HAY UN SISTEMA DE COMPENSACIÓN:**

| SITUACIÓN | RESPUESTA DEL HÍGADO |
|---|---|
| Si **se absorbe poco colesterol** de la dieta | El hígado **aumenta la síntesis endógena** |
| Si **se absorbe mucho colesterol** de la dieta | El hígado **disminuye su síntesis** |

Esto permite mantener un **nivel relativamente estable** de colesterol en sangre.

### 🚨 Pero qué ocurre si falla esta regulación

• Si la dieta aporta mucho colesterol **y** el hígado no frena lo suficiente su producción → **exceso de colesterol en sangre**.

• Si las células no reducen adecuadamente los receptores → **también puede acumularse colesterol en los tejidos**.

• Esto contribuye a enfermedades como la **hipercolesterolemia** y la **aterosclerosis**.

**CONCLUSIÓN GENERAL DEL TEMA:**

| PROCESO | RESUMEN |
|---|---|
| **Funciones del colesterol** | Esencial para membranas, hormonas, vitamina D, sales biliares |
| **Orígenes** | Dieta (~30%) y síntesis hepática (~70%) |
| **Transporte** | Mediante lipoproteínas: quilomicrones, VLDL, LDL, HDL |
| **Absorción** | Requiere digestión por enzimas y formación de micelas |
| **Síntesis endógena** | En el hígado, desde acetato en más de 30 pasos |
| **Regulación** | Control celular y hepático para mantener el equilibrio |

Ahora vamos a ver un aspecto clave del metabolismo del colesterol: **sus consecuencias patológicas cuando no se regula**, especialmente en relación con el **colesterol LDL** y el riesgo cardiovascular**.**

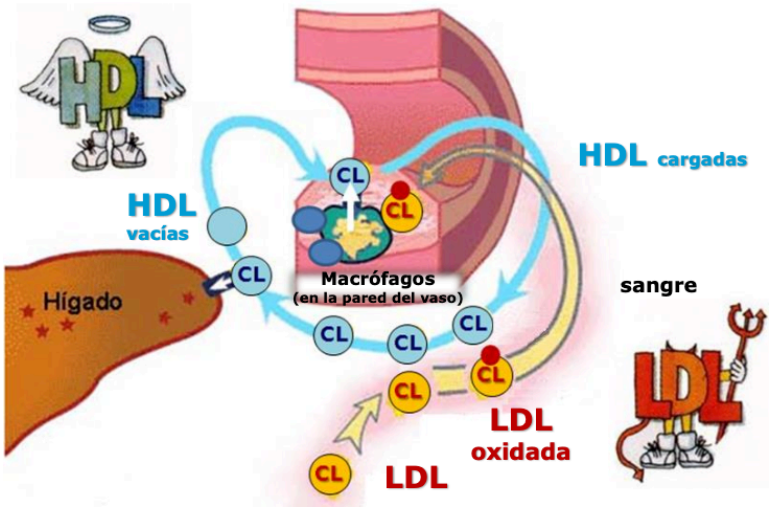
## ⇒ TRANSPORTE DE LÍPIDOS Y PAPEL PROTECTOR DEL HDL

🔶 **En esta imagen podemos ver:**

• El equilibrio entre **LDL (colesterol malo)** y **HDL (colesterol bueno)**.

• Las **LDL transportan colesterol desde el hígado a los tejidos**, pero si se acumulan en exceso en la sangre y se **oxidan**, pueden introducirse en la pared de los vasos sanguíneos.

• Allí, **los macrófagos las fagocitan** y se llenan de colesterol → se convierten en **células espumosas**, el primer paso en la formación de placas ateroscleróticas.



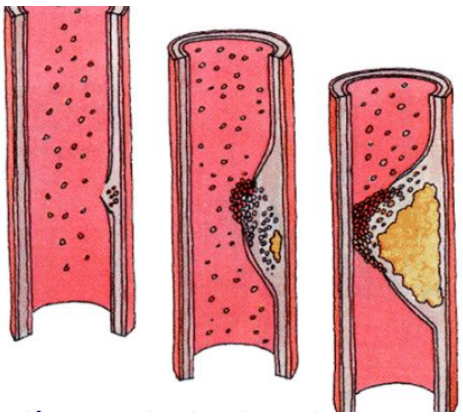

🔷 **Papel del HDL**

• Las HDL "vacías" recogen colesterol de los tejidos (incluso de los macrófagos).
• Luego, transportan ese colesterol de vuelta al hígado, donde será eliminado.
• Por eso se consideran "protectoras" y se les representa con alas en el dibujo.

## ⇒ FORMACIÓN DEL ATEROMA

🔶 **¿Qué es un ateroma?**

• Es una **acumulación de colesterol, células inflamatorias y otros materiales** en la pared de una arteria.

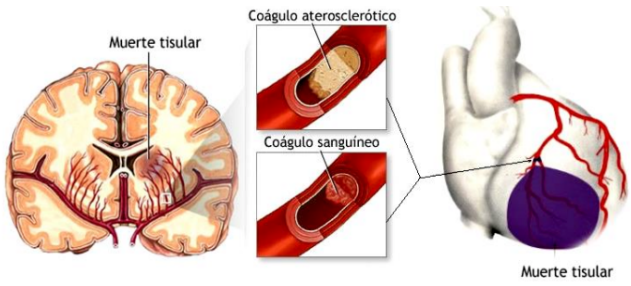


🔶 **¿Cómo se forma?**

1. El exceso de LDL **entra en la pared arterial** y se oxida.
2. Los macrófagos lo fagocitan y se acumulan formando una placa.
3. Con el tiempo, esa placa **crece y estrecha el vaso sanguíneo**, dificultando el paso de sangre.

🔻 Esta acumulación progresiva **puede cerrar de manera parcial o completa la arteria**, lo que provoca **aterosclerosis**.

## ⇒ EFECTOS FISIOPATOLÓGICOS DE UN ATEROMA




🔶 **¿Qué pasa si el ateroma se rompe?**

• Puede desprenderse un **fragmento de placa o formarse un coágulo** (trombosis) en el lugar.

• Ese material viaja por la sangre y **puede bloquear arterias más estrechas** en órganos vitales como:

• El **corazón** → infarto de miocardio
• El **cerebro** → ictus o accidente cerebrovascular

🔻 La **falta de riego sanguíneo provoca muerte del tejido** (necrosis), como se ve en las imágenes del corazón y cerebro.

**CONCLUSIÓN DE ESTA SECCIÓN:**

| Concepto | Explicación |
|---|---|
| **LDL oxidadas** | Penetran en las paredes arteriales y favorecen la formación de placas |
| **HDL** | Retiran colesterol sobrante de los tejidos, protegiendo frente a la aterosclerosis |
| **Ateroma** | Acumulación de lípidos que estrecha y endurece las arterias |
| **Consecuencias** | Si se rompe, puede causar infartos, ictus o muerte tisular |

---

## ⇒ SALUD CARDIOVASCULAR Y VALORES DE REFERENCIA

✅ **Es importante controlar los factores de riesgo:**
• hipertensión, sobrepeso, hiperlipemia (colesterol alto).

✅ **Valores saludables en sangre**:
• Triglicéridos: menos de 150 mg/dL
• Colesterol total: menos de 200 mg/dL
• HDL (colesterol bueno): más de 45 mg/dL
• LDL (colesterol malo): menos de 130 mg/dL

✅ **Clave:** Cambios en **estilo de vida** (dieta, ejercicio, dejar el tabaco y el alcohol) pueden mejorar estos niveles.

## ⇒ COLESTEROL EN LA DIETA





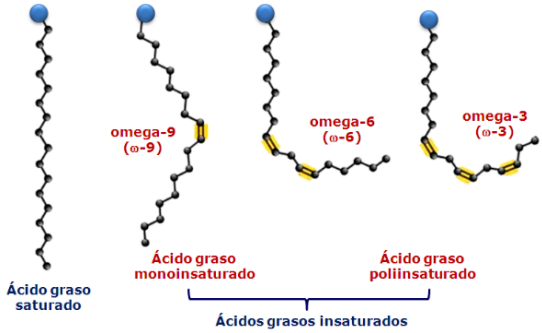

✅ **Ideas principales:**
• El **colesterol que comemos no se absorbe del todo** (solo un 35-40%).
• El cuerpo **se autorregula**: si entra mucho colesterol, se sintetiza menos, y viceversa.
• La **fibra dietética** reduce la absorción de colesterol.
• Se recomienda **no superar 0,3 gramos al día** de colesterol en la dieta.

🧀 **Alimentos ricos en colesterol:** Sesos, vísceras, huevos, mantequilla, grasa de carne, mariscos y pescado.

## ⇒ TRIGLICÉRIDOS Y TIPOS DE ÁCIDOS GRASOS

✅ **Qué dice:**
• Los **triglicéridos de la dieta influyen mucho** en los niveles de grasa en sangre.
• Su efecto depende del tipo de ácido graso que tengan:
• **Saturados**: perjudiciales.

• **Insaturados**:
  • **Omega-9** (monoinsaturados): beneficiosos.
  • **Omega-6 y Omega-3** (poliinsaturados): también beneficiosos.




⇒ **GRASAS SATURADAS (ORIGEN ANIMAL)**

✅ **Efectos negativos:**
• Aumentan triglicéridos y colesterol **asociado a LDL**.
• **Dificultan la eliminación del LDL** por los tejidos → se acumula → riesgo cardiovascular.

📌 **Recomendación:**
• Menos del **10% de las calorías diarias** deben provenir de grasas saturadas (≈ 22 g/día).

🍗 **Alimentos ricos:** Mantequilla, nata, leche entera, carnes rojas, quesos, helados.

⇒ **GRASAS SATURADAS OCULTAS EN PRODUCTOS VEGETALES**

❗ **Advertencia:**
• Algunos aceites vegetales como **aceite de coco o palma** contienen **grasas saturadas**.
• Se usan mucho en bollería industrial y comidas precocinadas.
• **Leer las etiquetas**: cuidado con "aceites vegetales" (pueden ser saturados).

⇒ **COMPARACIÓN DE TIPOS DE GRASA**

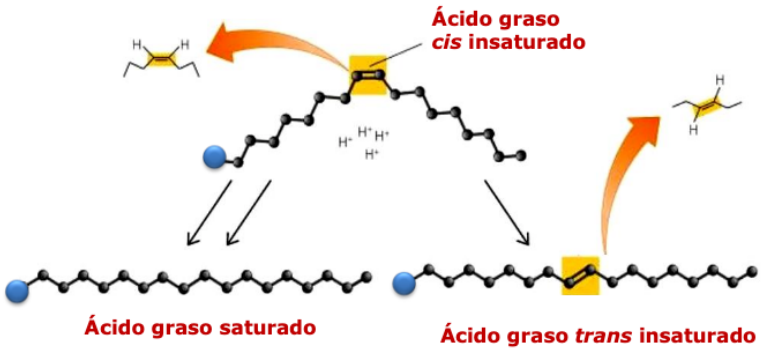
**PROPORCIÓN DE DISTINTOS TIPOS DE ÁCIDOS GRASOS:**

| PRODUCTO | MAYOR CONTENIDO |
|---|---|
| Grasa de coco | Muy alta en saturados |
| Mantequilla | Saturados + monoinsaturados |
| Margarina | Saturados + trans |
| Aceite de palma | Saturados |
| Grasa de pollo o vacuno | Mezcla de saturados e insaturados |




🟪 El morado muestra **ácidos grasos trans**, muy perjudiciales.

⇒ **ÁCIDOS GRASOS TRANS**




🧯 **Peligros:**

- Son **ácidos grasos artificiales**, similares a los saturados.
- **Aumentan las LDL y los triglicéridos**.
- **Favorecen la oxidación de las LDL**, lo que acelera la formación de placas ateroscleróticas.
- Por todo ello: **"Son las más peligrosas"**.

⇒ **ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS OMEGA-9**

✅ **Beneficios:**

- Principal ácido: **oleico** (abundante en aceite de oliva).
- **Disminuye el colesterol LDL (malo)**.
- **Aumenta el HDL (bueno)**.

🥑 **Alimentos ricos:** Aceite de oliva, aguacate, aceitunas, cerdo ibérico.

⇒ **ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS OMEGA-6**

✅ **¿Qué hacen?**

- **Disminuyen el colesterol total**, incluyendo tanto el LDL como el HDL.
- Son beneficiosos, aunque no tan selectivos como los omega-9 o omega-3.

🌻 **Alimentos ricos:** Aceites de girasol, maíz, soja y cacahuete.

⇒ **ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS OMEGA-3**

✅ **Beneficios:**

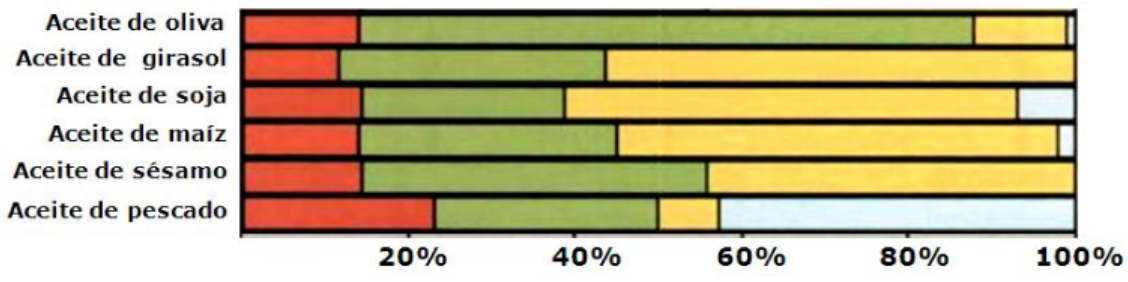
- **Reducen los triglicéridos en sangre** al inhibir su síntesis en el hígado.
- Si el colesterol está alto, **disminuyen el LDL**.

🐟 **Alimentos ricos:** Pescado azul (caballa, sardina, atún, salmón…), nueces, aceite de soja.

---

⇒ **GRASAS CON ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS**

🔹 **¿Qué representa el gráfico?**



Expresa un **comparativo visual** de distintos aceites saludables, mostrando la **composición porcentual de sus tipos de ácidos grasos**:

| COLOR | TIPO DE ÁCIDO GRASO |
|---|---|
| 🔴 Rojo | Saturado (menos deseable) |
| 🟩 Verde | Monoinsaturado (omega-9, beneficioso) |
| 🟨 Amarillo | Poliinsaturado omega-6 |
| 🔵 Azul | Poliinsaturado omega-3 |

## 🔍 ANÁLISIS DE LOS DISTINTOS ACEITE COMESTIBLES:

### 🫒 Aceite de oliva
- Muy **rico en omega-9** (verde): el más recomendable.
- Poco contenido en saturados y omega-6.

### 🌻 Aceite de girasol
- Rico en **omega-6** (amarillo): bueno, pero si se abusa, puede bajar también el HDL.
- Muy bajo en saturados.

### 🫘 Aceite de soja
- Equilibrado entre omega-6 y **omega-3** (azul).
- Tiene algo de saturados y omega-9.
- Ideal en combinación con otros aceites.

### 🌽 Aceite de maíz
- Parecido al de girasol: **predominio de omega-6**.
- Bajo en saturados.

### 🌰 Aceite de sésamo
- Mezcla equilibrada de omega-6 y omega-9.
- Bajo en saturados.

### 🐟 Aceite de pescado
- Muy alto en **omega-3** (azul), ideal para reducir triglicéridos y LDL.
- Muy bajo en grasas perjudiciales.

### ✅ Conclusión:
- **Aceite de oliva**: excelente fuente de grasa monoinsaturada → mejora perfil lipídico.
- **Aceite de pescado**: fuente potente de omega-3 → disminuye triglicéridos y LDL.
- **Aceites de semillas (maíz, girasol, soja)**: buenos con moderación; aunque **ricos en omega-6**, si se consumen en exceso, pueden afectar negativamente al HDL.

---

## 1. RECOMENDACIONES NUTRICIONALES DE LA OMS

⇒ **LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD PROPONE:**

| RECOMENDACIÓN | DETALLE |
|---|---|
| 🔹 **Grasa total** | Debe ser <35% de las calorías totales del día |
| 🔹 **Grasas saturadas** | <10% de las calorías totales |
| 🔹 **Grasas monoinsaturadas (omega-9)** | ≈20% de las calorías |
| 🔹 **Grasas poliinsaturadas (omega-6, omega-3)** | ≈5% de las calorías |
| 🔹 **Relación omega-6 / omega-3** | Debe ser menor de 10 (ideal: entre 4:1 y 1:1) |
| 🔹 **Colesterol en la dieta** | <0,3 g/día |
| 🔹 **Grasas trans** | Reducir al mínimo posible |

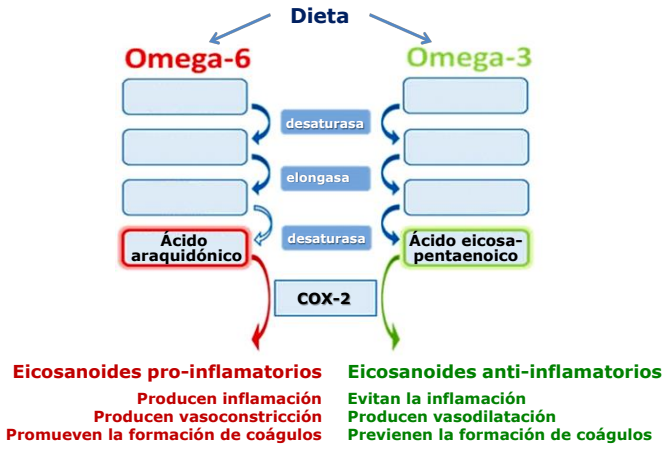
🔍 Esta tabla ayuda a **modular el riesgo cardiovascular mediante la dieta**.

## 2. ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 Y EQUILIBRIO CON OMEGA-6

🔹 **Metabolismo común:**
- **Omega-3 y omega-6 usan las mismas enzimas (desaturasas y elongasas)**.
- Compiten entre sí → por eso es clave un **buen equilibrio** en la dieta.

🔹 **Si predomina omega-6:**
- Se forman **eicosanoides proinflamatorios**:
  - Aumentan inflamación
  - Producen vasoconstricción
  - Favorecen la coagulación

🔹 **Si predomina omega-3:**
- Se generan **eicosanoides antiinflamatorios**:
  - Reducen inflamación
  - Provocan vasodilatación
  - Previenen coágulos




🔄 **Conclusión**: El equilibrio omega-6/omega-3 **afecta directamente a la salud cardiovascular e inflamatoria**.

## 3. ALCOHOL Y PERFIL LIPÍDICO

🔹 **Beneficios (si se consume con moderación: <30 g/día)**
- **Aumenta las HDL** (colesterol bueno)
- Las **bebidas fermentadas** (vino, cerveza) tienen **antioxidantes → protegen las LDL de la oxidación**
- Estos efectos **también se consiguen con zumo de uva o uvas frescas**

🔹 **Perjuicios (si se excede):**
- Aumentan los **triglicéridos** → mayor riesgo cardiovascular

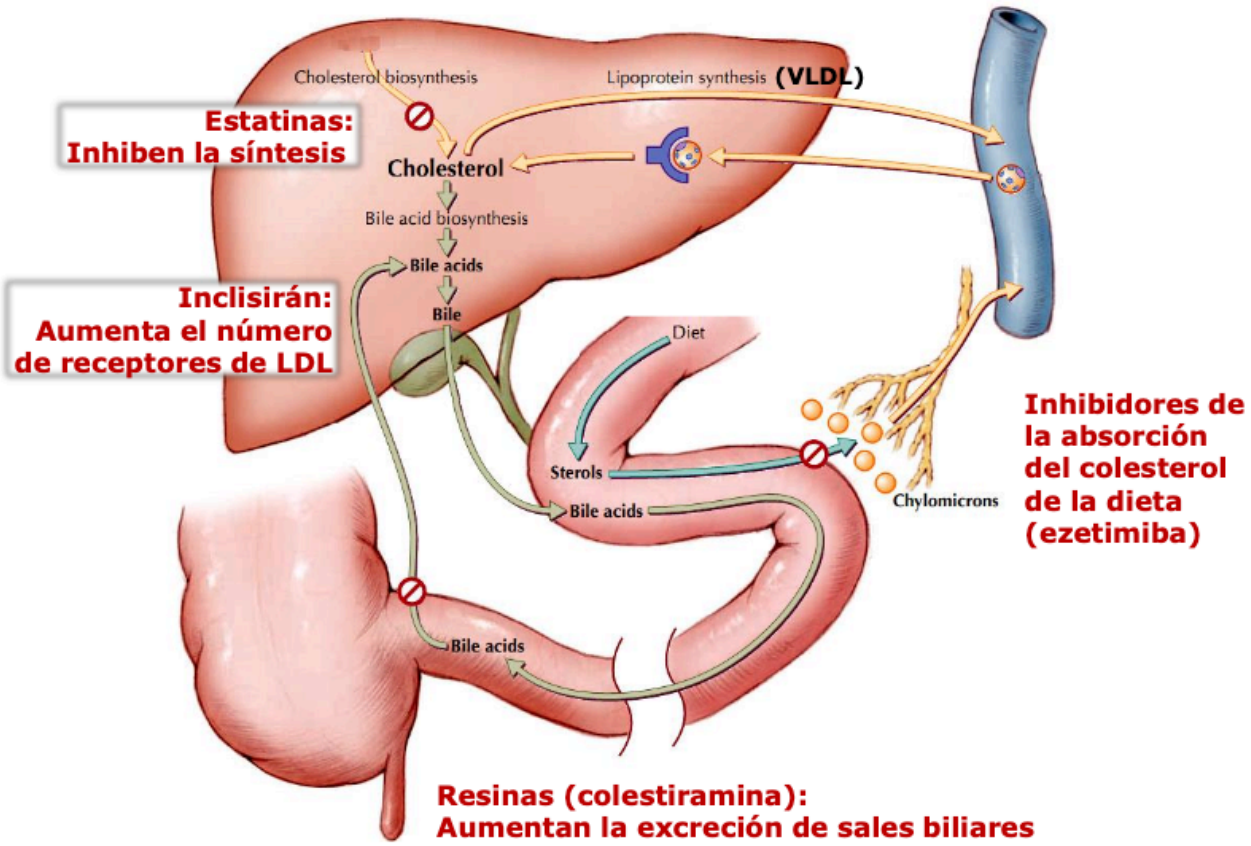
🔍 La **Moderación** es la clave. No es necesario tomar alcohol para obtener beneficios: la **uva y sus derivados naturales también los aportan**.

**http://www.nutricioncomunitaria.org/es/otras-publicaciones**

## 4. FÁRMACOS PARA DISMINUIR EL COLESTEROL

### 💊 TIPOS DE MEDICAMENTOS Y SU FUNCIÓN:

| FÁRMACO | MECANISMO |
|---|---|
| **Estatinas** | Inhiben la **síntesis endógena** de colesterol en el hígado |
| **Resinas (colestiramina)** | Aumentan la **excreción de sales biliares**, obligando al hígado a usar más colesterol para reponerlas |
| **Inhibidores de absorción (ezetimiba)** | Bloquean la **absorción intestinal** del colesterol de la dieta |
| **Inclisirán** | Aumenta el **número de receptores LDL** en las células hepáticas → se elimina más colesterol de la sangre |




🧠 Estos medicamentos se usan en **hipercolesterolemias severas o cuando la dieta no es suficiente**.

---

# Fichas final de estudio Tema 13

## METABOLISMO DEL COLESTEROL

**Funciones del colesterol:** Forma parte de membranas celulares, precursor de hormonas esteroideas, vitamina D y sales biliares.

**Origen del colesterol:** 30% proviene de la dieta, 70% se sintetiza en el hígado (síntesis endógena).

**Digestión en el intestino:** Los ésteres de colesterol se digieren por la colesterol estearasa en colesterol libre + ácido graso.

**Absorción intestinal:** El colesterol se incorpora a micelas con sales biliares, entra al enterocito y se reesterifica.

**Formación de quilomicrones:** Dentro del enterocito se empaquetan triglicéridos, ésteres de colesterol y fosfolípidos en quilomicrones.

**Transporte exógeno (quilomicrones):** Quilomicrones transportan lípidos de la dieta a tejidos; triglicéridos se usan como energía; el resto va al hígado.

**Síntesis endógena de cholesterol:** A partir de acetato (2C) → mevalonato (6C) → isopreno (5C) → escualeno (30C) → colesterol (27C); ocurre en el hígado.

**Transporte endógeno (VLDL y LDL):** El hígado forma VLDL que se transforman en LDL; LDL lleva colesterol a los tejidos (3-4 días).

**Captación del colesterol por tejidos:** Los tejidos expresan receptores de LDL; por endocitosis captan LDL y liberan colesterol interno.

**Regulación del cholesterol: Si** hay poco colesterol en dieta, el hígado sintetiza más; si hay mucho, reduce su síntesis.

**HDL y colesterol bueno:** HDL recoge colesterol de los tejidos y lo lleva al hígado; protege frente a aterosclerosis.

**Efectos fisiopatológicos del exceso de LDL:** LDL oxidadas se acumulan en las arterias → macrófagos → células espumosas → ateroma → infarto/ictus si se rompe.

# DIETA, EQUILIBRIO LIPÍDICO Y TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO

## Recomendaciones nutricionales (OMS)

- Grasa total <35% de las kcal diarias
- Grasas saturadas <10%
- Grasas monoinsaturadas ≈20%
- Grasas poliinsaturadas ≈5%
- Relación omega-6/omega-3 <10
- Colesterol en la dieta <0,3 g/día
- Reducir al mínimo las grasas trans

## Equilibrio omega-6 / omega-3

- Usan las mismas enzimas (desaturasas, elongasas) → compiten
- Exceso de omega-6 → eicosanoides proinflamatorios: vasoconstricción, coágulos
- Presencia de omega-3 → eicosanoides antiinflamatorios: vasodilatación, efecto antitrombótico
- Es clave mantener una relación equilibrada en la dieta

## Alcohol y perfil lipídico

- <30 g/día puede ser beneficioso: ↑ HDL y antioxidantes protegen LDL
- Bebidas fermentadas (vino, cerveza) tienen antioxidantes
- Efectos similares con zumo de uva o uvas naturales
- >30 g/día: ↑ triglicéridos → efecto negativo

## Fármacos para disminuir el colesterol

- Estatinas: inhiben la síntesis endógena de colesterol
- Resinas (colestiramina): aumentan excreción de sales biliares
- Ezetimiba: bloquea absorción intestinal del colesterol
- Inclisirán: aumenta el número de receptores LDL → se elimina más colesterol de la sangre