



DIPARTIMENTO  
DI SCIENZE DELLA VITA

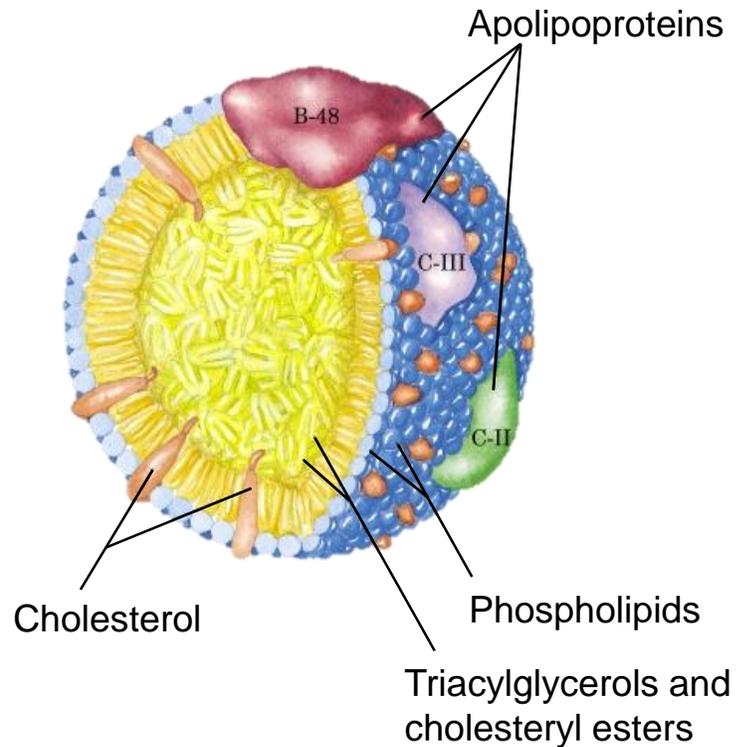


# CORSO: ALIMENTI NUTRIENTI E SALUTE

## Anno Accademico 2021-2022

**Lezione 13 Dicembre 2021**

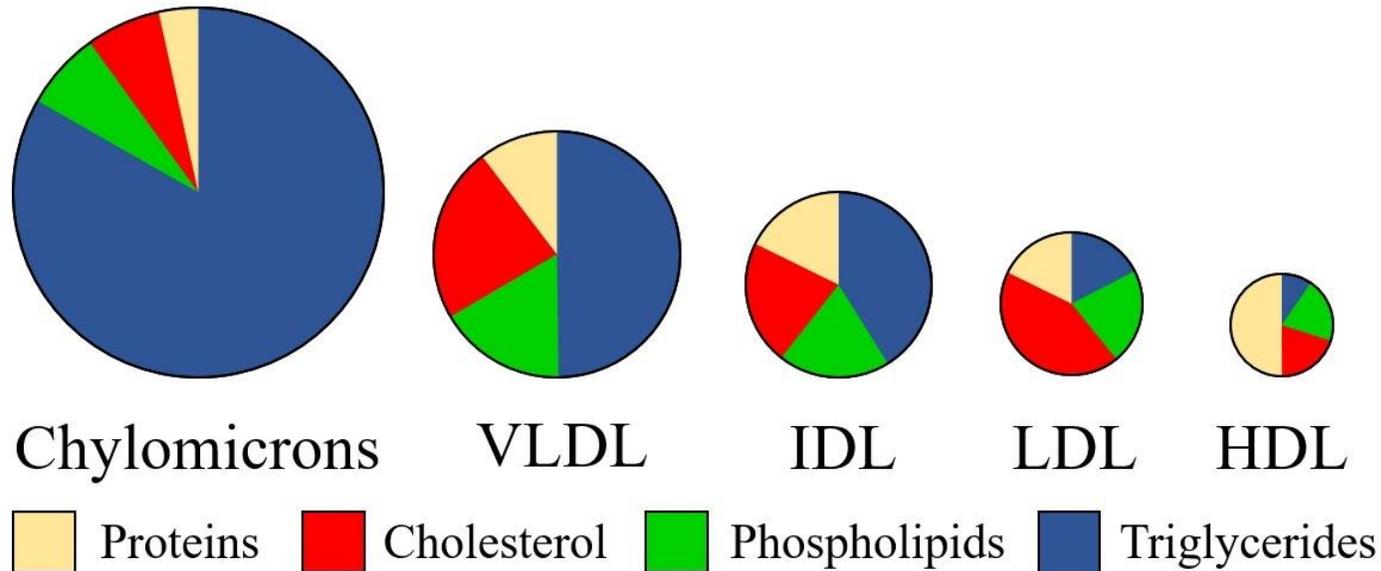
# LIPOPROTEINE PLASMATICHE



- ❖ **Strutture molecolari complesse che permettono di trasportano i lipidi** (insolubili in acqua), derivati dagli alimenti o dal metabolismo endogeno, ai diversi tessuti in modo da soddisfare i fabbisogni di lipidi e di colesterolo dell'organismo
- ❖ **Parte esterna idrofila**, composta da fosfolipidi, proteine (apo-proteine) e colesterolo libero
- ❖ **Parte centrale idrofoba**, composta da trigliceridi e colesterolo esterificato
- ❖ presentano una struttura micellare formata da: un **mantello esterno anfipatico** composto da apo-proteine e da **un singolo strato di fosfolipidi e colesterolo libero**, che consente la solubilità in acqua dell'intero complesso macromolecolare; un nucleo interno idrofobico contenente lipidi apolari (colesterolo esterificato e trigliceridi).

- Composto organico formato da **una proteina coniugata con una componente lipidica**.
- Molti enzimi, proteine strutturali delle membrane cellulari, antigeni, adesine e tossine sono lipoproteine, così come i citocromi nei mitocondri o nei cloroplasti e le lipoproteine batteriche.
- I lipidi sono una parte essenziale della lipoproteina.

# DENOMINAZIONE E COMPOSIZIONE DELLE DIVERSE LIPOPROTEINE



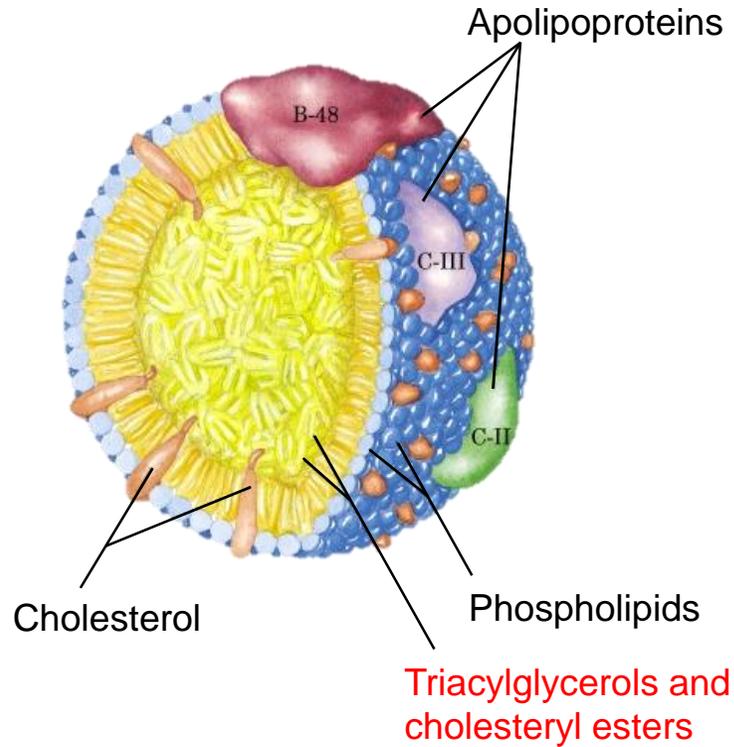
Il diametro della lipoproteina è **direttamente dipendente dal volume del nucleo interno (core)**, composto dai lipidi trasportati (trigliceridi e colesterolo esterificato), cosicché le particelle ricche di trigliceridi (chilomicroni e VLDL) sono di gran lunga le più voluminose e le meno dense.

Il core è del tutto apolare e interagisce con la faccia interna apolare dell'involucro fosfolipidico.

L'**involucro** a sua volta è composto da tre principali tipi di molecole: un primo di natura proteica, le **apolipoproteine** (abbreviate in apo), e due di origine lipidica, i **fosfolipidi** e il **colesterolo** non esterificato.

❖ Le lipoproteine plasmatiche sono classificate in: chilomicroni, lipoproteine a densità molto bassa (VLDL), lipoproteine a densità intermedia (IDL), lipoproteine a bassa densità (LDL), lipoproteine ad alta densità (HDL), lipoproteine a (Lpa).

# CHILOMICRONI



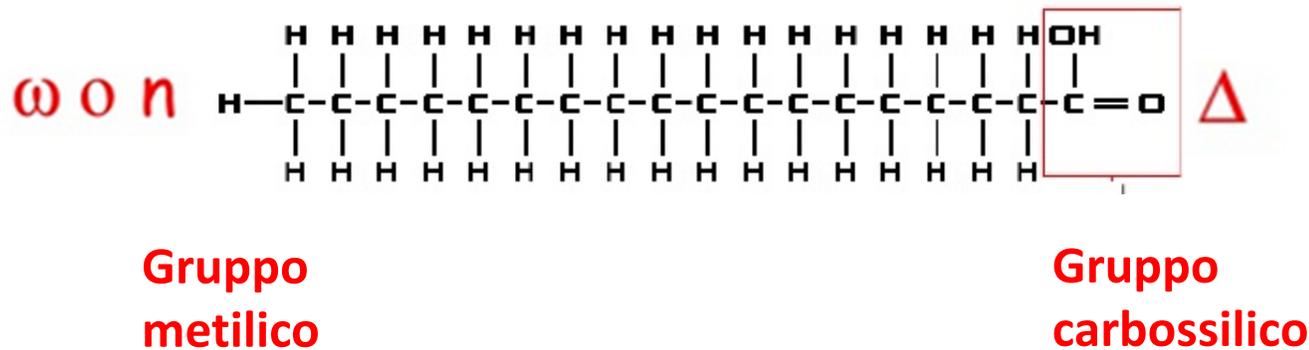
Trigliceridi (85–92%), Fosfolipidi (6–12%),  
Colesterolo (1–3%), Proteine (1–2%).

I chilomicroni sono le lipoproteine caratterizzate **dalla minor densità** (0,90 g/ml) e **dal maggior diametro**, tra 75 e 1200 nm. Raccolgono i trigliceridi, principalmente, ed il colesterolo introdotti con la dieta a livello dell'intestino tenue e sono **presenti pressoché solo dopo i pasti**.

In generale, dopo essere stati prodotti a livello dell'intestino passano nel sistema linfatico e da questo nella circolazione sanguigna fino a raggiungere i capillari dei tessuti che sfruttano il colesterolo e i trigliceridi, come il tessuto adiposo ed il tessuto muscolare; **terminano la loro esistenza presso il fegato**.

# ACIDI GRASSI

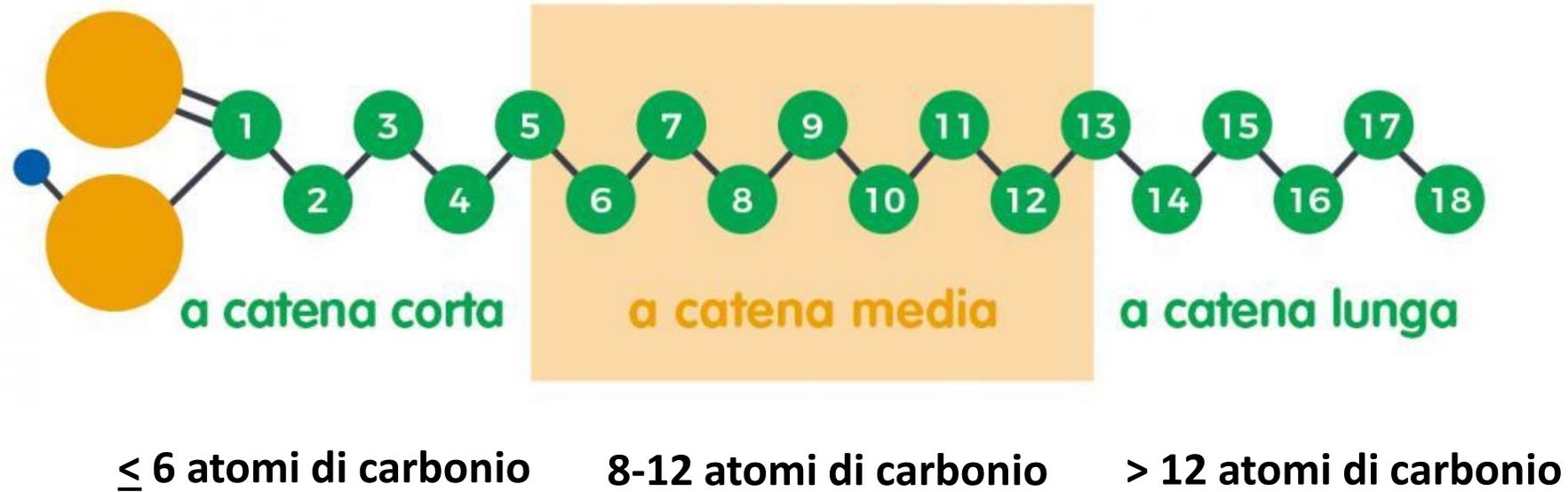
- ❖ Sono acidi monocarbossilici formati da una catena idrocarburica
- ❖ Hanno formula generale  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ , con  $n$  variabile tra 2 e 28
- ❖ L'estremità con il gruppo carbossilico e quella con il metile vengono indicate rispettivamente con le lettere delta e omega (oppure  $n$  o  $w$ )



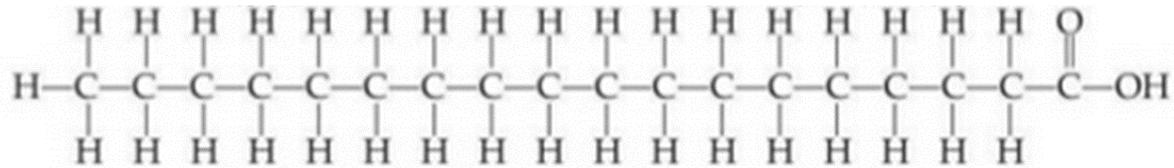
Si distinguono per:

- ❖ Lunghezza della catena idrocarburica
- ❖ Numero e posizione dei doppi legami tra gli atomi di carbonio

# CLASSIFICAZIONE DEGLI ACIDI GRASSI DALLA LUNGHEZZA DELLA CATENA CARBONIOSA

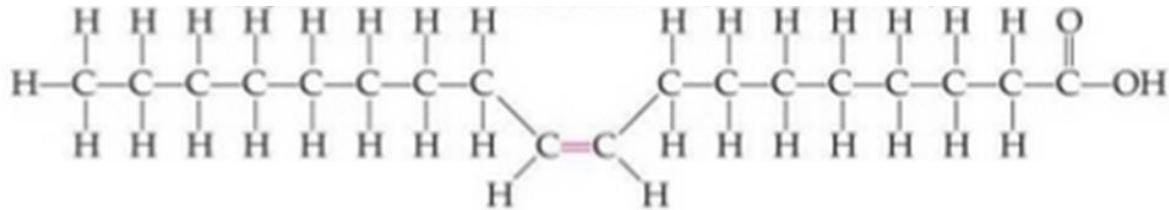


# CLASSIFICAZIONE DEGLI ACIDI GRASSI DAL NUMERO DOPPI LEGAMI



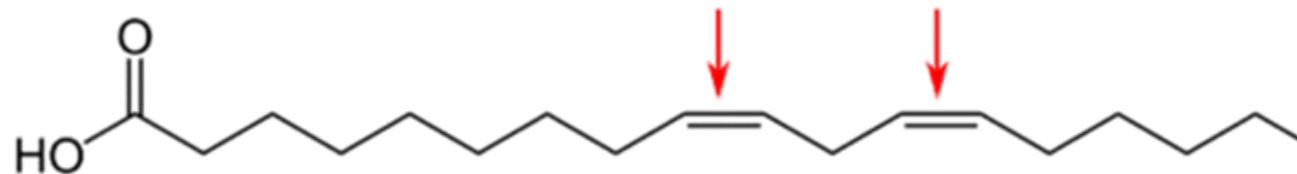
## ACIDI GRASSI SATURI (SFA)

Assenza di doppi legami tra gli atomi di carbonio, ad esempio acido stearico



## ACIDI GRASSI MONOINSATURI (MUFA)

Presenza di un doppio legame, ad esempio acido oleico



## ACIDI GRASSI POLINSATURI (PUFA)

Presenza di 2 o più doppi legami

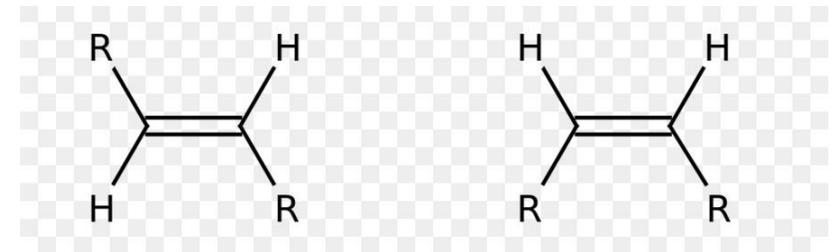
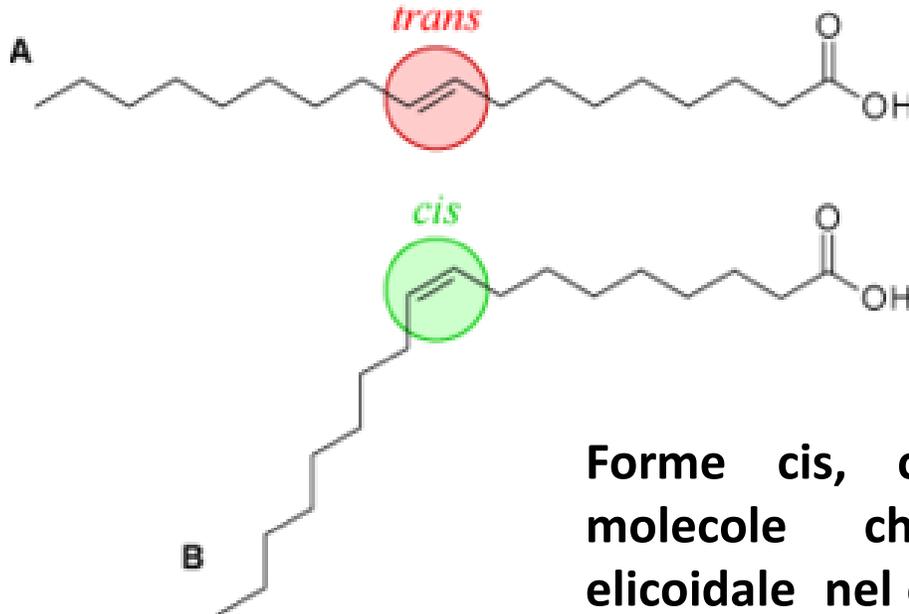
Ad es. Acido linoleico

Linoleic Acid - Polyunsaturated Fatty Acid

# CONFIGURAZIONE DEI DOPPI LEGAMI

Gli atomi di idrogeno alle estremità di un doppio legame possono essere collocati dallo stesso lato (forma cis) o su lati opposti (forma trans)

Forma trans, lineare

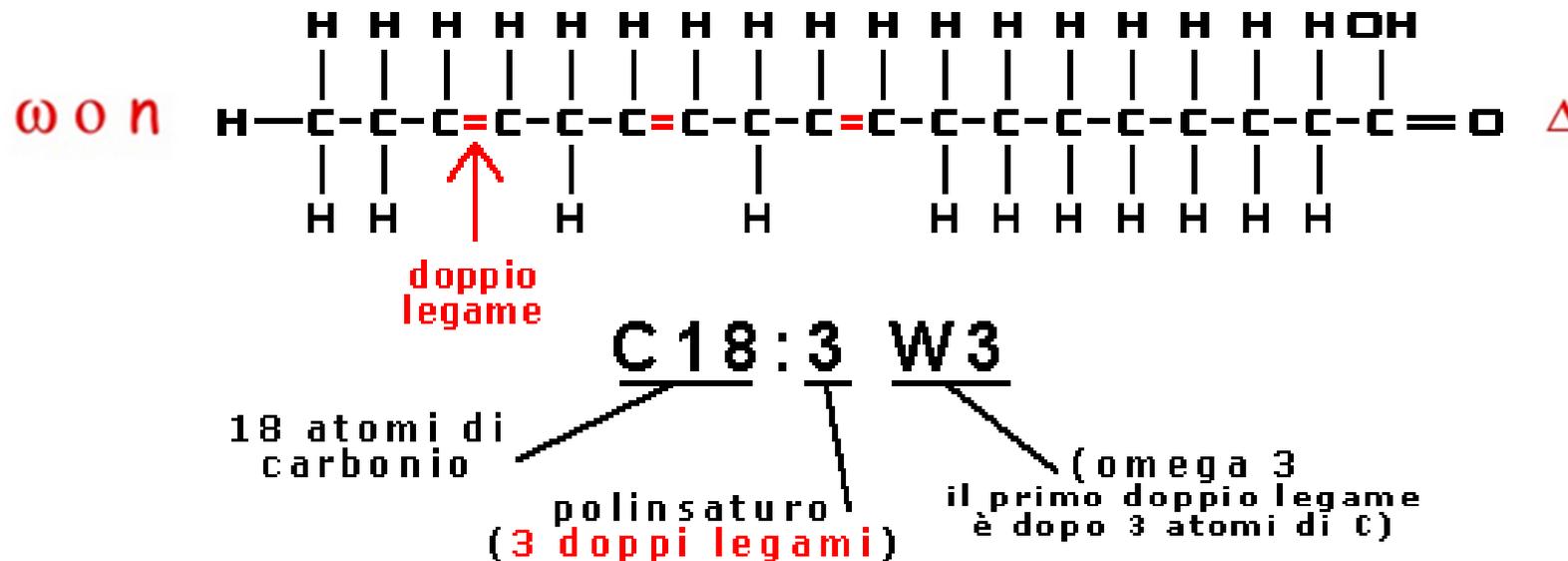


Forme cis, causano curvatura delle molecole che assumono una forma elicoidale nel caso di molecole con molti doppi legami

# ACIDI GRASSI NOMENCLATURA

## Notazione (n- o omega, $\omega$ )

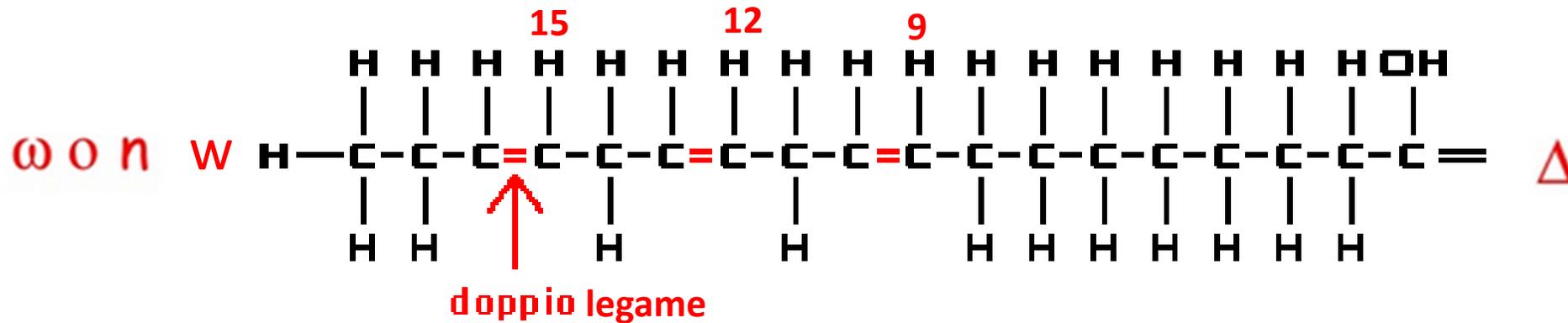
- ❖ C n indica il numero di atomi di carbonio, ad esempio C18
- ❖ : n il numero di doppi legami (0 se acidi grassi saturi)
- ❖ **Serie o famiglia di appartenenza: sigla omega** (oppure n o w) seguita dal numero del carbonio dove si colloca il primo doppio legame partendo **dall'estremità metilica** della molecola



Acido carbossilico a 18 atomi di carbonio tri-insaturo della serie omega-3.

# ACIDI GRASSI NOMENCLATURA: Notazione delta o $\Delta^x$

- ❖ Configurazione: ogni doppio legame è preceduto dalla notazione **cis o trans** e seguito dalla sigla delta e da numero (o numeri) corrispondenti agli atomi di carbonio dove si collocano i doppi legami a partire dall'estremità metilica
- ❖ Numero di atomi di carbonio con denominazione in greco
- ❖ Suffisso -anoico indica assenza di doppi legami, -enoico presenza di doppi legami (preceduto dal numero di doppi legami (ad es. trienoico= 3 doppi legami))



**Acido cis, cis, cis  $\Delta^{9, 12, 15}$  ottadecatrienoico**

NOMENCLATURA IUPAC. **Unione internazionale di chimica pura e applicata**

*International Union of Pure and Applied Chemistry* = Acido ottadeca-9Z,12Z,15Z-trienoico

**NOME COMUNE = Acido alfa linolenico**

# ESEMPI DI ACIDI GRASSI PIU' DIFFUSI NEGLI ALIMENTI

|                  | <hr/> <b>Saturated Fatty Acids</b> |                         |
|------------------|------------------------------------|-------------------------|
| <i>Higher mp</i> | <b>12:0</b>                        | <b>Lauric acid</b>      |
|                  | <b>14:0</b>                        | <b>Myristic acid</b>    |
|                  | <b>16:0</b>                        | <b>Palmitic acid</b>    |
|                  | <b>18:0</b>                        | <b>Stearic acid</b>     |
|                  | <b>20:0</b>                        | <b>Arachidic acid</b>   |
|                  | <b>Unsaturated Fatty Acids</b>     |                         |
| <i>Lower mp</i>  | <b>16:1</b>                        | <b>Palmitoleic acid</b> |
|                  | <b>18:1</b>                        | <b>Oleic acid</b>       |
|                  | <b>18:2</b>                        | <b>Linoleic acid</b>    |
|                  | <b>18:3</b>                        | <b>Linolenic acid</b>   |
|                  | <b>20:4</b>                        | <b>Arachidonic acid</b> |

---

# FAMIGLIE O SERIE DI ACIDI GRASSI INSATURI

**Serie  $\omega$ -9** composta da acidi grassi insaturi che hanno in comune il primo doppio legame in posizione 9 dal gruppo metilico

**Origine animale e vegetale.**

| Nome comune           | Nome del lipide | Nomenclatura chimica         |
|-----------------------|-----------------|------------------------------|
| acido oleico          | 18:1 ( $n-9$ )  | acido 9-ottadecenoico        |
| acido eicosenoico     | 20:1 ( $n-9$ )  | acido 11-eicosenoico         |
| acido eicosatrienoico | 20:3 ( $n-9$ )  | acido 5,8,11-eicosatrienoico |
| acido erucico         | 22:1 ( $n-9$ )  | acido 13-docosenoico         |
| acido nervonico       | 24:1 ( $n-9$ )  | acido 15-tetracosenoico      |

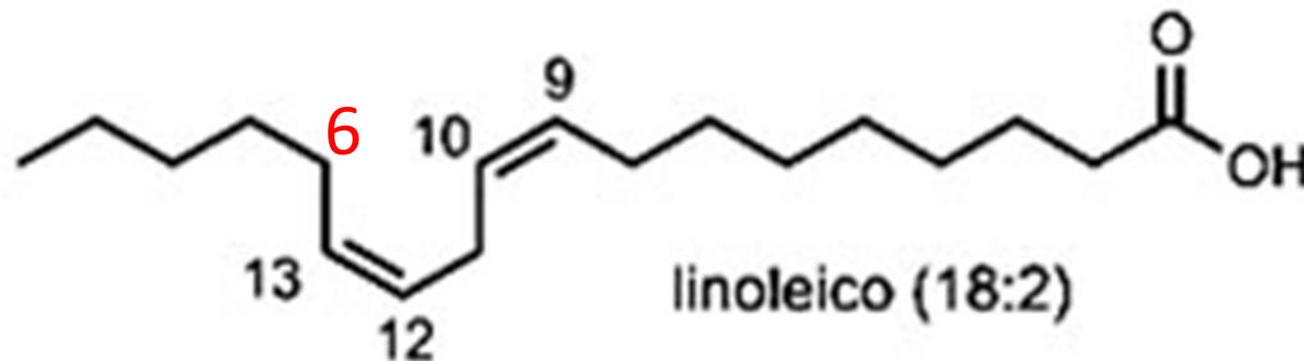
# FAMIGLIE DI ACIDI GRASSI INSATURI

| Omega-3<br><i>polinsauri</i><br>(PUFA)               | Omega-6<br><i>polinsauri</i><br>(PUFA)       |
|--|--|
| Acido alpha linolenico<br>(ALA)<br><i>essenziale</i> | Acido linoleico<br>(LA)<br><i>essenziale</i> |
| Acido Eicosapentaenoico<br>(EPA)                     | Acido-Gamma-linolenico<br>(GLA)              |
| Acido Docosaesaenoico<br>(DHA)                       | Acido Arachidonico<br>(AA)                   |

❖ **Serie omega -6** composta da acidi grassi che condividono il primo doppio legame sul sesto atomo di carbonio contando dall'estremità metilica della molecola.

❖ **Origine vegetale o animale**

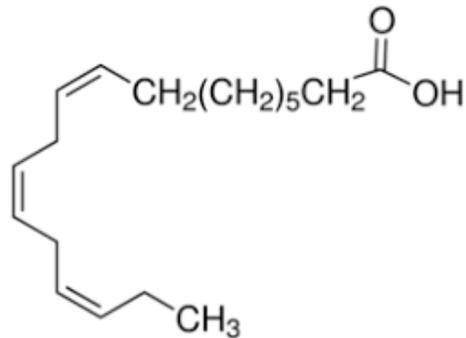
❖ L'acido grasso **omega-6 linoleico** è **essenziale** in quanto gli organismi animali non sono in grado di sintetizzarlo per l'assenza di alcune desaturasi. (origine vegetale)



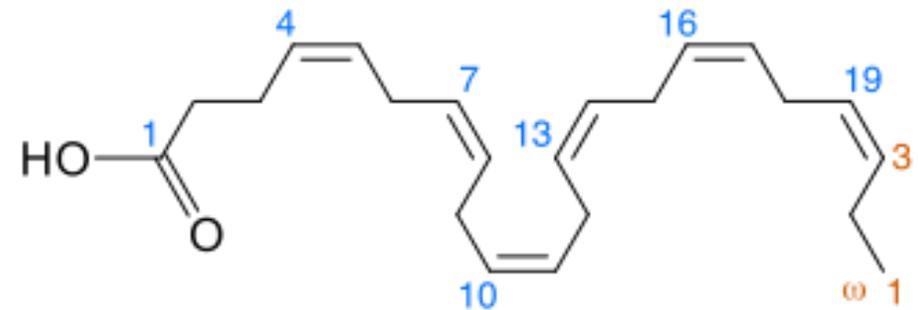
# FAMIGLIE DI ACIDI GRASSI INSATURI

| Omega-3<br><i>polinsauri</i><br>(PUFA)               | Omega-6<br><i>polinsauri</i><br>(PUFA)       |
|--|--|
| Acido alpha linolenico<br>(ALA)<br><i>essenziale</i> | Acido linoleico<br>(LA)<br><i>essenziale</i> |
| Acido Eicosapentaenoico<br>(EPA)                     | Acido-Gamma-linolenico<br>(GLA)              |
| Acido Docosaesaenoico<br>(DHA)                       | Acido Arachidonico<br>(AA)                   |

- ❖ **Serie omega-3** composta da acidi grassi che condividono il primo doppio legame sul terzo atomo di carbonio dall'estremità metilica della molecola.
- ❖ **Origine vegetale o animale (pesce grasso)**
- ❖ L'acido grasso omega-3 alfa 3 linolenico (18:3, n3) è essenziale (origine vegetale)



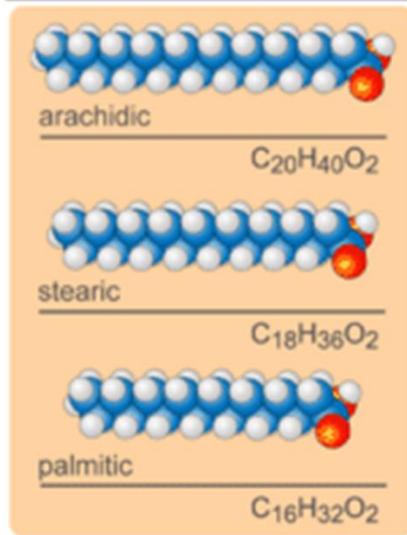
Acido alfa linolenico  
Acido cis-9,12,15 ottadecatrienoico



Acido cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoico

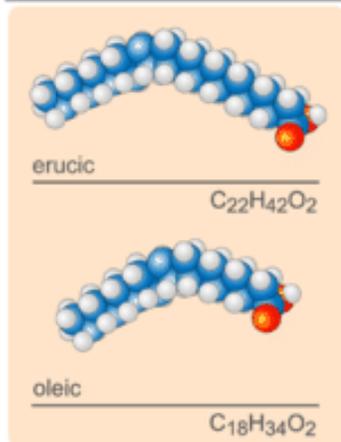
# GRASSI E CARATTERISTICHE FISICHE DEGLI ACIDI GRASSI

## Saturated fatty acid

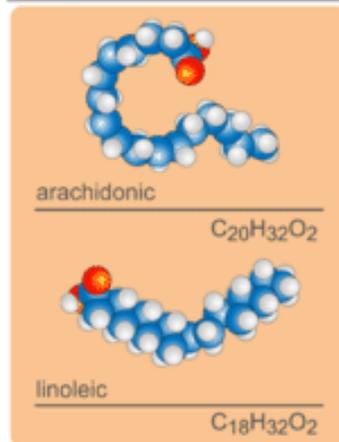


- Le molecole degli **acidi grassi saturi**, per assenza di doppi legami, sono lineari e possono aderire le une alle altre in strutture compatte
- Grassi composti da una prevalenza di acidi grassi saturi sono **solidi a temperatura ambiente** (25 °C) e sono chimicamente più stabili e resistenti all'ossidazione

## Monounsaturated fatty acid

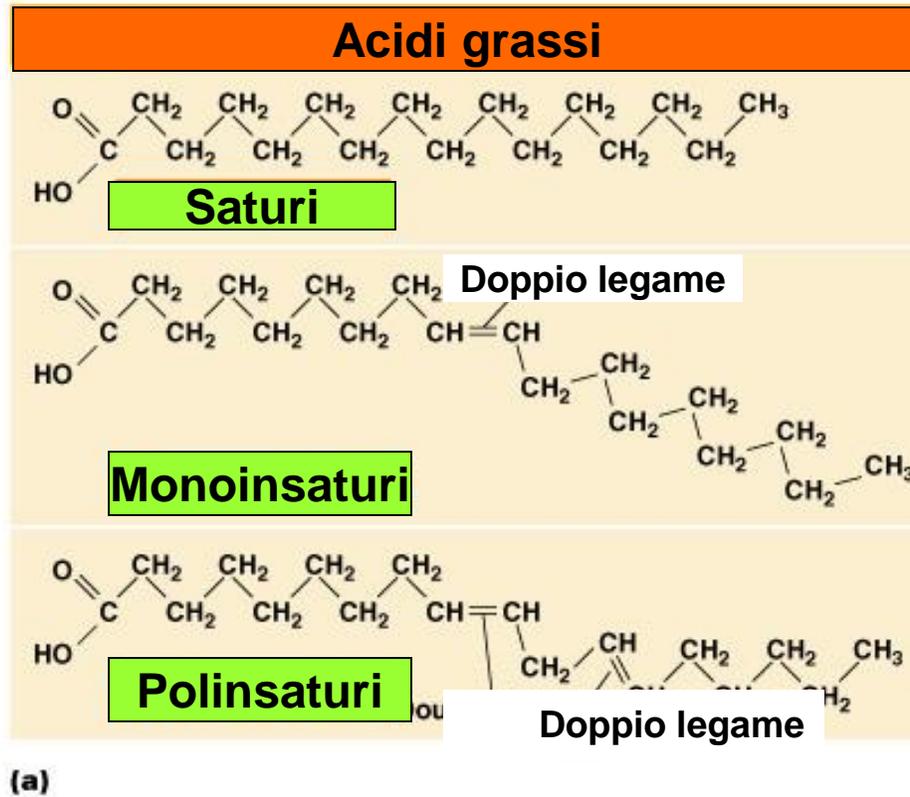


## Polyunsaturated fatty acid



- ❖ Le molecole di **acidi grassi insaturi** per la presenza di doppi legami sono ripiegate e non aderiscono le une alle altre in modo compatto
- ❖ Grassi contenenti una prevalenza di acidi grassi insaturi sono **liquidi a temperatura ambiente** (oli) e sono più facilmente ossidabili

# ACIDI GRASSI E CARATTERISTICHE DEI GRASSI ALIMENTARI



**Solidi a temperatura ambiente**



Es. burro, ricco di acidi grassi saturi  
Margarine vegetali

(b)

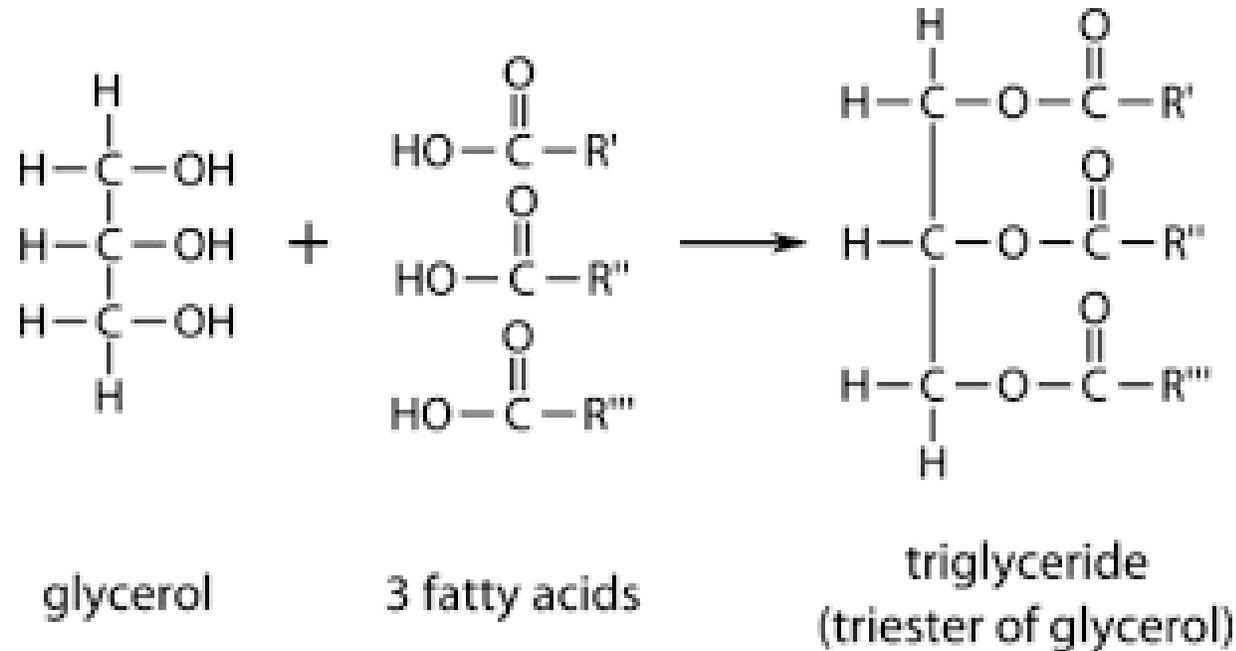
**Liquidi a temperatura ambiente**



Es. olii vegetali ricchi di insaturi

(c)

# TRIGLICERIDI (triacilgliceroli)

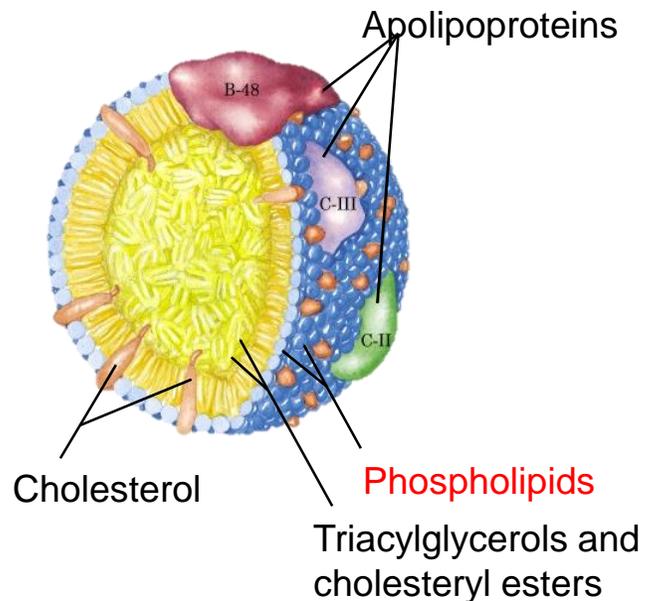


I **trigliceridi** sono **esteri del glicerolo** (alcool tri-idrossilico ) con formazione di legami tra i gruppi ossidrilici del glicerolo e i gruppi carbossilici di 3 acidi grassi, con eliminazione di una molecola di acqua per ogni legame

I trigliceridi possono essere:

- ❖ **SEMPLICI** se formati da 3 acidi grassi eguali
- ❖ **MISTI** se formati da diverse combinazioni di acidi grassi (condizione più frequente)

# FOSFOLIPIDI

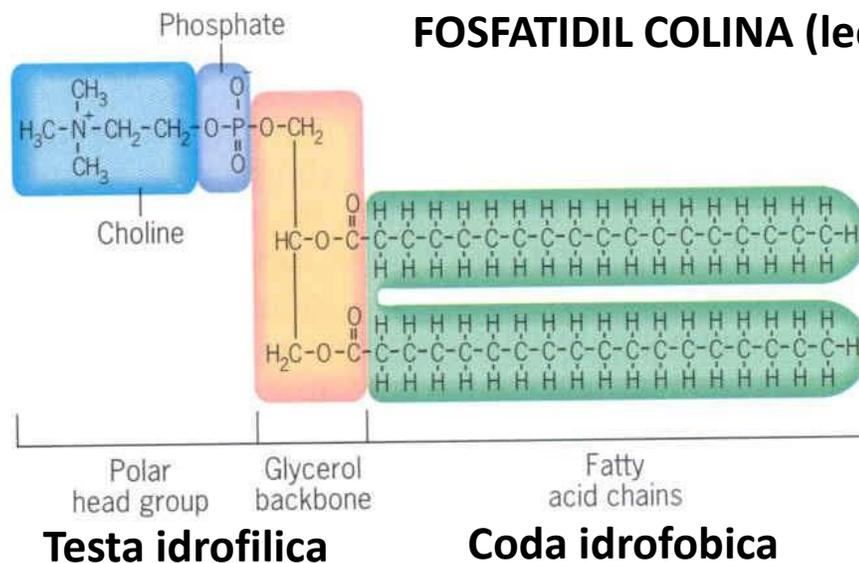


classe di lipidi che **contengono fosfato**; presentano una testa polare idrofila a base di fosfato e una coda apolare idrofoba, e sono quindi molecole anfipatiche.

A livello biologico **partecipano alla struttura delle membrane** cellulari ed in particolare alla **modificazione della permeabilità** selettiva di queste ultime

**Basi amminiche:**  
colina  
glicerolo  
etanolamina  
serina  
inositolo

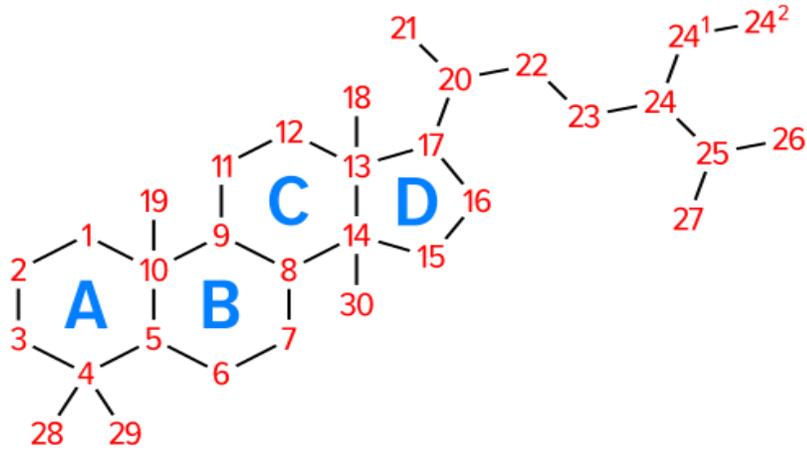
## FOSFATIDIL COLINA (lecitina)



Sono esteri del glicerolo con 2 acidi grassi e una molecola di acido fosforico a sua volta legata a basi amminiche



# COLESTEROLO



- Il colesterolo è **indispensabile per la vita animale**, mentre è praticamente assente nelle piante, dove è stato individuato solo in alcune di esse e a concentrazioni relativamente basse rispetto ad altri steroli
- Animali capaci sia di sintetizzare de novo il colesterolo, sia di utilizzare quello presente nella dieta

- Il colesterolo è una molecola organica appartenente alla classe dei lipidi, ovvero degli **steroli**.
- La molecola del colesterolo ha una struttura a **quattro anelli rigidi** ed è un costituente **insostituibile** delle membrane cellulari animali, oltre a essere un precursore degli ormoni steroidei, della vitamina D e degli acidi biliari.
- In patologia concorre alla formazione dei calcoli biliari e degli ateromi.

Alcool a struttura policiclica, formato da 4 anelli (tre a 6 atomi di carbonio e uno a 5 atomi con un gruppo OH- in posizione 3 e una catena laterale isotilica in C17 (1,2-ciclopentano-peri-idrofenantrene)

# COLESTEROLO: Funzioni strutturali e metaboliche

Il colesterolo è un **componente essenziale di membrana** di tutte le cellule animali, in quanto è l'unica specie lipidica dell'organismo ad avere una **struttura ad anelli rigidi**, mentre tutti gli altri lipidi di membrana presentano catene idrocarboniose notevolmente flessibili.

L'85% del colesterolo libero cellulare si trova nella membrana plasmatica, dove si inserisce per >90% nel foglietto fosfolipidico interno (citoplasmatico) e per il 3-5% in quello esterno

Esso **diminuisce la fluidità della membrana**, proprietà dalla quale dipendono importanti funzioni, ad esempio: **permeabilità a piccole molecole idrosolubili**; **attività dei recettori e degli enzimi di membrana** che generano messaggeri intracellulari; **stabilità meccanica**; **formazione di vescicole** per il trasporto del loro contenuto ai vari organuli intracellulari.

- il reticolo endoplasmatico è la sede dove vengono assemblate le proteine, il basso contenuto di colesterolo facilita il movimento delle proteine nell'ambito della membrana.
- Guaina mielinica dei nervi.
- Crescita e divisione cellulare, soprattutto nei tessuti ad alto turnover (es. epidermide, epiteli).
- Sviluppo embrionale: le malformazioni di neonati dopo la somministrazione di Contergan alle madri erano causate da un disturbo nella biosintesi di colesterolo; le sindromi da deficit genetico di enzimi della biosintesi del colesterolo sono caratterizzate da malformazioni plurime.

Il colesterolo costituisce il **composto base nei processi di sintesi** di:

- Ormoni steroidei delle ghiandole surrenali (aldosterone, cortisolo) e delle gonadi (testosterone, estradiolo, ecc.).
- Vitamina D, sintetizzata nella cute sotto l'azione dei raggi ultravioletti.
- Acidi biliari, che il fegato secerne con la bile nel duodeno al fine di emulsionare i lipidi alimentari e renderli assorbibili dall'intestino tenue.

# COLESTEROLO

Il **contenuto dell'organismo umano** è circa 150 g (l'encefalo da solo ne contiene 30 g e il plasma circa 8 g).

L'uomo produce per biosintesi la maggior parte del colesterolo necessario (**pool endogeno**, quindi 1-2 g), una piccola parte (in media 0,1-0,3 g, massimo 0,5 g), viene assunta con l'alimentazione (**pool esogeno**).

Entrambi i **pool sono soggetti a meccanismi regolatori**, in modo tale che, in condizioni di equilibrio, la quantità di colesterolo sintetizzata più quella assorbita dagli alimenti corrisponde al colesterolo eliminato con la bile come colesterolo libero (negli adulti circa 800-1400 mg/die) e come acidi biliari (circa 500 mg/die).

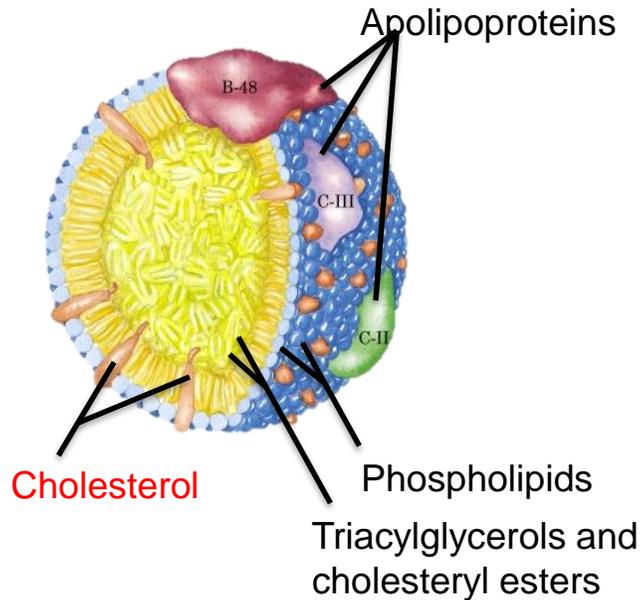
Es. in presenza di una dieta contenente 450 mg/die di colesterolo, la sintesi endogena nell'uomo si aggira intorno a 11-13 mg/kg/die.

**Tutte le cellule** dell'organismo sono capaci di sintetizzare colesterolo a partire dall'acetil-coenzima A, ma l'organo centrale del metabolismo del colesterolo è il **fegato**.

Al fegato **giunge il colesterolo esogeno proveniente dall'assorbimento intestinale**, veicolato dalle particelle rimanenti dei chilomicroni; a esso si aggiungono il colesterolo endogeno di sintesi epatica, quello derivato dalla captazione delle IDL (intermediate density lipoproteins) e delle LDL (low density lipoproteins) e quello di ritorno dai tessuti periferici tramite le HDL (high density lipoproteins).

# COLESTEROLO

- La produzione del colesterolo endogeno è regolata dai **componenti della dieta**
- La sua **sintesi viene inibita dal colesterolo alimentare**; gli acidi grassi trans-insaturi stimolano la sintesi endogena del colesterolo, gli acidi grassi saturi laurico (C12:0), miristico (C14:0) e palmitico (C16:0), pur innalzando la colesterolemia, non hanno effetto sulla sintesi del colesterolo.
- Negli epatociti il colesterolo è quindi **assemblato nelle VLDL**, affinché possa essere trasportato in tutto l'organismo. Il colesterolo epatico viene utilizzato anche per la **secrezione di sali biliari** e di colesterolo libero (non esterificato) nella bile: il fegato è così l'organo principale in grado di **eliminare il colesterolo dall'organismo**.



## **FUNZIONI DEL COLESTEROLO**

- ❖ Formazione membrane cellulari
- ❖ Sintesi della vitamina D
- ❖ Sintesi ormoni steroidei
- ❖ Formazione della bile, sintesi acidi biliari

## **FUNZIONI DEI LIPIDI (acidi grassi)**

- ❖ Fonte e riserva di energia
- ❖ Azione di protezione/sostegno degli organi interni
- ❖ Formazione membrane cellulari
- ❖ Attività di signalling ed espressione genica
- ❖ Precursori di metaboliti coinvolti nei processi di infiammazione e trombogenesi
- ❖ Regolazione riproduzione
- ❖ Regolazione bilancio energetico

# GRASSI DI ORIGINE ANIMALE

- ❖ Sono formati da una mistura di trigliceridi (con diverse proporzioni di acidi grassi saturi e insaturi) e quote minori di fosfolipidi e colesterolo
- ❖ Tutti i prodotti animali contengono colesterolo in quantità variabili (carne, insaccati, pesce, scampi, formaggi, rosso d'uovo, ecc. )



# SORGENTI ALIMENTARI di grassi animali

- **LARDO:** strato adiposo sottocutaneo della spalla, dorso e fianchi del maiale (salumi)
- **SUGNA:** tessuto adiposo viscerale, specie perirenale (maiale ma anche bovini/ovini)
- **STRUTTO:** prodotto dal grasso del tessuto adiposo sottocutaneo e viscerale del maiale per fusione a calore diretto o tramite vapore (frittura, pane e prodotti da forno)
  
- **LATTE E DERIVATI** (yogurt, burro e formaggi)
- **GRASSO DELLA CARNE**
- **INSACCATI** (salumi con varie quantità di grasso)
- **PESCE AZZURRO (GRASSO)**



# GRASSI DI ORIGINE VEGETALE

- ❖ Sono formati da una miscela di trigliceridi (con diverse proporzioni di acidi grassi saturi e insaturi) e quote minori di fosfolipidi.
- ❖ Non contengono colesterolo ma fitosteroli che nel nostro organismo competono con il colesterolo per l'assorbimento intestinale



# ALCUNI OLII MENO NOTI



**OLIO DI CARTAMO** (*safflower in inglese*)  
famiglia delle Asteraceae (derivato dai semi).

*Dai fiori si estrae la cartamina: un colorante per cibi dall'aroma e dal sapore che ricordano quelli dello zafferano.*

L'olio si estrae dai semi che ne sono composti al 60%. contiene il 75% di acido omega 6 (acido linoleico) e vitamina K. è utilizzato per produrre margarine speciali vitaminizzate e dal 2019 quale componente grasso per arricchire creme di cioccolato spalmabili. È indicato come rigenerativo della pelle.

# ALCUNI OLII MENO NOTI



**OLIO DA SEMI DI COLZA** (*rapeseeds in inglese*)

**OLIO CANOLA** da semi di colza a basso contenuto di acido erucico

usato in alimentazione dopo essere stato raffinato e miscelato ad altri oli poiché all'origine ha sapore e odore poco gradevoli.

- contiene **acido erucico**, **tossico** per gli esseri umani. Proprio per il contenuto di acido erucico l'olio di colza non era ammesso per l'alimentazione umana in Italia adesso usato come additivo alimentare in piccole dosi.
- La lavorazione dei semi per ricavare l'olio produce un residuo usato nell'alimentazione degli animali da allevamento. Questo sottoprodotto è un **alimento molto ricco di proteine e può competere con la soia**. È usato principalmente per nutrire i bovini, ma anche per maiali e polli
- Il sottoprodotto per animali ottenuto da varietà spontanee ha tuttavia un **alto contenuto di acido erucico** e glucosinolati (causa di disturbi del metabolismo per bovini e suini). Di migliore qualità i sottoprodotti ottenuti dalle cultivar canola (Canadian oil low acid specifica varietà di colza dal basso contenuto di acido erucico).
- **Canola** è una specifica varietà di colza dal basso contenuto di acido erucico che è stata sviluppata in Canada: il suo nome è composto da Canadian oil low acid (Olio canadese a basso contenuto di acido). Il contenuto di acido erucico è limitato dalla normativa del governo a un massimo del 2% di in peso negli Stati Uniti e 5% nell'UE.

# OLLII TROPICALI

Dal frutto della palma da olio si ricavano olio di palma (ottenuto dal frutto) e olio di palmisto (estratto dai suoi semi): entrambi sono solidi o semi-solidi a temperatura ambiente, ma con un processo di frazionamento si possono separare in componente liquida (olio di palma bifrazionato, usato per la frittura) e solida.

Pur impegnando nel 2014 solo il 5,5% dei terreni coltivati per la produzione olearia mondiale, gli oli ricavati dalla palma rappresentano oltre il 32% della produzione mondiale di oli e grassi.

La fornitura e distribuzione annua su scala mondiale si attesta su 66,22 milioni di tonnellate per l'olio di palma e 7,33 milioni di tonnellate per l'olio di palmisto.



# OLLII TROPICALI

OLIO DI PALMA ricavato dal frutto

OLIO DI PALMISTI ricavato dai semi dei frutti



sono oli vegetali, prevalentemente costituiti da trigliceridi con alte concentrazioni di **acidi grassi saturi**

ingrediente di uso diffuso dell'industria alimentare per il basso costo e le caratteristiche.

La sostituzione è stata resa possibile da un analogo comportamento organolettico e produttivo rispetto a oli più costosi.

Costituenti spesso fondamentali di molti prodotti alimentari, gli oli di palma, insieme a farina e zuccheri semplici, possono essere uno dei tre ingredienti prevalenti in molte creme, dolci e prodotti da forno di produzione industriale nei paesi importatori del prodotto, mentre, in forma non raffinata, è un tradizionale ingrediente di uso domestico nei paesi dell'Africa occidentale subsahariana.



Ricavati dalle palme da olio, *Elaeis guineensis* (Africa) . *Elaeis oleifera* e *Attalea Maripa* America del Sud (Colombia, Ecuador) Oriente. Indonesia massimo produttore .

# OLLII TROPICALI

OLIO DI PALMA ricavato dal frutto

OLIO DI PALMISTI ricavato dai semi dei frutti



**Olio di palma rosso** avrebbe maggiori benefici per la salute dell'olio di palma raffinato (incolore), in quanto la raffinazione senza decolorazione preserverebbe molte sostanze benefiche che esso contiene:

- carotenoidi in particolare beta-carotene che donano il caratteristico colore rosso arancio all'olio non sbiancato;
- co-enzima Q10 (ubiquinone);
- squalene;
- vitamina E.

Alcuni studi hanno riscontrato come l'assunzione alimentare di olio di palma rosso possa contrastare la carenza di vitamin A



# OLLII di PALMA e SALUTE

Il grande uso dell'olio di palma nell'industria alimentare del resto del mondo si spiega quindi col suo basso costo, che lo rende uno degli oli vegetali o alimentari più economici sul mercato → Food and Drug Administration ha imposto di mostrare la quantità di acidi grassi trans contenuti in ogni porzione servita.

Regolamento UE 1169/2011, dal 2015: obbligatorio indicare in chiaro, nelle etichette degli alimenti prodotti nell'Unione europea, la specifica origine di oli e grassi vegetali

## **Effetti su colesterolemia, ipertrigliceridemia e fattori di rischio cardiovascolare, genotossico e cancerogeno**

Il CSPI (Center for Science in the Public Interest), l'olio di palma aumenta i fattori di rischio cardiovascolare.[metaanalisi] i principali acidi grassi che alzano il livello di colesterolo, aumentando i rischi di coronaropatia, sono gli acidi grassi saturi con 12 atomi di carbonio (acido laurico), 14 atomi di carbonio (acido miristico) e 16 atomi di carbonio (acido palmitico).

l'OMS e l'American Heart Association elenca l'olio di palma fra i grassi saturi dei quali consiglia di limitare l'uso a coloro che devono ridurre il livello di colesterolo.

In risposta allo studio dell'OMS, il Comitato di promozione dell'olio di palma malese (Malaysian Palm Oil Promotion Council) ha sostenuto che non ci sono prove scientifiche sufficienti per elaborare linee guida globali sul consumo di olio di palma e ha citato uno studio cinese che, avendo comparato lardo, olio di palma, olio di soia e olio di arachidi, i primi due con un alto contenuto di grassi saturi, generalmente considerati poco salutari, sostiene che l'olio di palma aumenti il livello di HDL riducendo il colesterolo LDL e che l'olio di palma sia meglio dei grassi trans.

# OLLII di PALMA e SALUTE

## **Effetti su colesterolemia, ipertrigliceridemia e fattori di rischio cardiovascolare, genotossico e cancerogeno**

studio del dipartimento di Scienza e Medicina agricola, alimentare e nutrizionale dell'Università dell'Alberta ha mostrato che sebbene l'acido palmitico non abbia effetti ipercolesterolemici qualora l'assunzione di acido linoleico sia superiore al 4,5 % dell'energia, se la dieta contiene acidi grassi trans allora il colesterolo "cattivo" (LDL) aumenta e quello "buono" (HDL) diminuisce; inoltre, gli studi a sostegno del Comitato di promozione dell'olio di palma malese sono limitati agli effetti dell'olio di palma sulla colesterolemia e in parte sui trigliceridi.

L'industria dell'olio di palma sottolinea che gli oli di palma contengano grandi quantità di acido oleico (è il secondo, col 38,7%, nell'olio di oliva l'acido oleico è il 55-83%), acido grasso protettivo, e, in contrapposizione a quanto noto in medicina e dietetica, sostiene che l'acido palmitico influisce sui livelli di colesterolo in modo molto simile all'acido oleico; afferma, inoltre, che gli acidi monoinsaturi come l'acido oleico sono tanto efficaci quanto gli acidi grassi polinsaturi (come l'acido alfa-linoleico) nel ridurre il livello di colesterolo "cattivo".

# OLLII di PALMA e SALUTE

## **Effetti su colesterolemia, ipertrigliceridemia e fattori di rischio cardiovascolare, genotossico e cancerogeno**

Nel 2013 l'Istituto Mario Negri pubblica una rassegna sulla letteratura scientifica inerente alle prove di correlazione tra olio di palma ed effetti negativi sulla salute, evidenziando come ci siano pochi studi che analizzino gli effetti negativi dell'olio in sé e che principalmente gli effetti negativi delineati dagli studi esistenti riguardino il relativamente alto livello di acidi grassi saturi presenti nell'olio, in particolare l'acido palmitico, che sono stati correlati all'aumento di problematiche coronariche e all'insorgenza di alcuni tumori; tuttavia, indicano come alcuni recenti studi sull'argomento riconsiderino il ruolo negativo degli acidi grassi saturi nella dieta come fattore di rischio cardiovascolare, individuando non solo il tipo di grasso, ma anche che la struttura dei trigliceridi giochi un ruolo fondamentale nella colesterolemia. Per quanto riguarda la possibile insorgenza di tumori a causa dell'assunzione di olio di palma, gli studi sono scarsi e non vi sono prove convincenti.

2015 l'Istituto Superiore di Sanità parere tecnico scientifico sull'olio di palma affermando: "non ci sono evidenze dirette nella letteratura scientifica che l'olio di palma, come fonte di acidi grassi saturi, abbia un effetto diverso sul rischio cardiovascolare rispetto agli altri grassi con simile composizione percentuale di grassi saturi e mono/poliinsaturi, quali, ad esempio, il burro" e aggiunge: "Il suo consumo non è correlato all'aumento di fattori di rischio per malattie cardiovascolari nei soggetti normo-colesterolemici, normopeso, giovani e che assumano contemporaneamente le quantità adeguate di poliinsaturi".

2016 nota dell'Autorità europea per la sicurezza alimentare riporta che gli oli vegetali raffinati ad alte temperature, come l'olio di palma, possono contenere tre sostanze tossiche. Questo rapporto rileva come le sostanze tossiche si formino nel processo di raffinazione ad alte temperature (200 °C) degli oli vegetali. Le sostanze in questione sono: estere glicidico degli acidi grassi (GE), 3-monocloropropandiolo (3-MCPD), 2-monocloropropandiolo (2-MCPD) e loro

# OLLII di PALMA e SALUTE

## **Effetti su colesterolemia, ipertrigliceridemia e fattori di rischio cardiovascolare, genotossico e cancerogeno**

2016 nota dell'Autorità europea per la sicurezza alimentare riporta che gli oli vegetali raffinati ad alte temperature, come l'olio di palma, possono contenere tre sostanze tossiche. Questo rapporto rileva come le sostanze tossiche si formino nel processo di raffinazione ad alte temperature (200 °C) degli oli vegetali.

Le sostanze in questione sono: estere glicidico degli acidi grassi (GE), 3-monocloropropandiolo (3-MCPD), 2-monocloropropandiolo (2-MCPD) e loro esteri degli acidi grassi.

Ci sono evidenze sufficienti che il glicidolo, precursore del GE sia genotossico e cancerogeno. Il problema riguarderebbe anche altri oli vegetali e margarine (in gran parte derivate da olii di palma), **ma l'olio di palma ne conterrebbe di più**. La disamina del gruppo ha messo in luce che i livelli di GE negli oli e grassi di palma si sono dimezzati tra il 2010 e il 2015, **grazie alle misure volontarie adottate dai produttori**.

Ciò ha contribuito a un calo importante dell'esposizione dei consumatori a dette sostanze. Per i consumatori di tre anni di età e oltre, margarine e 'dolci e torte' sono risultati essere le principali fonti di esposizione a queste sostanze

# CATEGORIE DI CONTENUTO LIPIDICO MEDIO IN DIVERSI ALIMENTI



## CONTENUTO DI GRASSI TOTALI IN DIVERSI ALIMENTI E CONTENUTO DI ACIDI GRASSI SATURI E INSATURI

A confronto Contenuto per 100 g di alimenti, parte edibile

| Alimento   | Grassi totali* | Acidi grassi saturi | Acidi grassi monoinsaturi | Acidi grassi polinsaturi |
|--|----------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|
| Burro             | 83,4           | 48,78               | 23,72                     | 2,75                     |
| Olio di palma     | 99,9           | 47,10               | 38,92                     | 12,58                    |
| Olio di mais   | 99,9           | 14,96               | 30,66                     | 50,43                    |
| Olio extravergine d'oliva  | 99,9           | 14,46               | 72,95                     | 7,52                     |
| Noci secche       | 68,1           | 5,57                | 9,54                      | 40,66                    |
| Mandorle dolci secche  | 55,3           | 4,59                | 39,44                     | 10,85                    |
| Sardine fresche  | 15,4           | 4,71                | 2,89                      | 6,29                     |
| Salmone fresco  | 12             | 2,97                | 4,60                      | 3,05                     |

\*Valori espressi in grammi

CdS

Fonte: Tabelle di composizione degli alimenti agg. 2000 Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione

## COMPOSIZIONE IN ACIDI GRASSI PER GRASSI SOLIDI E LIQUIDI in percentuale degli acidi grassi totali

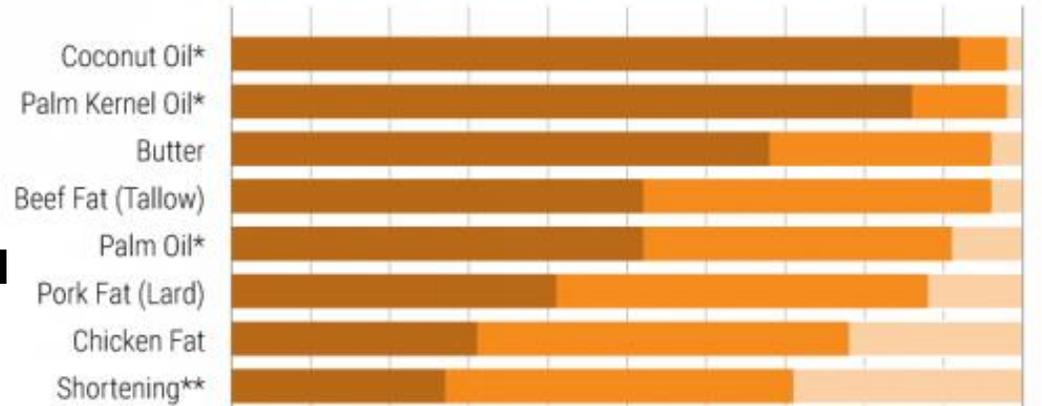
**SATURI**

**MONOINSATURI**

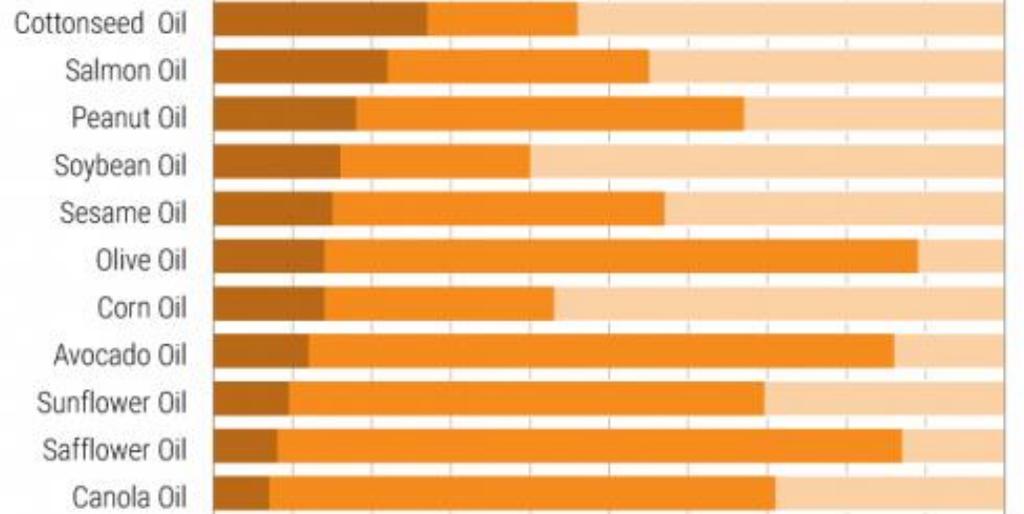
**POLINSATURI**



### GRASSI SOLIDI



### OLII

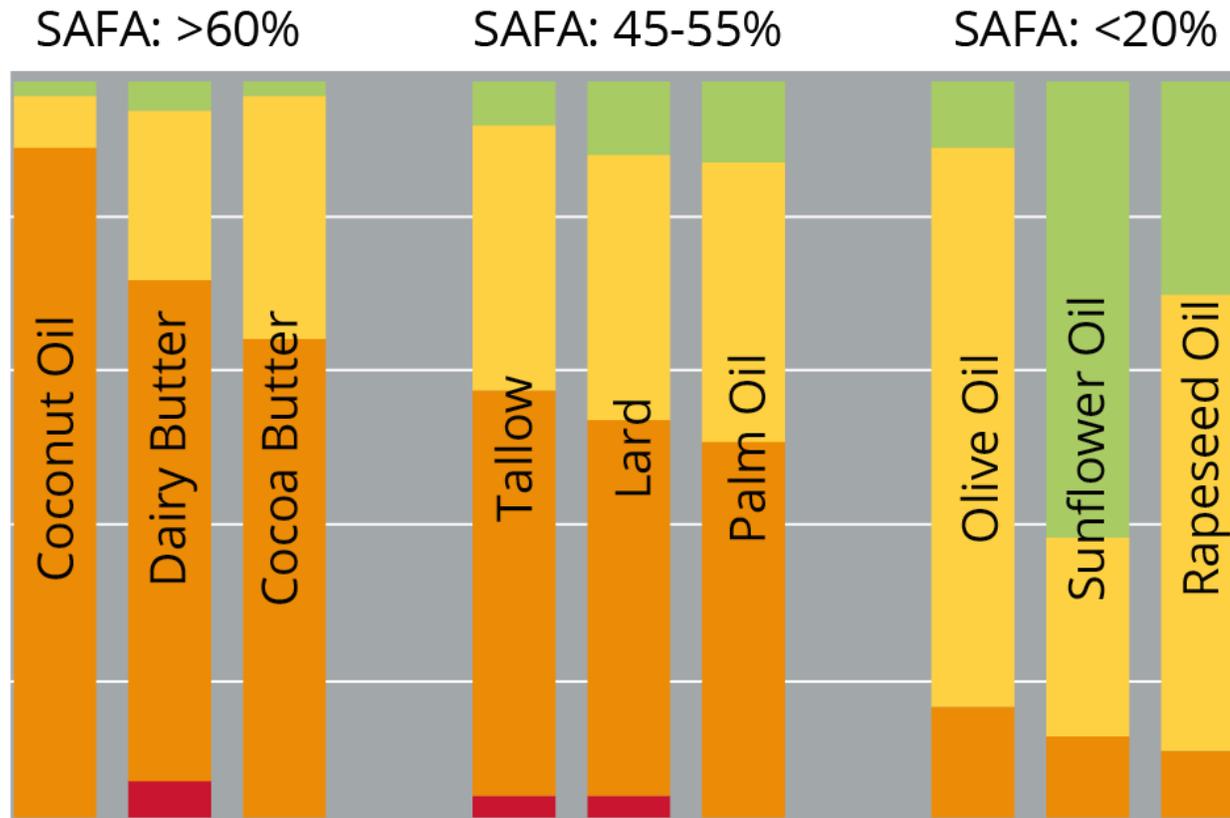


Fatty Acid Composition (Percent of Total)

Olio di cocco  
Olio di semi di palma o palmisti  
Burro  
Sego bovino  
Olio di palma (dal frutto)  
Lardo di maiale  
Grasso di gallina  
Margarina

Olio di semi di cotone  
Olio di salmone  
Olio di arachidi  
Olio di soia  
Olio di sesamo  
Olio di oliva  
Olio di mais  
Olio di avocado  
Olio di girasole  
Olio di cartamo  
Olio Canola (colza)

## Fatty acid content in different fats and oils

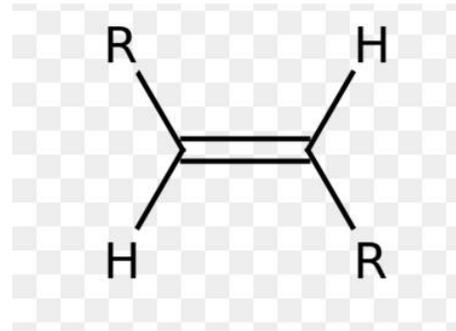


**CATEGORIE DI GRASSI ALIMENTARI IN RELAZIONE AL CONTENUTO DI ACIDI GRASSI SATURI**

- Poly-unsaturated fatty acids
- Mono-unsaturated fatty acids
- Saturated fatty acids
- Trans fatty acids (>1%)

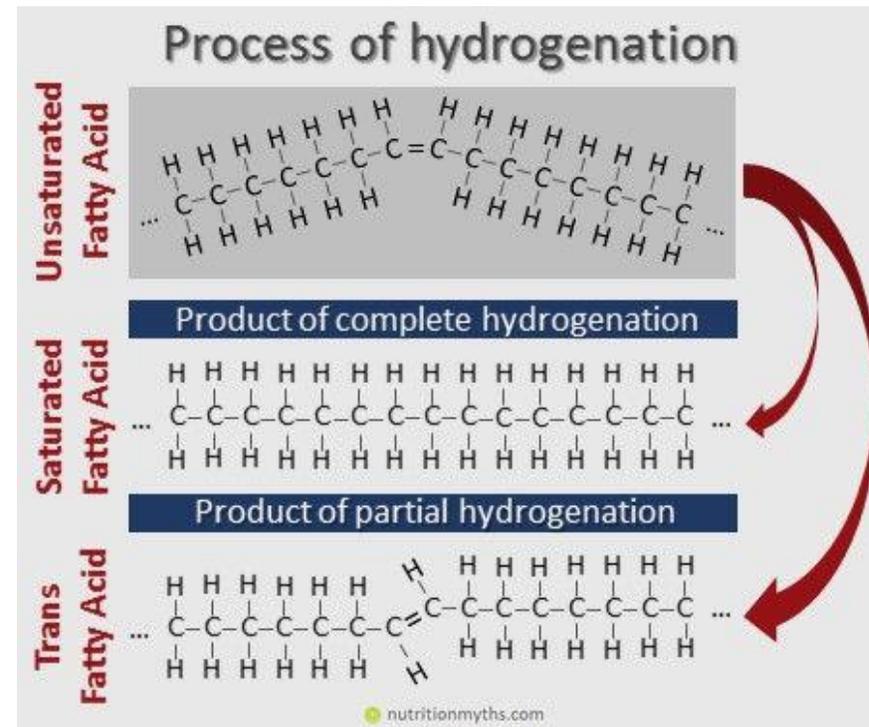
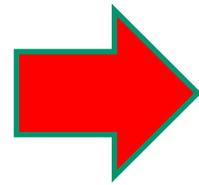
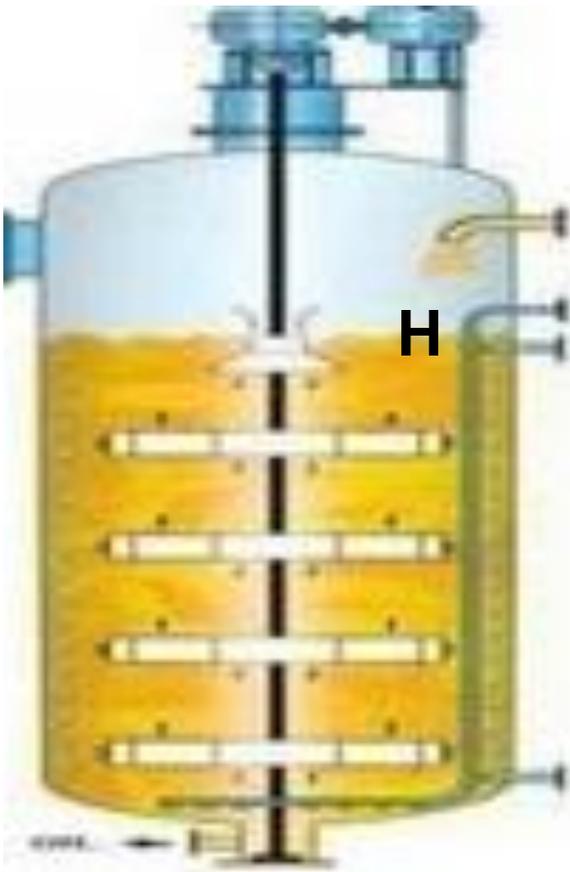
# ACIDI GRASSI TRANS

❖ Sono acidi grassi insaturi che contengono uno o più doppi legami di tipo trans



- ❖ **Origine naturale** da animali erbivori (si formano nel rumine per **bio-idrogenazione di acidi grassi polinsaturi da parte dei batteri**)
- ❖ **Origine industriale** (**idrogenazione** parziale di olii contenenti acidi grassi insaturi )
- ❖ Sono **aterogeni** e perciò il loro apporto va limitato il più possibile

# IDROGENAZIONE INDUSTRIALE DEGLI ACIDI GRASSI



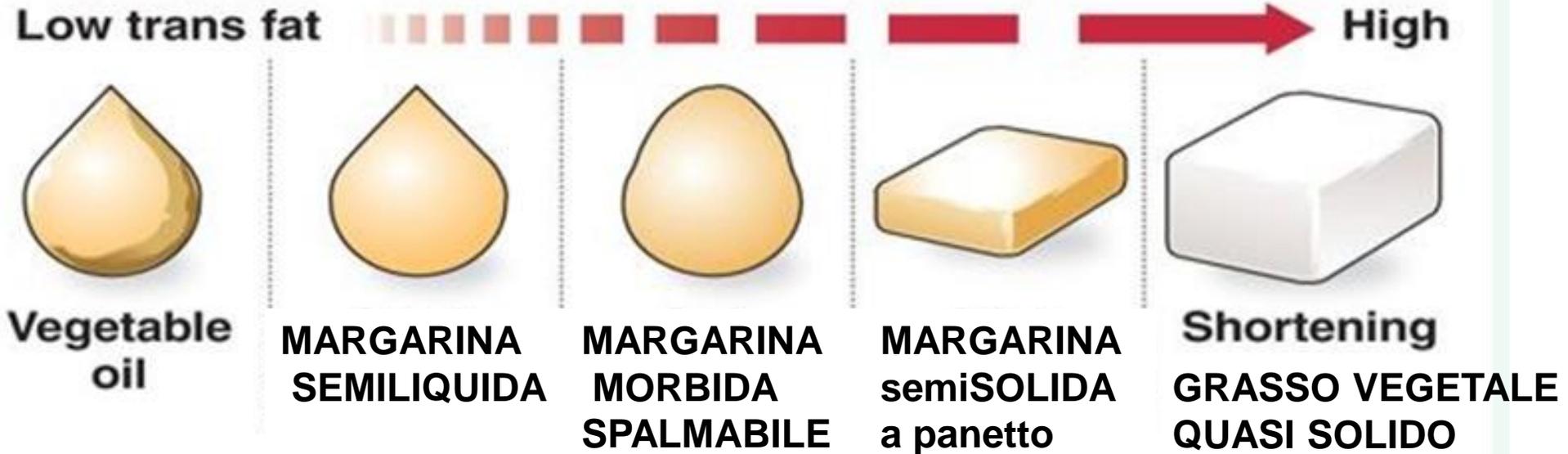
IDROGENAZIONE più o meno spinta di olii ricchi in polinsaturi. In presenza di un catalizzatore ad es, nichel e a temperature di 170-180 °C

- ❖ L'idrogenazione **trasforma parte degli acidi grassi insaturi presenti negli olii in acidi grassi saturi**. Il processo solidifica l'olio formando **MARGARINE** con consistenze di vario grado i cui acidi grassi sono più stabili e resistenti all'ossidazione (vanno meno facilmente incontro a irrancidimento).
- ❖ Utilizzate nella preparazione di prodotti da forno e pasticceria di **maggior durata**
- ❖ Vi è tuttavia anche formazione di di acidi grassi insaturi di tipo trans (salvo che l'idrogenazione sia totale) negativi per la salute

# IDROGENAZIONE INDUSTRIALE DEGLI ACIDI GRASSI

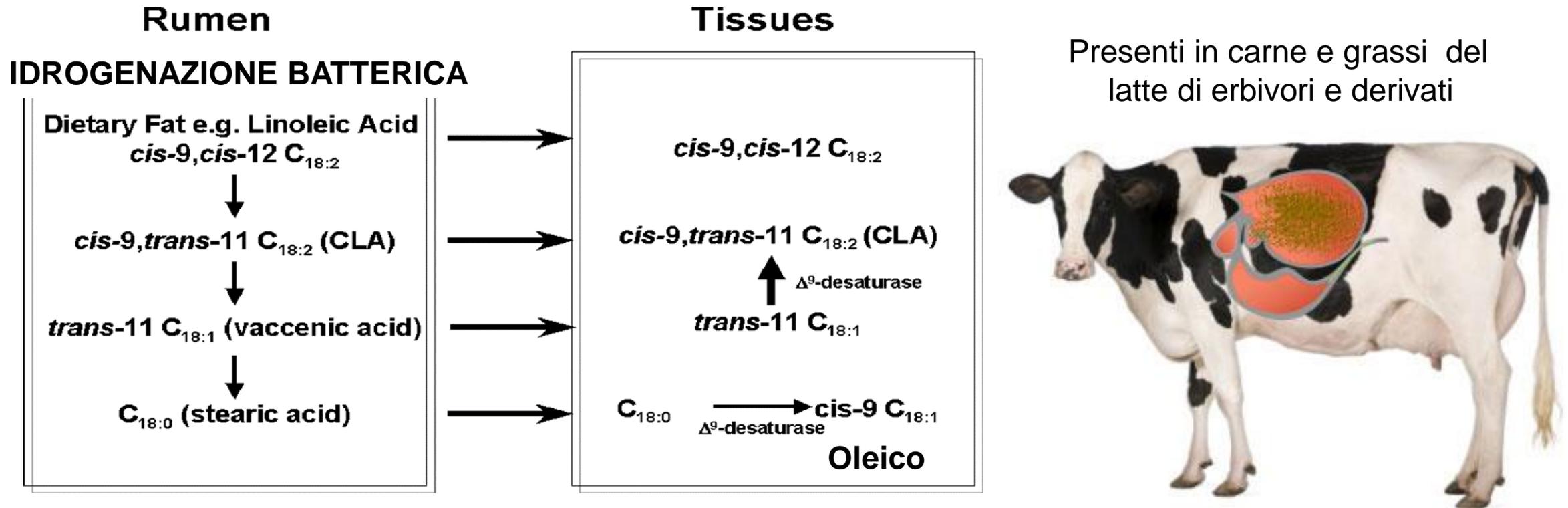
## Adding hydrogen

Partially hydrogenated oils are the primary dietary source of artificial trans fat in processed foods



*As the product gets more solid, trans fat increases*

# ACIDI GRASSI TRANS NEGLI ERBIVORI



Si formano in grande prevalenza acido linoleico coniugato (Conjugated linoleic fatty acid, CLA o rumenico). e acido vaccenico (45%) parzialmente convertito in CLA nei tessuti. Gli acidi grassi coniugati sono dei polinsaturi con struttura C=C–C=C, in cui i doppi legami si alternano a un legame singolo, diversamente dai polinsaturi non coniugati con struttura C=C–C–C=C. I CLA potrebbero avere effetti metabolici benefici.

Le evidenze tuttavia sono ritenute insufficienti

# CONTENUTO DI ACIDI GRASSI TRANS IN LATTICINI E CARNE DI MANZO PER PORZIONE

| Food   | TFA (g/serving)   |
|--|-------------------|
| <b>Dairy products</b>                            | <b>g/porzione</b> |
| Cheese, cheddar (28 g, 1 oz)                     | 0.24              |
| Milk, whole (244 g, 1 cup)                       | 0.21              |
| Yogurt, plain, low-fat (255 g, 1 cup)            | 0.06              |
| <b>Meat</b>                                      |                   |
| Meat, beef, ground, 20.8% fat, raw (115 g, 4 oz) | 0.91              |
| Meat, beef, ground, 22.1% fat, raw (115 g, 4 oz) | 1.07              |

Poichè il contenuto in acidi grassi Trans in questi prodotti è modesto anche l'apporto alimentare è basso e stimato pari a circa 4-5 g /giorno in soggetti che consumano prodotti animali

# CONTRIBUTO DI DIVERSI PRODOTTI ALIMENTARI all'APPORTO DI ACIDI GRASSI TRANS

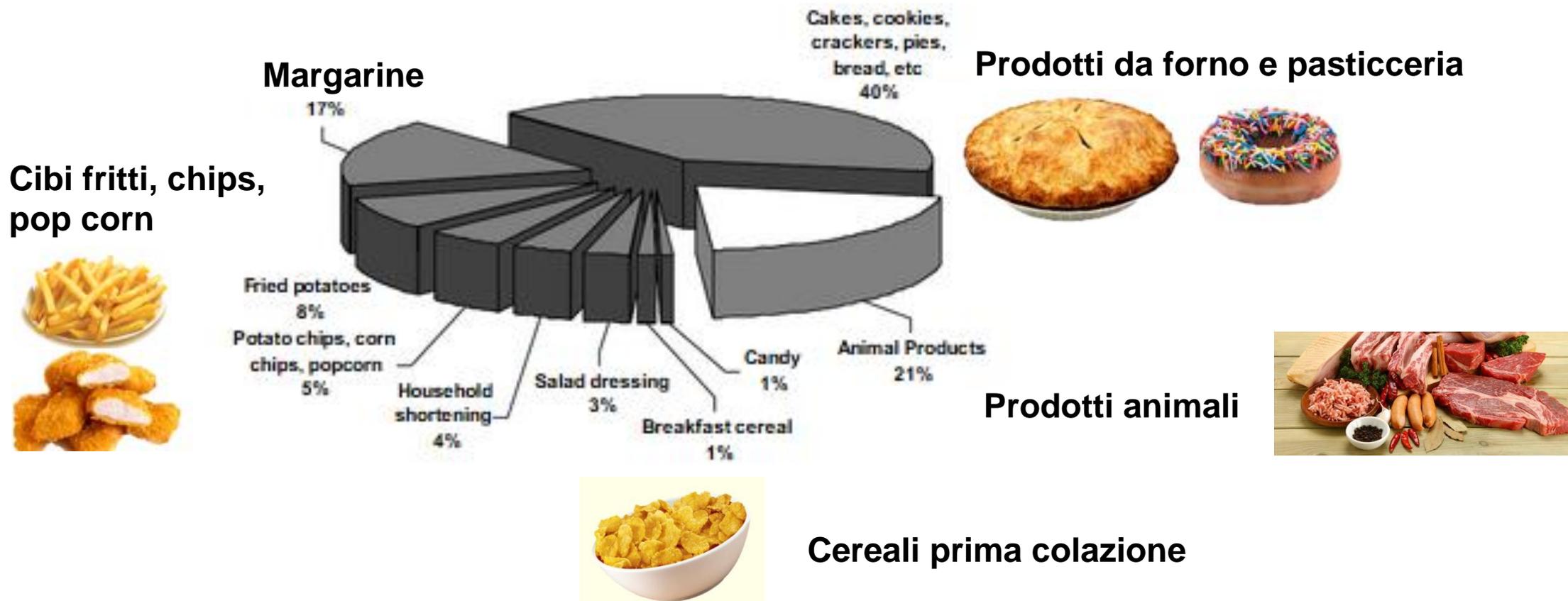
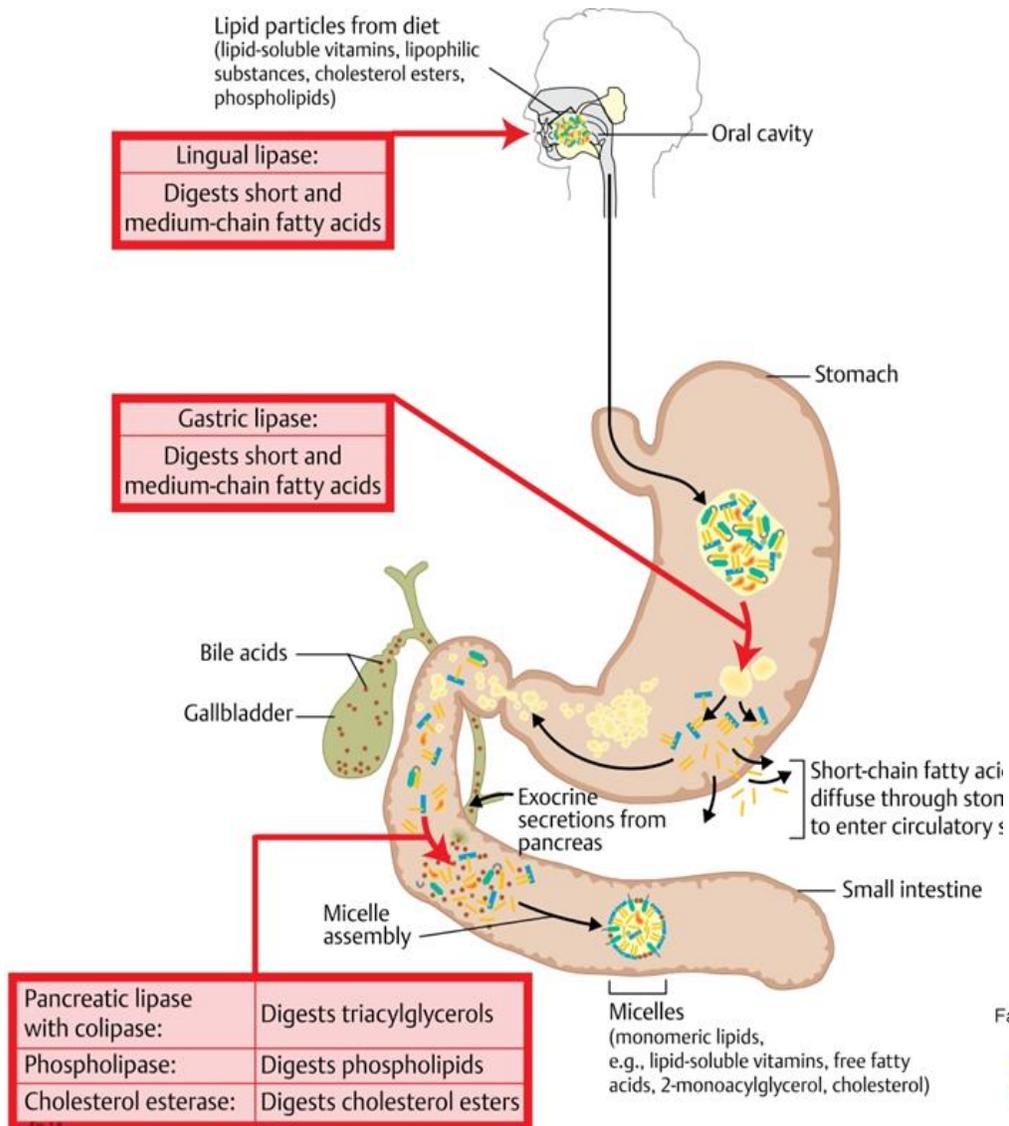


Figure 4. Contribution of different food sources in supplying *trans* fat to the human diet (US Food and Drug Administration, 2003).

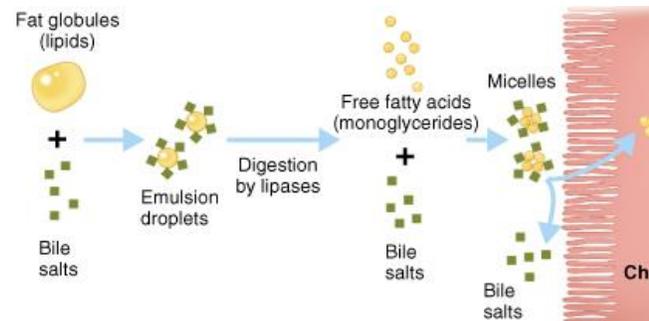
# DIGESTIONE DEI LIPIDI



❖ **Digestione nella cavità orale** per azione della lipasi orale riguarda acidi grassi a catena corta e media

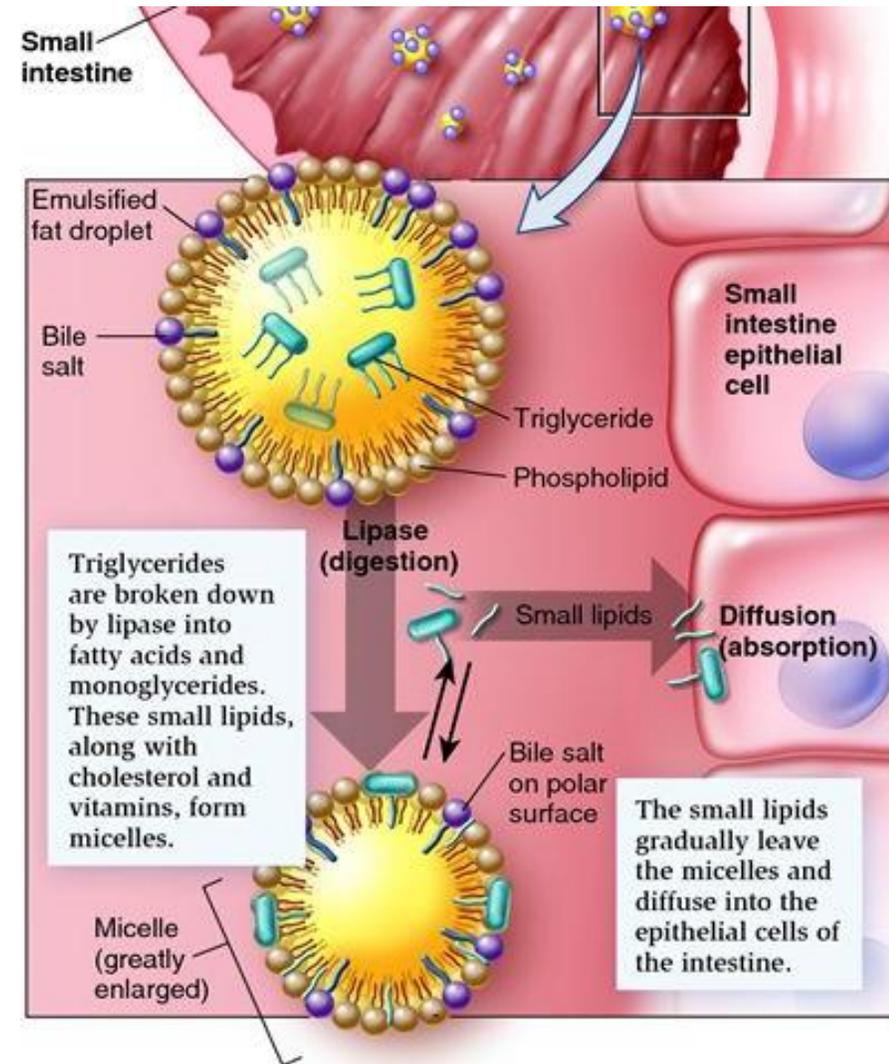
❖ **Digestione gastrica** per azione lipasi gastrica (riguarda acidi grassi a catena corta e media)

❖ **Digestione intestinale.**



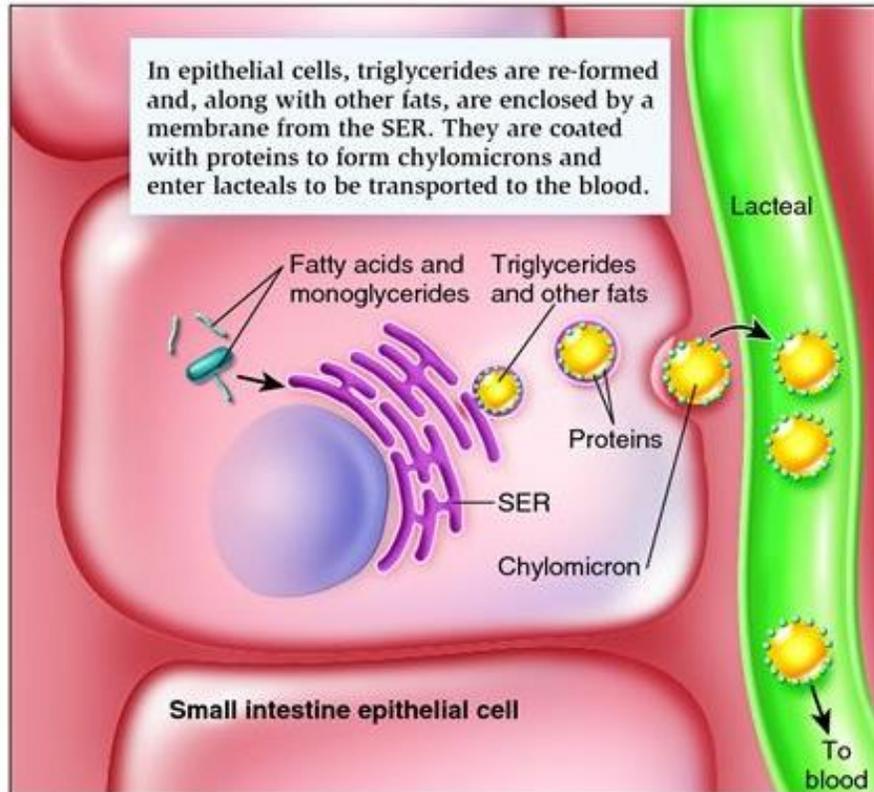
# DIGESTIONE INTESTINALE DEI LIPIDI

- ❖ Digestione intestinale da parte delle lipasi pancreatiche, pH ottimale intorno a 7, attivate dalla co-lipasi, con idrolisi dei legami esterei tra glicerolo e acidi grassi nelle posizioni 1 e 3, del trigliceride e formazione di 2 molecole di acidi grassi liberi e un 2-monogliceride (che verrà assorbito per il 70% come tale)
- ❖ Il 30% dei 2-monogliceridi viene trasformato da un'isomerasi in 1-monogliceride per spostamento dell'acido grasso dalla posizione 2 alla posizione 1, che può essere idrolizzato dalle lipasi



(a) Digestion of emulsified fats into small lipids, and absorption into intestinal cells

# ASSORBIMENTO DEI LIPIDI

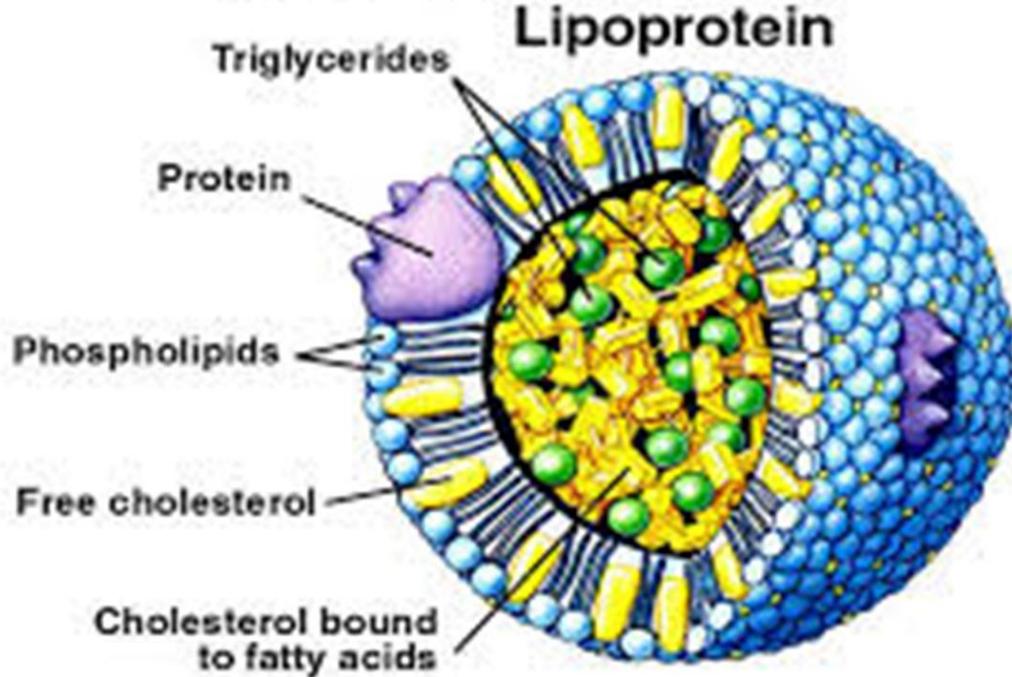


(b) Synthesis of triglycerides and the formation and release of chylomicrons

- ❖ Gli acidi grassi e i 2- monogliceridi vengono assorbiti soprattutto a livello del digiuno, per diffusione.
- ❖ Gli acidi grassi vengono risintetizzati in trigliceridi nelle cellule della mucosa intestinale (enterociti) a livello del reticolo endoplasmatico liscio e assemblati nei chilomicroni NASCENTI (formati da trigliceridi, fosfolipidi, colesterolo libero ed esterificato e apolipoproteina B-48).
- ❖ I chilomicroni entrano quindi nei latteali (vasi linfatici) e raggiungono la circolazione sistemica attraverso il dotto toracico

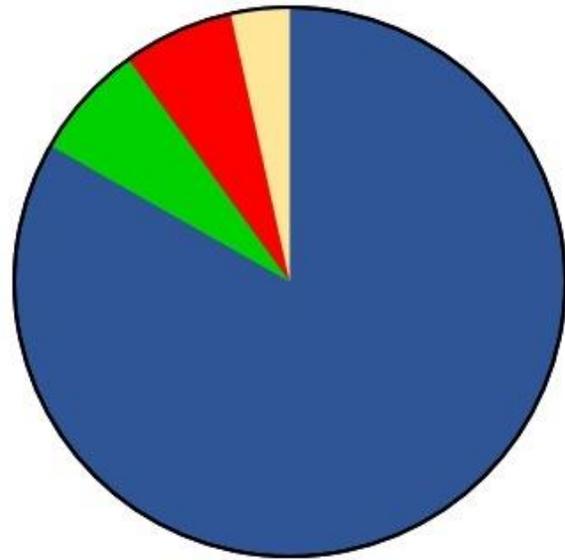
# LIPOPROTEINE PLASMATICHE

© The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission is granted to reproduce in any form.

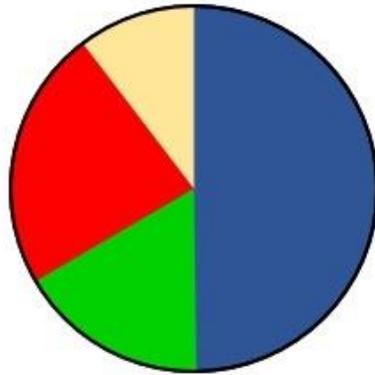


- **Composto organico formato da una proteina coniugata con una componente lipidica.**
- I lipidi possono essere legati alle proteine mediante legame covalente o non covalente.
- Molti enzimi, proteine strutturali delle membrane cellulari, antigeni, adesine e tossine **sono lipoproteine**, così come i citocromi nei mitocondri o nei cloroplasti e le lipoproteine batteriche.
- **I lipidi sono una parte essenziale della lipoproteina.**
  
- Le lipoproteine plasmatiche sono aggregati macromolecolari di elevato peso molecolare e di dimensioni da una decina ad alcune centinaia di nanometri, costituiti da proteine (apo-proteine) e da diverse centinaia di biomolecole (molecole organiche) idrofobe e anfipatiche. **Tali aggregati hanno la funzione di raccolta e di trasporto nel plasma di lipidi, in particolare di trigliceridi, colesterolo libero (colesterolo non esterificato) e colesterolo esterificato, che sono insolubili in acqua.**

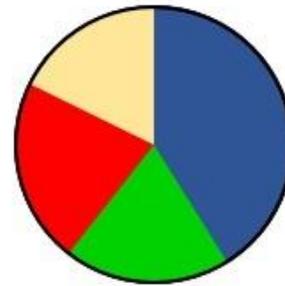
# DENOMINAZIONE E COMPOSIZIONE DELLE DIVERSE LIPOPROTEINE



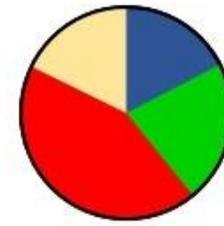
Chylomicrons



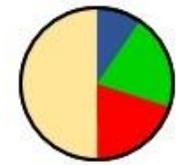
VLDL



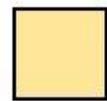
IDL



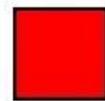
LDL



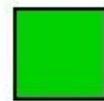
HDL



Proteins



Cholesterol

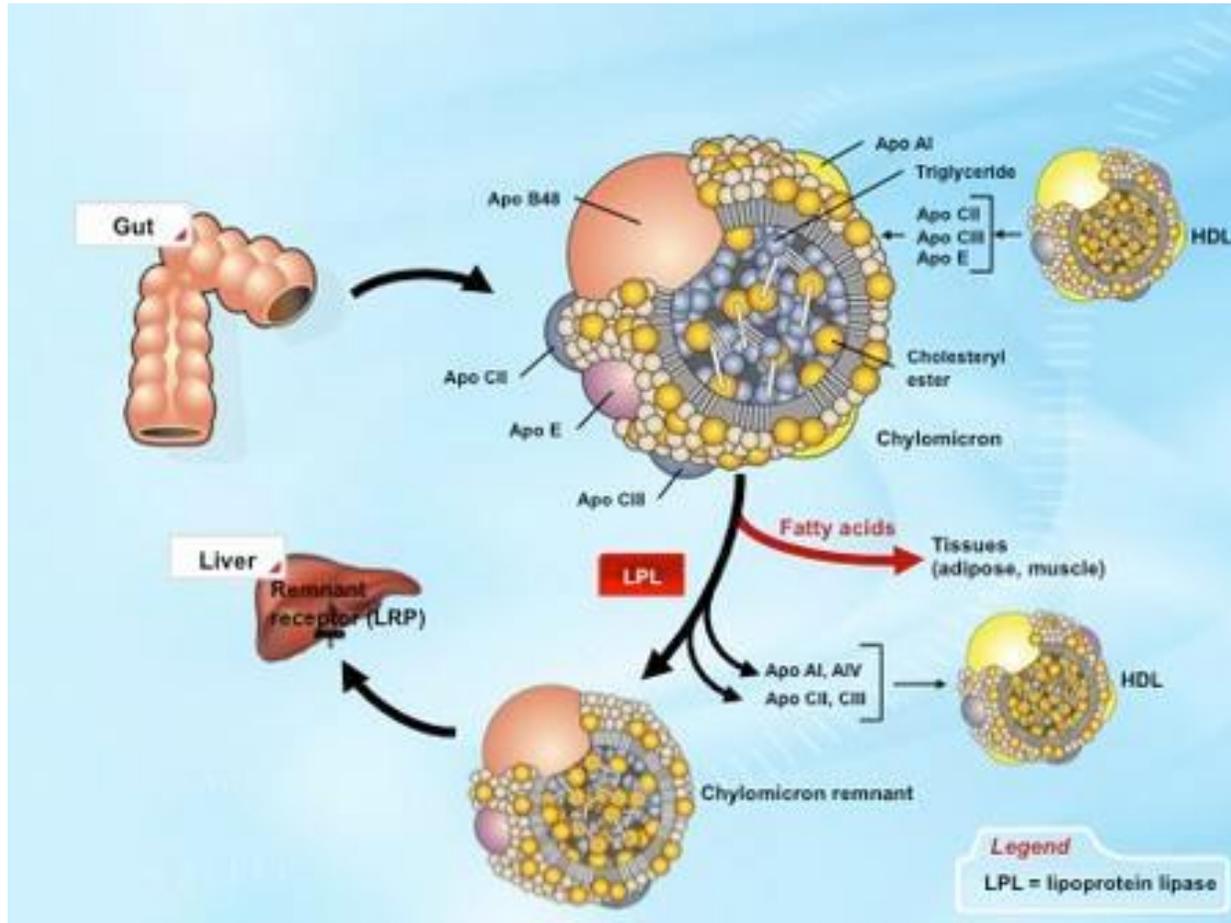


Phospholipids



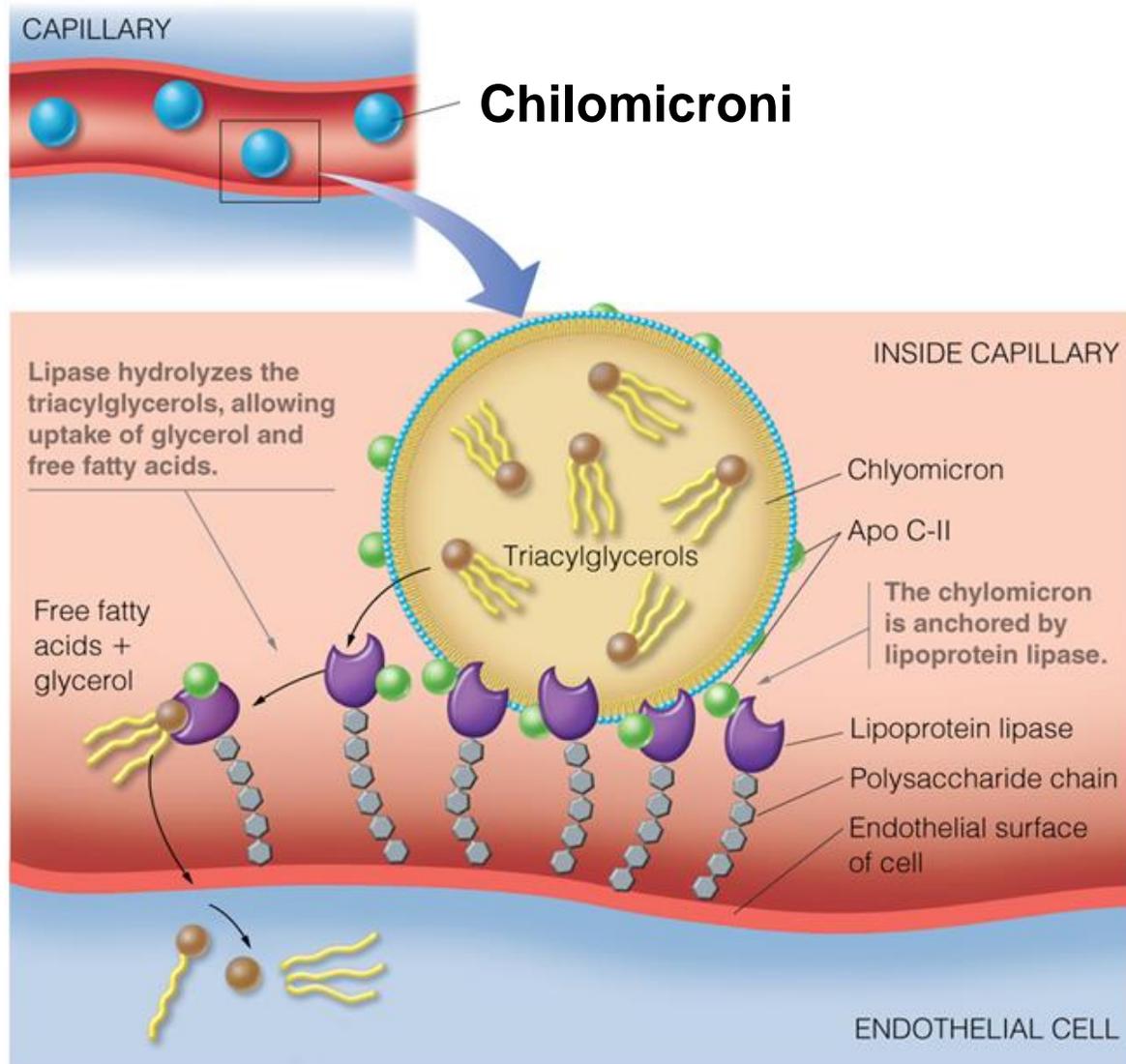
Triglycerides

# METABOLISMO DEI CHILOMICRONI VIA ESOGENA (grassi alimentari)



- ❖ Nella circolazione ematica i **chilomicroni nascenti interagiscono con le HDL da cui ricevono le apo-lipoproteine C-II, CIII e E, divenendo chilomicroni maturi.**
- ❖ L'apo C-II attiva l'enzima lipoproteina lipasi (**LPL**) (presente sulle cellule **endoteliali che rivestono i capillari tissutali**). **Esso catalizza l'idrolisi dei trigliceridi in glicerolo e acidi grassi.** Questi vengono adsorbiti dalle cellule dei tessuti periferici, soprattutto dai tessuti adiposo e muscolare, **che li utilizzano a fini energetici (ossidazione) o di deposito.**
- ❖ Il chilomicrone depauperato di trigliceridi è diventato un remnant di chilomicrone. Interagisce con le HDL cedendo apo CII e ApoA (Apo-lipoproteinaA).
- ❖ Tramite l'Apo E il chilomicrone può aderire al recettore per i remnants soprattutto nel fegato, cui segue endocitosi e idrolisi all'interno dei lisosomi e rilascio nelle cellule di glicerolo o acidi grassi, da utilizzare a fini energetici o di riserva

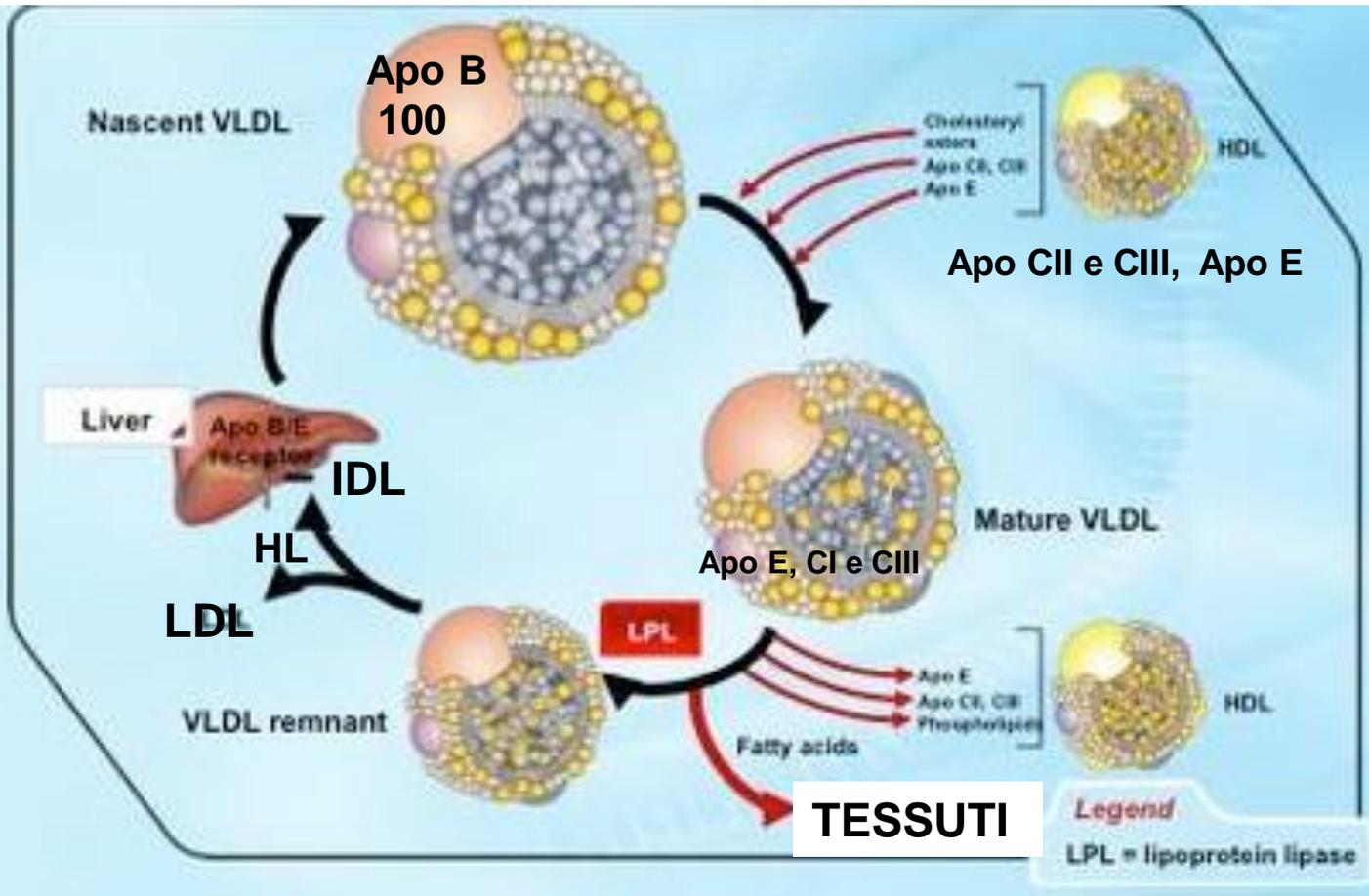
# METABOLISMO DEI CHILOMICRONI



- ❖ Nei capillari soprattutto delle cellule adipose e muscolari, l'apoCII presente sui chilomicroni interagisce con **lipoproteina lipasi (LPL)**.
- ❖ L'LPL preleva trigliceridi dai chilomicroni scindendoli in acidi grassi liberi

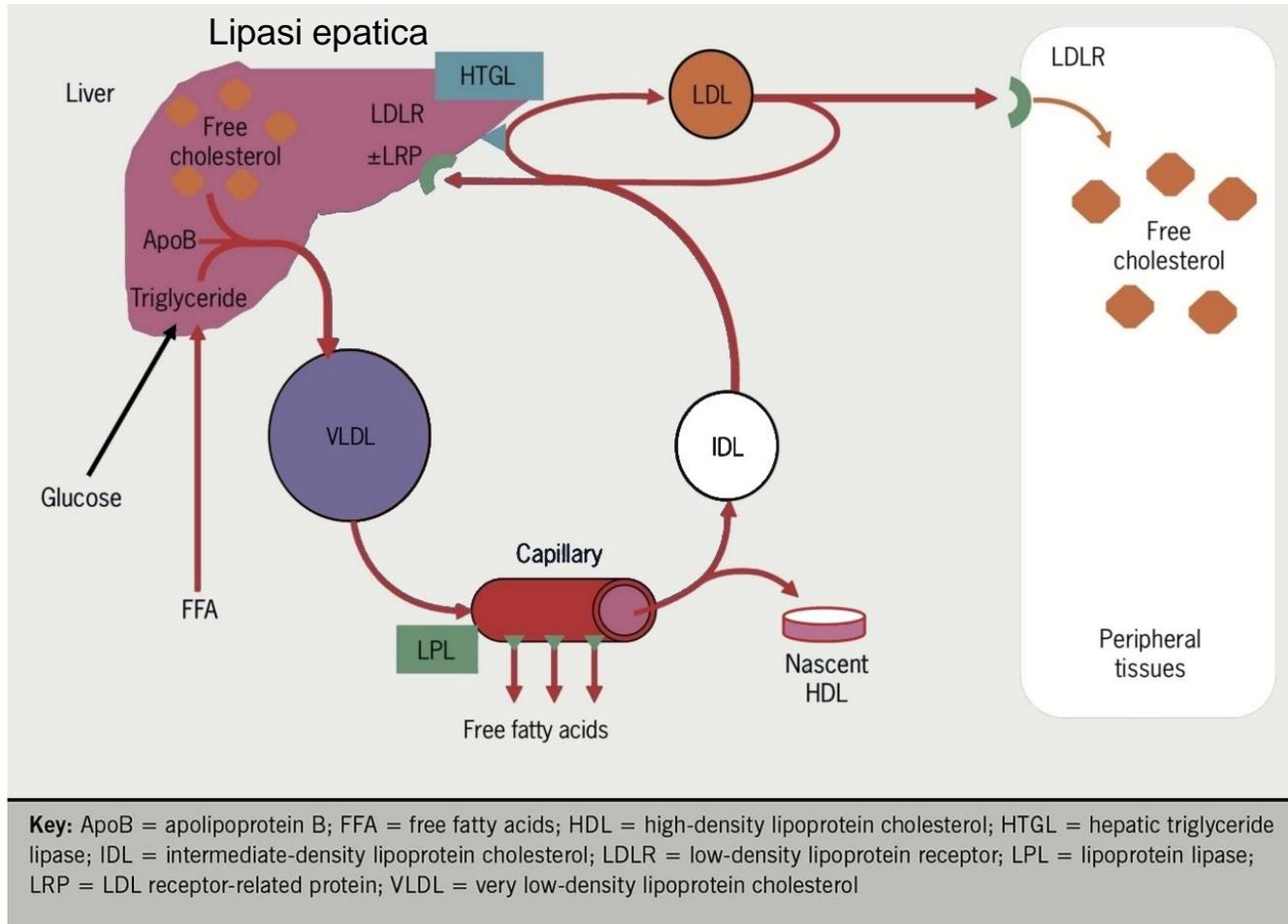
# METABOLISMO DELLE VLDL (via endogena)

- ❖ Il fegato è in grado di sintetizzare trigliceridi, che vengono assemblati con colesterolo esterificato e apo B-100 in VLDL nascenti, immesse nella circolazione ematica sistemica.
- ❖ Qui le VLDL ricevono dalle HDL apo C e apo E che rendono le VLDL mature.
- ❖ Come per i chilomicroni, l'enzima lipoproteina lipasi (LPL) nei capillari idrolizza i trigliceridi delle VLDL in acidi grassi e glicerolo, utilizzati dai tessuti periferici, specie cellule muscolari e adipociti.
- ❖ Le VLD cedendo le loro apoC2 e Apo E alle HDL nascenti si trasformano in remnants o intermediate-density lipoproteins (IDLs).
- ❖ Le IDL tramite interazione tra Apo-E e il recettore dei remnants vengono captate dal fegato OPPURE a seguito dell'idrolisi dei trigliceridi da parte della lipasi epatica (HL) si trasformano in LDL (ad alto contenuto di colesterolo).



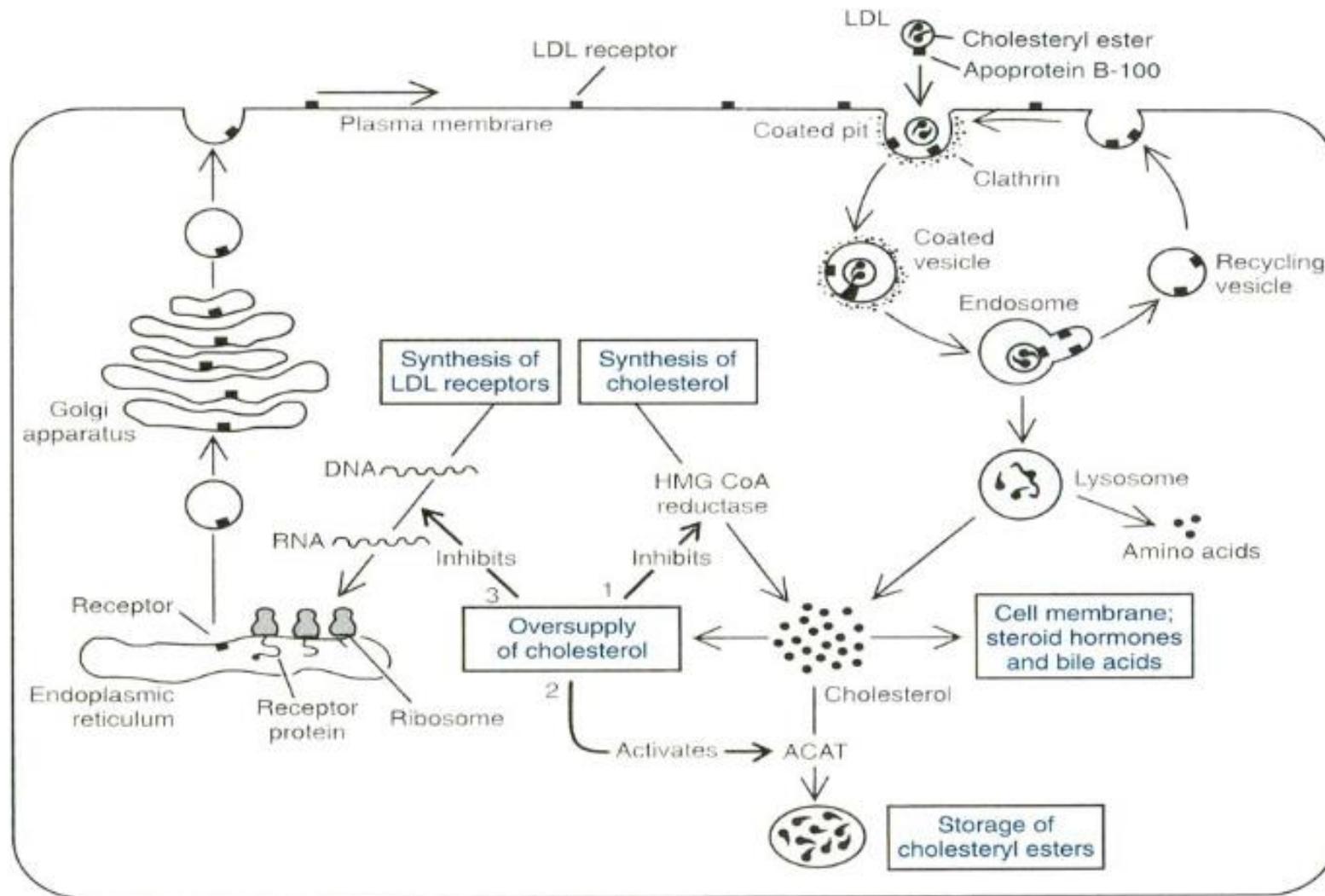
**HL: Hepatic lipase**

# METABOLISMO DELLE LDL



- ❖ L'interazione tra la proteina Apo B-100 delle LDL e il recettore LDL a livello epatico, o dei tessuti periferici, **permette l'assorbimento tramite endocitosi e idrolisi lisosomiale delle LDL con liberazione soprattutto di colesterolo.**

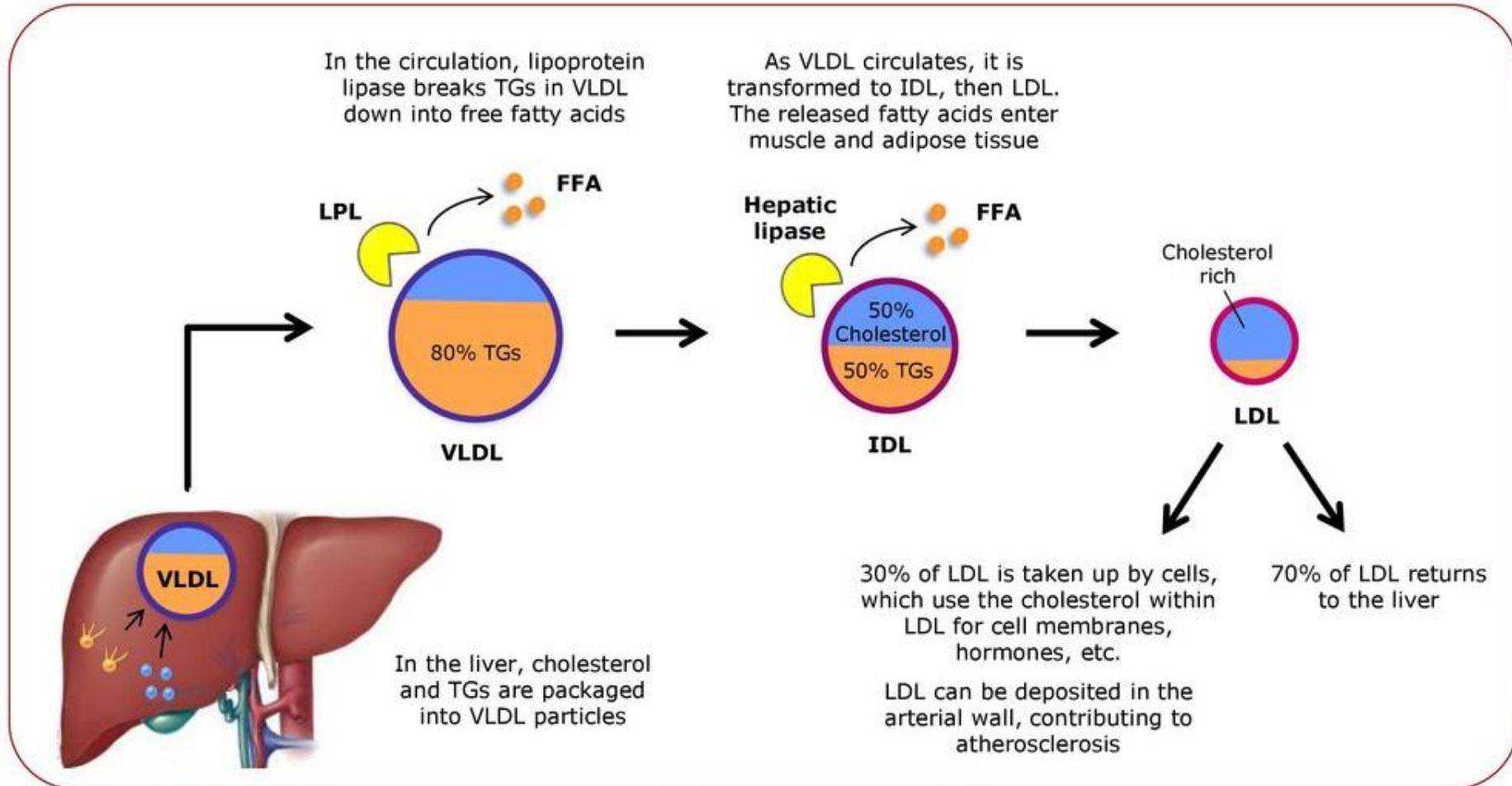
# METABOLISMO LDL E COLESTEROLO



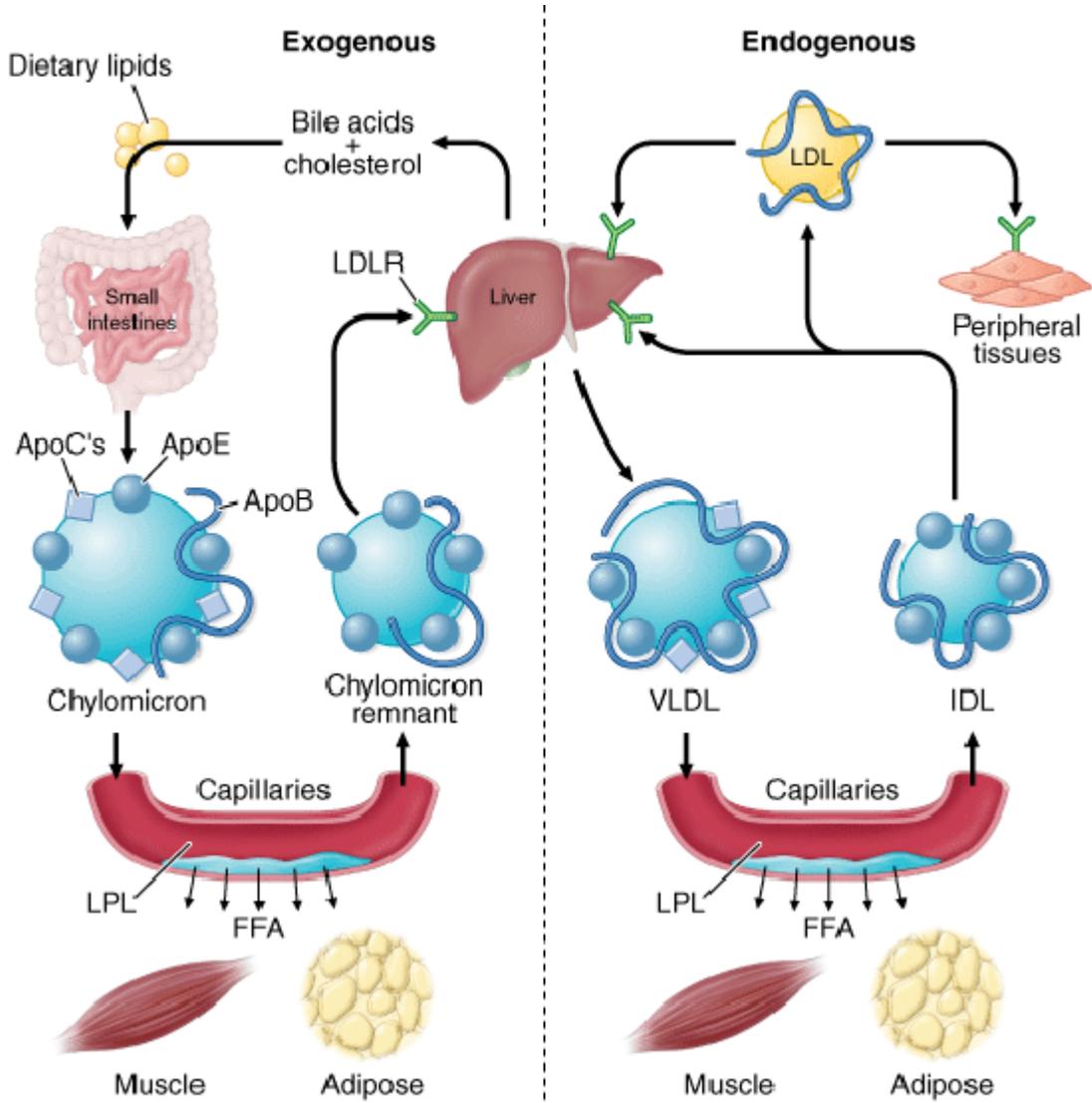
- ❖ LDL tramite Apo B100 si lega al recettore delle LDL , l'insieme viene internalizzato nell'endosoma
- ❖ Nell'endosoma le LDL si staccano dal recettore
- ❖ Migrano in un lisosoma in cui l'Apo B 100 viene scissa in aminoacidi mentre il colesterolo libero ha diversi destini a seconda dei livelli intracellulari di colesterolo
- ❖ Se vi è colesterolo in eccesso, esterificazione e accumulo, con inibizione sintesi di colesterolo e dei recettori LDL. Se bassi livelli incremento della sintesi e dei recettori

**ACAT acilcoenzima A-  
colesterolo aciltransferasi**

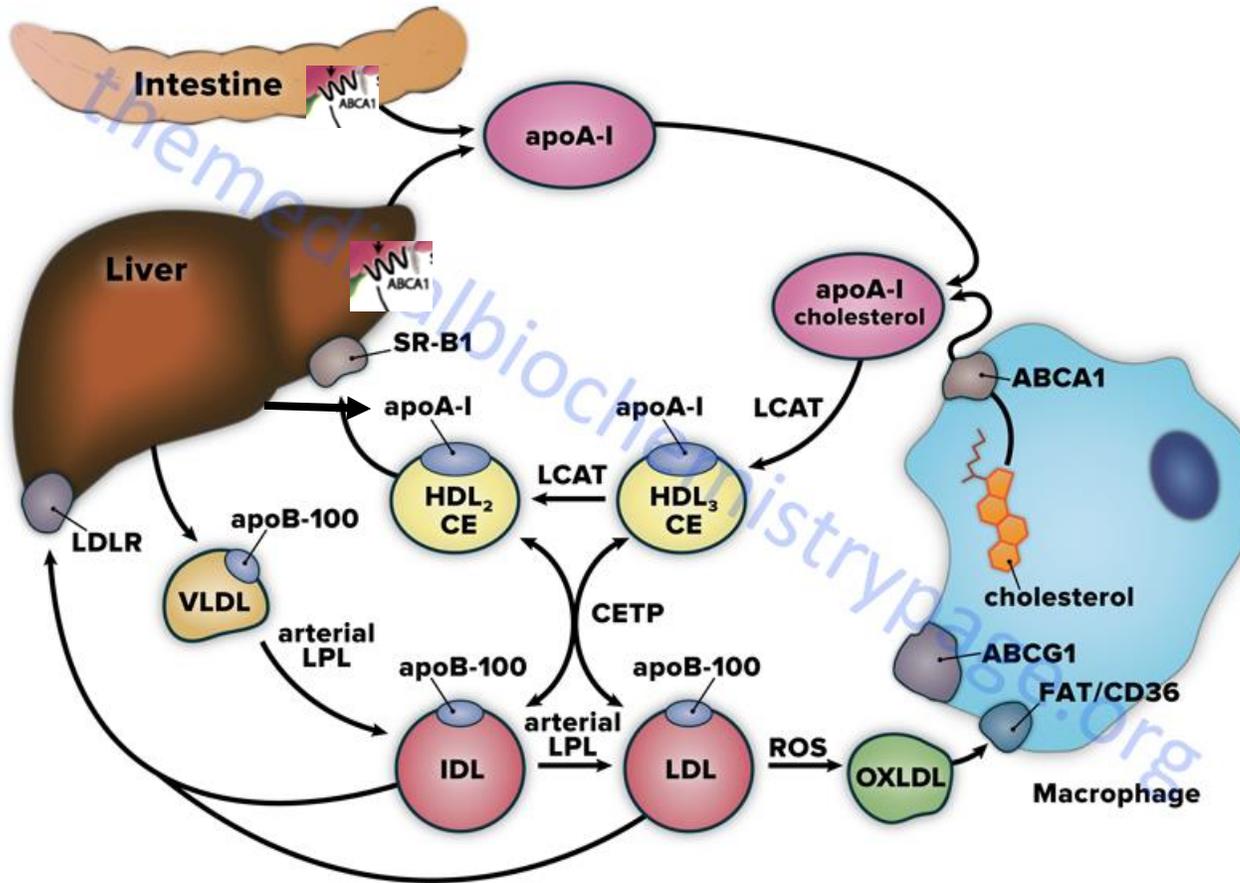
# LA VIA ENDOGENA E' LA PRINCIPALE MODALITA' DI TRASPORTO DEL COLESTEROLO



# SCHEMA RIASSUNTIVO DELLE VIE ESOGENA ED ENDOGENA DEL METABOLISMO LIPIDICO



# METABOLISMO DELLE HDL



ABCA1, ATP Binding Cassette Transporter 1

LCAT, Lecithin Cholesterol Acyl Transferase;

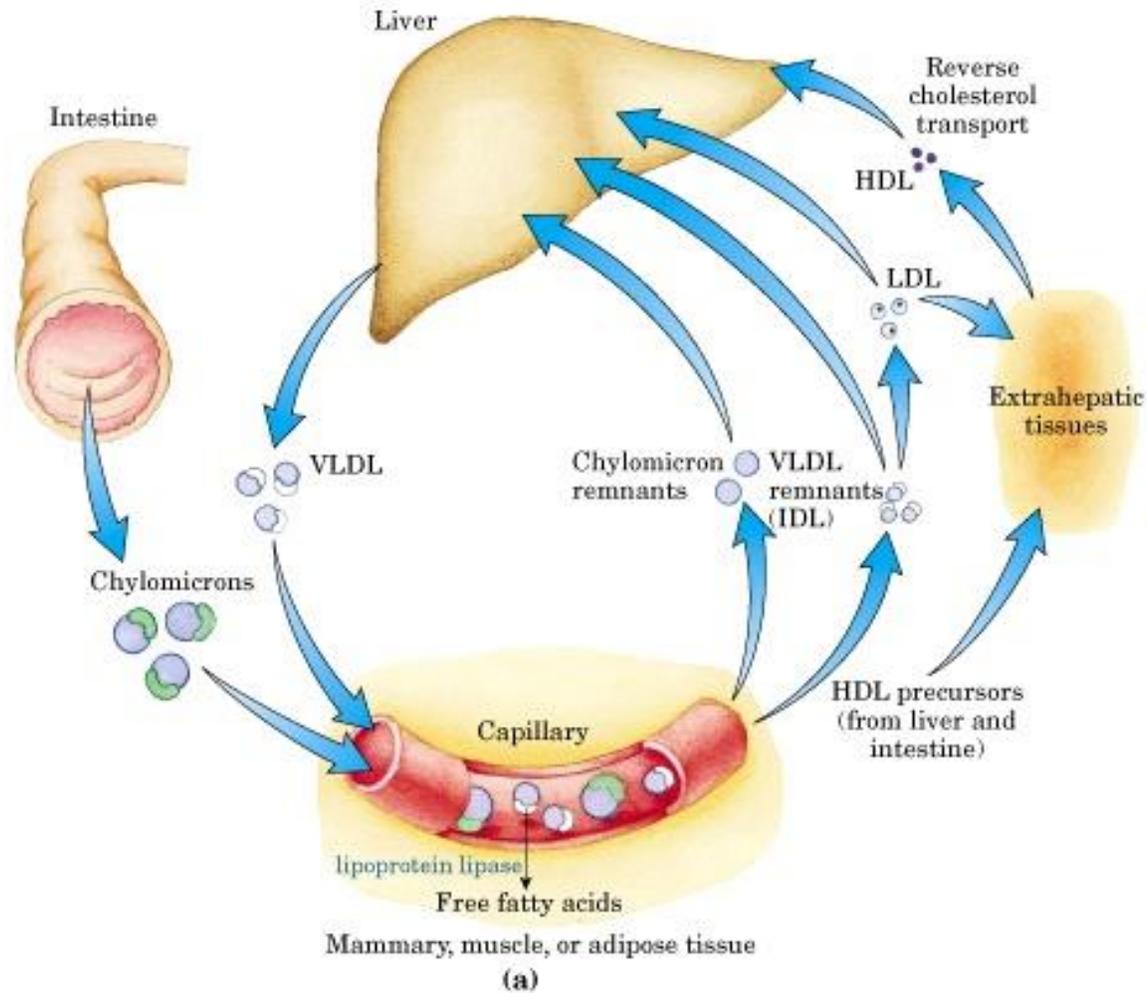
❖ Le HDL, a differenza delle altre lipoproteine, si formano in ambiente extra-cellulare per aggregazione dell'apo A1 (secreta nel circolo ematico da fegato e intestino) con colesterolo libero, non esterificato, proveniente dagli organi periferici (tra cui fegato, intestino e macrofagi delle placche ateromatose) trasferito da **ABCA1 (ATP Binding Cassette A1)** + apoCII, e apoE. derivate da altre lipoproteine (vedasi diapositive precedenti). In questa fase le HDL hanno forma discoidale.

❖ L'enzima LCAT, **Lecithin Cholesterol Acyl Transferase**; catalizza il trasferimento dell'acido grasso in sn-2 della lecitina all'ossidrilico in 3 C del colesterolo, con formazione di colesterolo esterificato e lisolecitina.

con formazione di HDL3 di forma sferica. L'apo. A-I, funge da cofattore nella reazione enzimatica



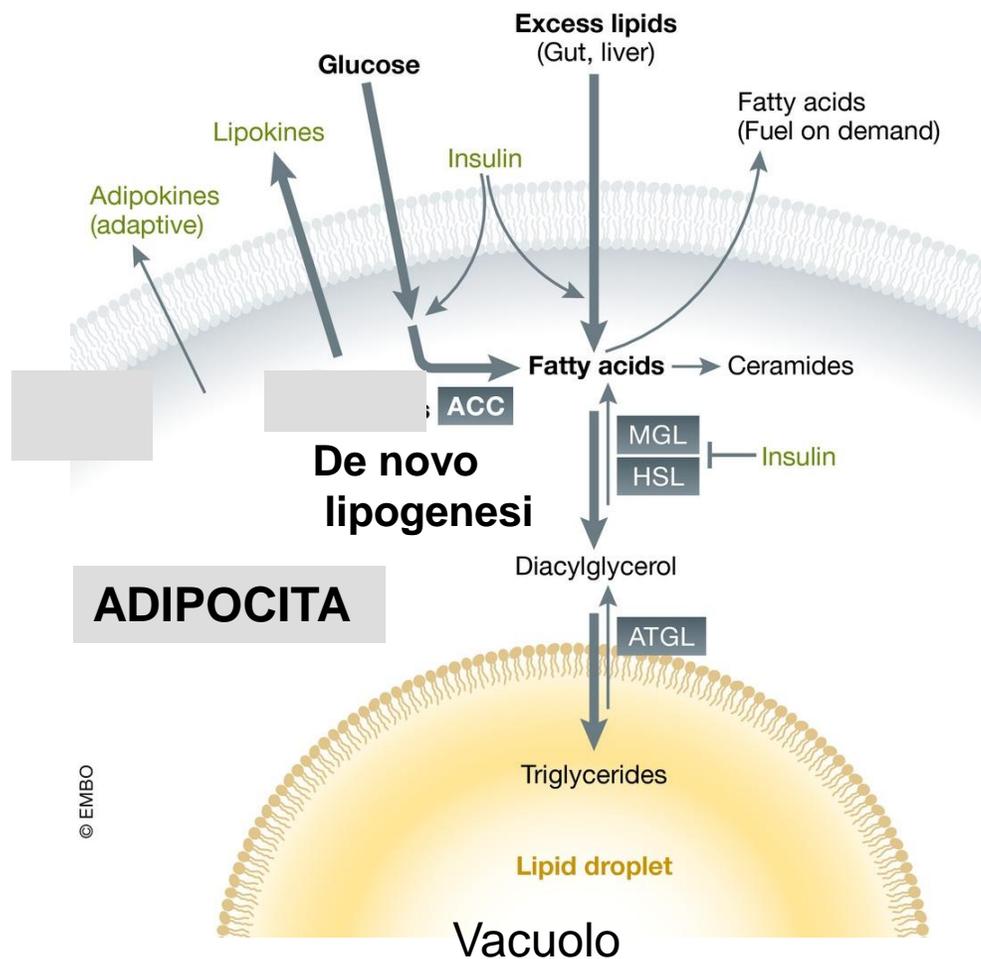
# FUNZIONI DELLE HDL



- ❖ Partecipano all'evoluzione di chilomicroni e VLDL
- ❖ **Rimuovono il colesterolo in eccesso dai tessuti periferici e dai macrofagi delle placche ateromatose per portarlo al fegato (con azione protettiva sul rischio cardiovascolare).**
- ❖ Forniscono colesterolo ai tessuti steroidogenici

# FUNZIONI DEI LIPIDI

## Come fonti e riserve di energia

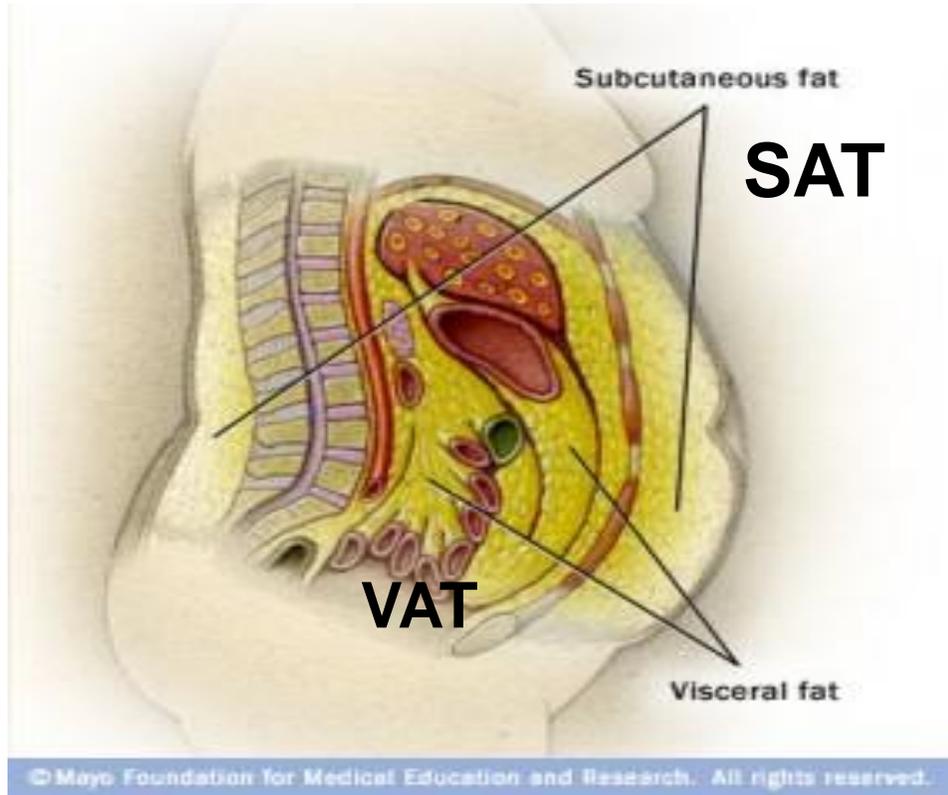


I lipidi in eccesso rispetto alla necessità energetiche dell'organismo, provenienti dalla dieta e dall'intestino (chilomicroni), quelli provenienti dal fegato (VLDL) o dovuti alla de novo lipogenesi (dai carboidrati) **vengono accumulati in forma di trigliceridi nei vacuoli adiposi delle cellule del tessuto adiposo bianco (frecche di spessore maggiore)**

L'insulina facilita l'uptake di acidi grassi e glucosio da parte delle cellule adipose e **l'accumulo dei trigliceridi**, mentre inibisce la lipolisi da parte delle varie lipasi, salvo che l'organismo abbia bisogno di energia (le vie lipolitiche sono rappresentate da frecche di spessore più sottile)

MGL, monoglyceride lipase; HSL, hormone-sensitive lipase; ATGL, adipose triglyceride lipase; ACC, acetyl-CoA carboxylase.

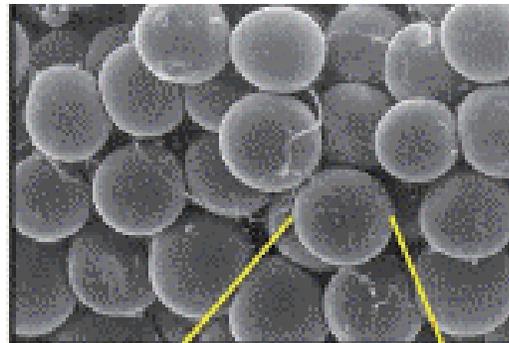
# DISTRIBUZIONE TESSUTO ADIPOSO BIANCO



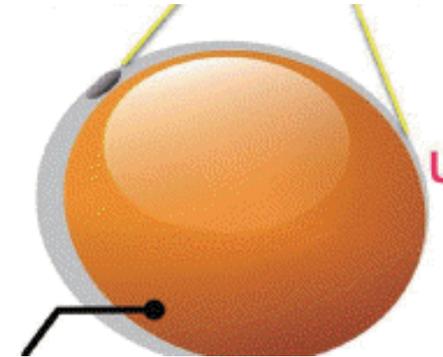
- SAT (Subcutaneous adipose tissue)

Tessuto adiposo sottocutaneo

- VAT (Visceral adipose tissue), Tessuto adiposo **viscerale** localizzato in sede intraperitoneale tra omento e mesentere. Flusso ematico drena nel circolo epatico portale



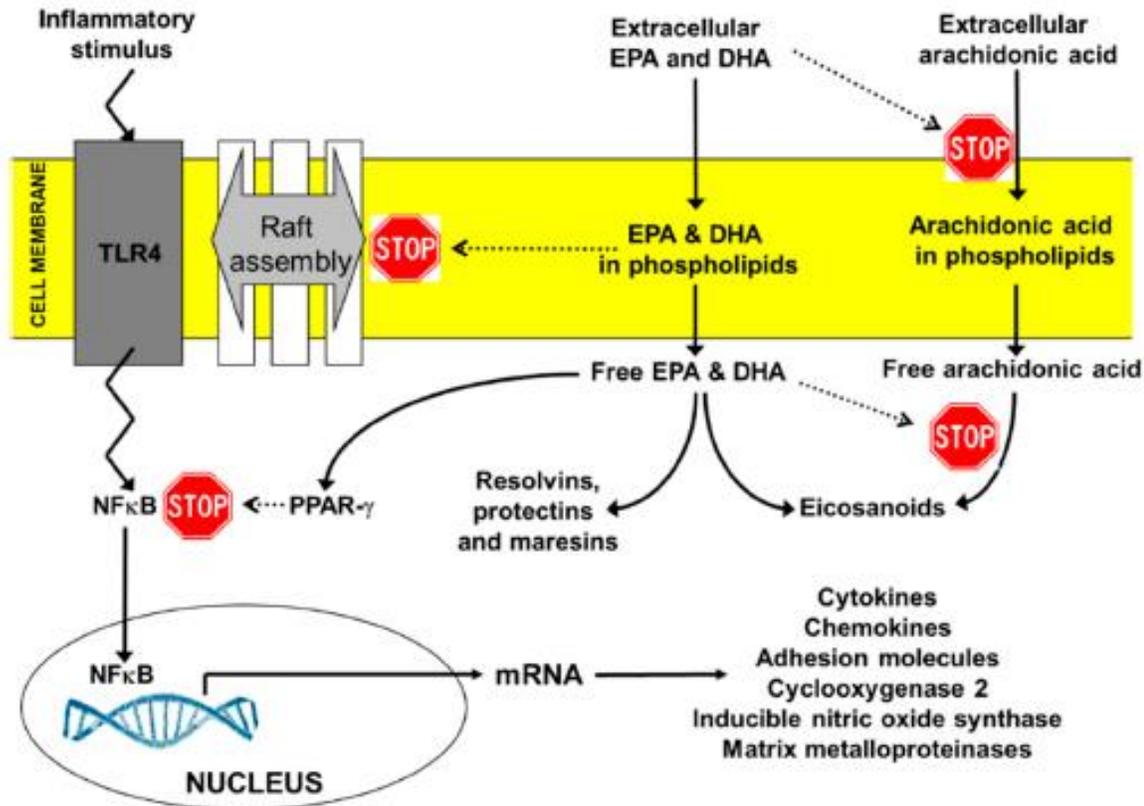
Tessuto adiposo



Cellula adiposa bianca

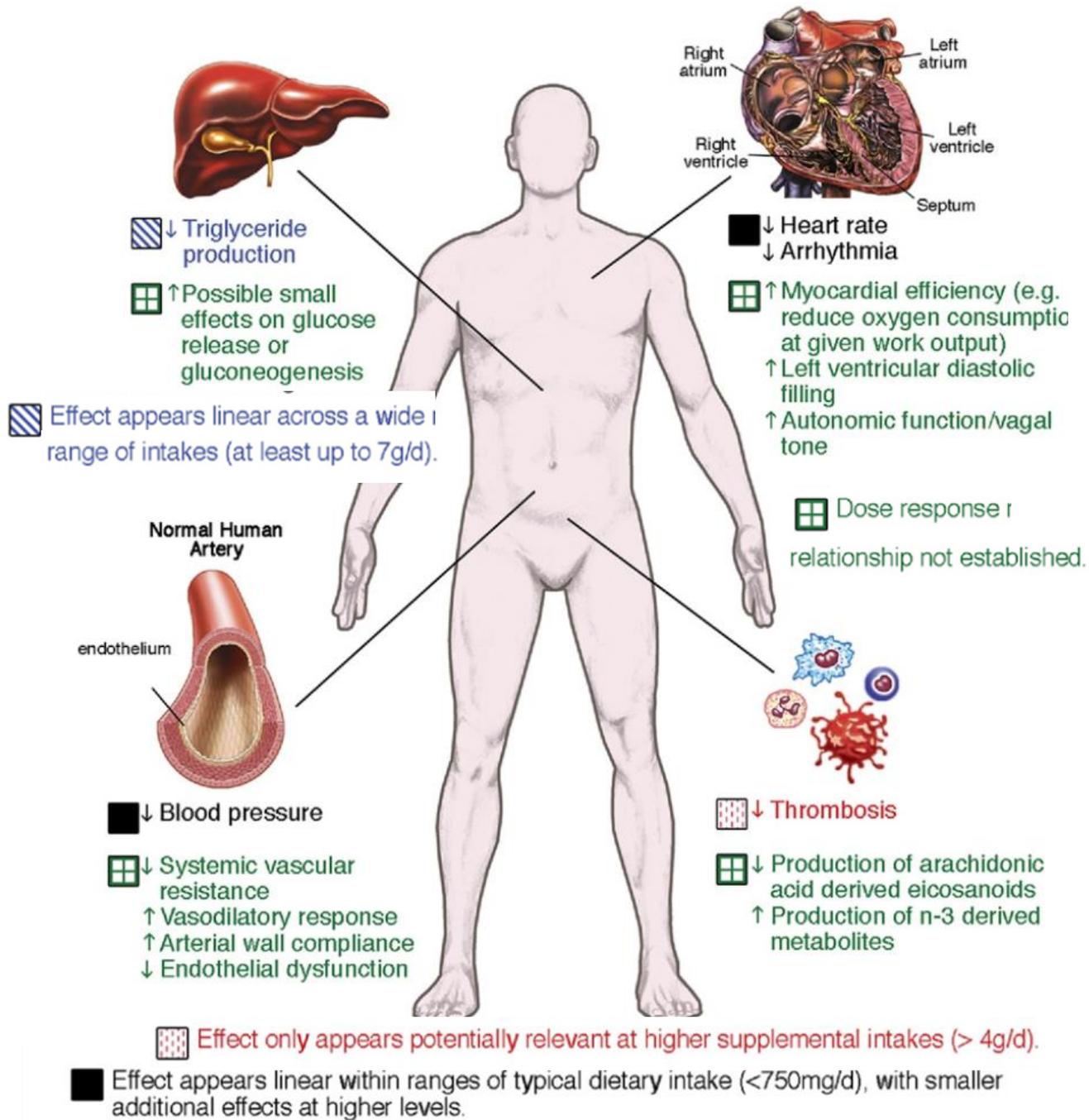
# PUFA OMEGA 3 E INFIAMMAZIONE

Lipopolisaccaridi  
Acidi grassi saturi



L'incremento di PUFA n.3 (EPA E DHA) nei fosfolipidi delle membrane di cellule coinvolte nell'infiammazione:

- ❖ Riduce la disponibilità di acido arachidonico da cui derivano metaboliti infiammatori
  - ❖ Rende le membrane più fluide e interferisce con l'aggregazione delle proteine nei raft (signaling platforms) con una ridotta attivazione dei fattori di trascrizione quali il nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells, NFκB) che regola la sintesi di vari composti pro-infiammatori
- Nella forma libera incrementa la sintesi di eicosanoidi anti-infiammatori e di fattori che incrementano la risoluzione dell'infiammazione



## POSSIBILI AZIONI ACIDI GRASSI OMEGA 3

Questi effetti non sono del tutto confermati  
In letteratura

Mozaffarian D, Journal American College of Cardiology 2011

## The Importance of the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases

*Experimental Biology and Medicine* 2008, 233:674-688.

- In the secondary prevention of cardiovascular disease, a ratio of 4/1 was associated with a 70% decrease in total mortality.
- A ratio of 2.5/1 reduced rectal cell proliferation in patients with colorectal cancer, whereas a ratio of 4/1 with the same amount of omega-3 PUFA had no effect.
- The lower omega-6/omega-3 ratio in women with breast cancer was associated with decreased risk.

Table 5. Ethnic Differences in Fatty Acid Concentrations in Thrombocyte Phospholipids and Percentage of All Deaths from Cardiovascular Disease<sup>a</sup>

|   | Europe and United States (%) | Japan (%) | Greenland Eskimos (%) |
|---|------------------------------|-----------|-----------------------|
| Arachidonic acid (20:4 $\omega$ 6)      | 26                           | 21        | 8.3                   |
| Eicosapentaenoic acid (20:5 $\omega$ 3) | 0.5                          | 1.6       | 8.0                   |
| Ratio of $\omega$ 6/ $\omega$ 3         | 50                           | 12        | 1                     |
| Mortality from cardiovascular disease   | 45                           | 12        | 7                     |

- A ratio of 2–3/1 suppressed inflammation in patients with rheumatoid arthritis.
- A ratio of 5/1 had a beneficial effect on patients with asthma, whereas a ratio of 10/1 had adverse consequences.

# n-6/n-3 ratio in parenteral nutrition

## TARGET: 4:1 – 2:1

- Morlion et al suggested that, in patients receiving parenteral nutrition, a -6/-3 ratio of approximately 2:1 may be optimal

Morlion BJ et al *Clin Nutr.* 1997 16(Suppl 2):49.

- The optimum ratio of -6/-3 FA provided to patients with critical illness is not precisely known

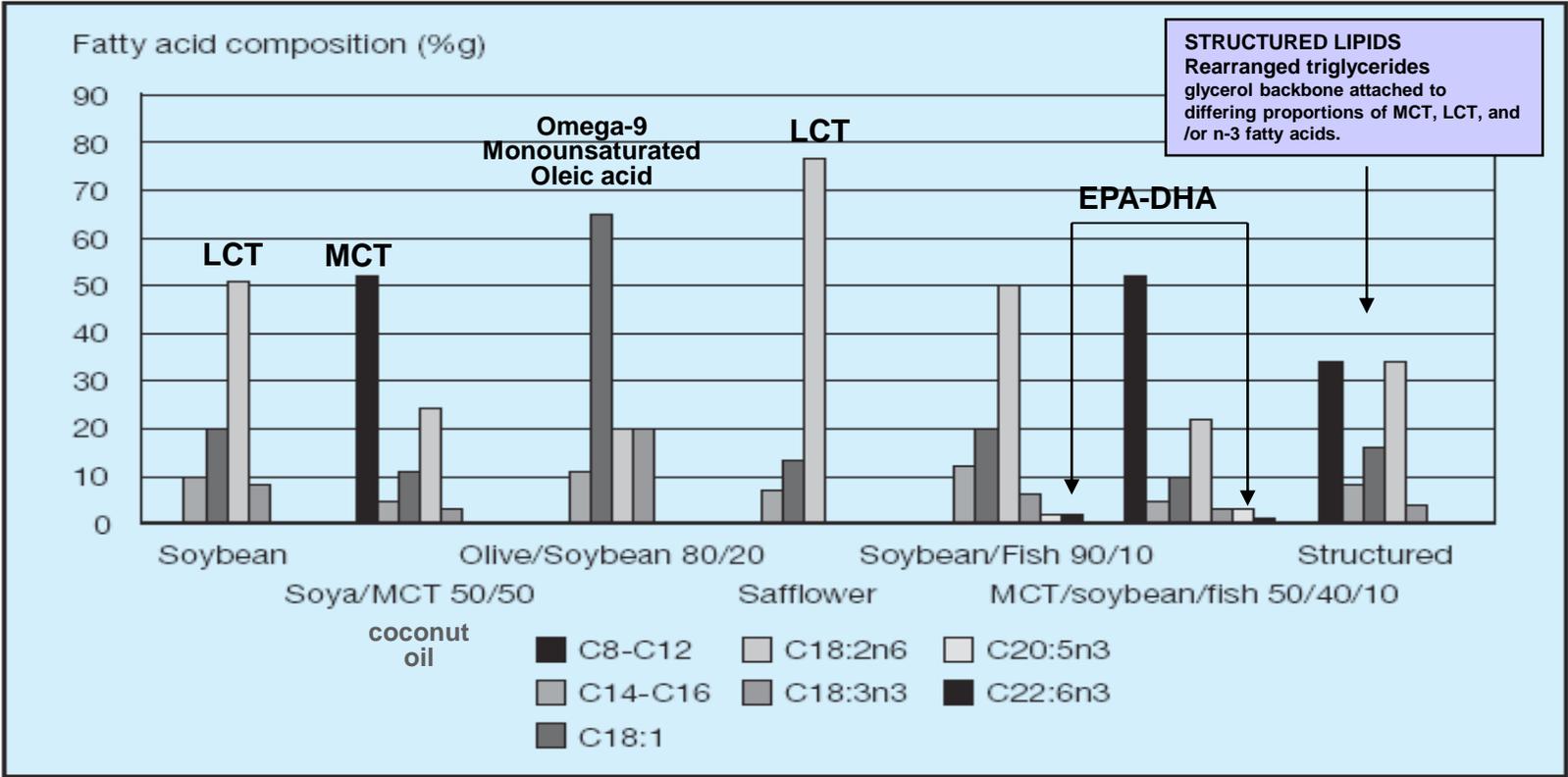
Barry A. Mizock *Nutr Clin Pract* 2004 19: 563

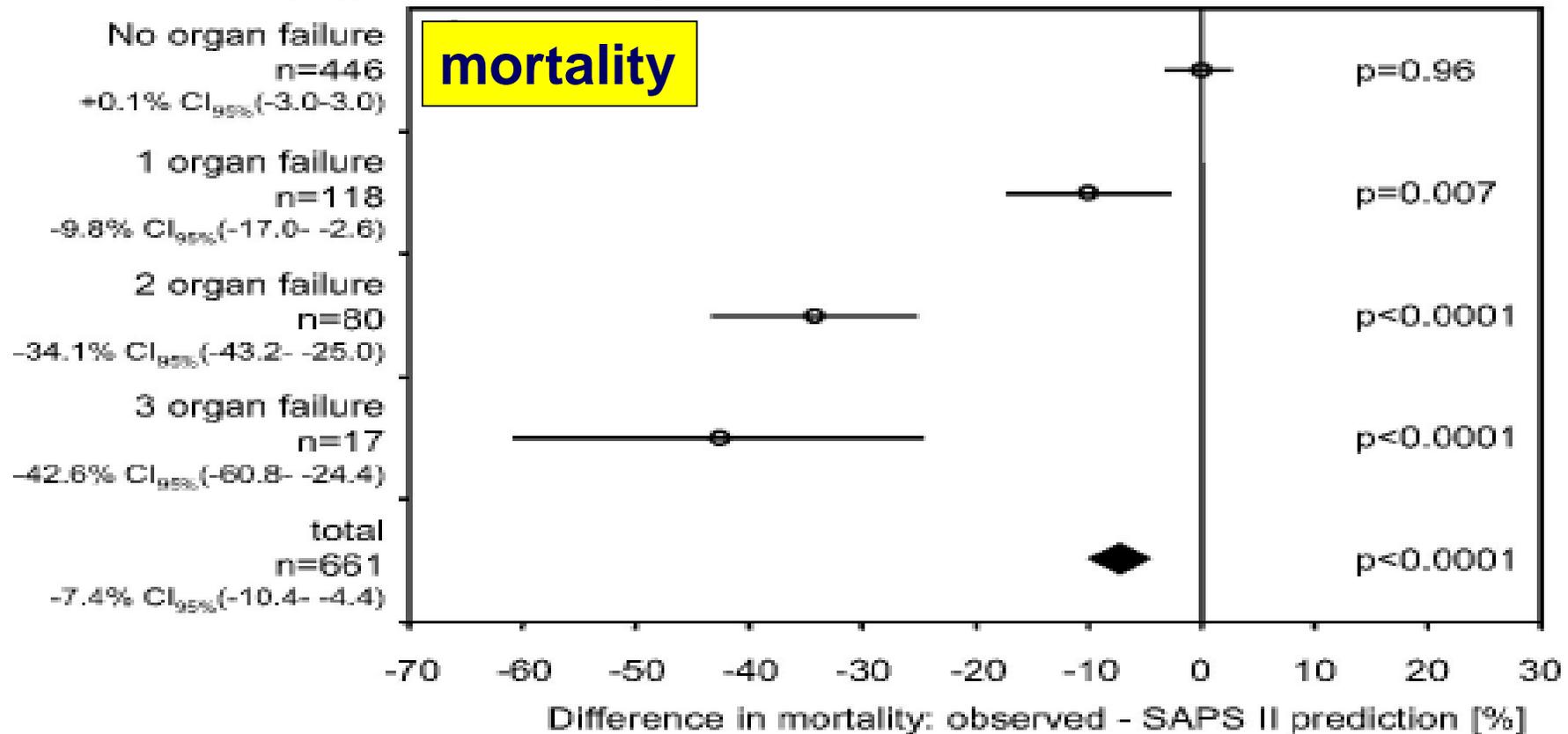


THE EUROPEAN  
SOCIETY FOR  
CLINICAL  
NUTRITION AND  
METABOLISM

“Addition of EPA and DHA to lipid emulsions has demonstrable effects on cell membranes and inflammatory processes”

(Grade B)





**An unblinded, multi-centre dose related study enrolled 661 patients (SAPS II score 32) and showed that intravenous fish oil supplementation had favorable effects on survival, infection rate, antibiotic requirements and length of stay when administered in doses between 0.1 and 0.2 g/kg/day**

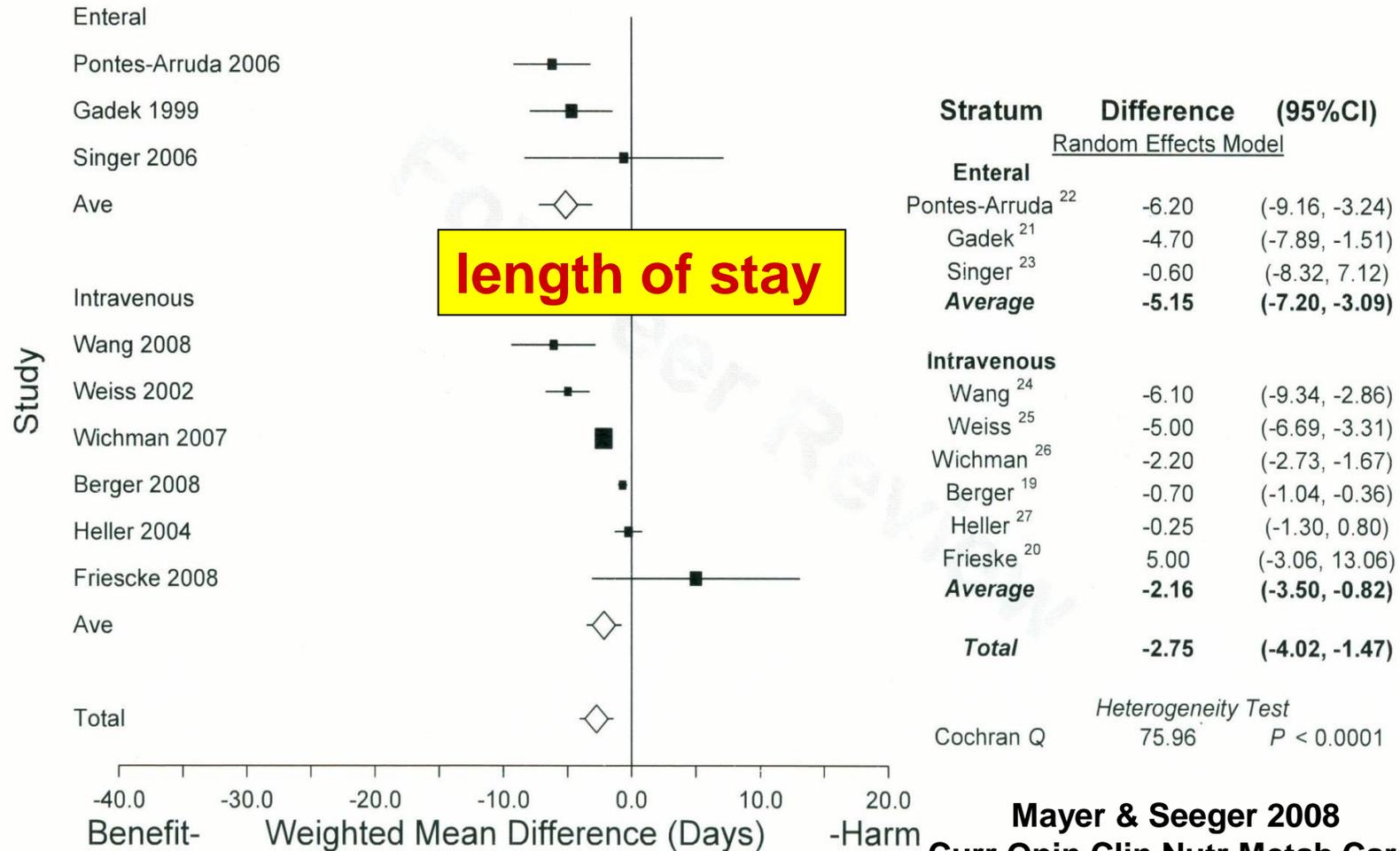


THE EUROPEAN SOCIETY FOR CLINICAL NUTRITION AND METABOLISM

# “Fish oil-enriched lipid emulsions probably decrease length of stay in critically ill patients” (Grade B)

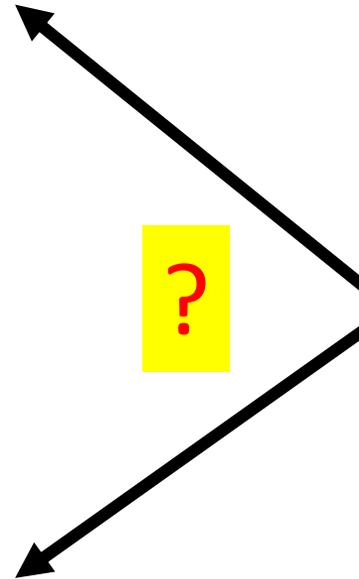
Meta-analysis of the effect of fish oils in PN in ICU patients (n=730):

- significant reduction in the length of stay
- no significant difference was found in terms of mortality



**Anabolic  
resistance after  
protein/amino  
acid intake**

**Anabolic  
resistance after  
exercise training**



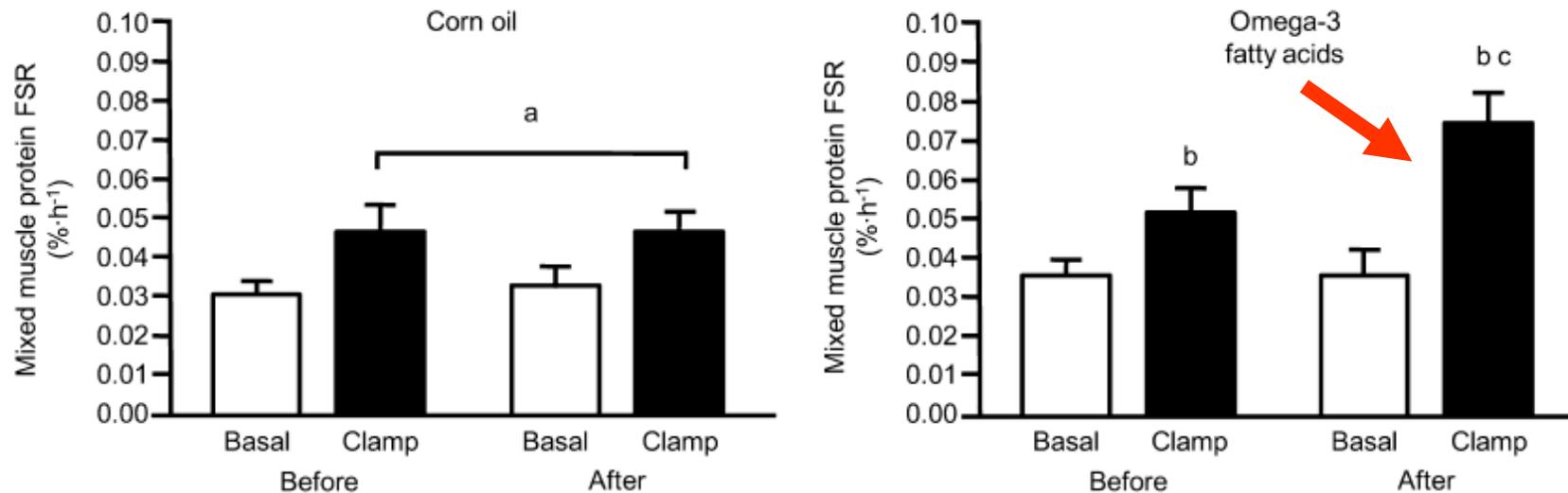
**Omega-3 PUFA**

# Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: a randomized controlled trial<sup>1-3</sup>

Gordon I Smith, Philip Atherton, Dominic N Reeds, B Selma Mohammed, Debbie Rankin, Michael J Rennie, and Bettina Mittendorfer

*Am J Clin Nutr* 2011;93:402-12.

## 8 weeks supplementation



**FIGURE 1.** Mean ( $\pm$ SEM) mixed skeletal muscle protein fractional synthesis rate (FSR), calculated by using the average plasma free phenylalanine precursor pool enrichment, during basal, postabsorptive conditions and during the hyperaminoacidemic-hyperinsulinemic clamp before and after 8 wk of supplementation with either corn oil ( $n = 7$ ) or omega-3 fatty acids ( $n = 8$ ). There was no difference in the muscle protein FSR between the omega-3 fatty acid and corn oil groups before the intervention [ANOVA showed a significant effect of clamp ( $P < 0.001$ ), no significant effect of group ( $P = 0.47$ ), and no interaction ( $P = 0.60$ )]. <sup>a</sup>In the corn oil group, ANOVA showed a significant main effect of clamp ( $P < 0.01$ ). In the omega-3 fatty acid group, ANOVA showed a significant effect of clamp ( $P < 0.01$ ) and an interaction ( $P < 0.001$ ), which was followed by Tukey's post hoc analysis. <sup>b</sup>Significantly different from the corresponding basal value,  $P < 0.01$ . <sup>c</sup>Significantly different from the corresponding value before omega-3 fatty acid supplementation,  $P < 0.01$ . Furthermore, the before-after intervention change in the anabolic response (increase in the muscle protein FSR from basal values) was significantly greater in the omega-3 fatty acid group than in the corn oil group ( $P = 0.01$ , Student's  $t$  test for independent samples).

**CLAMP = INSULIN+GLUCOSE+AMINO ACID INFUSION**

# FABBISOGNI DI LIPIDI (LARN)

| LARN PER LIPIDI  |                    |   |                              |  |
|------------------|--------------------|---|------------------------------|--|
|                  |                    | SDT<br>Obiettivo nutrizionale<br>per la prevenzione | AI<br>Assunzione<br>adeguata | RI<br>Intervallo di riferimento<br>per l'assunzione di nutrienti |
| ADULTI E ANZIANI | Lipidi totali      | Acidi grassi saturi                                 |                              | 20-35% En* Lipidi totali   |
|                  | SFA                | <10% En   |                              | 5-10% En Monoinsaturi  |
|                  | PUFA               |   |                              | 4-8% En Poliinsaturi   |
|                  | PUFA n-6           |   |                              | 0,5-2,0% En EPA/DHA  |
|                  | PUFA n-3           |   |                              |  |
|                  | Acidi grassi trans | Acidi grassi trans<br>Il meno possibile             | EPA-DHA 250 mg               |  |
|                  | Colesterolo        | Colesterolo<br><300 mg                              |                              |  |

En= energia totale

# AMDR (Acceptable Macronutrient Distribution Ranges)

## Intervalli di Riferimento (RI) per l'assunzione di macronutrienti secondo diverse Società Scientifiche

| <b>NUTRIENTI%<br/>delle calorie/gg</b>                        | <b>IOM, 2005</b><br>Institute of<br>Medicine,<br>USA | <b>EFSA, 2010</b><br>European Food<br>Safety<br>Authority | <b>SINU 2014</b><br><b>LARN, Livelli</b><br><b>assunzione</b><br><b>raccomandati</b> | <b>FESNAD</b><br><b>SEEDO,</b><br>Obesità<br><b>SPAGNA 2012</b> | <b>SIO-ADI</b><br>Obesità<br>ITALIA 2012 |
|---|--|---|--|---|--|
| <b>Carboidrati</b>  | 45-65 %<br>≥130 g                                    | 45-60 % (≥130<br>g/g)                                     | 45-60%<br>≥120-130 g   | 45-55%  | 55 %                                     |
| <b>Zuccheri<br/>semplici<br/>intrinseci ed<br/>estrinseci</b> | <b>Max 25%</b>                                       | <b>Dati<br/>insufficienti</b>                             | < 15 %   | <b>Non<br/>Specificati</b>                                      | <b>10-12 %</b>                           |
| <b>Proteine</b>   | 10-35%   | 0.83 g/kg PI<br>Max 2 g/kg PI                             | 0,9 g/Kg/PI  | 15–25%<br><b>1-1.2 g/kg PI</b>                                  | <b>0.8-1.5 g/kg<br/>PI</b>               |
| <b>Grassi totali</b>  | <b>20-35%,</b>                                       | <b>20-35 %</b>  | <b>20-35 %</b>   | <b>25–35%</b>   | <b>≤30 %</b>                             |
| <b>AG saturi</b>  |  | <b>10 %</b>   | <b>10%</b>   |   | <b>10% saturi</b>                        |
| <b>Fibra</b>  | M. 38 g<br>F: 25 g                                   | 12-16 g /1000<br>kcal                                     | 13-17 g<br>/1000 kcal  | 20-40 g   | 30 g                                     |

# **ALIMENTI CHE APPORTANO**

## **Acidi grassi Omega 6**

**Prevalentemente in forma di acido linoleico**

### **OLII VEGETALI**

- Girasole
- Mais
- Cartamo
- Soia
- Canapa
- Colza e sesamo

# ALIMENTI CHE APPORTANO

## Acidi grassi omega-3

### Origine vegetale

(acido alfa-linolenico)

- Noci, nocciole
- Semi di Chia
- Mandorle
- Semi di girasole, canapa e lino
- Olio di lino
- Avocado

### Origine animale

- Sgombro
- Salmone
- Tonno
- Sardine
- Acciughe
- Pesce spada
  
- **Piccole quantità carne, latte, uova**  
**Maggiori quantità in Uova di polli**  
allevati a terra che si nutrono di erba  
e insetti
- Carne di erbivori al pascolo

