Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Química
Programa Educativo: **Química en Alimentos**

Unidad de Aprendizaje: **NUTRICIÓN HUMANA**

Semestre en el que se imparte: **6°**

Tipo: **Curso, Obligatorio**

Total de horas: **2T, 4P**

Créditos: **8**

Tema: **Función de la Grasa en la Alimentación**

Autora: **Dra. María de los Ángeles Colín Cruz**

Agosto 2018

GUIÓN EXPLICATIVO

El objetivo general de esta Unidad de Aprendizaje (U de A, Nutrición Humana) es analizar el proceso de la nutrición del ser humano, la función de los nutrimentos en el metabolismo y el efecto de la forma de alimentación sobre la salud, lo cual dará en la formación del Químico en Alimentos las bases para que pueda participar en la producción de alimentos de calidad en el aspecto nutrimental.

Este material didáctico está dirigido a los alumnos del 6° semestre que cursan la U de A mencionada.

Las diapositivas contienen la información o esquemas que apoyan en el desarrollo de la unidad II, sobre Macromoléculas. En ésta se analizan los conceptos que involucran la ingesta, y transformación de la grasa alimenticia dentro del organismo; así mismo, se analiza el destino de la grasa en función de la cantidad ingerida, la importancia de los ácidos grasos esenciales y las patologías relacionadas con la ingesta de grasa alimenticia.

CONTENIDO TEMÁTICO QUE APOYA EL MATERIAL

Diapositivas:

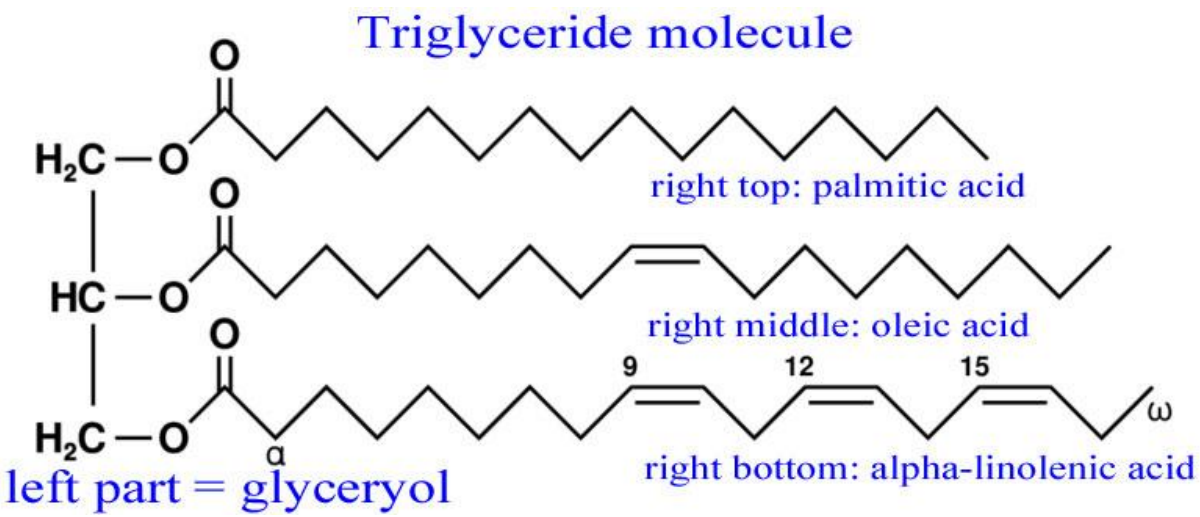
1. Grasa alimenticia: conceptos generales.
2. Esquema que describe la degradación de los triglicéridos alimenticios.
3. Descripción de la absorción y transporte de ácidos grasos alimenticios.
4. Descripción del transporte de quilomicrones.
5. Factores que afectan la digestión y absorción de grasa alimenticia.
6. Otros factores que afectan la digestión y absorción de grasa.
7. Esquema que describe la digestibilidad y absorción de fosfolípidos.
8. Esquema que describe la digestibilidad y absorción de colesterol.
9. Factores que afectan la absorción de colesterol.
10. Cuadro con la descripción de los lípidos plasmáticos.
11. Cuadro con la composición de las lipoproteínas.
12. Cuadro con las características de las lipoproteínas.
13. Esquema que indica el destino de la grasa alimenticia en el organismo.
14. Esquema que describe la oxidación de los ácidos grasos.
15. Esquemas que describen la obtención de energía a partir de grasa.
16. Esquema que describe el almacenamiento de energía en el tejido adiposo.
17. Descripción de las características del tejido adiposo.
18. Descripción de las características del tejido adiposo.
19. Esquema que describe la obtención de energía a partir de grasa en ayuno.
20. Descripción de las características del colesterol.

CONTENIDO TEMÁTICO QUE APOYA EL MATERIAL

Diapositivas:

21. Factores que influyen en los niveles de colesterol plasmático.
22. Esquema que describe las formas de eliminación de colesterol.
23. Características de los ácidos grasos esenciales.
24. Formación de ácidos grasos de la serie omega 3 y 6.
25. Funciones de los ácidos grasos esenciales en las membranas.
26. Los ácidos grasos esenciales como precursores de eicosanoides.
27. Funciones de los ácidos grasos esenciales como hormonas.
28. Cuadro que resume las funciones de los derivados de los AG omega 3.
29. Recomendaciones de la ingesta de grasa.
30. Padecimientos relacionados con la ingesta de grasa.
31. Características de la malabsorción.
32. Características de las hiperlipoproteinemias.
33. Características de la aterosclerosis.
34. Factores de riesgo en el desarrollo de aterosclerosis.
35. Efecto de la alimentación en el desarrollo de la aterosclerosis.
36. Efecto de la alimentación sobre la aterosclerosis.

GRASA



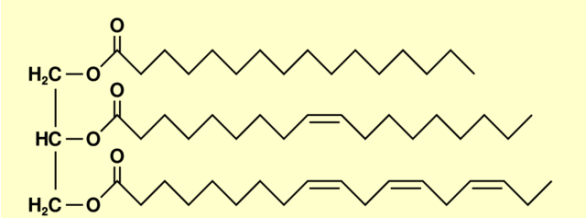
Fuente: http://como-bajar.com/los-trigliceridos/

G R A S A Conceptos generales

- La grasa aporta 9 Kcal/g y es la fuente alimenticia más concentrada de energía.
- Es una forma de almacenamiento de energía corporal.
- Es componente de la membrana celular.
- Cubierta protectora superficial de los órganos.
- Asociada a vitaminas liposolubles (A, D, E, K).
- Parte de moléculas híbridas: lipoproteínas, glucolípidos

- Compuestos lipídicos en la alimentación:
  - Triacilglicéridos (TG)
  - Fosfolípidos
  - Colesterol
  - Vitaminas y precursores

G R A S A Degradación de los TG alimenticios



TG (grasa alimenticia)

Boca
Estómago

Separación de componentes del alimento

EMULSIÓN GRUESA

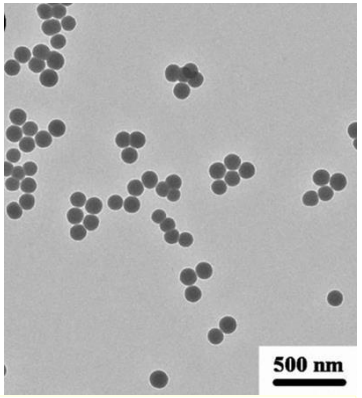
EMULSIÓN GRUESA de TG

Duodeno
Emulsificación

Sales biliares
Á. glicocólico
Ác. taurocólico

EMULSIÓN FINA:
TG-SB-Colipasa

Lipasa pancreática



MICROEMULSIÓN
<0.5 µm
ÁG + 2 MG +SB

Fuentes: http://www.chemtreat.com/capabilities/oil-water-separation/
http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/nr/c3nr06025j/unauth#!divAbstract

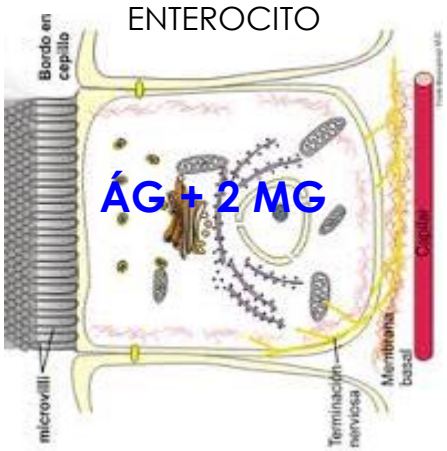
G R A S A Absorción y transporte de TG

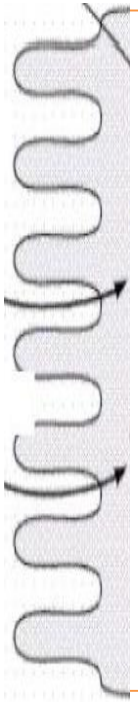
MICROEMULSIÓN

S B ← **Reabsorción**
Circulación enterohepática

ÁG + 2 MG → Absorción
D. simple

ENTEROCITO



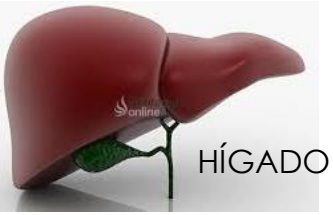


E N T E R O C I T O

AG cadena corta
AG cadena mediana → Vena porta

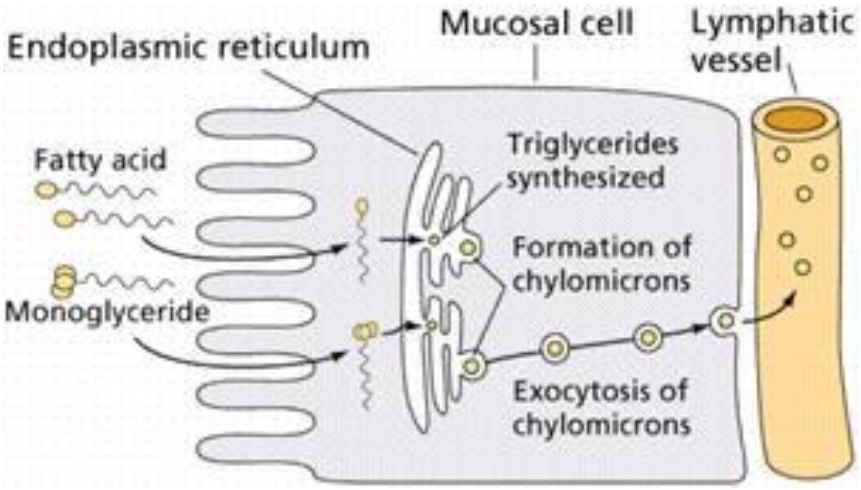
2MG —Lipasa monoglicérica→ Glicerol + AG → Vena porta

AG cadena larga
↓ Reesterificación
TG
\+ → **QUILOMICRONES**
Fosfolípidos-Proteínas-Colesterol



Fuentes: https://es.wikipedia.org/wiki/Enterocito; http://bajar-de-peso.com/enfermedad-del-higado/

G R A S A Transporte de quilomicrones



Vena subclavia derecha →

Circulación sistémica

↓

"Aclaramiento"
Lipasa lipoprotéica

TEJIDOS
Captan AG

← Restos de quilomicrón

Quilomicrones:
0.1-0.6 µm
TG 85%
P-lípidos 9%
Proteína 2%
Colesterol 2%

Tiempo promedio de aclaramiento: 8-12 h
Normal: 4 h
Anormal: >16 h

Fuente: http://nutricionhuesca.blogspot.mx/2011/05/tema-32-pendiente-de-revision-y-dibujos.html

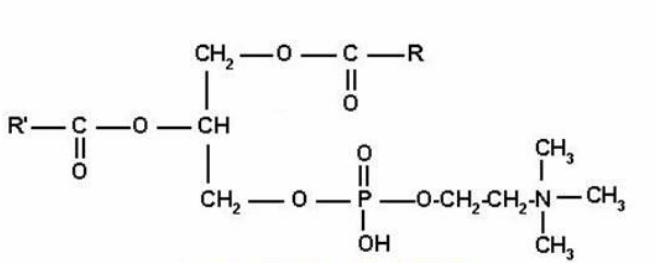
G R A S A Factores que afectan la digestión y absorción

- Todas las grasas (animal y vegetal) son bien digeridas y absorbidas. La digestibilidad general es >95%
  - Animal: AG de 12 a 22C (16-18 más comunes), saturados; colesterol. Vegetal: AG >16C, insaturados.
- Velocidad de digestión de TG
  - Rápida. TG de bajo punto de fusión: AG insaturados, AG de cadena corta.
  - Lenta. AG con número impar de carbonos; 16:0 y 18:0 en posición 1 y 3 (en el TG).
- Velocidad de absorción de ácidos grasos
  - Rápida: AG insaturados y AG de cadena corta.
  - Lenta. AG saturados. Producen saciedad, lipidemia prolongada, posibles pérdidas en heces.

G R A S A Factores que afectan la digestión y absorción

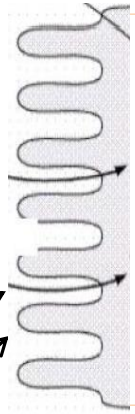
- Edad: la absorción y metabolismo de grasa disminuye a medida que aumenta la edad.
- Los emulsificantes estimulan la absorción.
- Temperatura de cocinado:
  - Las temperaturas normales de cocinado (200-210°C) no afectan la digestibilidad.
  - Temperaturas >250°C y presencia de oxígeno provocan la peroxidación de los AG insaturados y producción de peróxidos (y cetonas, aldehídos) que disminuyen la digestibilidad.
- Presencia de calcio:
  - Los AG insaturados favorecen la absorción de calcio, y viceversa.
  - Se requiere de calcio para la absorción óptima de AG (principalmente saturados).
  - Una ingesta elevada de grasa limita la absorción de AG saturados (se forman sales cálcicas).

G R A S A Digestibilidad y absorción de fosfolípidos



FOSFOLÍPIDO: lecitina

Absorción



ENTEROCITO

P-LIP se incorporan a los quilomicrones

Fosfolipasa A pancreática

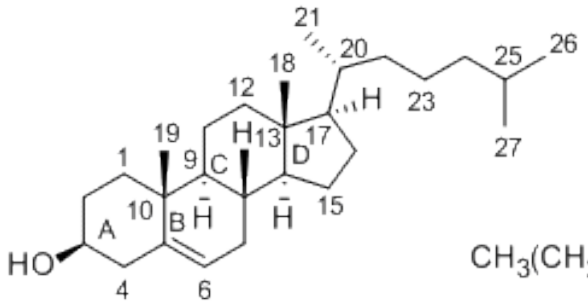
AG

+

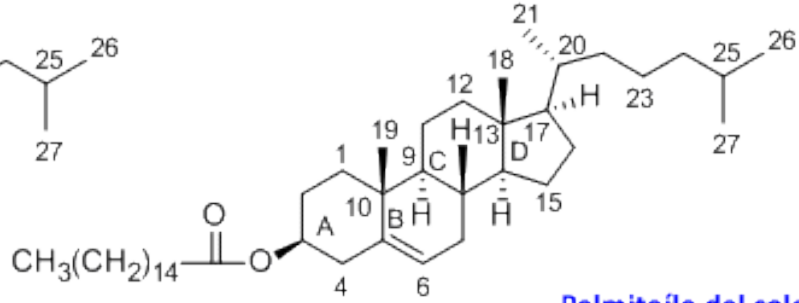
Lisofosfoglicérido

Absorción

G R A S A Digestibilidad y absorción de colesterol



Colesterol



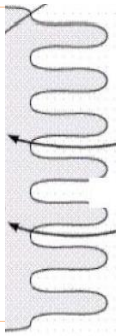
Palmitoílo del colesterol (éster)

Absorción

Colesterolasa pancreática

ENTEROCITO

Colesterol favorece la formación de quilomicrones



Absorción

AG

+

Colesterol

Fuente:https://www.google.com.mx/search?q=trigliceridos&biw=1600&bih=805&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjDwcfn0dPPAhXKNj4KHWEqDxkQ_AUIBigB#tbm=isch&q=esteres+de+colesterol&imgrc=MhRnYBH9kezUZM%3A

G R A S A Factores que afectan la absorción de colesterol

- La tasa de absorción normal diaria es de 140-260 mg.
- Influencia de la dosis:
  - A mayor concentración en los alimentos, disminuye la proporción absorbida.
  - Una ingesta muy elevada puede hacer descender la absorción hasta en 90%.
    - Aumenta la excreción.
    - Disminuye la síntesis.
- La grasa favorece la absorción de colesterol:
  - A mayor cantidad de grasa ingerida, mayor absorción de colesterol.
  - La grasa estimula el flujo biliar.
- Otros factores: tipo de grasa, edad, frecuencia de ingesta, genética, presencia de β-sitosterol.

G R A S A Lípidos plasmáticos

- Lípidos plasmáticos totales: 700 mg/dL.
- 95% en forma de lipoproteína.

Características de los lípidos plasmáticos

COMPONENTE	CONCENTRACIÓN mg/dL	TRANSPORTE
Colesterol (70% esterificado)	180	LDL, HDL
Fosfolípidos	160	LDL, HDL
Triacilglicéridos	160	LDL, VLDL
Proteínas	200	
AG libres	15	Albúmina
Cuerpos cetonicos		

Fuente: adaptada de Shills *et al.*, 2002.

GRASA Lipoproteínas

Lipoproteínas plasmáticas y su composición

LIPOPROTEÍNA (LP)	Abre-via-ción	Densi-dad	S*	Composición (%)			
				Proteína	TG	Colesterol	P-lípidos
Quilomicrón	-	0.96	>400	2 (B, C)	85	2	9
LP de muy baja densidad	VLDL	0.96-1.006	20-400	10 (B, C)	50	22	18
LP de baja densidad	LDL	1.006-1.063	0-12	25 (B)	10	45	20
LP de alta densidad	HDL	>1.063	-	55 (A, C)	4	17	24

* Tasa de sedimentación de la lipoproteína por ultracentrifugación en unidades Svedberg
Fuente: adaptada de Olson, 1998.

G R A S A Lipoproteínas

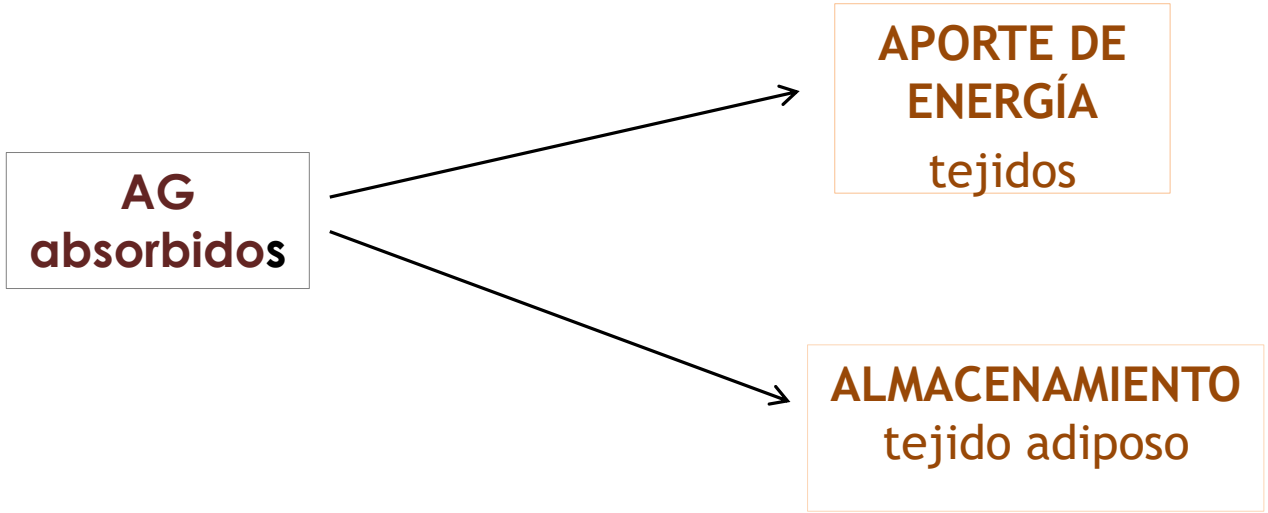
Características de las lipoproteínas plasmáticas

LIPOPROTEÍNA	CARACTERÍSTICAS
Quilomicrón	Se forman a partir de la grasa alimenticia. Aclarados en la periferia por la lipasa lipoproteica (LPL)
VLDL	Grasa endógena: síntesis a partir de precursores (AG, glucosa, restos de quilomicrón). Aclaradas en la periferia por la LPL.
LDL	Se originan de las VLDL. Se aclaran lentamente: 2-5 días por el hígado. Alta proporción de colesterol.
HDL	Baja concentración, en el plasma en ayunas, no producen turbidez, no transportan TG. Transportan colesterol para su eliminación.

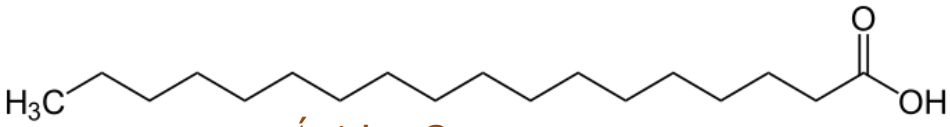
Fuente: adaptada de Shills *et al*., 2002.

G R A S A Transformación de los ácidos grasos alimenticios

- La tasa de metabolismo de TG es de 100-150 g/día
  - 70-180 g de origen exógeno.
  - 10-50 g de origen endógeno.



G R A S A Obtención de energía a partir de ácidos grasos



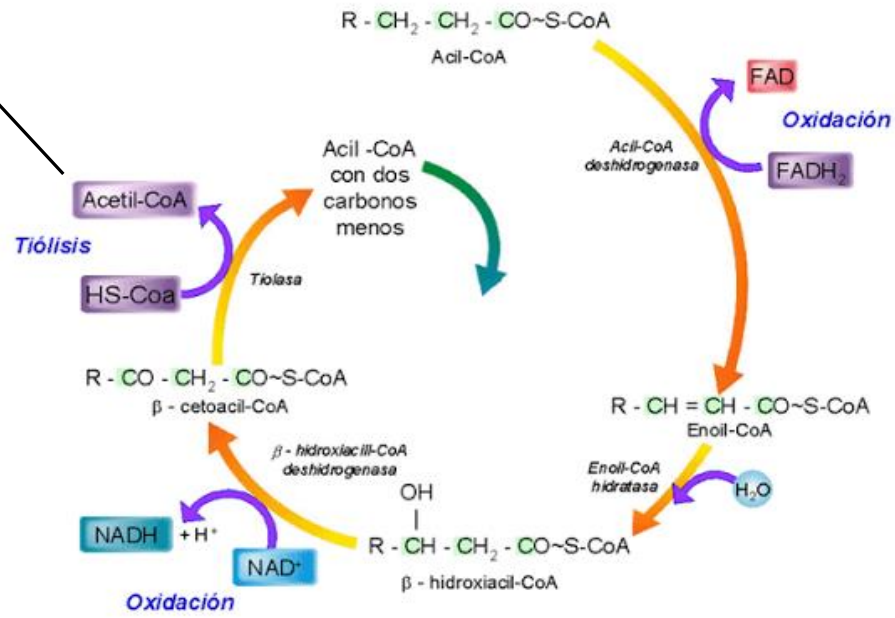
Ácido Graso

Carnitina

Mitocondria

ß-oxidación

Acetil-CoA



Fuente: http://valoracion-clinica-y-metabolismo.blogspot.mx/2013/05/pruebas-de-valoracion-clinica-y-del.html

G R A S A Obtención de energía a partir de ácidos grasos

Ácido graso

↓

ß-oxidación →

- 3 tiocinasas específicas
- Isomerasas
- Epimerasas

↓

Acetil CoA

Acetil CoA

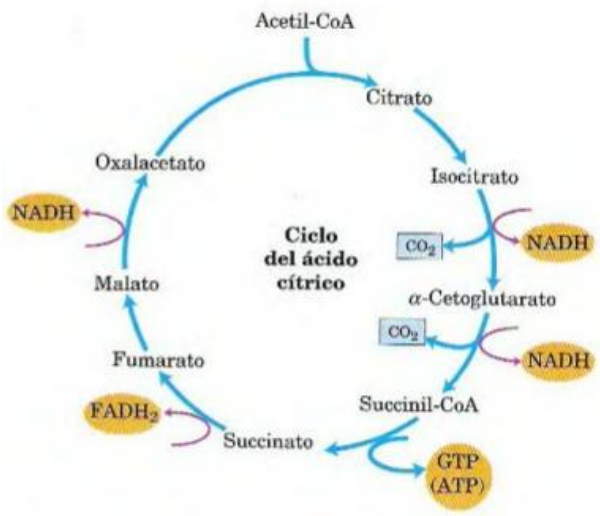
+

Oxalacetato

↓

Citrato

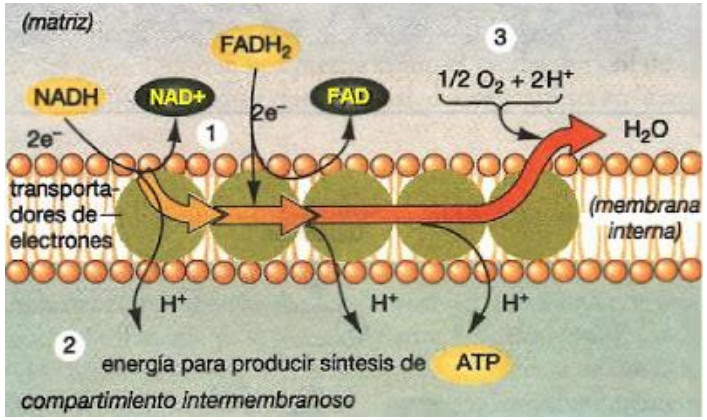
Ciclo de Krebs →



FADH2
NADH
H+

↓

Cadena respiratoria
Fosforilación oxidativa



↓

ATP

148 ATP/18:0

Fuentes: http://es.slideshare.net/friveroll/ciclo-de-krebs-presentation
https://www.google.com.mx/search?q=trigliceridos&biw=1600&bih=805&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjDwcfn0dPPAhXKNj4KHWEqDxkQ_AUIBigB#tbm=isch&q=cadena+respiratoria&imgrc=fXpq0CZCaV1ZtM%3A

G R A S A Almacenamiento de grasa en tejido adiposo

Glucosa (exceso de alimentación)

AG alimenticios

AG restos de quilomicrón

H Í G A D O

Glucosa → Acetil-CoA → AG → TG

AG alimentación → TG + Fosfolípidos, Proteínas, Colesterol → **VLDL**

AG de quilomicrón → TG

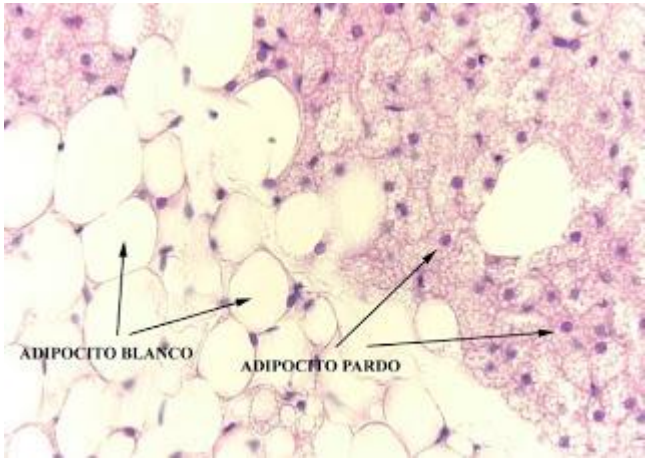
Lipasa lipoprotéica

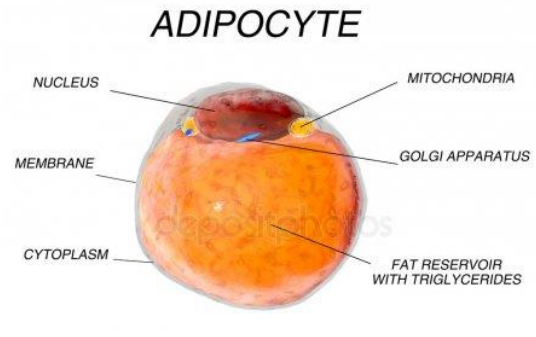
El hígado sano sólo contiene de 5-7% de grasa/peso

TEJIDO ADIPOSO

AG + **α-glicero-P** → **TG**

G R A S A Tejido adiposo





- El tejido adiposo es un órgano ancho y de talla variable:
  - En hombres normales pesa 5-15 kg; en mujeres 10-20 kg.
  - En personas delgadas puede pesar 1 kg; en obesas hasta 100 kg.
- Funciones. Interna: protege a las vísceras; externa: es un aislante (conserva el calor).

Fuente: http://biologiahumanapilar.blogspot.com/2009/11/practica-7-observacion-del-tejido.html
https://sp.depositphotos.com/stock-photos/tejido-adiposo.html?qview=105282312

G R A S A Tejido adiposo

- Características:
  - Está formado por tejido conectivo: en un adulto hay unos 25 000 000 000 de adipocitos que guardan el 85% de la energía (98% como TG).
  - Está compuesto de 80-85% de grasa (90% en obesos), 10% de proteína y 2% de agua.
  - Composición de la grasa humana: AG de 12-18C, principalmente 18:1 (50% y mayor en mujeres) y 16:0 (mayor proporción en hombres). Esta composición puede variar en función de la alimentación.
  - El número de adipocitos aumenta hasta determinada edad (en la niñez), después sólo aumenta el tamaño. La inanición durante las primeras semanas de vida afecta su multiplicación y crecimiento; pero la inanición no tiene efecto en la edad adulta.

G R A S A Uso de la grasa almacenada en ayuno

TEJIDO ADIPOSO
TG

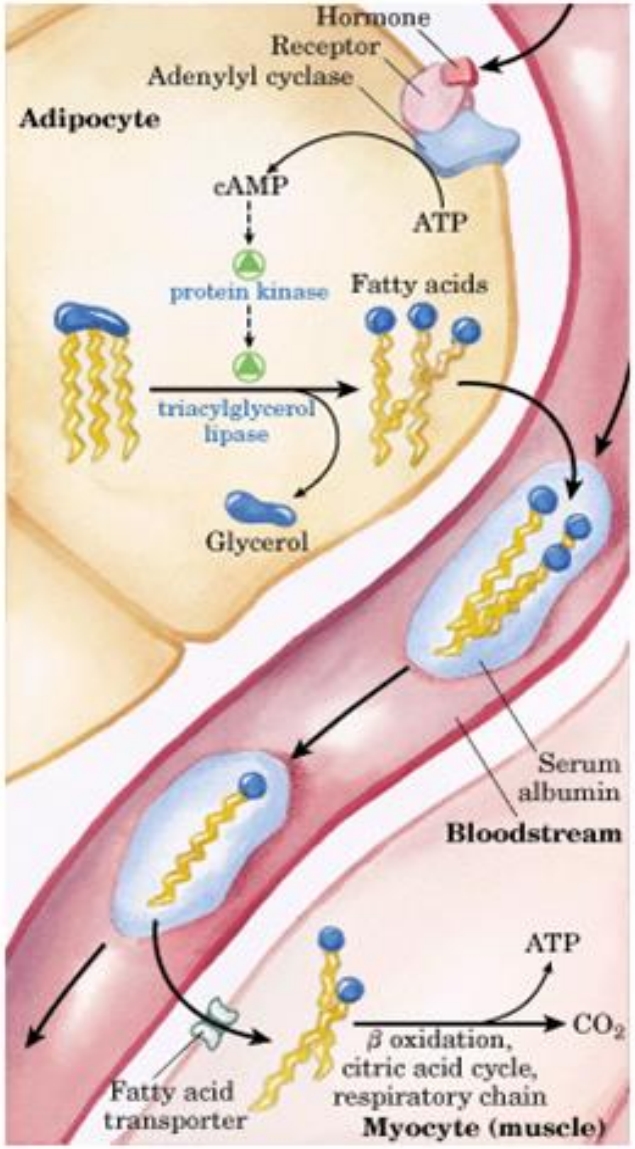
Hidrólisis
Activación de Lipasa

Ácidos grasos
ionizados

Baja concentración de **α-glicero-P**

SANGRE
AG
+
Albúmina
~3:1

TEJIDOS



Fuente:https://www.google.com.mx/search?q=trigliceridos&biw=1600&bih=805&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjDwcfn0dPPAhXKNj4KHWEqDxkQ_AUIBigB#tbm=isch&q=transporte+de+grasa&imgrc=v87B1ek3QmfUSM%3A

G R A S A Colesterol en la alimentación

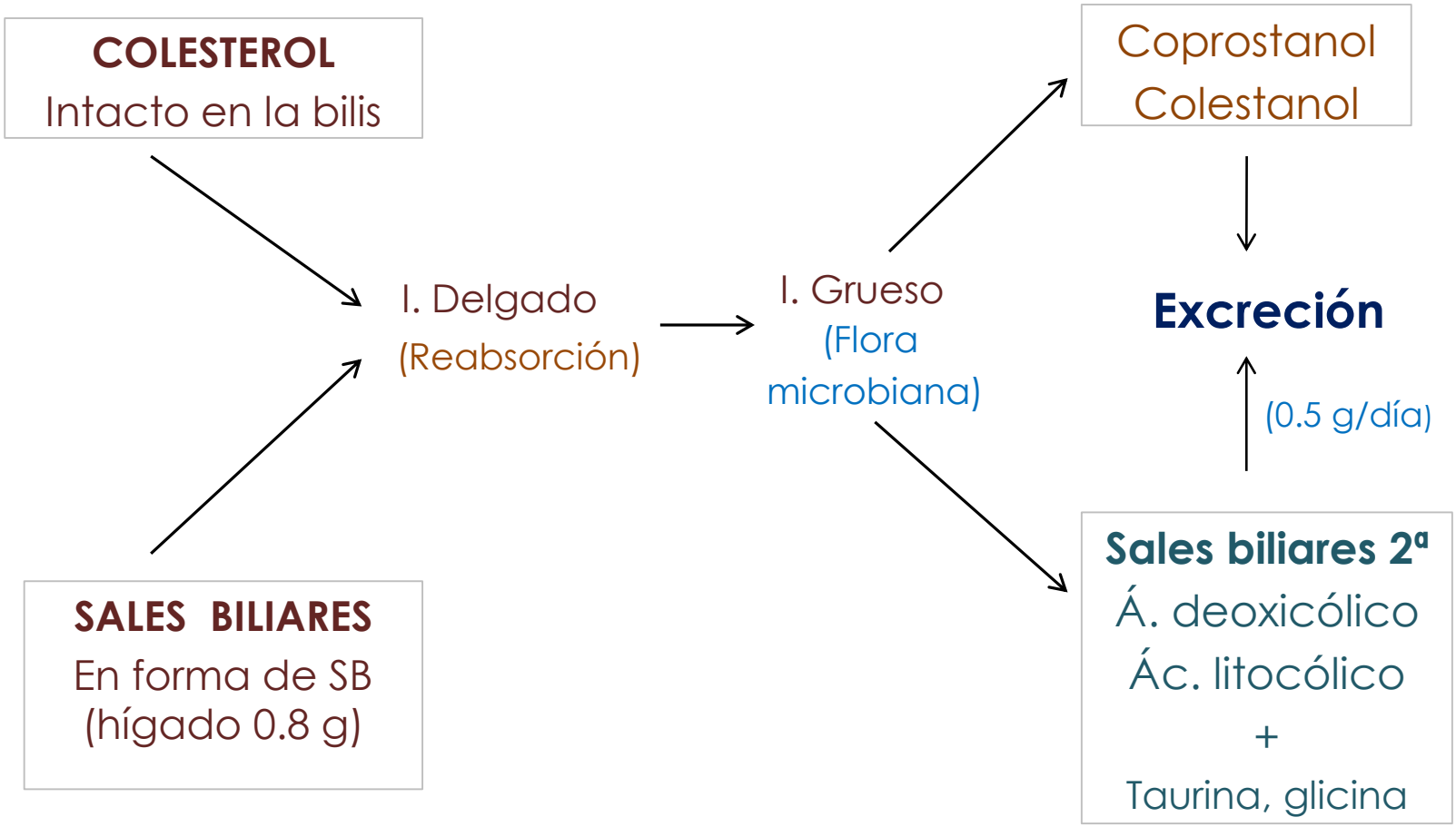
- Características generales
  - Presente en alimentos de origen animal.
  - Se sintetiza en casi todos los tejidos a partir de grupos acetilo (vía ácido mevalónico, escualeno…).
  - La inanición, dietas altas en colesterol, el ayuno y los fármacos inhiben la síntesis. (Las estatinas inhiben la enzima β-OH-β-metilglutaril CoA reductasa).
  - Las dietas altas en grasa aceleran la síntesis.

- Funciones
  - Componente estructural de las membranas celulares (mucosa cutánea e intestinal). Presente en estructuras mielinizadas del sistema nervioso.
  - Precursor en la síntesis de: vitamina D, ácidos biliares y hormonas sexuales.

G R A S A Colesterol en la alimentación

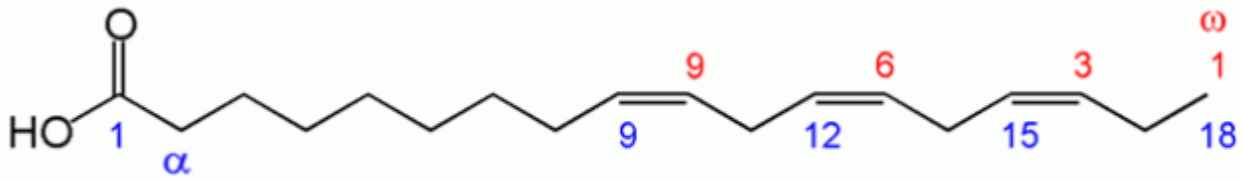
- Factores que influyen en la concentración plasmática (Cp):
  - En personas normales un consumo elevado de colesterol, aumenta sólo un 15% la Cp.
  - El consumo elevado de grasa saturada aumenta la Cp 15-25% (aumenta la disponibilidad de Acetil-CoA para sintetizar colesterol).
  - El consumo elevado de grasa insaturada disminuye la Cp (tal vez debido a que aumenta la excreción de colesterol esterificado con AG insaturados).
  - La falta de insulina aumenta la Cp.
  - La falta de hormonas tiroideas aumenta la Cp de colesterol, mientras que el aumento (de hormonas) la disminuye (debido seguramente a la activación de enzimas lipídicas).

G R A S A Excreción de colesterol



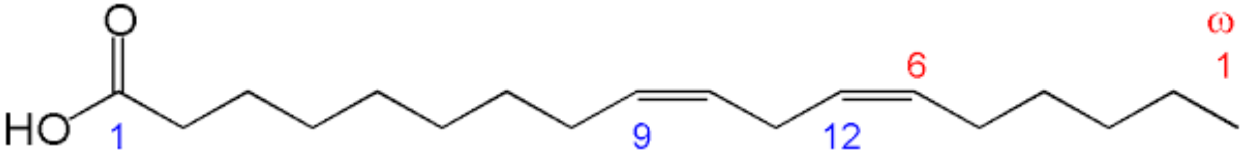
G R A S A Ácidos grasos esenciales

- Definición: AG que el cuerpo no puede sintetizar y debe obtener a través de la alimentación.
- 2 familias de AG esenciales:
  - Los derivados del ácido linolénico (ALA, 18:3) y que dan origen a los AG ω-3. Ác. Eicosapentanoico (EPA, C20:5) y Ác. docosahexanoico (DHA, C22:6).



Acido alfa linolenico (ALA; 18:3, ω−3)

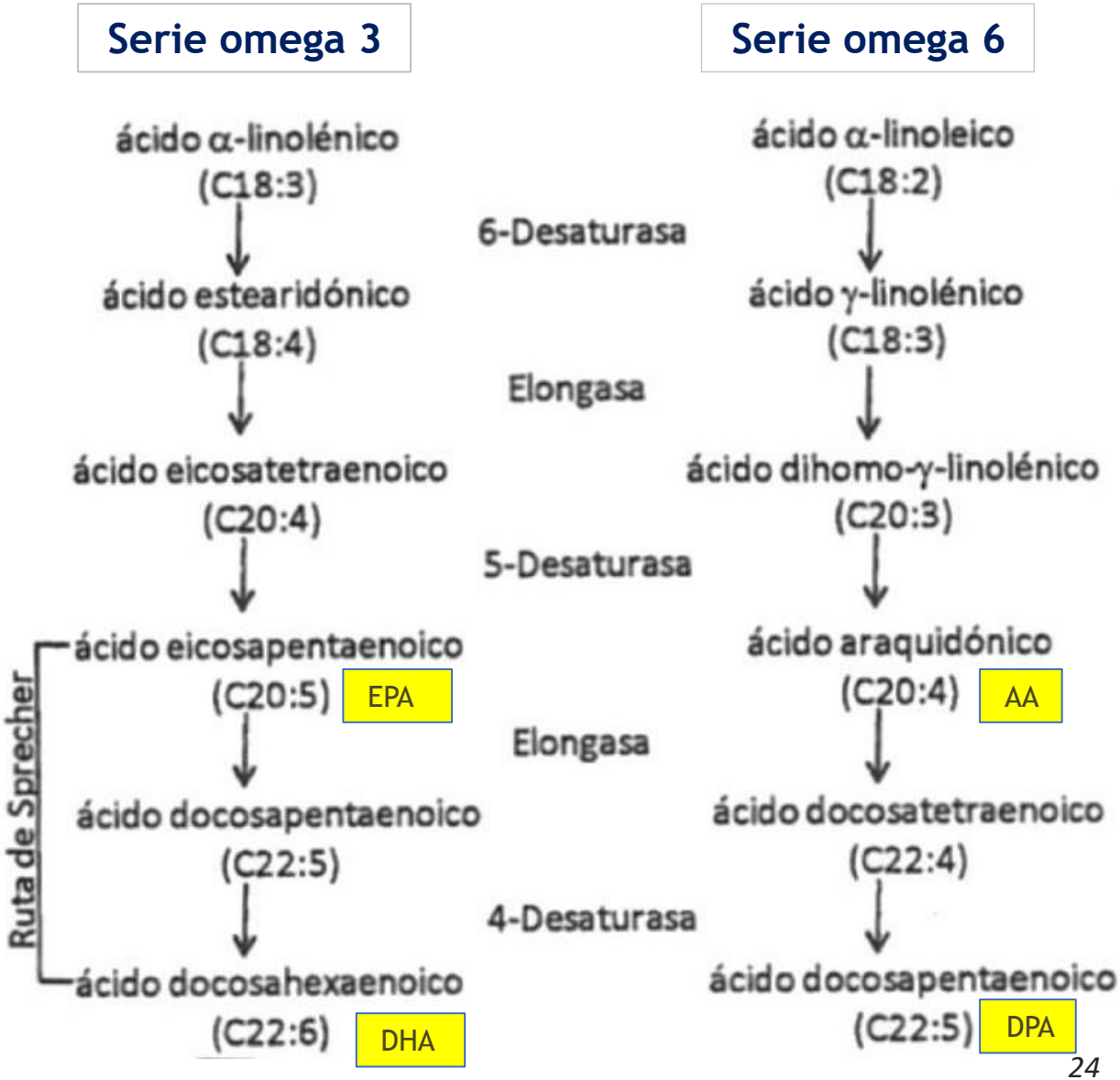
  - Los derivados del ácido linoléico (LA, 18:2) y que dan origen a los AG ω-6. Ác. araquidónico (AA, C20:4) y Ác. docosapentanoico (DPA, C22:5).



Fuente: https://cyanutrition.org/2015/08/26/elige-las-grasas-grasas-poliinsaturadas/

G R A S A Ácidos grasos esenciales

Formación del EPA y DHA a partir del ácido linolénico; y del AA y DPA a partir del ácido linoléico.

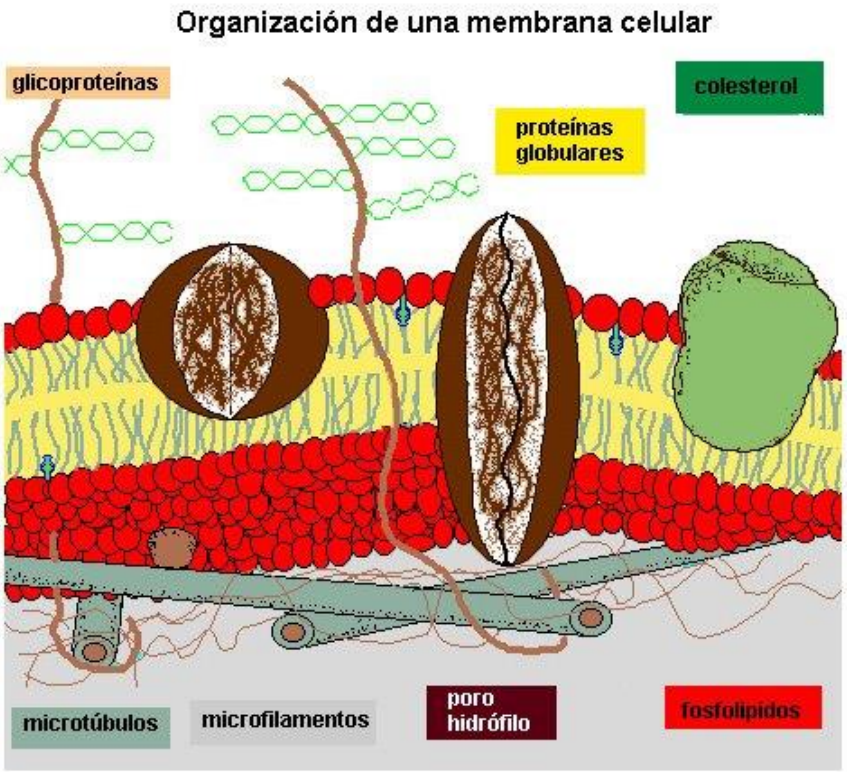


Fuente: FAO, 2008.

G R A S A Ácidos grasos esenciales: funciones

La ingestión de AG poliinsaturados conduce a su distribución en prácticamente cada célula del organismo con los siguientes efectos:

- I. En la membrana y su función.
  - Se incorporan en los fosfolípidos estructurales y modifican la fluidez y espesor de la membrana; y alteran las interacciones específicas con las proteínas de la membrana. (En especial el DHA).
  - En las membranas de las células nerviosas hay una alta concentración de AA (C20:4) y DHA (C22:6), que recubren las neuronas.
  - El DHA se encuentra en la retina como componente de la rodopsina.



Fuente: http://www.biologia.edu.ar/celulamit/structu2.htm

G R A S A Ácidos grasos esenciales: funciones

- II. Síntesis de eicosanoides
  - El AA y el EPA dan lugar a eicosanoides como la prostaciclina y el tromboxano.
  - El DHA es el precursor de docosanoides.
  - Estos derivados están involucrados en varios procesos biológicos entre los que se incluyen:
    - La modulación de la inflamación.
    - La agregación plaquetaria.
    - La respuesta inmunitaria.
    - El crecimiento y proliferación celular.
    - La contracción y dilatación de las células del músculo liso.
  - Los omega 6 estimulan la síntesis de eicosanoides mientras que los omega 3 la inhiben. Se considera a los omega 3 como antiinflamatorios y antitrombóticos. Por tanto debe haber un equilibrio entre ambos.

G R A S A Ácidos grasos esenciales: funciones

- III. Señalización y regulación de la expresión de genes.
  - Funcionan como hormonas; regulan las enzimas implicadas en el metabolismo lipídico (y de la glucosa).
  - Los AG poliinsaturados activan la expresión de los genes de transporte y oxidación de ácidos grasos (AcilCoA sintetasa, acilCoA oxidasa, carnitina palmitoiltransferasa).
  - Reducen la expresión de genes que regulan la síntesis de novo de los lípidos, a través de la síntesis de enzimas (esteroil CoA desaturasa, acetilCoA carboxilasa y sintasa de AG).
    - De esta forma, promueven un cambio en el metabolismo hacia la oxidación de los ácidos grasos y no hacia la síntesis de nuevos ácidos grasos y su almacenamiento.

G R A S A Ácidos grasos esenciales: funciones

Physiological effects of 20 and 22-carbon N3 PUFA

TARGET SYSTEM	EFFECT	LIKELY MECHANISM
CNS	Improves cognitive functions	Membrane composition; RXRα
Retina	Enhances visual acuity	Membrane composition
Immune	Immunosuppressive	Membrane composition; Rafts
	Anti-inflamatory	Eicosanoid synthesis/Action;NFkB
Cardiovascular	Anti-arrhythmia	Membrane composition; Rafts
	Anti-thrombotic	Eicosanoid synthesis/Action;NFkB
Serum lipids	Lower triglycerides	PPARα & γ; SREBP-1c;LXRα & β
Liver	Suppresses lipogenesis	SREBP-1c; LXRα & β
	Increases fatty acid oxidation	PPARα
	Suppresses VLDL synthesis	PPARα/HNF4α
Skeletal muscle	Improves insulin sensitivity	Membrane composition; PPARα & β; NFkB

Fuente: Jump, 2002.

G R A S A Recomendaciones (INCMNSZ)*

- Del total de energía ingerida:
  - < del 30% debe provenir de grasa
    - 1/3 de grasa saturada
    - 1/3 de grasa monoinsaturada
    - 1/3 de grasa poliinsaturada
  - Colesterol: < de 250 mg
  - Ácidos grasos esenciales: 6-11% de la ingesta energética
    - 2.5% de LA
    - 0.5% de ALA (máximo 2.0% de ω-3)
- Un alto consumo de AG poliinsaturados aumenta el riesgo de peroxidación.

*Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zuribán

G R A S A Padecimientos relacionados con la ingesta de grasa

- Malabsorción
- Hiperlipoproteinemias
  - Aterosclerosis
- Obesidad

Tema a investigar y exponer por los alumnos, resaltando la incidencia de obesidad en la población mexicana.

G R A S A Malabsorción

- Esteatorrea: > 7 g de grasa/día en heces (100 g de consumo)

Factores que provocan la malabsorción de grasa

FACTORES EXTERNOS	FACTORES INTERNOS
Composición química de los TG	Producción, transporte, reabsorción y almacenamiento de sales biliares (SB):
AG de rápida absorción	Deficiencia de síntesis o conjugación de SB en el hígado
AG de lenta absorción	Obstrucción del conducto biliar
Calentamiento de la grasa (>250°C)	Alteración de circulación enterohepática
Presencia de emulsificantes, Ca++	Inflamación o tumor en páncreas
Edad	Síntesis reducida de apoproteínas en ID
	Insuficiencia de AGE

- Para limitar las consecuencias de la malabsorción de grasa, favorecer consumo de TG con ácidos grasos de cadena corta y cadena mediana.

G R A S A Hiperlipoproteinemias (LP)

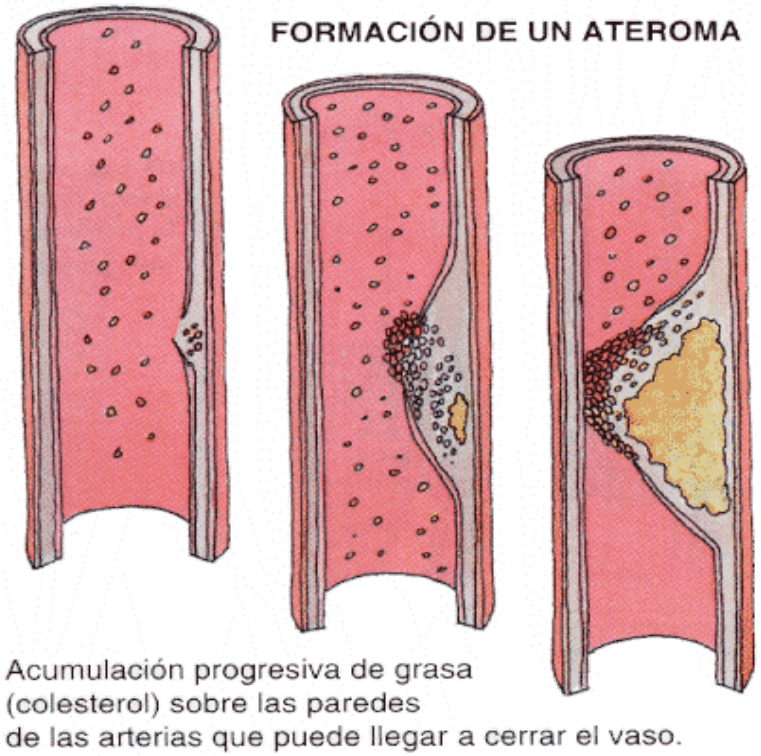
- Exceso de LP, puede ser congénito o adquirido.

Tipos de hiperlipoproteinemias

TIPO	CARACTERÍSTICAS	CONSUMO PARA
I	Exceso de quilomicrones	Disminuir consumo de grasa (15-30 g/día)
II	**HLP familiar Hipercolesterolemia**	Disminuir consumo de colesterol, grasa saturada y CHO, aumentar grasa insaturada
III	Exceso de LDL	Disminuir consumo de grasa saturada y CHO
IV	Exceso de VLDL	Inducida por CHO, común en diabéticos y obesos. Disminuir consumo de energía
V	Mixta	Disminuir consumo de energía, bajar peso

G R A S A Aterosclerosis

- La aterosclerosis es un tipo de arteriosclerosis.
  - Engrosamiento de las arterias grandes y medianas con acumulación de lípidos y colesterol (P-lip y TG); y formación de ateromas.
  - Bloquean el flujo de sangre.
    - Miembros inferiores: necrosis de tejido y gangrena.
    - Vasos y arterias del corazón: ataques cardiacos.
    - Vasos y arterias del cerebro: apoplejía (parálisis).



http://aterosclerosisusco.blogspot.mx/

G R A S A Aterosclerosis

- Factores de riesgo en la formación de ateromas, en orden de importancia.

1. Lípidos sanguíneos elevados (hipercolesterolemia)
2. Fumar
3. Hipertensión
4. Hiperglucemia
5. Obesidad
6. Vida sedentaria
7. Estrés
8. Otros: antecedentes

G R A S A Aterosclerosis

Influencia de la alimentación en la hipercolesterolemia-aterosclerosis

- La grasa insaturada (poliinsaturada) disminuye los niveles de colesterol.
- La grasa saturada eleva los niveles de colesterol.
- El tipo de AG tiene diferentes efectos:
  - 18:1 y los AG < 10C, no tienen efecto sobre los niveles de colesterol.
  - 18:0, tiene poco o no tiene efecto.
  - 14:0 y 16:0, elevan los niveles de colesterol.
  - Los aceites hidrogenados elevan más el colesterol que sus correspondientes AG (no hidrogenados).

G R A S A Aterosclerosis

- Un alto consumo de carbohidratos aumenta la concentración de TG (50-100%), y colesterol.
- La fibra disminuye los niveles de colesterol: lignina, pectina.
- En poblaciones con dietas bajas en grasa saturada existe una incidencia alta de coronopatías.

G R A S A

Referencias

- FAO (2008). Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Consulta de expertos. Fundación iberoamericana de nutrición. Ginebra, Suiza.
- Hall J. E. (2011). Guyton and Hall. Tratado de fisiología médica. 12ª edición. Elsevier Saunders.
- Jump D. B. (2002). The biochemistry of n-3 polyinsaturated fatty acids. *The Journal of Biological Chemistry*. **227**, 8755-8758.
- Mendoza M. A. (2007). Digestión y Absorción: contexto bioquímico. UAEM.
- Olson R. E, (1998). Discovery of the Lipoproteins, Their Role in Fat Transport and Their Significance as Risk Factors. *The Journal of Nutrition*, 439S-443S.
- Shills M. E., Olson J. A., Shike M., Ross A. (2002). Nutrición en la salud y la enfermedad. 9a edición. McGraw Hill-Interamericana.