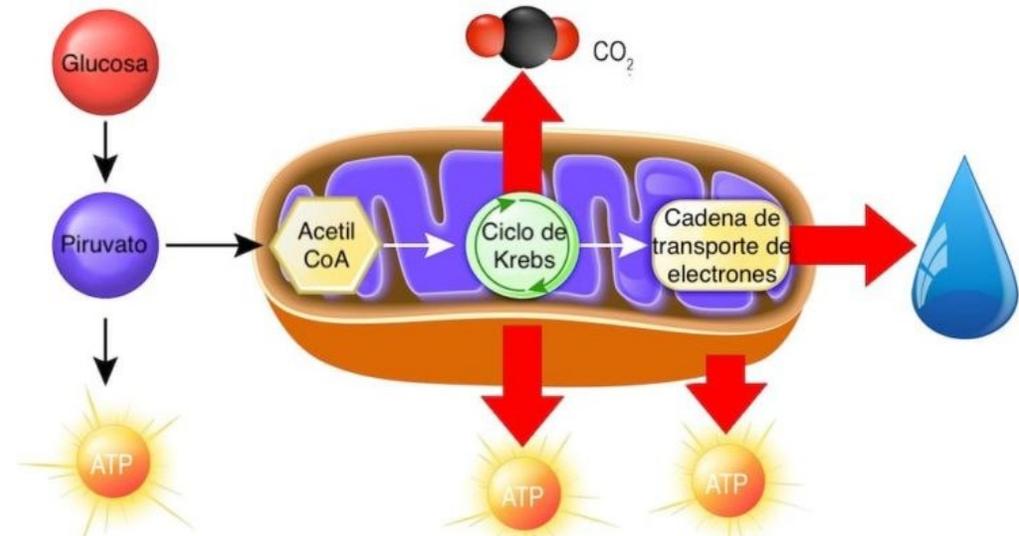


UNIDAD IV

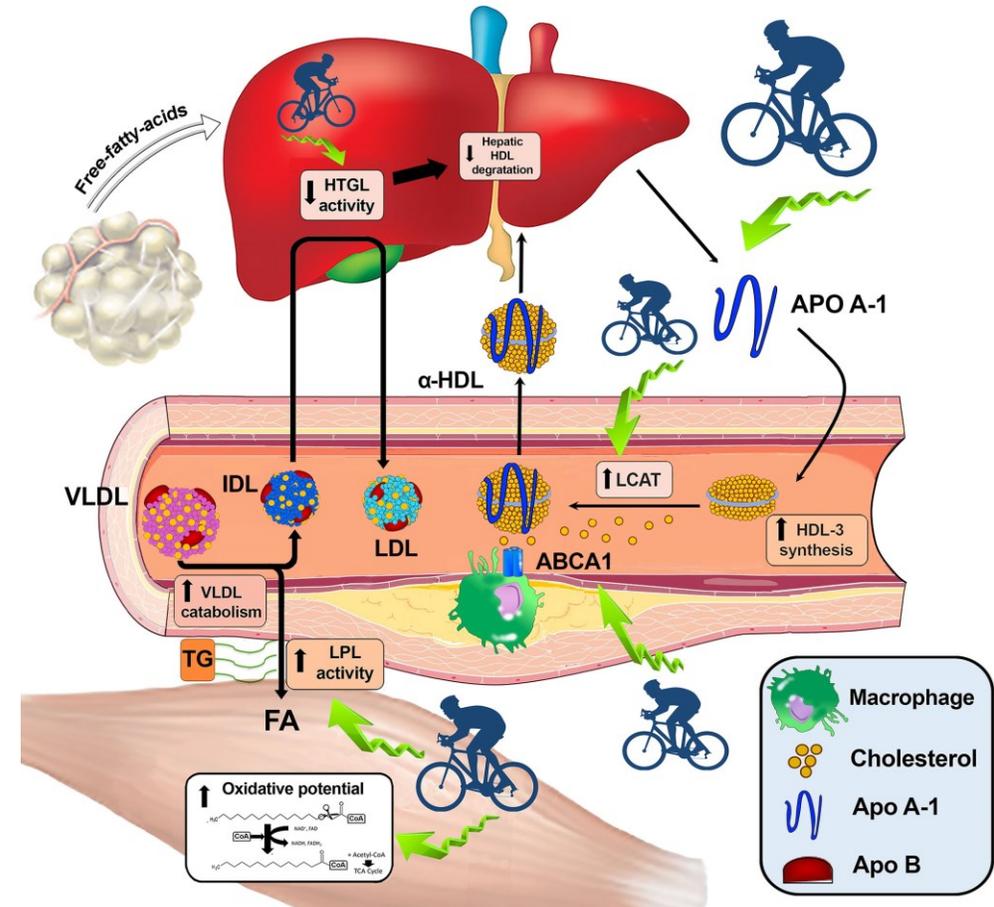
Ciclos metabólicos: Metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas

- I. Metabolismo de carbohidratos: glicólisis y gluconeogénesis.
- II. Metabolismo de lípidos: metabolismo de triacilgliceroles, metabolismo de fosfolípidos, metabolismo de cuerpos cetónicos, metabolismo de lipoproteínas.
- III. Metabolismo de proteínas: transaminación, desaminación, descarboxilación.



Metabolismo de lípidos

- Forman parte de todas las membranas celulares.
- Principal material de reserva energética.
- Importante fuente de energía por su alto contenido calórico.
- Vehiculizan vitaminas del grupo liposolubles.
- Están relacionados con sustancias de actividad fisiológica como vitaminas, hormonas, ácidos biliares, etc.





Metabolismo de lípidos

- Principales lípidos de la dieta son: triacilglicéridos, colesterol, fosfoglicéridos, esfingolípidos y vitaminas liposolubles.
- Nuestro **organismo puede sintetizar** casi todos los lípidos que necesita, **excepto los ácidos linoleico y araquidónico.**
- **Implica la oxidación de ácidos grasos** para generar energía o sintetizar nuevos lípidos a partir de moléculas constituyentes más pequeñas.
- Está **asociado con el metabolismo de los carbohidratos**, ya que los productos de la glucosa (como el acetil CoA) pueden convertirse en lípidos.
- La digestión de lípidos **ocurre principalmente en el intestino.**

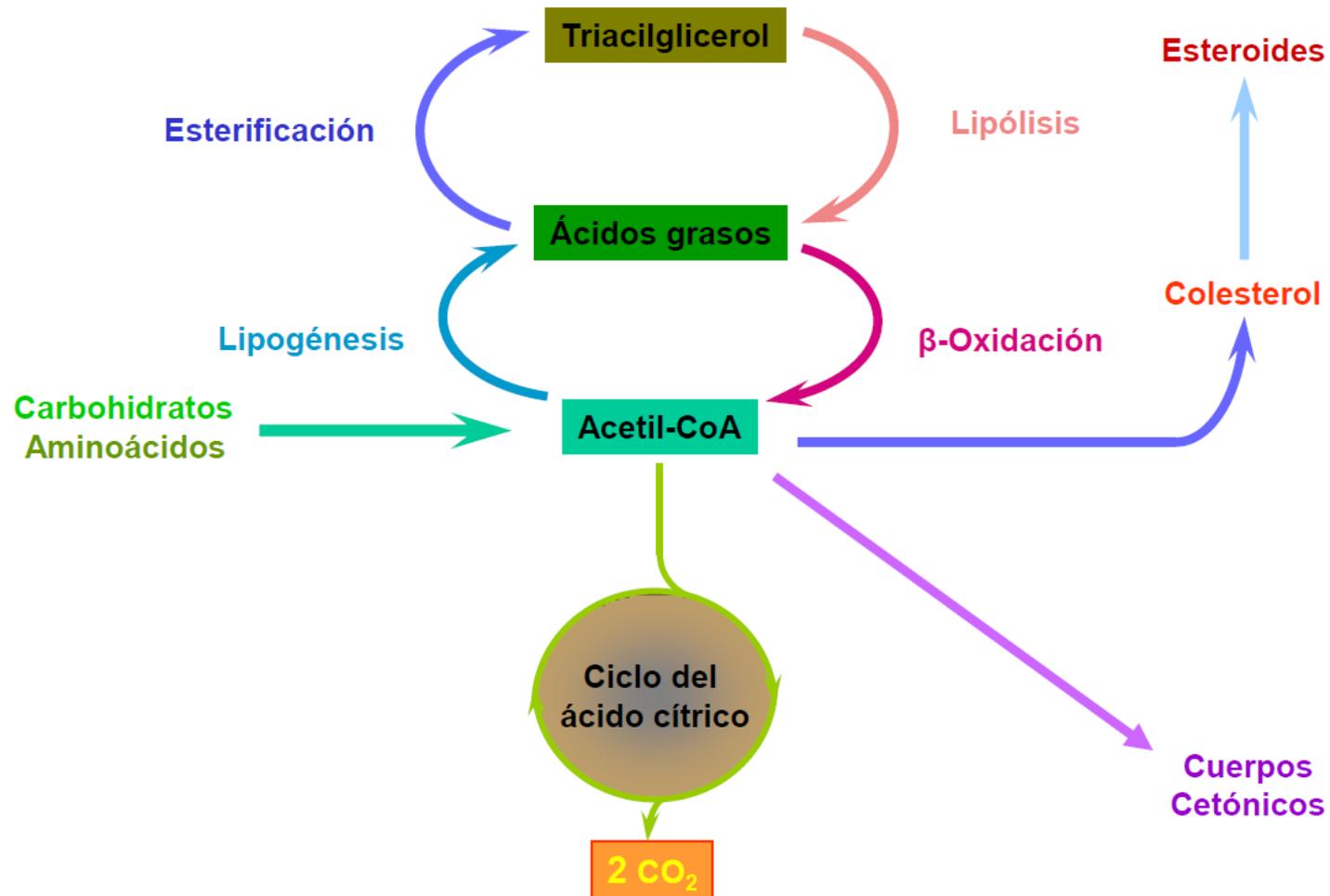


Metabolismo de lípidos

1. Ingreso al organismo a partir del alimento.
2. Hidrólisis (ruptura de enlaces éster) por lipasas y estererasas producidas por el páncreas.
3. Liberación de ácidos grasos no esterificados (AGNE) y triacilgliceroles (TAG). AGNE son necesarios para sintetizar acetil-Coenzima A.
4. Absorción por el epitelio intestinal y transporte hacia los hepatocitos del hígado.
5. Empaquetamiento en lipoproteínas de muy baja densidad y transporte a tejidos periféricos.



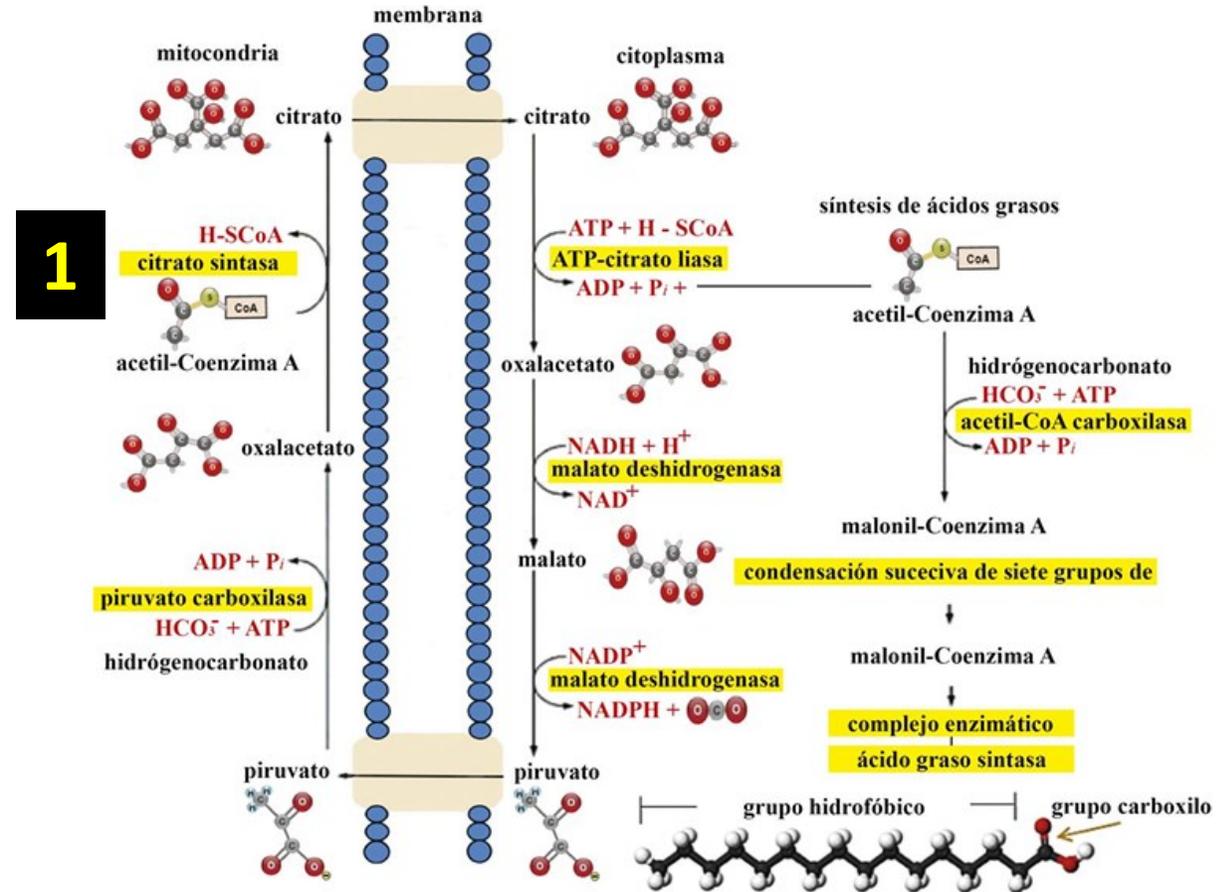
Metabolismo de lípidos



Metabolismo de triacilgliceroles

LIPOGÉNESIS (anabolismo)

1. Inicia en la mitocondria con la producción de acetil-Coenzima A.



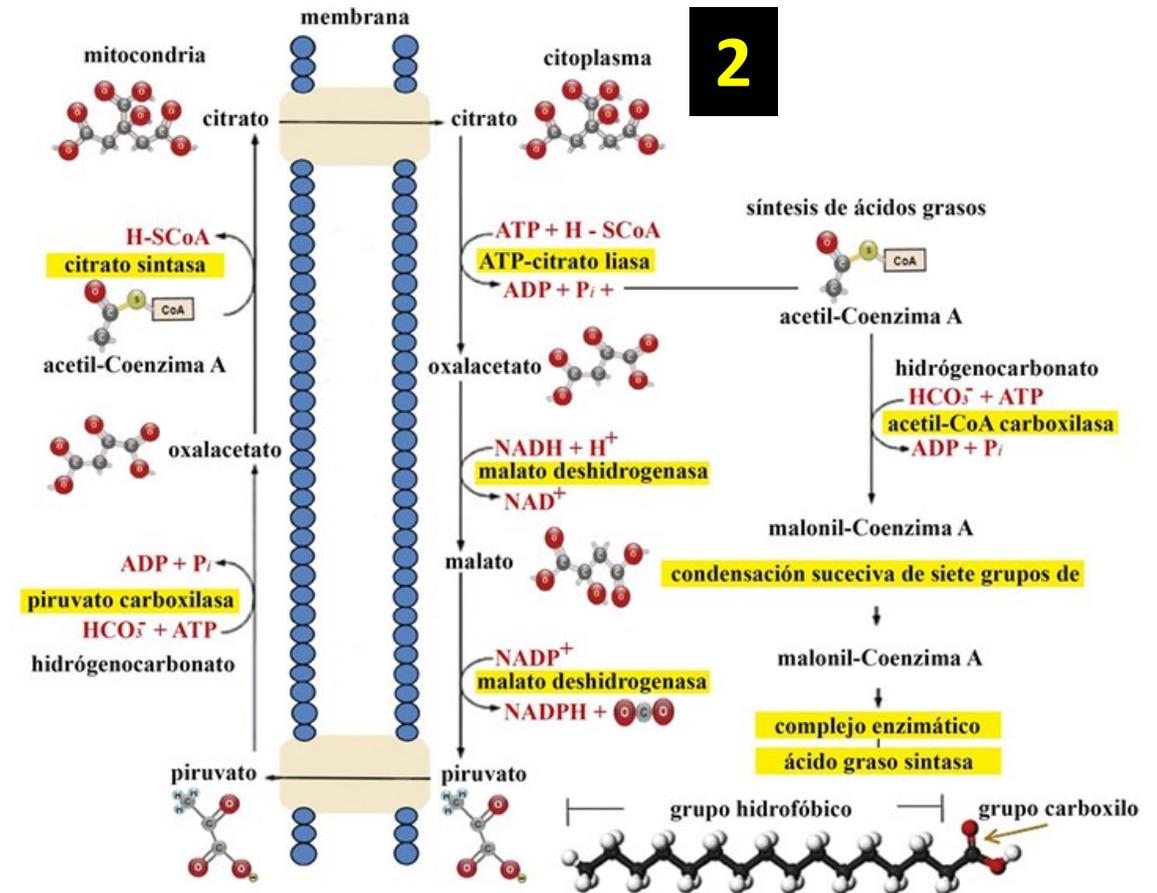
Metabolismo de triacilgliceroles

LIPOGÉNESIS (anabolismo)

2. Conversión de acetil-Coenzima A en citrato por medio del sistema tricarboxilato y de la citrato sintasa.

Proceso que ocurre porque la membrana de la mitocondria es impermeable al paso de acetil-Coenzima A.

Asegura el ingreso al citoplasma celular.

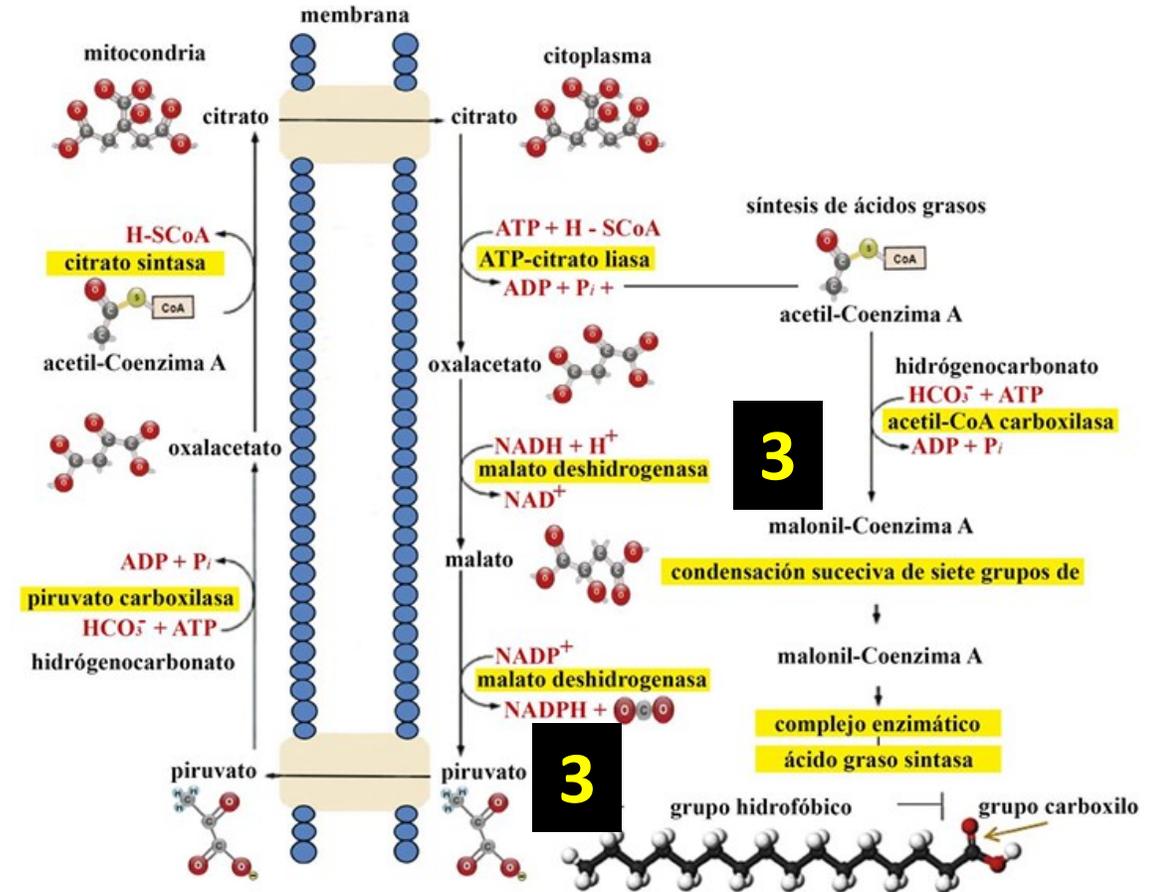


Metabolismo de triacilgliceroles

LIPOGÉNESIS (anabolismo)

3. Activación de la **acetil-Coenzima A** mediante **carboxilación** a través de su unión con el anión hidrógenocarbonato (consumo ATP) y catalizada por la acetil-CoA carboxilasa, resultando **malonil-Coenzima A**.

Por su parte, el **oxalacetato** se reduce por malato deshidrogenasa a malato, y éste a su vez **convertido piruvato** por medio de la enzima mállica (produce $\text{NADPH} + \text{H}^+$).



Metabolismo de triacilgliceroles

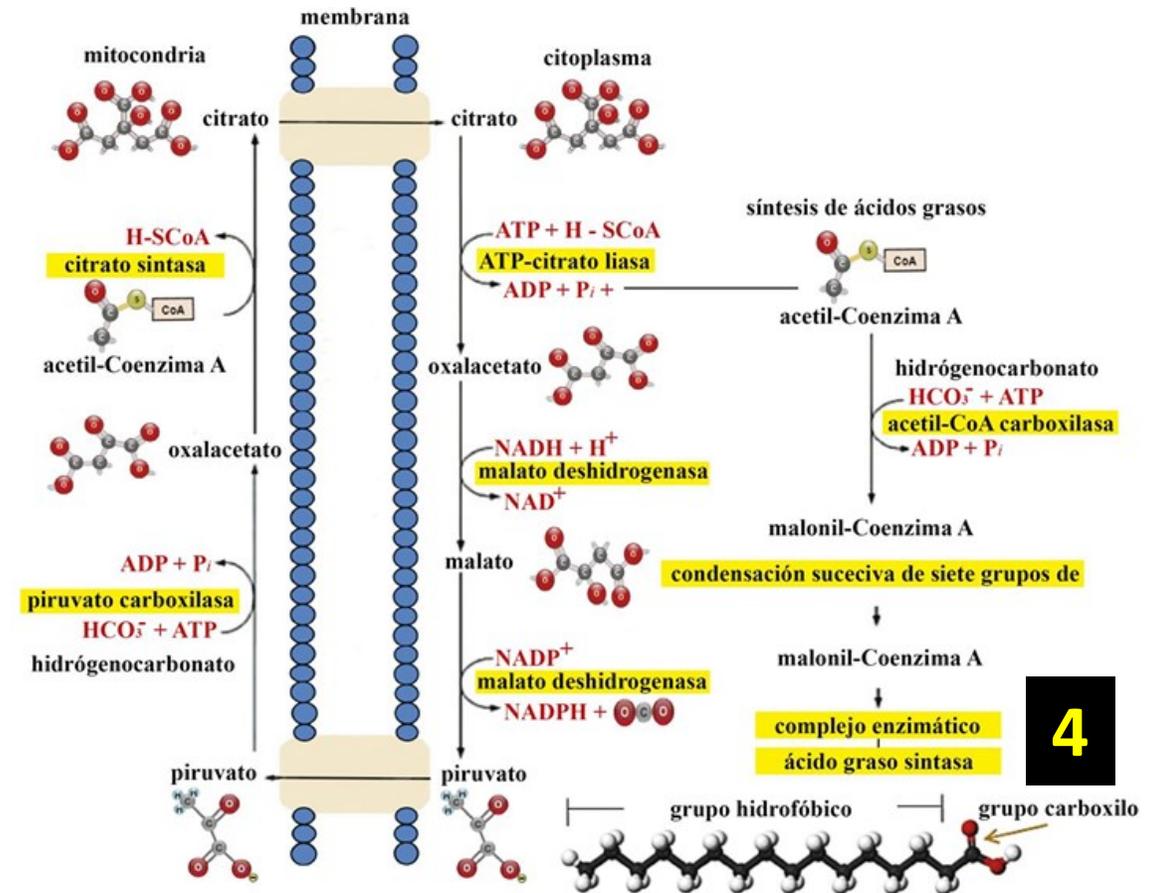
LIPOGÉNESIS (anabolismo)

4. Elongación del ácido graso mediante el complejo proteico ácido graso sintasa.

El complejo realiza condensación, reducción, deshidratación y nuevamente reducción, acoplado grupos de malonil-Coenzima A con acetil-Coenzima A.

Las dos reducciones requieren $\text{NADPH} + \text{H}^+$.

Durante la elongación se añaden grupos de dos C al ácido graso, sintetizando siempre al hexadecanoico o palmítico ($\text{C}_{16:0}$), como producto final.



Metabolismo de triacilgliceroles

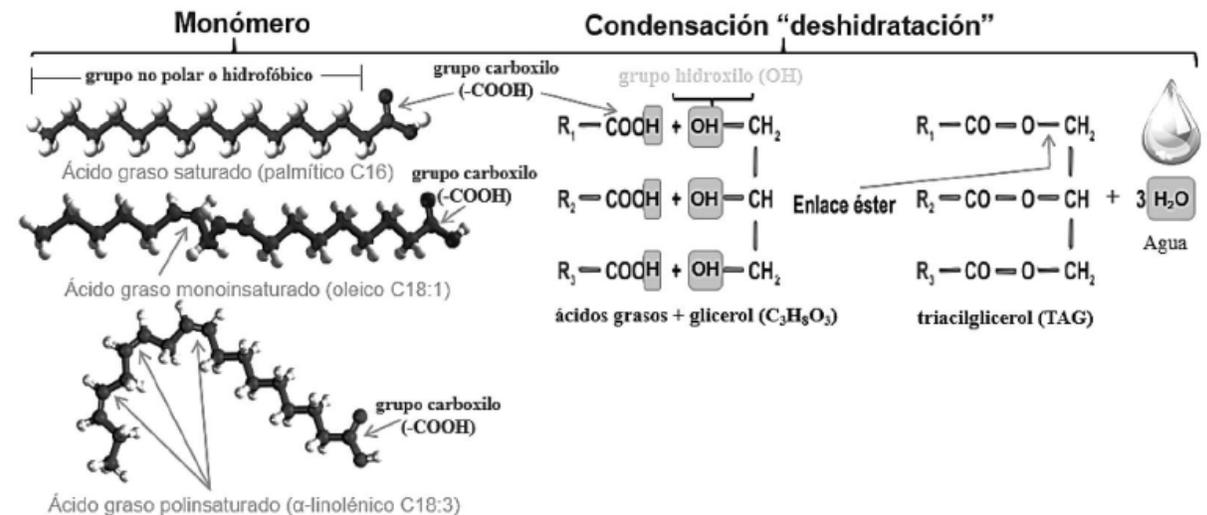
LIPOGÉNESIS (anabolismo)

5. Una vez obtenidos los diferentes AGNE, el enlace éster de los lípidos, se establece mediante la unión de los tres grupos OH del glicerol, y el grupo COOH de tres ácidos grasos.

Este enlace es una condensación o deshidratación donde se pierden 3 moléculas de H₂O.

Debido a esta unión, los grupos polares unidos al carbohidrato no son accesibles.

Formación de moléculas no polares o hidrofóbicas, altamente insolubles en agua.



Metabolismo de triacilgliceroles

LIPÓLISIS (catabolismo)

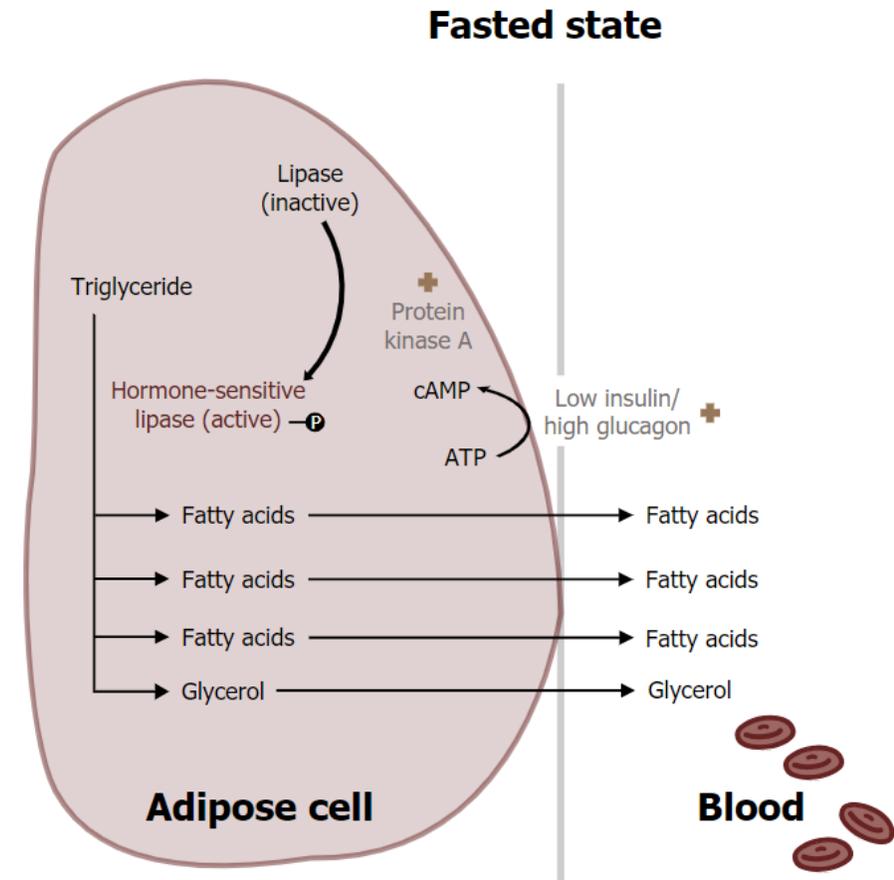
Hidrólisis de los triglicéridos en ácidos grasos y glicerol que ocurre en el citoplasma.

Los ácidos grasos resultantes se oxidan por β -oxidación en acetyl CoA (utilizado en el ciclo de Krebs).

El glicerol liberado ingresa directamente a la vía de la glucólisis como DHAP.

Los ácidos grasos (16C) producen más energía que los carbohidratos y son una fuente importante de energía para el cuerpo humano.

Cuando los niveles de glucosa son bajos, los triglicéridos pueden convertirse en moléculas de acetyl CoA y usarse para generar ATP a través de la respiración aeróbica.





Metabolismo de triacilgliceroles

B-OXIDACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS

Comienza en el citoplasma, donde los ácidos grasos se convierten en moléculas de acil graso CoA.

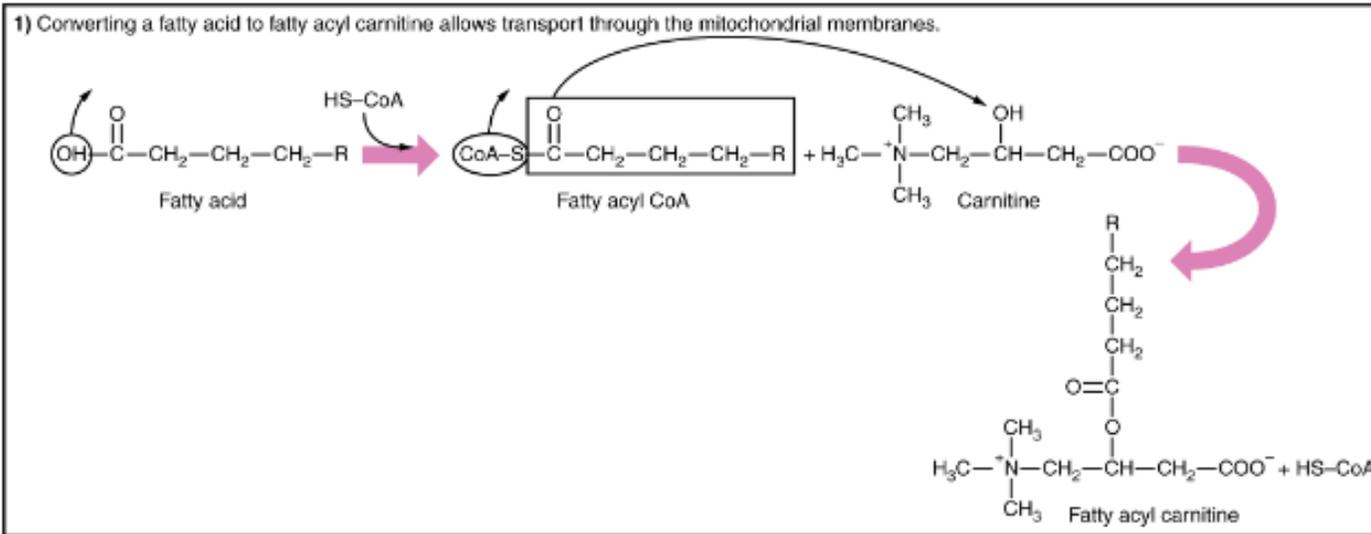
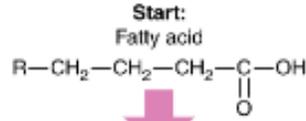
El acil graso CoA se combina con la carnitina para crear una molécula de acil carnitina grasa, que ayuda a transportar el ácido graso a través de la membrana mitocondrial.

Una vez dentro de la matriz mitocondrial, la molécula de acil carnitina grasa se convierte de nuevo en acil graso CoA y luego en acetil CoA.

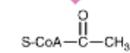
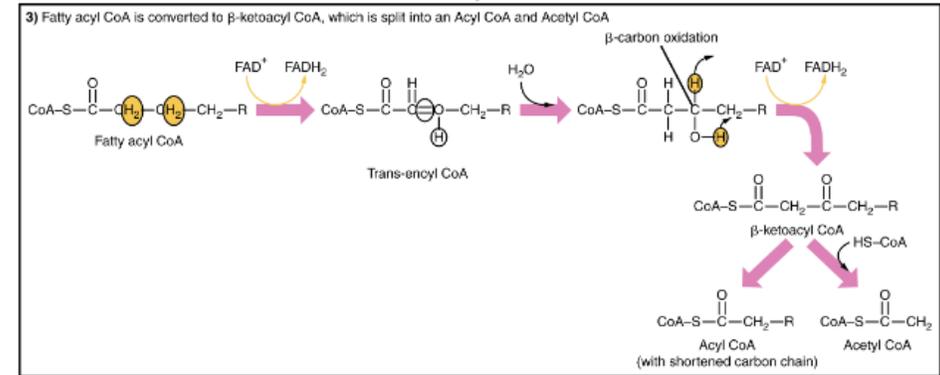
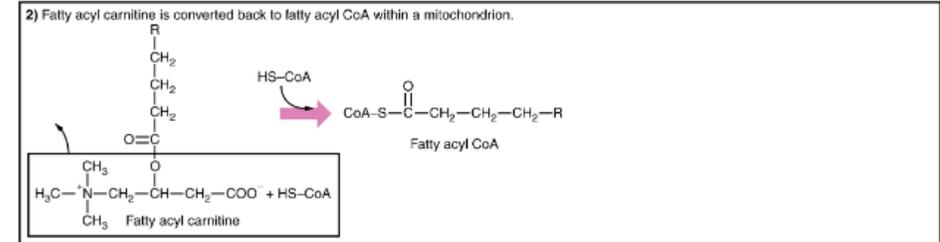
El acetil CoA recién formado ingresa al ciclo de Krebs y se usa para producir ATP de la misma manera que el acetil CoA derivado del piruvato.



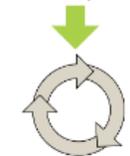
β-OXIDACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS



Fatty acyl carnitine enters mitochondrial matrix

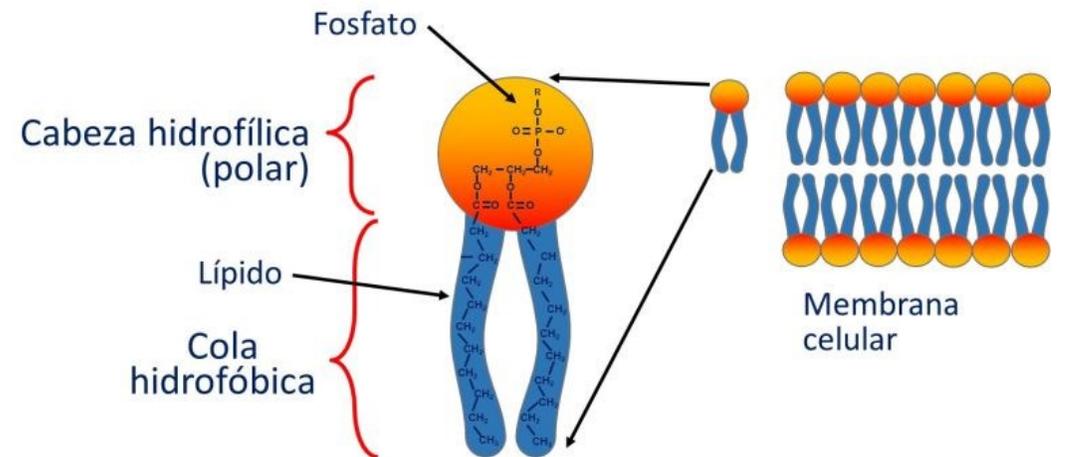


End: Acetyl CoA enters Krebs cycle



Metabolismo de fosfolípidos

- Presente en las células de las membranas.
- Contienen una cabeza hidrofílica y una cola hidrofóbica.
- Dos tipos: glicerofosfolípidos (glicerol) y esfingolípidos (esfingosina).



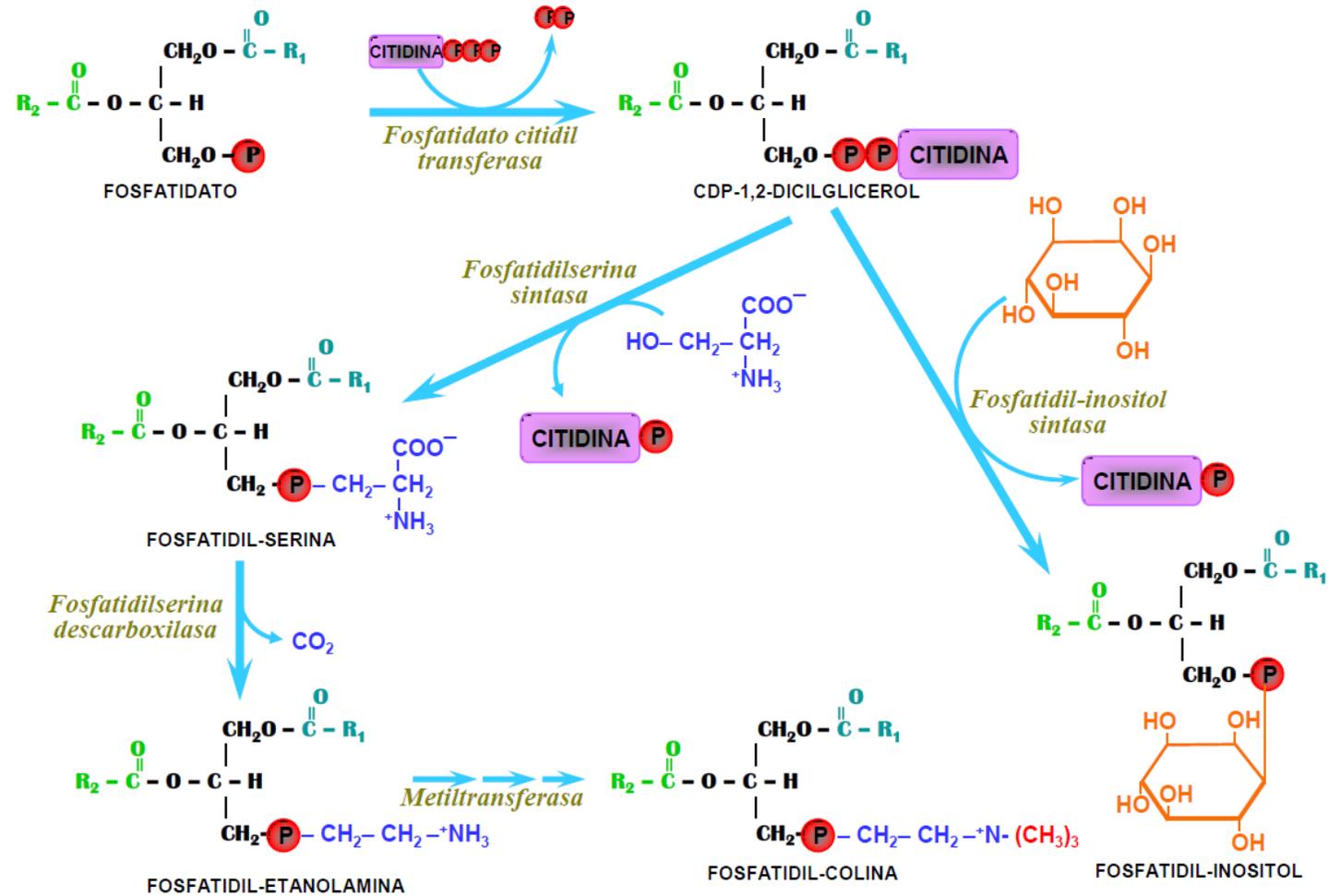


Síntesis de fosfolípidos

- La síntesis de los glicerofosfolípidos consiste en: (1) donación del ácido fosfatídico de un CDP-DAG a un alcohol, o (2) donación del fosfomonoéster del alcohol de un CDP-alcohol al 1,2-DAG. (CDP = nucleótido difosfato de citidina).
- Los fosfolípidos se sintetizan en el retículo endoplasmático liso.
- Existen varios procesos de síntesis de fosfolípidos tales como: **ácido fosfatídico** (precursor de fosfolípidos), **fosfatidiletanolamina y fosfatidilcolina** (más abundantes), fosfatidilserina, fosfatidilinositol, fosfatidilglicerol y cardiolipina y esfingomiélna.

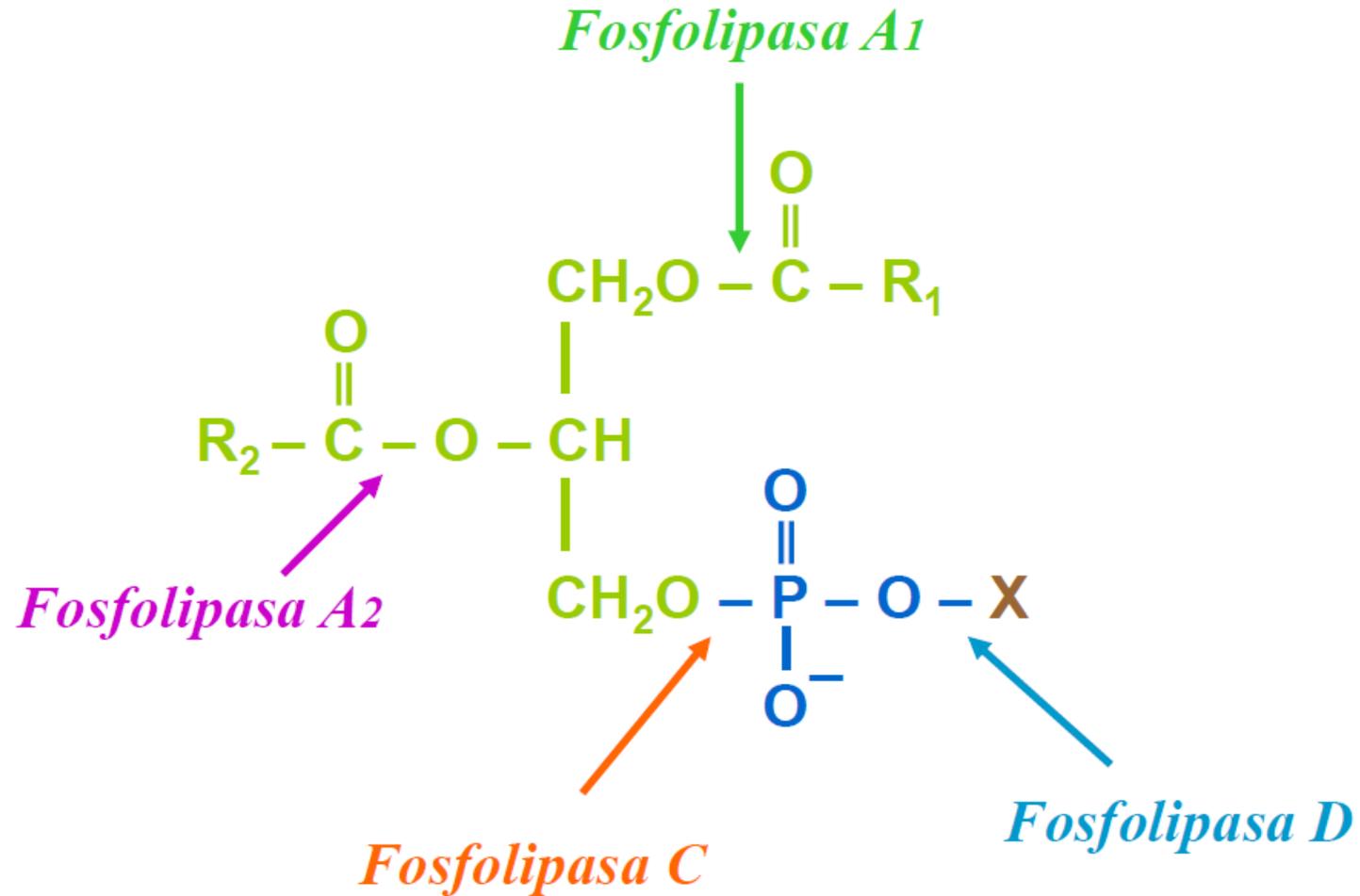


Síntesis de fosfolípidos



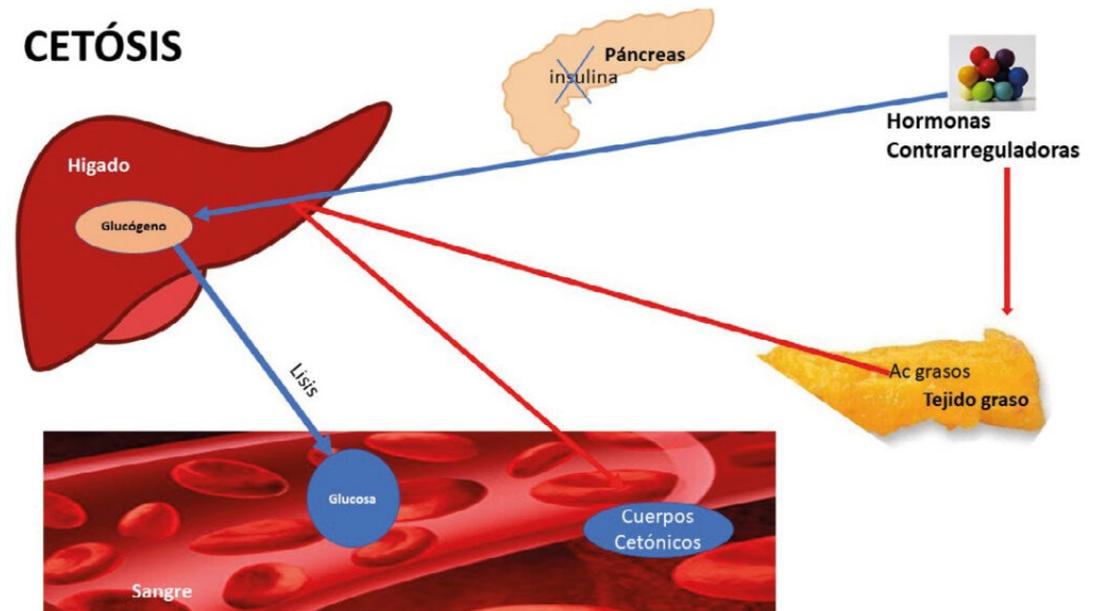


Catabolismo de fosfolípidos



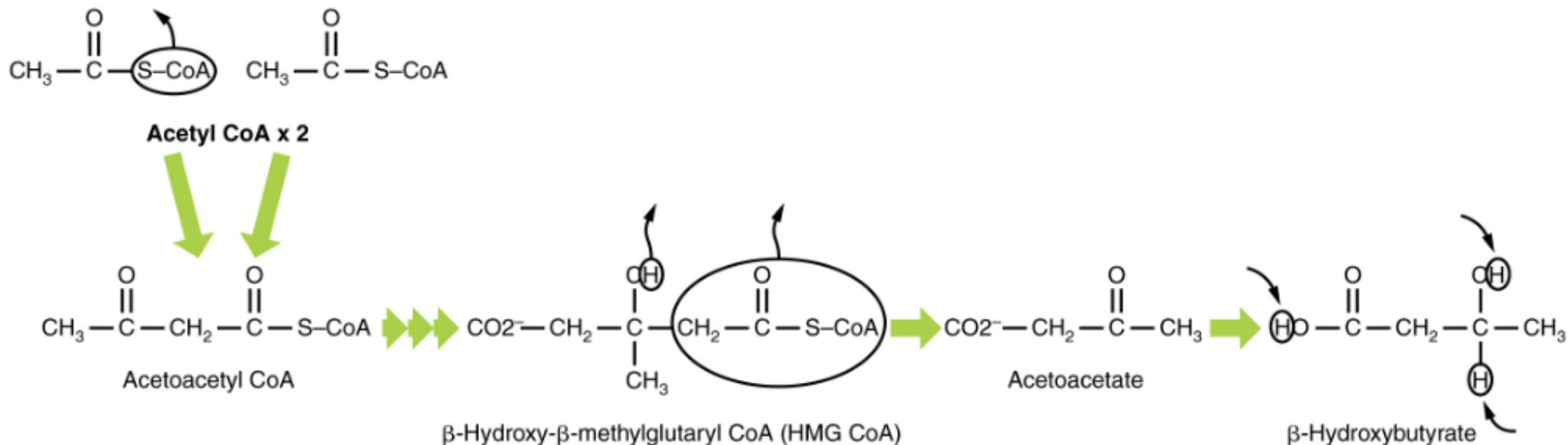
Metabolismo de cuerpos cetónicos

- **Síntesis de cuerpos cetónicos = cetogénesis.**
- Moléculas pequeñas solubles en agua.
- Sirven como **fuentes de combustible** si los niveles de glucosa son demasiado bajos en el cuerpo.
- Las reservas de grasa se liberan para generar energía a través del ciclo de Krebs y generarán cuerpos cetónicos cuando se acumula demasiado acetil CoA.



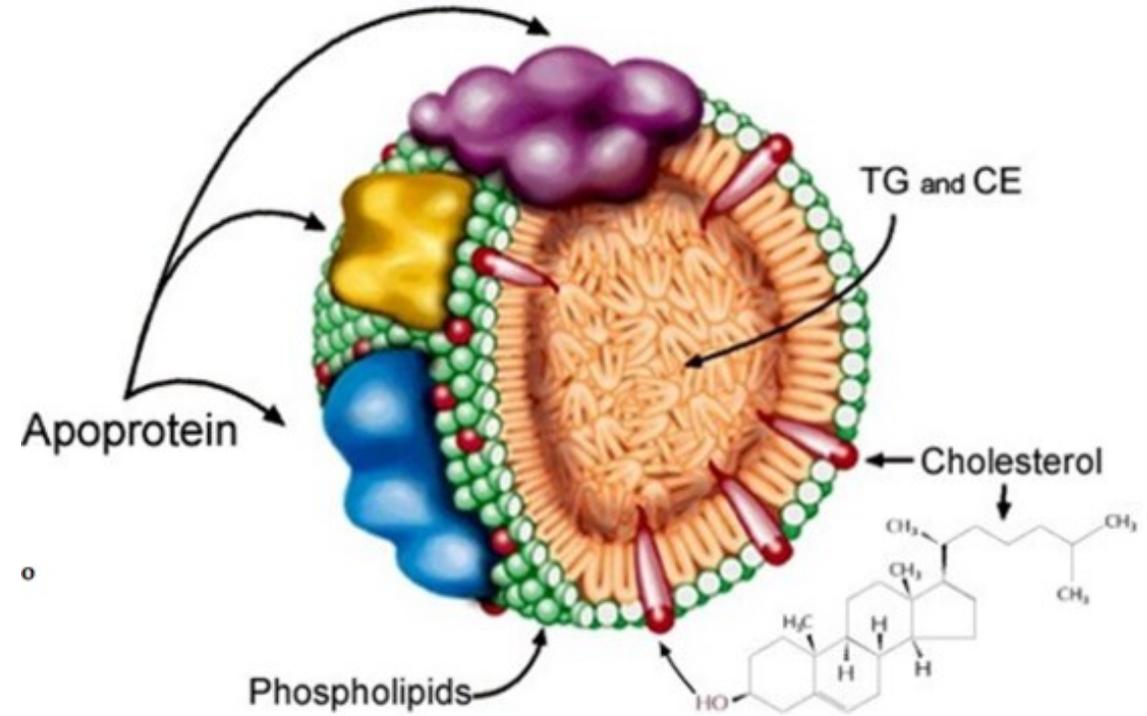
Cetogénesis

1. El exceso de acetil CoA se convierte en hidroximetilglutaril CoA (HMG CoA).
2. HMG CoA es un precursor del colesterol y es un intermedio que posteriormente se convierte en β -hidroxibutirato (cuerpo cetónico primario en la sangre)



Metabolismo de lipoproteínas

- Complejos macromoleculares constituidos por distintos lípidos y diversas proteínas unidos por enlaces covalentes.
- Favorecen el transporte de los lípidos desde sus órganos de síntesis hasta los sitios de utilización.
- También se denominan apolipoproteínas y tienen la capacidad de solubilizar los lípidos en la sangre.

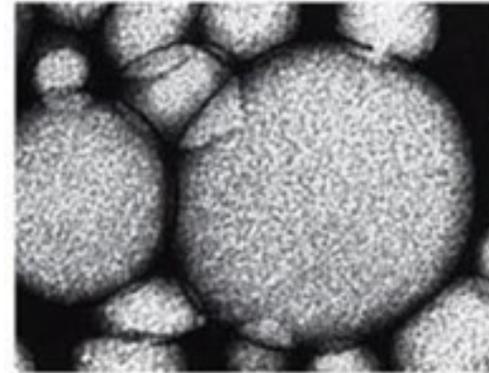




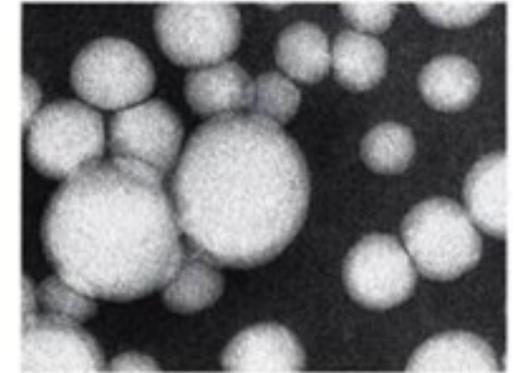
Metabolismo de lipoproteínas

Se clasifican en:

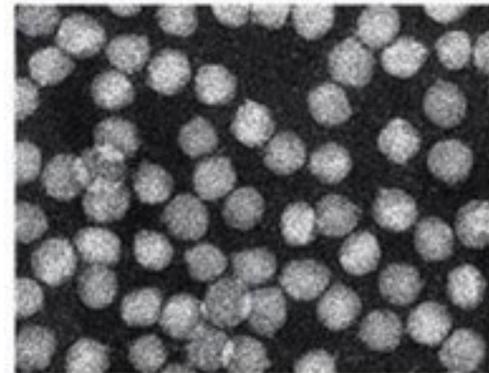
- Quilomicrones.
- Lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL).
- Lipoproteínas de densidad intermedia (IDL).
- Lipoproteínas de baja densidad (LDL).
- Lipoproteínas de alta densidad (HDL).



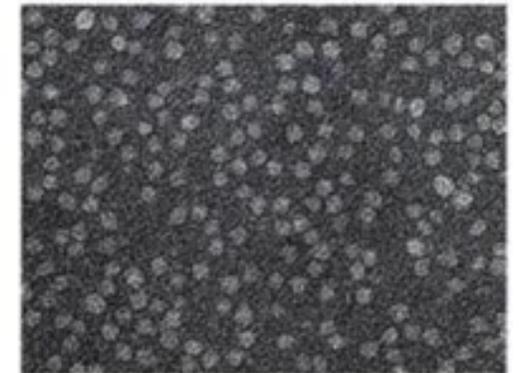
Chylomicrons (×60,000)



VLDL (×180,000)



LDL (×180,000)



HDL (×180,000)



Metabolismo de lipoproteínas

Quilomicrones

- Partículas lipoproteicas más grandes y menos densas.
- Aportan a los tejidos los lípidos obtenidos de la ingesta, principalmente triglicéridos.
- Su hidrólisis produce ácidos grasos que son absorbidos en el tejido muscular y adiposo.
- El catabolismo de quilomicrones ocurre mediante la acción de la lipoproteína lipasa, la cual cataliza la hidrólisis de los triglicéridos de los quilomicrones liberando ácidos grasos.



Metabolismo de lipoproteínas

Lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL)

- Partículas grandes, poco densas, y muy ricas en triglicéridos.
- También tienen una composición apolipoproteica similar a los quilomicrones.
- Participa en el transporte de triglicéridos y su suministro (en forma de ácidos grasos) a los tejidos muscular y adiposo.



Metabolismo de lipoproteínas

Lipoproteínas de densidad intermedia (IDL)

- Más pequeñas y densas que las VLDL.
- Presentan una menor proporción relativa de triglicéridos respecto al colesterol.
- Origen mayoritario a partir de la lipólisis de las VLDL.



Metabolismo de lipoproteínas

Lipoproteínas de baja densidad (LDL)

- Tienen como componente lipídico mayoritario los ésteres de colesterol.
- Participan en el transporte y entrega de colesterol a las células, incluyendo tejidos periféricos e hígado.



Metabolismo de lipoproteínas

Lipoproteínas de alta densidad (HDL)

- Tienen como componente principal los ésteres de colesterol.
- Su síntesis depende, por una parte, del catabolismo de las partículas ricas en triglicéridos (quilomicrones y VLDL) y, por otra parte, de la síntesis de apo A-I.
- Participan en el transporte reverso de colesterol, inhibición de la modificación oxidativa de las LDL o su capacidad antiinflamatoria y antitrombótica.

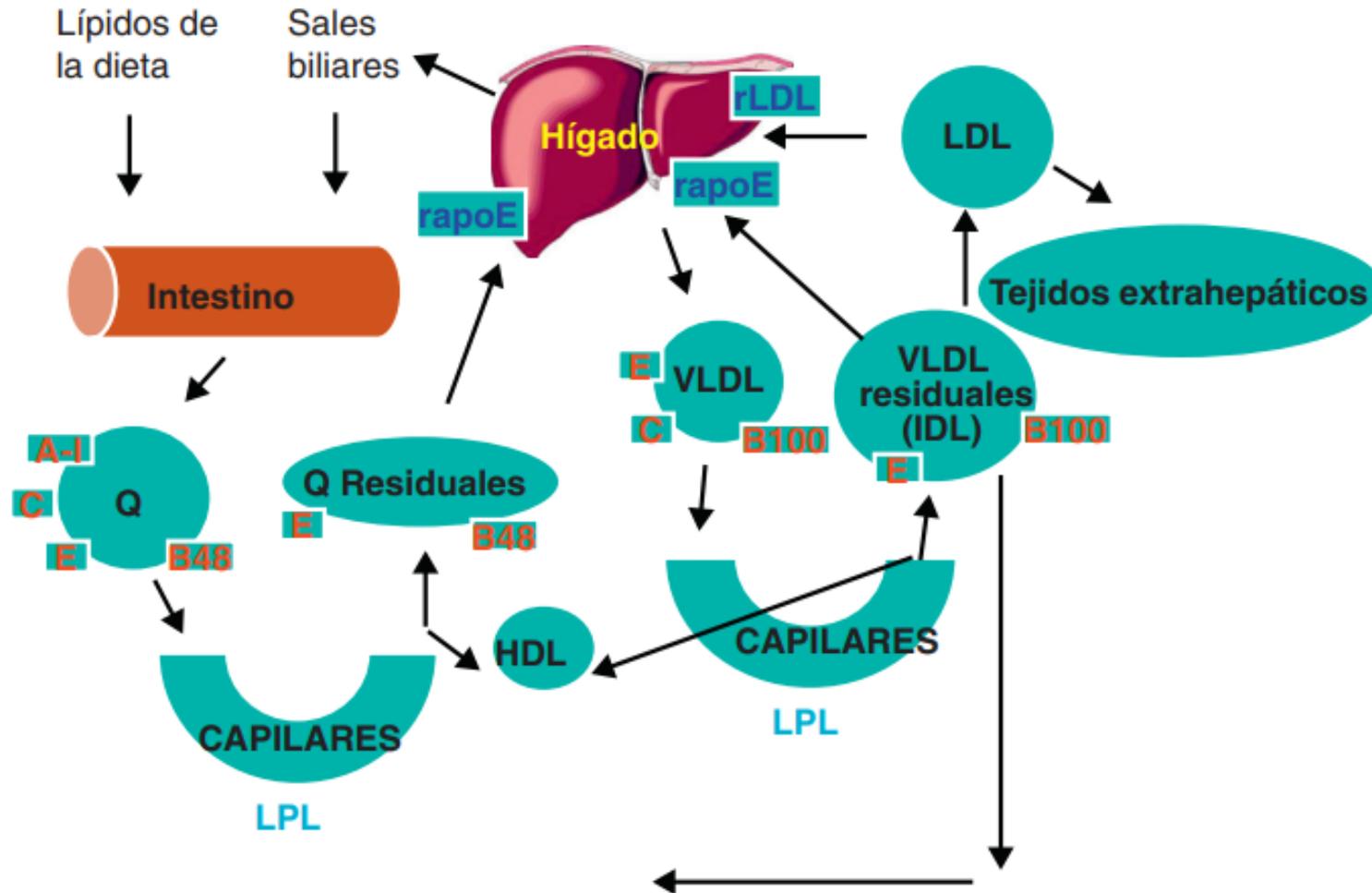


Metabolismo de lipoproteínas

Ocurre mediante diferentes vías:

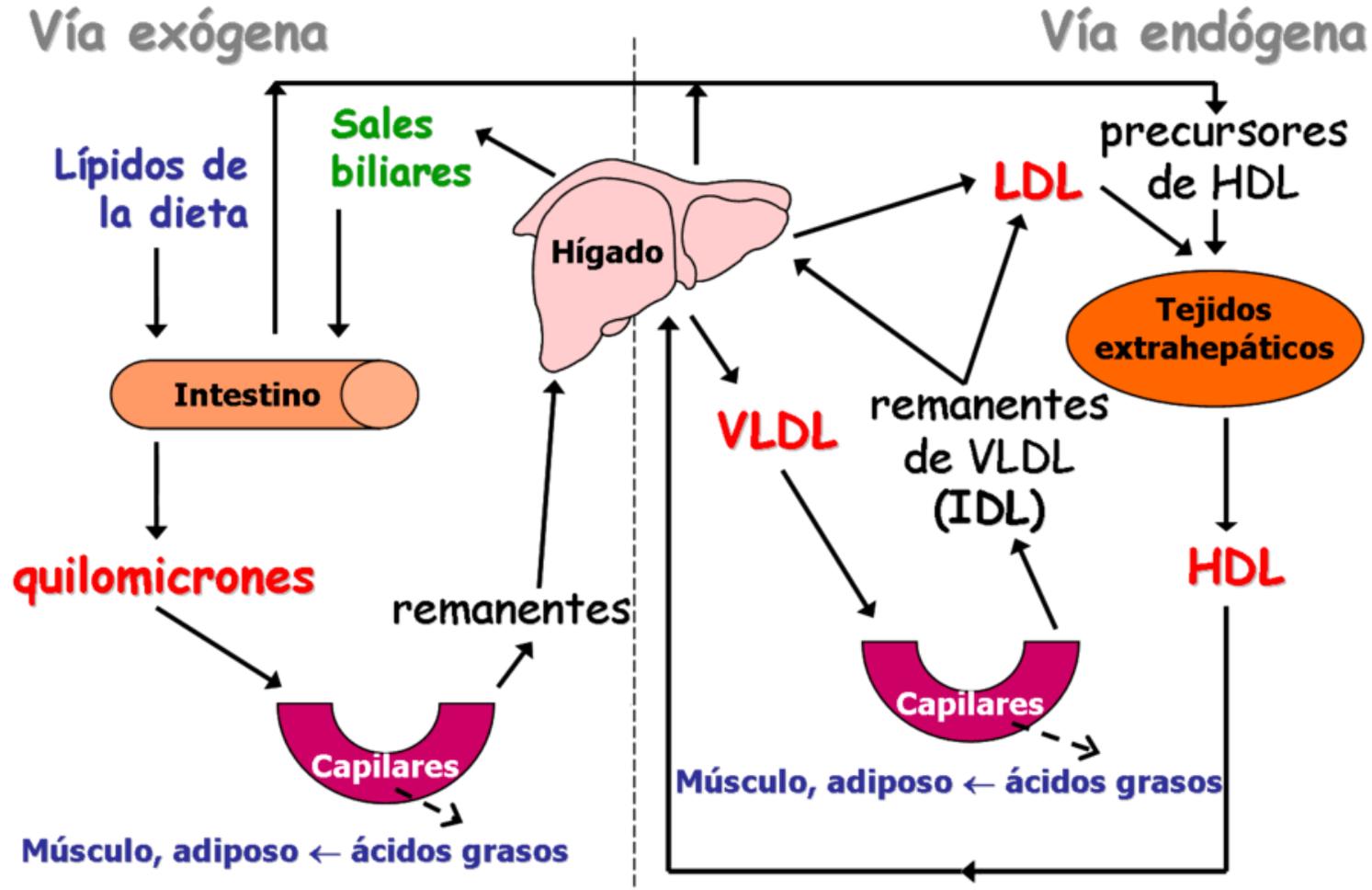
1. Vía exógena/vía del quilomicrón: lípidos ingeridos en la dieta.
2. Vía endógena: lípidos de síntesis hepática.
3. Metabolismo de la HDL: transferencia de apolipoproteínas y colesterol esterificado, transporte reverso de colesterol.

Metabolismo de lipoproteínas



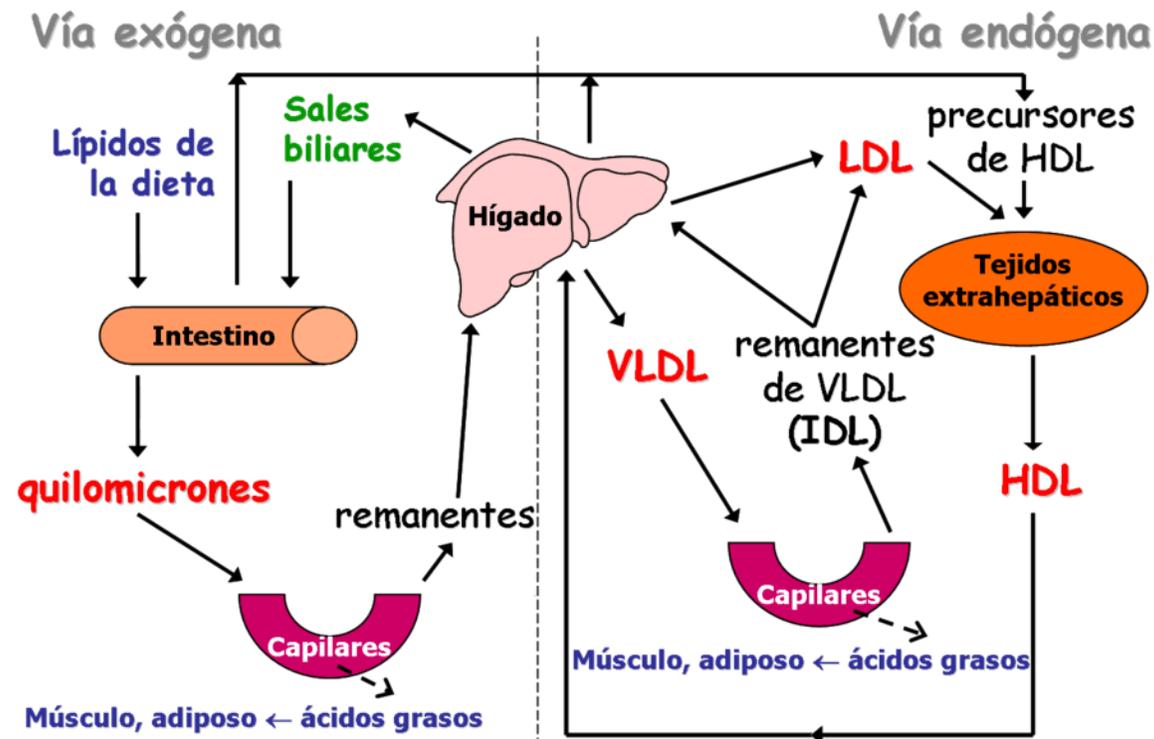


Metabolismo de lipoproteínas



Tarea

- Realizar un resumen (**máximo 300 palabras**) del metabolismo de lipoproteínas representado en la siguiente figura.



Ing. Cristian Patiño Vidal PhD

Material académico – Prohibida la reproducción parcial o total