

Wikipedia



Cosa sono i grassi o lipidi?

Lipidi da **LIPOS** = grasso

- Sostanze organiche di diversa natura con una caratteristica comune: **sono insolubili in acqua**
- Importanti costituenti dei **tessuti vegetali e animali**



I lipidi nell'alimentazione

➤ **Danno energia**



➤ **Trasportano le vitamine liposolubili**

➤ **Forniscono AGE (ac. Grassi essenziali)**

➤ **Danno senso di sazietà e appetibilità ai cibi**

I lipidi nell'organismo umano

❑ Deposito di **energia** (trigliceridi)

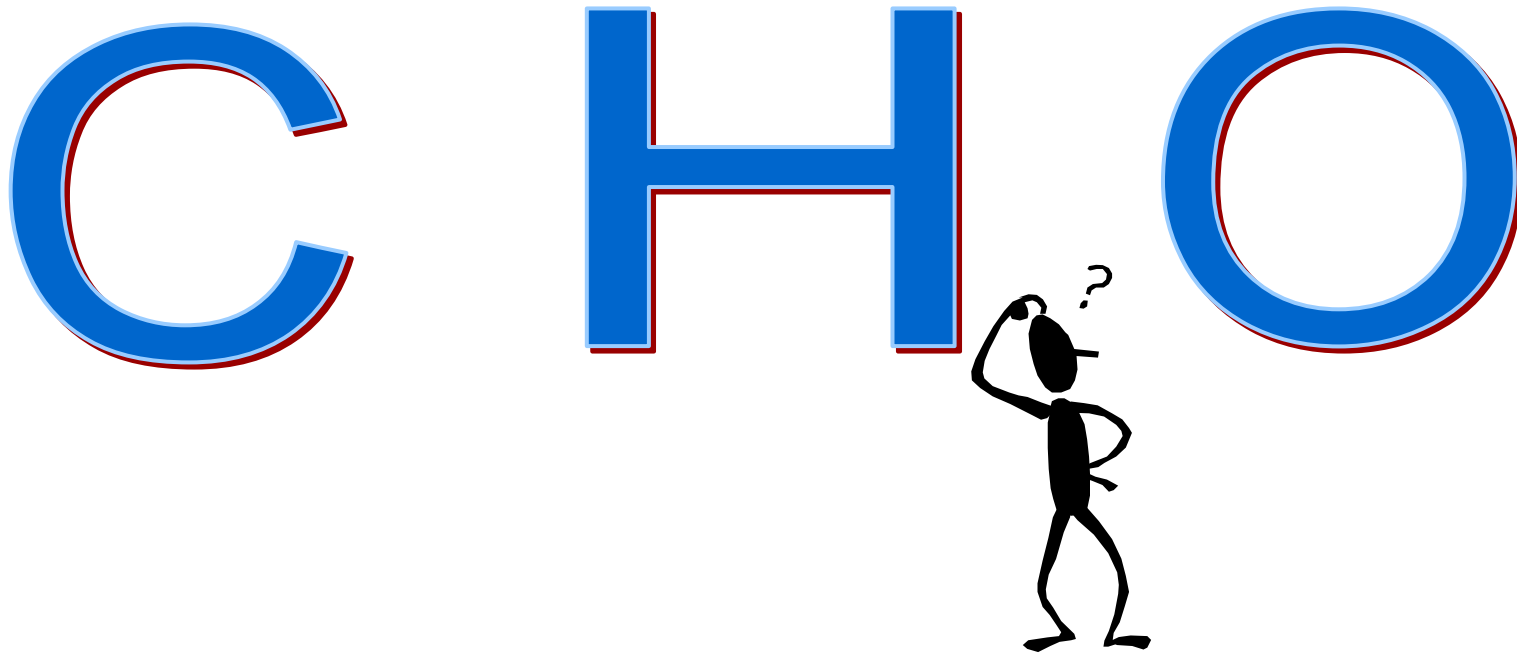
❑ **Struttura** delle membrane cellulari (fosfolipidi)

❑ Funzione **regolatrice** (ormoni - prostaglandine)



Composizione chimica

I lipidi sono composti essenzialmente da



Aspetti generali

- I lipidi, anche detti grassi, sono composti ternari → C, H, O (possono contenere anche P, N)
- Caratteristiche:
 - hanno $P_s < 1$ e quindi galleggiano sull'acqua
 - sono untuosi al tatto
 - sono insolubili in acqua
 - sono solubili in solventi organici

Classificazione dei lipidi

Classificazione dei lipidi		
Lipidi	Localizzazione	Funzione principale
Semplici		
Gliceridi	Tessuto adiposo	Riserva energetica
Steroidi	Cellule animali e vegetali	Strutturale e regolatrice
Cere	Pelle, peli, foglie	Rivestimento protettivo
Terpeni	Resina di conifere, secreto di vari insetti, ecc.	Dipende dal tipo di terpene
Complessi		
Fosfolipidi	Membrane cellulari	Strutturale
Glicolipidi	Membrane cellulari	Strutturale
Lipoproteine	Plasma sanguigno	Trasporto di sostanze lipidiche

Classificazione dei lipidi

- Nell'organismo umano costituiscono il 17% circa del peso corporeo
- In base alla funzione che svolgono si distinguono in:
 - **lipidi di deposito** o di riserva: per lo più sono trigliceridi e si accumulano negli adipociti
 - **lipidi strutturali**: per lo più sono lipidi complessi, formano le membrane cellulari
 - **lipidi regolatori**: alcuni lipidi sono precursori di vitamine e di ormoni

Gli acidi grassi

- Gli acidi grassi sono lunghe molecole di idrocarburi contenenti un gruppo -COOH

Principali acidi grassi saturi e insaturi			
Denominazione degli acidi	Notazione abbreviata	Formula	Fonti alimentari
Saturi			
Butirrico	C4:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	Latte, burro
Laurico	C12:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Grasso di cocco
Miristico	C14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Grasso di cocco
Palmitico	C16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Grasso di palma, margarine
Stearico	C18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Grassi animali
Arachico	C20:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	Burro di arachide
Monoinsaturi			
Oleico	C18:1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Oli vegetali e grassi animali
Polinsaturi			
Linoleico	C18:2	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Oli vegetali
Linolenico	C18:3	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Oli vegetali
Arachidonico	C20:4	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	Grassi animali

Gli acidi grassi

- Gli acidi grassi saturi sono solidi a temperatura ambiente → “grassi”
- Gli acidi grassi insaturi o polinsaturi sono liquidi a temperatura ambiente → “oli”

Acidi grassi

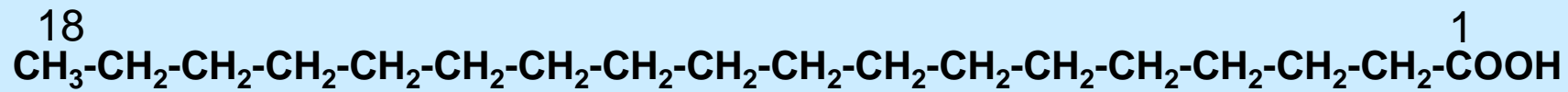
- ❑ **Gli acidi grassi**
- ❑ Differiscono l'uno dall'altro per la **lunghezza della catena**
- ❑ Differiscono per la presenza o assenza di **doppi legami**

Gli acidi grassi **saturi** (legami semplici)
si trovano prevalentemente in

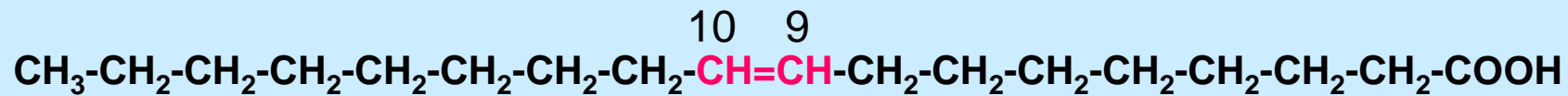


Gli acidi grassi **insaturi** (legami doppi)
si trovano prevalentemente in

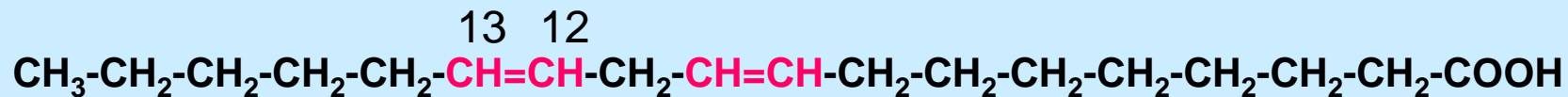




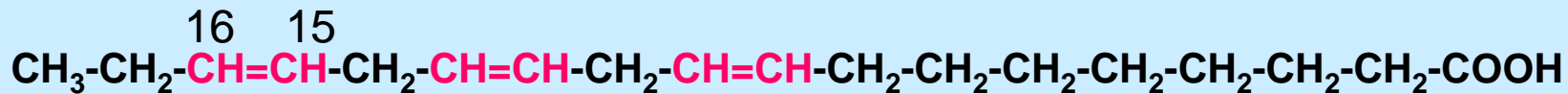
Acido stearico



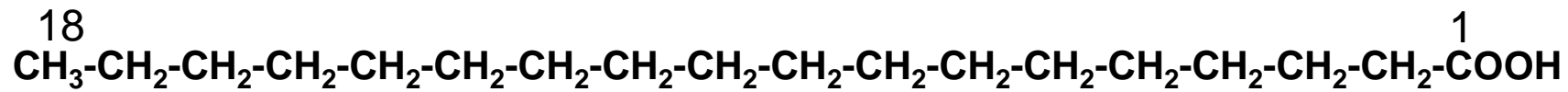
Acido oleico



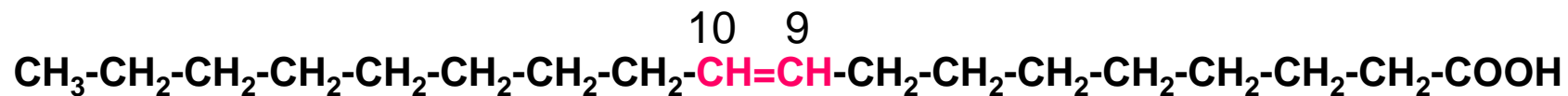
Acido linoleico



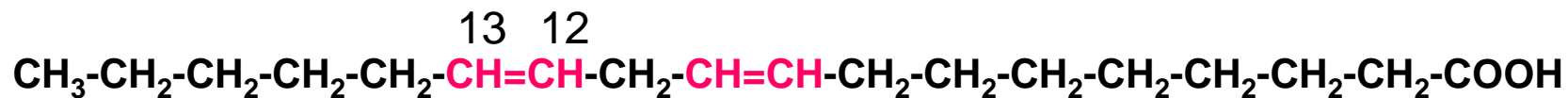
Acido α -linoleico



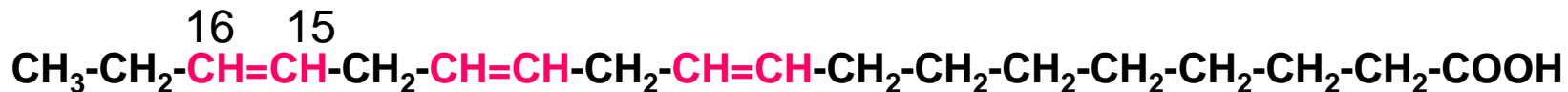
Acido stearico



Acido oleico



Acido linoleico

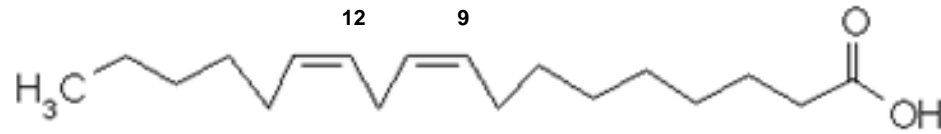
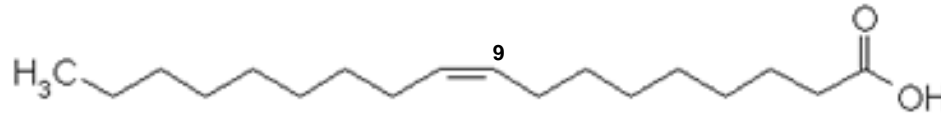


Acido α -linoleico

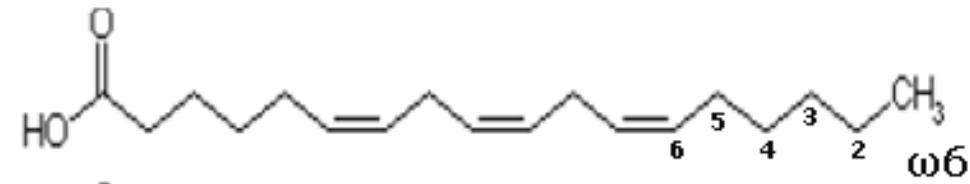
AG polinsaturi e AGE (Ac. Grassi Essenziali)

- ◆ Gli AG polinsaturi, in base alla posizione del doppio legame C-C all'interno della catena carboniosa, si distinguono in:
 - AG della serie omega-3 → *acido linolenico*
 - AG della serie omega-6 → *acido linoleico*
- ◆ L'acido linolenico e l'acido linoleico sono acidi grassi essenziali (l'organismo non è in grado di sintetizzarli)
- ◆ Funzioni degli AGE:
 - sono componenti dei fosfolipidi di membrana
 - riducono il valore della colesterolemia
 - sono precursori degli eicosanoidi

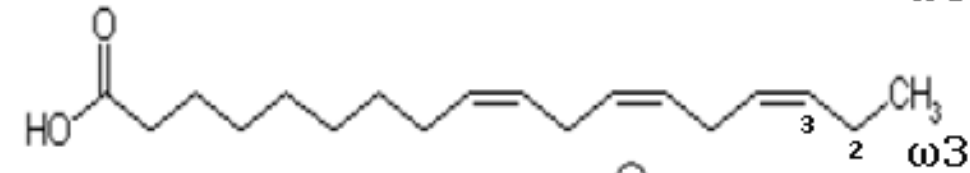
Ac. Oleico (18:1;9)



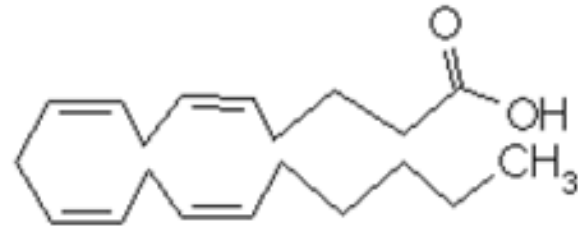
Ac. Linoleico (18:2;9,12)



Ac. γ -Linolenico (18:3;6,9,12)



Ac. α -Linolenico (18:4;3,9,12,15)



Ac. Arachidonico (20:4;5,8,11,14)

Acidi grassi essenziali

❑ **Linoleico** (18 C e 2 doppi legami) serie omega 6

❑ **α Linolenico** (18 C e 3 doppi legami) serie omega 3

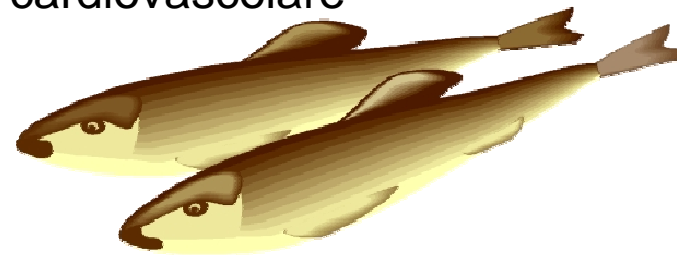
PUFA \longrightarrow EPA e DHA

acidi grassi polinsaturi

eicosapentaenoico

docosaesaenoico

(EPA), (DHA) e (PUFA) sono fattori nutrizionali protettivi verso il rischio cardiovascolare, in particolare di cardiopatie coronariche. La maggiore fonte alimentare di questi due PUFA è il pesce, e diversi studi hanno riportato che il regolare consumo di prodotti ittici è in grado di ridurre la mortalità cardiovascolare



Gli eicosanoidi

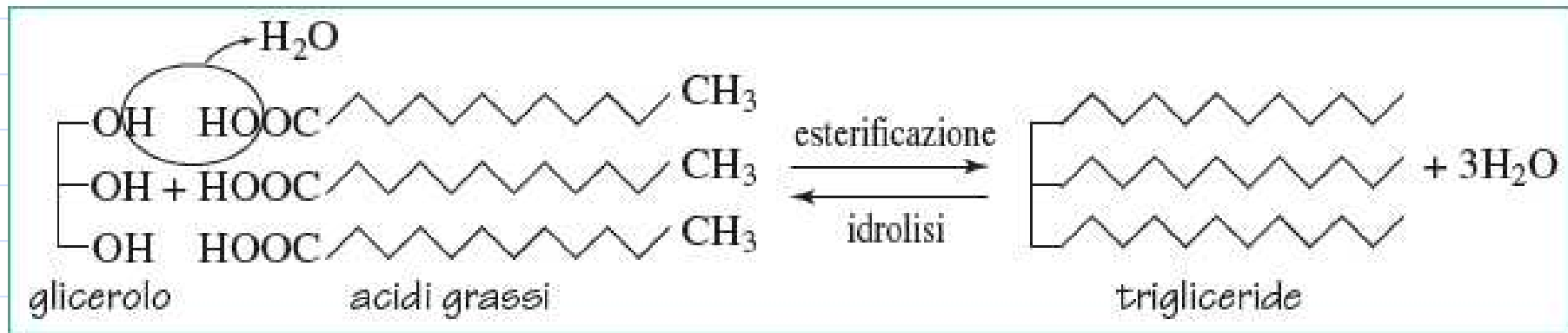
- I precursori degli eicosanoidi sono gli acidi grassi polinsaturi contenenti 20 atomi di C, appartenenti alle serie ω -6 e ω -3
- Hanno un ruolo simile agli ormoni
- Le **prostaglandine** appartengono a questa classe di composti:
 - favoriscono la contrazione di alcuni muscoli
 - intervengono nei processi infiammatori e immunitari
 - regolano la circolazione del sangue

I gliceridi

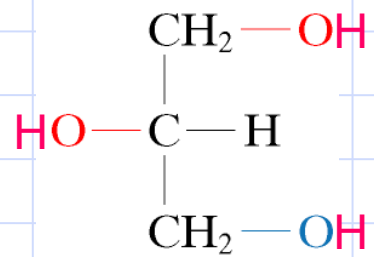
glicerolo + 1 acido grasso → monogliceride

glicerolo + 2 acidi grassi → digliceride

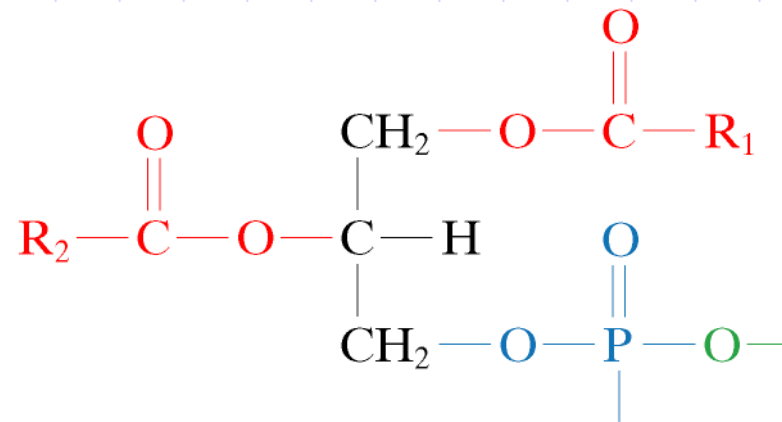
glicerolo + 3 acidi grassi → trigliceride



- ◆ Reazione di idrolisi in presenza di alcali = saponificazione (prodotti = saponi)
- ◆ Se gli acidi grassi sono tutti uguali → gliceride puro
- ◆ Se gli acidi grassi sono diversi → gliceride misto



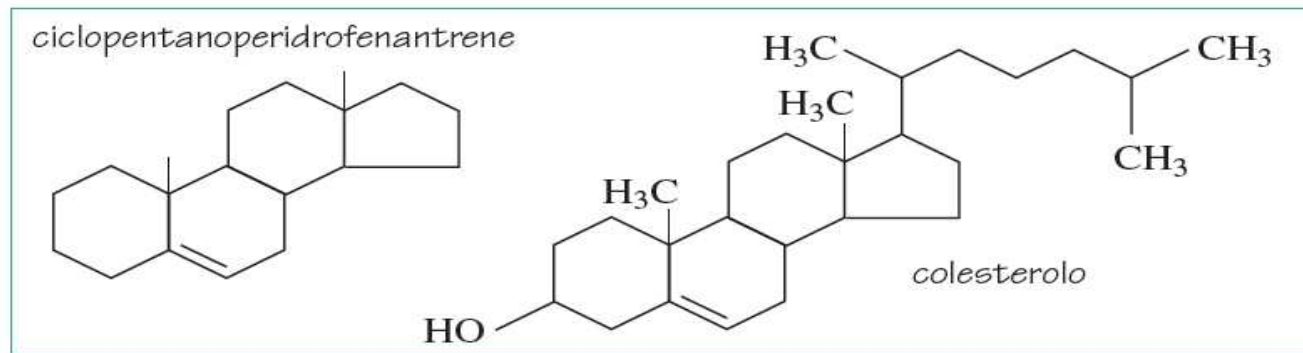
glicerolo



trigliceride

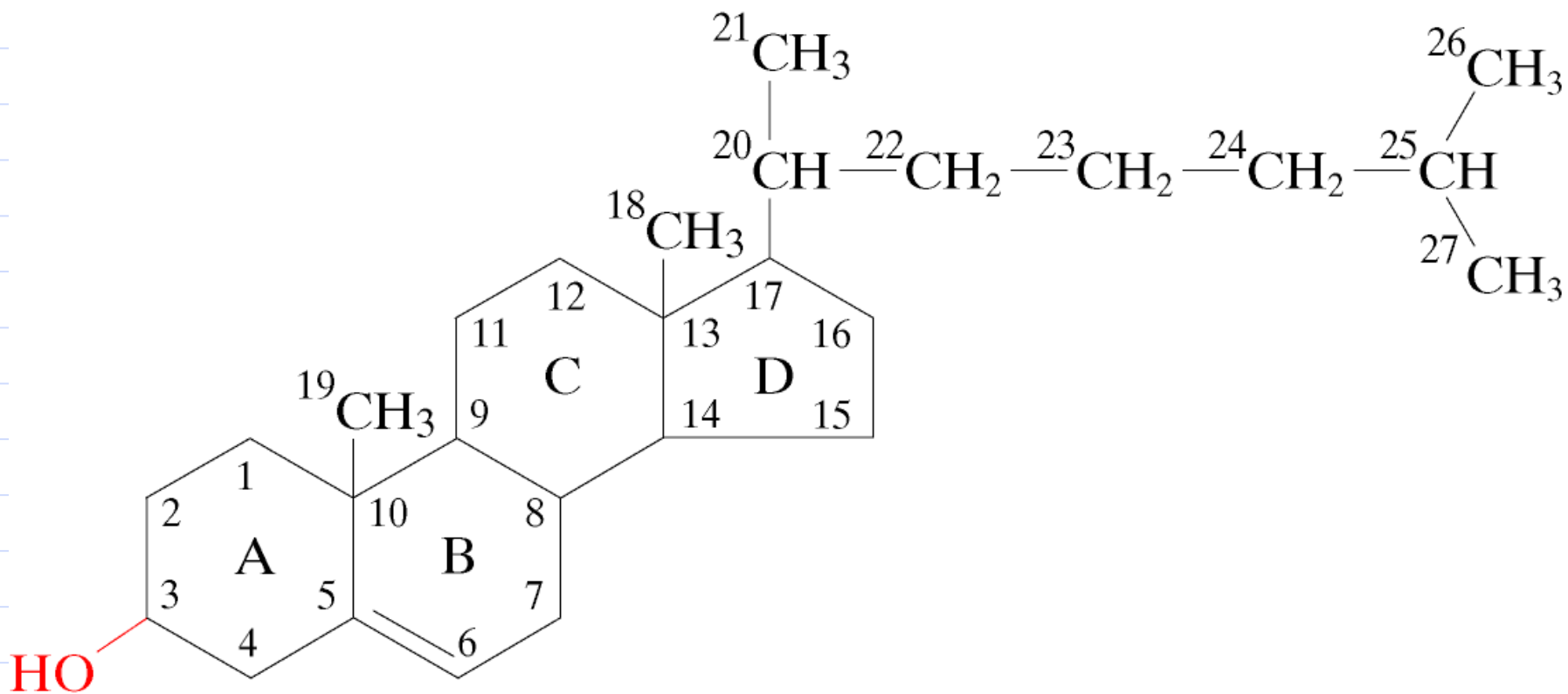
Gli steroidi

- ◆ Presentano una struttura policiclica formata dalla condensazione di quattro anelli



- ◆ Il colesterolo è lo steroide più importante:
 - è presente nei grassi animali, ma non in quelli vegetali
 - nel nostro organismo ha una funzione strutturale → è un costituente delle membrane cellulari
 - è un precursore della vitamina D, dei sali biliari e di alcuni ormoni (sessuali e corticosteroidi)

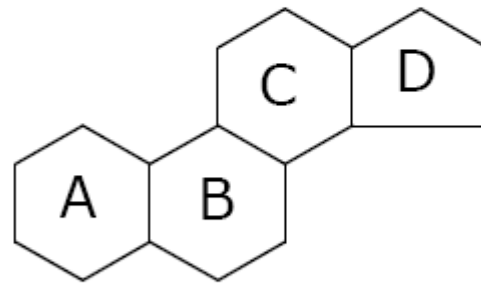
(a)



Colesterolo

Colesterolo

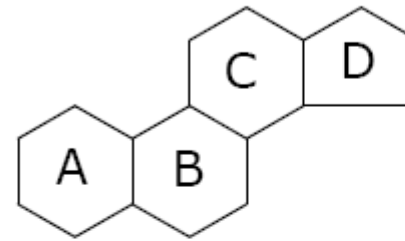
- La molecola è un derivato del ciclopentano peridro fenantrene:



Altri lipidi

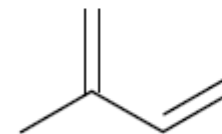
- **Derivati del colesterolo**

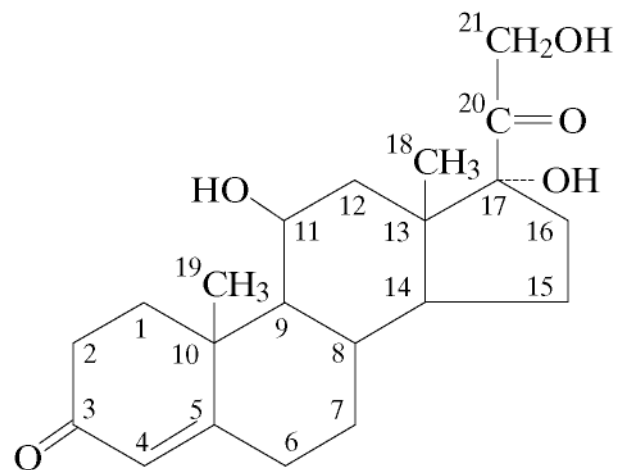
- Ormoni steroidei
- Vitamina D₃
- Acidi biliari
- ...



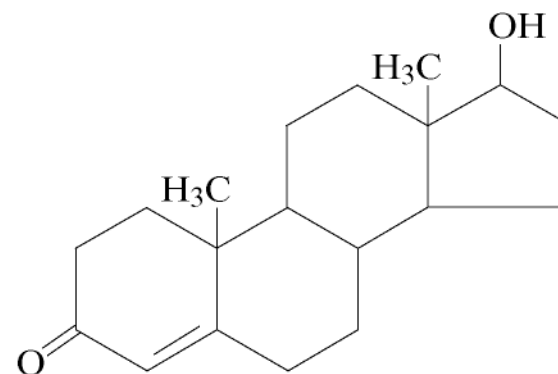
- **Derivati dell'isoprene**

- Terpeni
- Carotenoidi (vitamina A)
- Coenzima Q
- Vitamina K
- ...

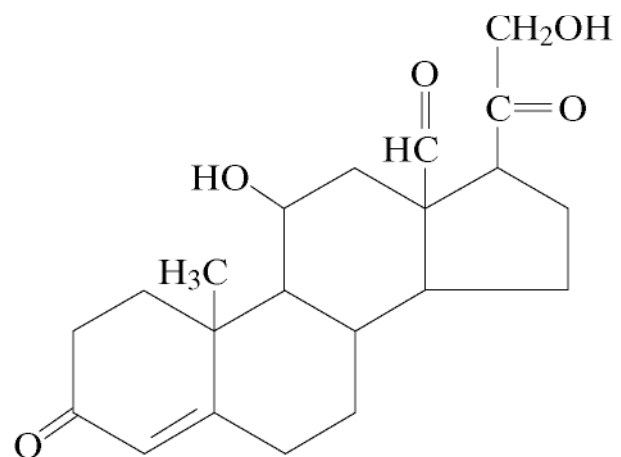




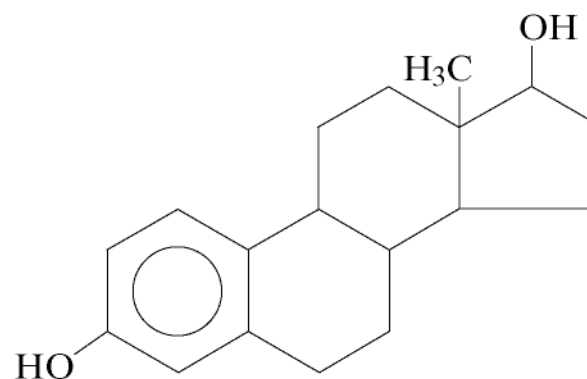
Cortisolo (idrocortisone)
(un glucocorticoide)



Testosterone
(un androgeno)

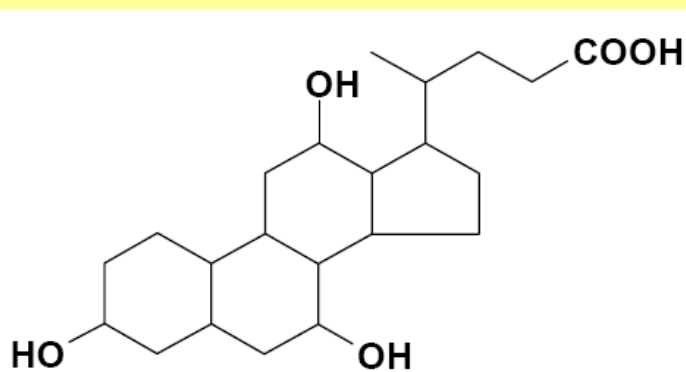


Aldosterone
(un mineralcorticoide)

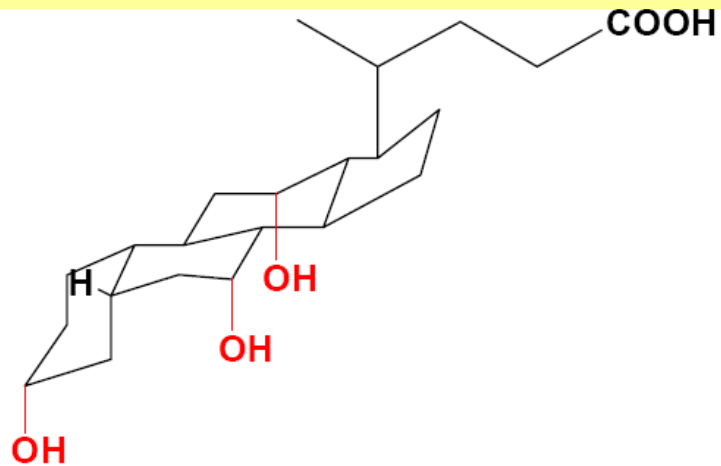


β -Estradiolo
(un estrogeno)

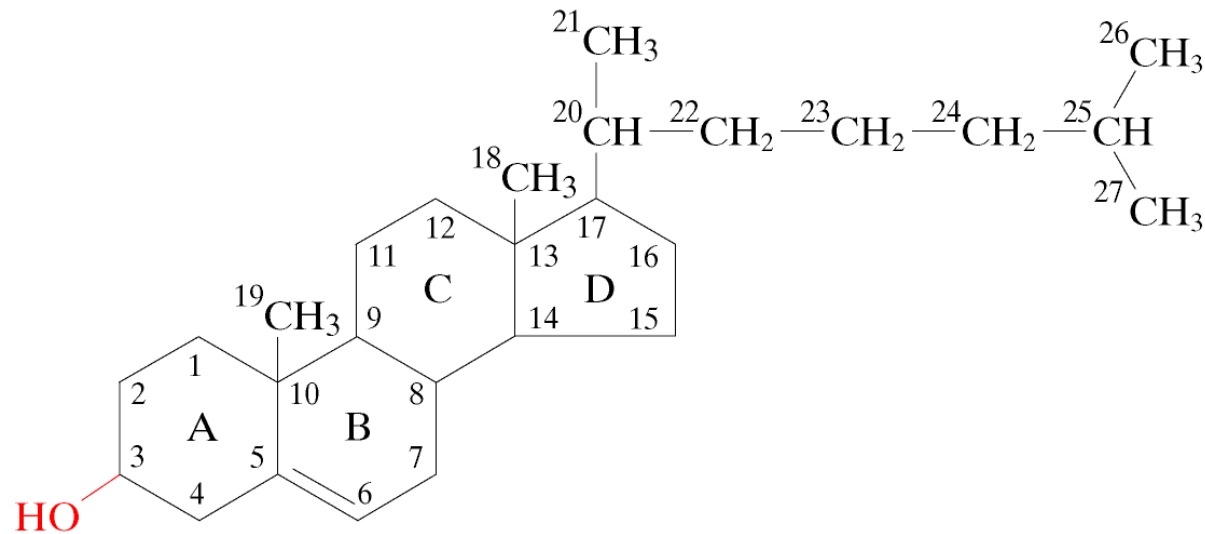
Gli acidi e Sali biliari sono derivati del colesterolo prodotti dal fegato e accumulati nella colecisti da dove vengono immessi nell'intestino per emulsionare i grassi, rendendoli così attaccabili dalle lipasi e favorendone la digestione.



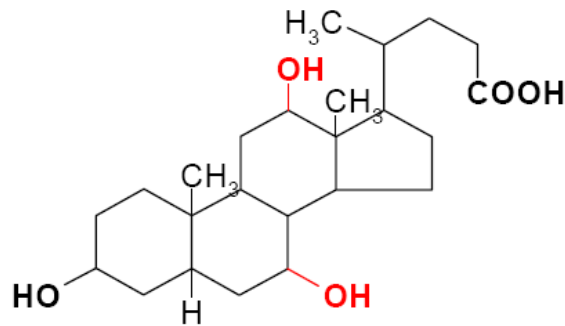
acido colico



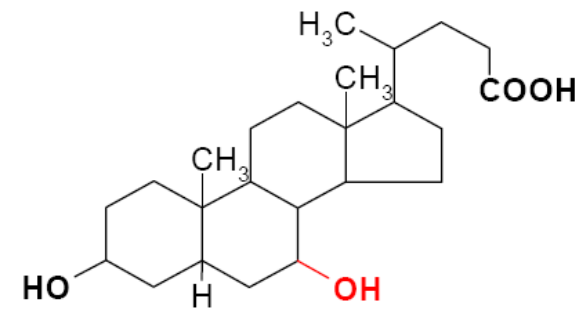
stereochimica dell'acido colico



L'acido colico e chenodeossicolico si formano nel fegato direttamente a partire dal colesterolo e sono detti pertanto *primari*; gli acidi deossicolico e litocolico si formano invece nell'intestino per trasformazione dei primari e sono detti pertanto *secondari*.

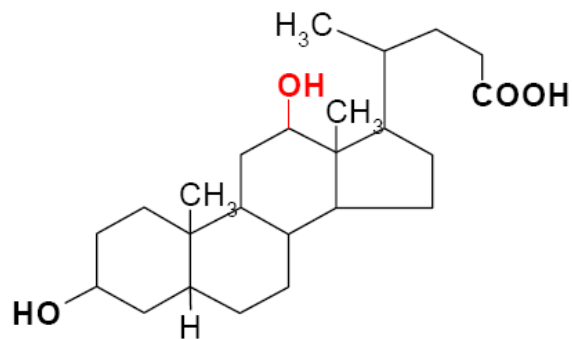


acido colico

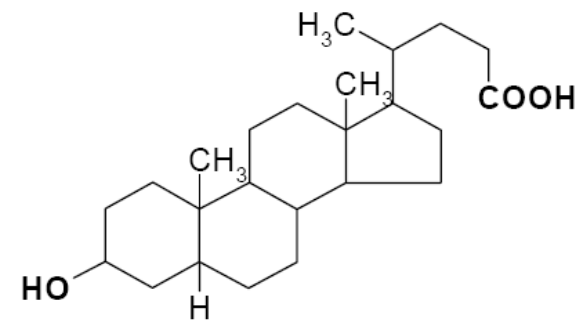


acido chenodeossicolico

acidi biliari secondari

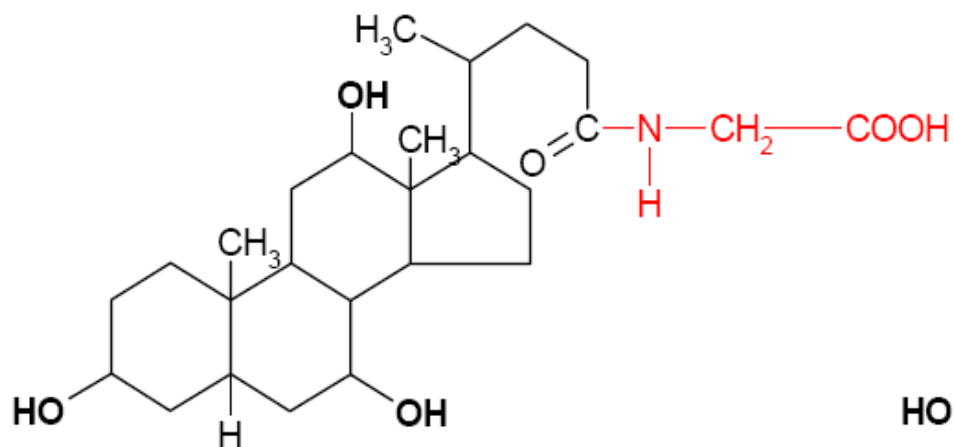


acido deossicolico

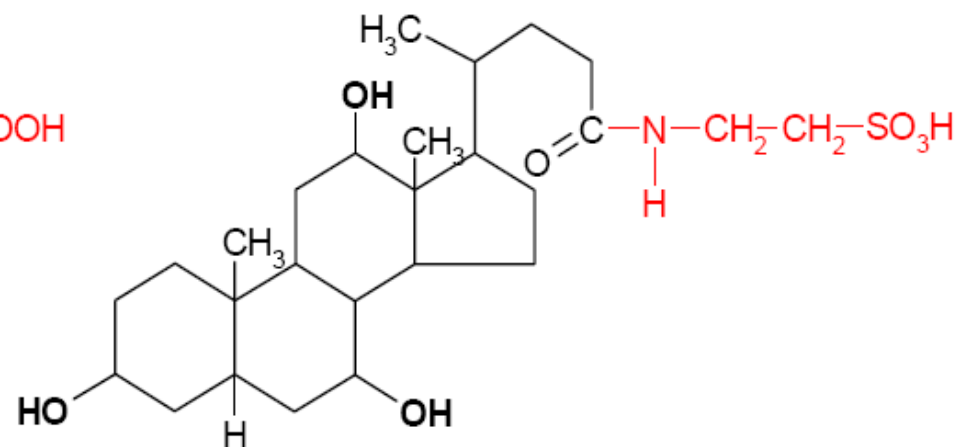


acido litocolico

Gi acidi biliari sono presenti nella bile in forma coniugata ovvero con il loro gruppo carbossilico legato al gruppo amminico (legame carboamidico) della glicina (acidi glicocolici) o della taurina (acidi taurocolici).



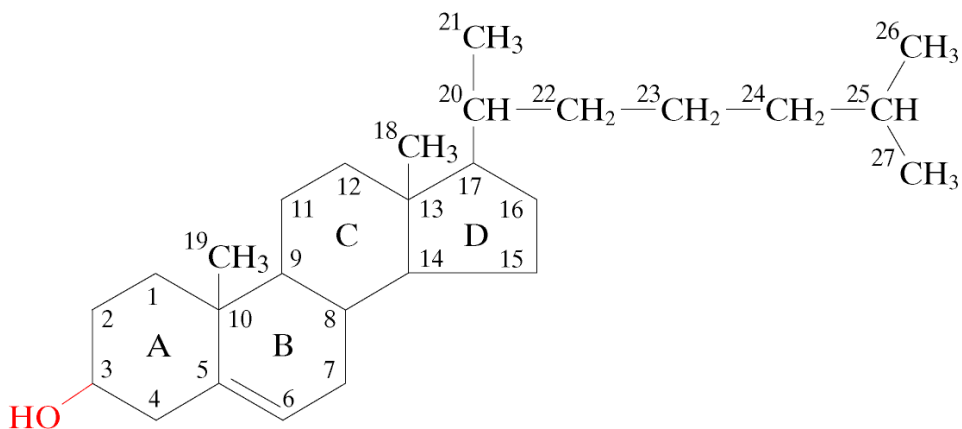
acido glicocolico
(ac. colico + glicina)



acido taurocolico
(ac. colico + taurina)

(a)

(



I lipidi complessi

Fosfolipidi

- ◆ Sono simili ai trigliceridi ma contengono anche ac. fosforico
- ◆ Sono costituenti delle membrane biologiche → ruolo plastico
- ◆ I fosfolipidi più noti sono le **lecitine**:
 - si trovano nel tuorlo d'uovo e in molti alimenti come la soia
 - nel nostro organismo abbassano la colesterolemia

Glicolipidi

- ◆ Sono costituiti da una parte lipidica e da uno zucchero (generalmente galattosio o glucosio)
- ◆ Sono presenti nelle membrane cellulari → ruolo plastico
- ◆ Abbondano nel sistema nervoso

La digestione e l'assorbimento dei lipidi

Digestione dei lipidi				
Sede di azione	Sede di produzione	Nome dell'enzima	Substrato	Prodotti
Cavità orale	–	–	–	–
Stomaco	Ghiandole gastriche	Lipasi gastrica (azione rilevante soltanto nel neonato)	Trigliceridi	Acidi grassi, glicerolo, mono- e digliceridi
Intestino tenue	Pancreas	Lipasi pancreatica	Trigliceridi Digliceridi Monogliceridi	Acidi grassi, glicerolo, monogliceridi
	Ghiandole intestinali	Lipasi intestinale	Monogliceridi	Acidi grassi, glicerolo

◆ Assorbimento:

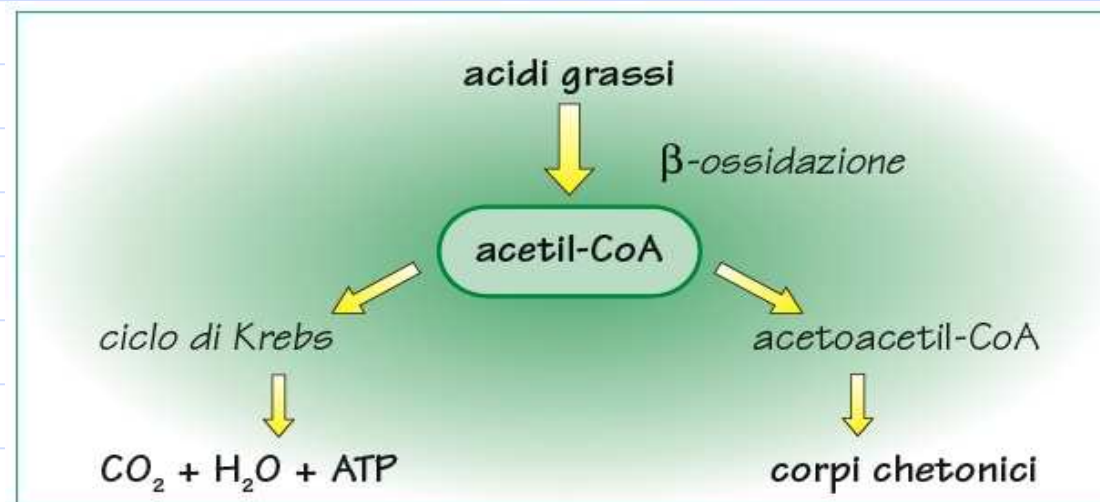
- AG a catena corta o media, e glicerolo → sangue → fegato
- AG a catena lunga → linfa (chilomicroni) → dotto toracico → sangue

Il trasporto dei lipidi nel sangue

- ◆ Avviene grazie alle **lipoproteine**. Si distinguono:
 - **chilomicroni**: presenti nel sangue solo dopo i pasti. Trasportano i lipidi provenienti dal pasto
 - **lipoproteine a densità molto bassa** o VLDL: trasportano trigliceridi che provengono dalla loro sintesi nel fegato
 - **lipoproteine a bassa densità** o LDL: trasportano il colesterolo dal fegato ai tessuti. Sono responsabili dei danni che arreca il colesterolo alle arterie ("colesterolo cattivo")
 - **lipoproteine ad alta densità** o HDL, deputate al trasporto del colesterolo e dei fosfolipidi verso il fegato. Eliminano dalla circolazione il colesterolo in eccesso e lo indirizzano verso i tessuti che sono in grado di metabolizzarlo ("colesterolo buono")

Il destino metabolico degli acidi grassi

- ❖ Il destino metabolico dei lipidi coincide per la maggior parte con quello dei trigliceridi, quindi degli AG
- ❖ Il processo ossidativo degli AG è noto con il nome di β -ossidazione:
 - avviene nei mitocondri di tutti i tessuti tranne del cervello
 - dipende dal corretto catabolismo glucidico



Le funzioni dei lipidi

1 g di lipidi = 9 kcal

- ◆ I lipidi sono i nutrienti con maggiore contenuto energetico → funzione **energetica**
- ◆ Funzione di **riserva** (si accumulano sotto forma di trigliceridi nel tessuto adiposo)
- ◆ Funzione **regolatrice** (ad es. ormoni sessuali, prostaglandine)
- ◆ I lipidi introdotti con gli alimenti:
 - veicolano vit. liposolubili e AGE
 - rendono più appetibili i cibi
 - riducono la motilità gastrica → conferiscono senso di sazietà

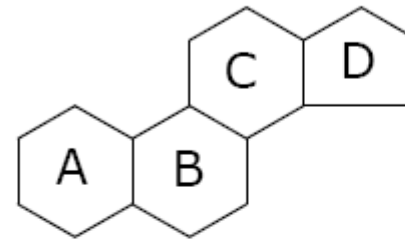
Il fabbisogno lipidico

- ◆ L'apporto lipidico raccomandato è del 25-30% delle calorie totali. Occorre:
 - privilegiare gli AG insaturi
 - limitare gli AG saturi, il colesterolo (< 300 mg al giorno)
- ◆ In pratica si può ripartire l'apporto di grassi in:
1/3 di origine vegetale e 2/3 di origine animale
- ◆ L'eccesso di lipidi → obesità e malattie cardiovascolari
- ◆ La carenza di lipidi → secchezza della pelle, perdita dei capelli, diminuiscono le difese immunitarie

Altri lipidi

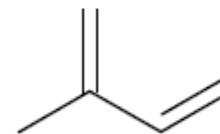
- **Derivati del colesterolo**

- Ormoni steroidei
- Vitamina D₃
- Acidi biliari
- ...



- **Derivati dell'isoprene**

- Terpeni
- Carotenoidi (vitamina A)
- Coenzima Q
- Vitamina K
- ...



I lipidi nell'alimentazione

➤ **Danno energia**



➤ **Trasportano le vitamine liposolubili**

➤ **Forniscono AGE (ac. Grassi essenziali)**

➤ **Danno senso di sazietà e appetibilità ai cibi**

I lipidi nell'organismo umano

❑ Deposito di **energia** (trigliceridi)

❑ **Struttura** delle membrane cellulari (fosfolipidi)

❑ Funzione **regolatrice** (ormoni - prostaglandine)



Steroidi

Sono esteri del colesterolo o altri steroli con acidi grassi

Il **colesterolo** è il principale sterolo di origine animale



Si ritrova:

nelle membrane cellulari

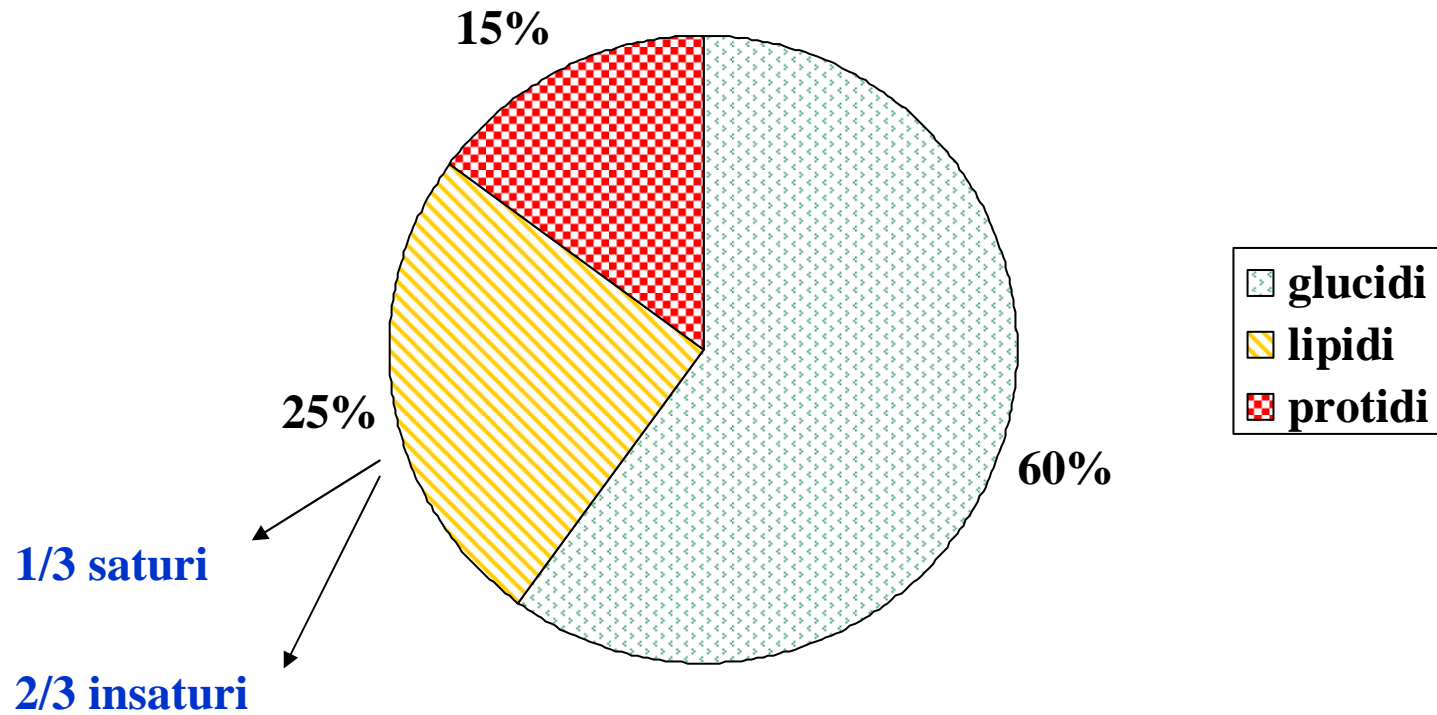
nel sangue (HDL e LDL)

e' precursore degli ormoni steroidei, degli acidi biliari

e' precursore della vitamina D

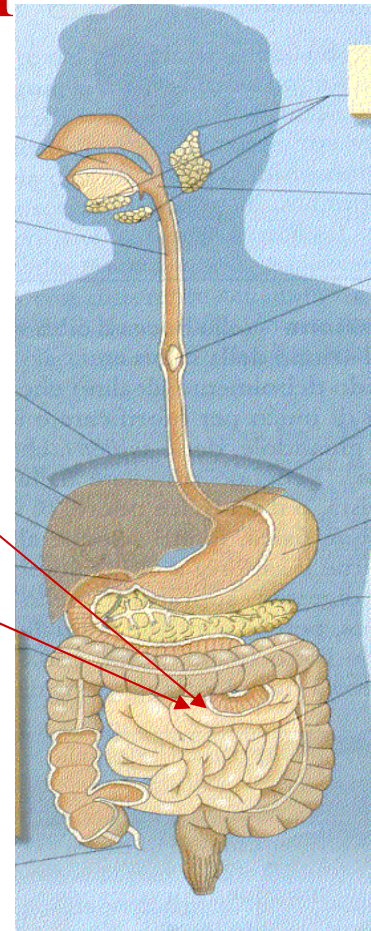
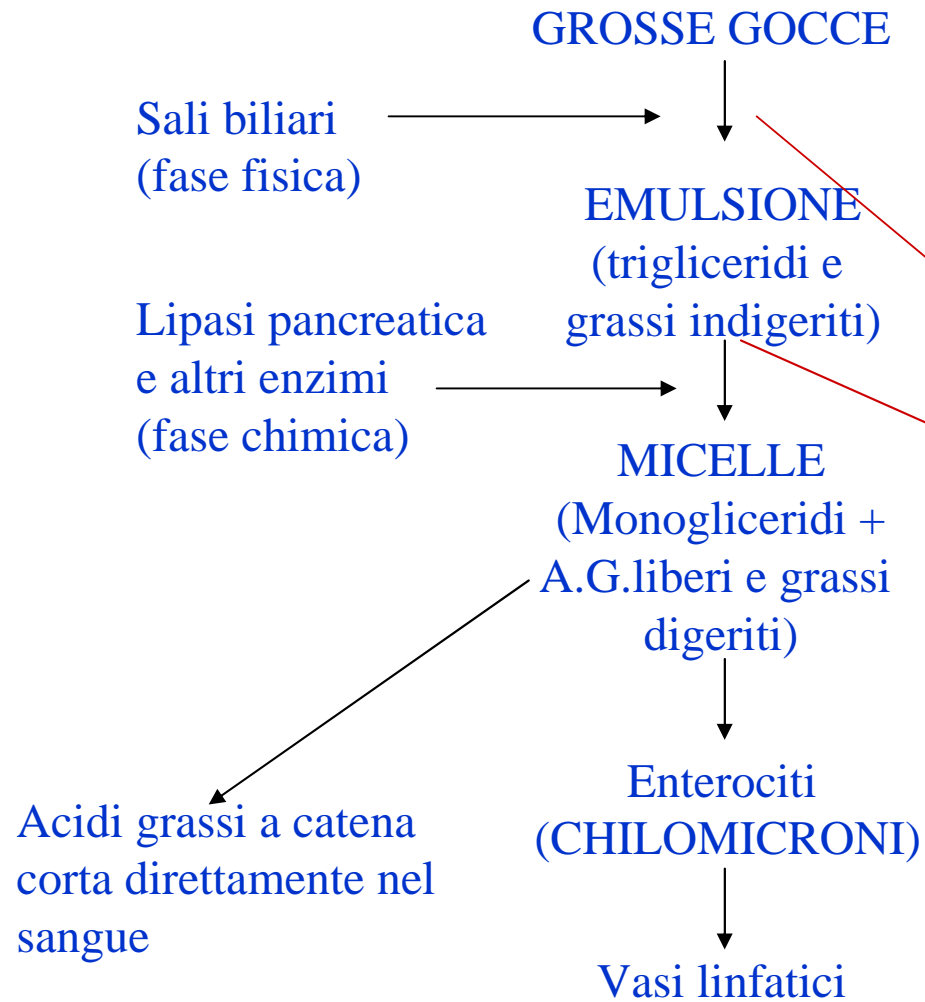
LARN

torta dell'energia

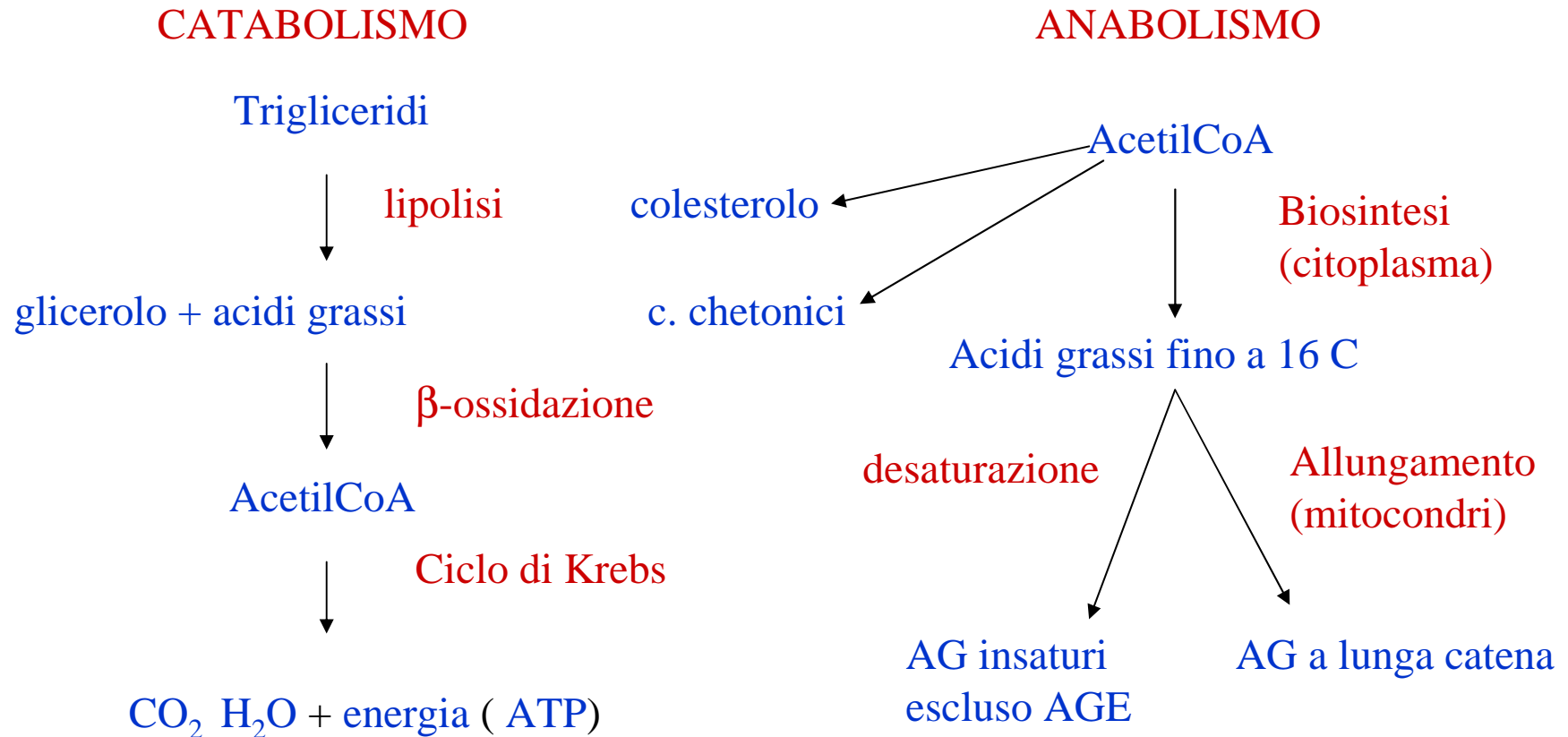


Colesterolo max 300 mg/giorno

Digestione dei lipidi



Metabolismo dei lipidi

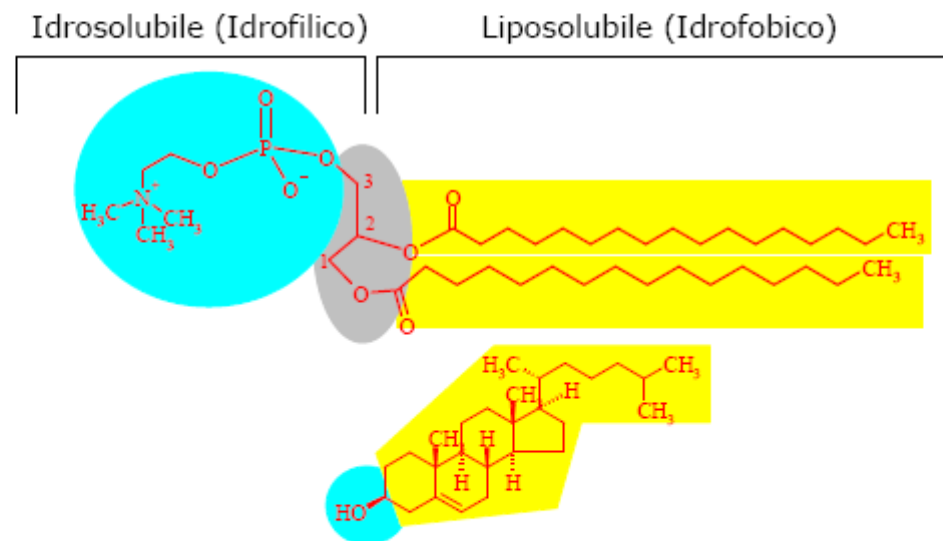


Nei mitocondri di tutte le cellule
escluso globuli rossi e cervello

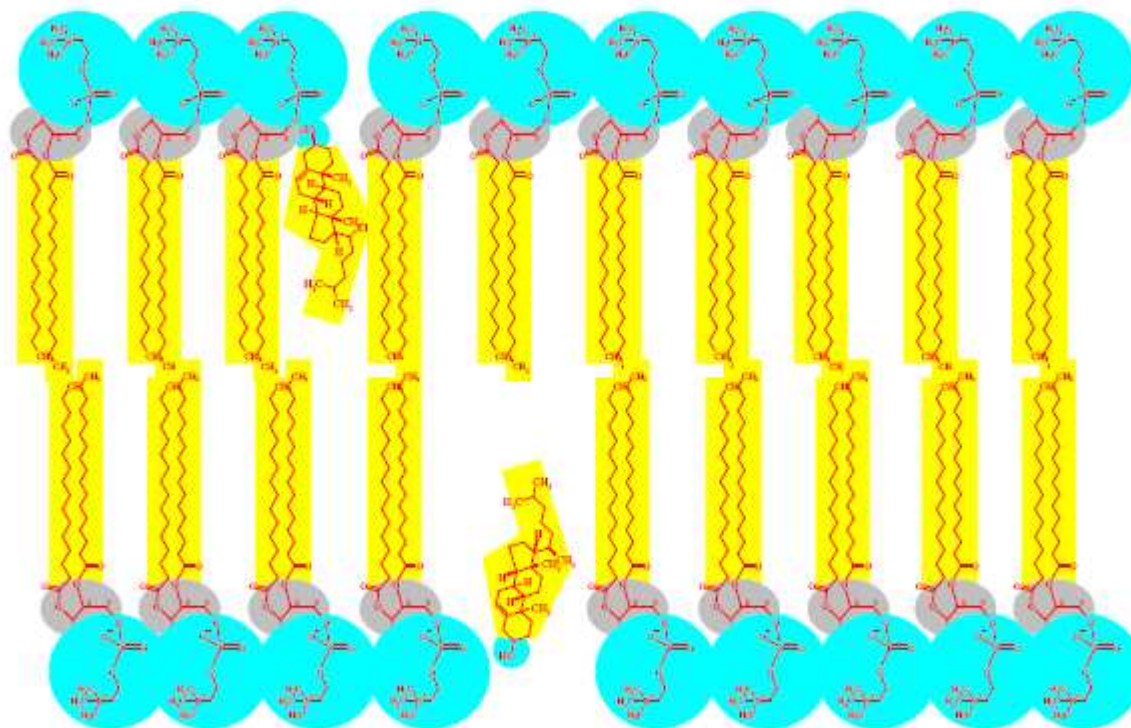
Sintesi AG e fosfolipidi
in tutte le cellule
Sintesi trigliceridi solo in
intestino, fegato, t. adiposo
gh. mammaria

Anfipaticità

- Poiché sono anfipatici quando sono in acqua tendono ad aggregare:



Per formare membrane

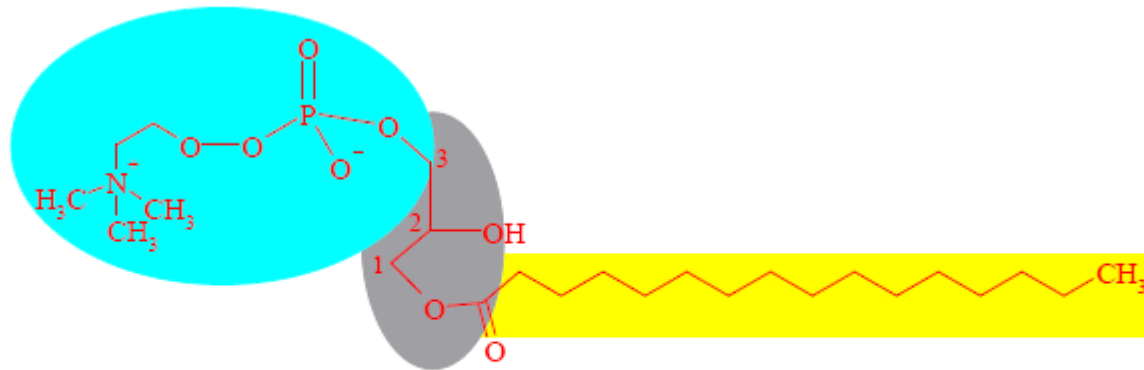


Le membrane biologiche

- Micelle
- Bilayers e proprietà
 - Fluidità di membrana
 - Mobilità laterale
- Raft
- Proteine di membrana

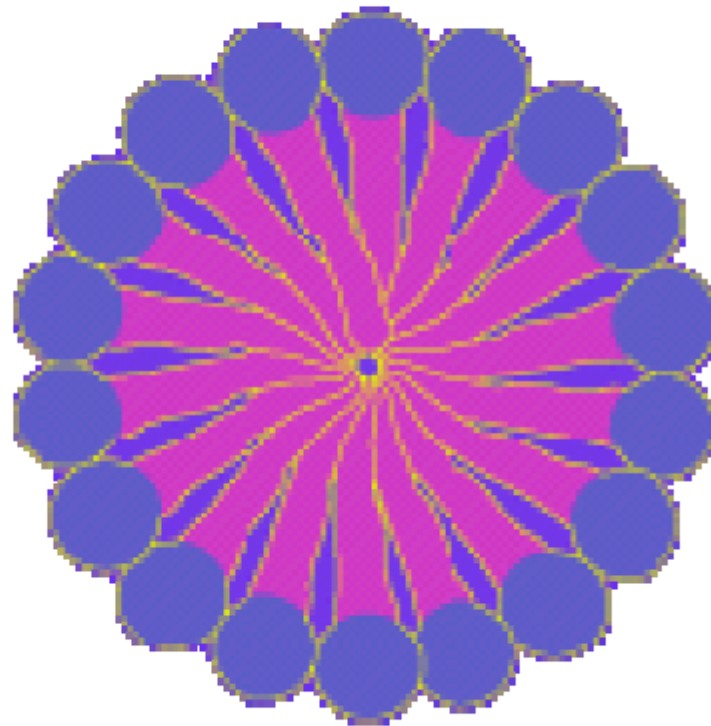
Micelle

- Le micelle sono strutture sopramolecolari che si formano da lisofosfolipidi, molecole nelle quali l'ingombro sterico della porzione idrofobica è più limitato.



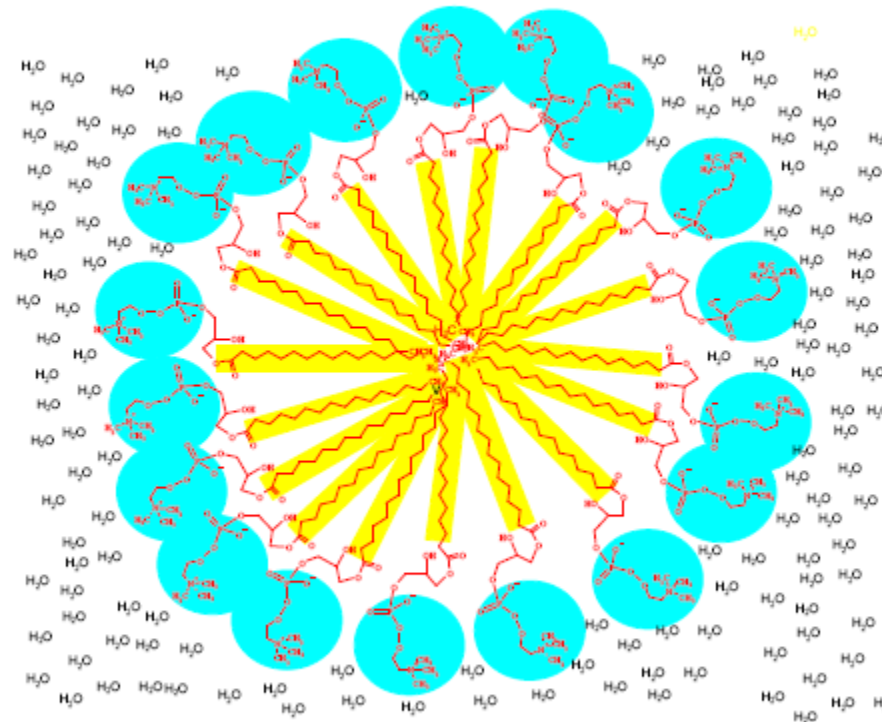
Micelle

- Le micelle hanno forma sferoidale.
- In solvente polare (acqua) la superficie è idrofilica mentre l'interno è idrofobico.



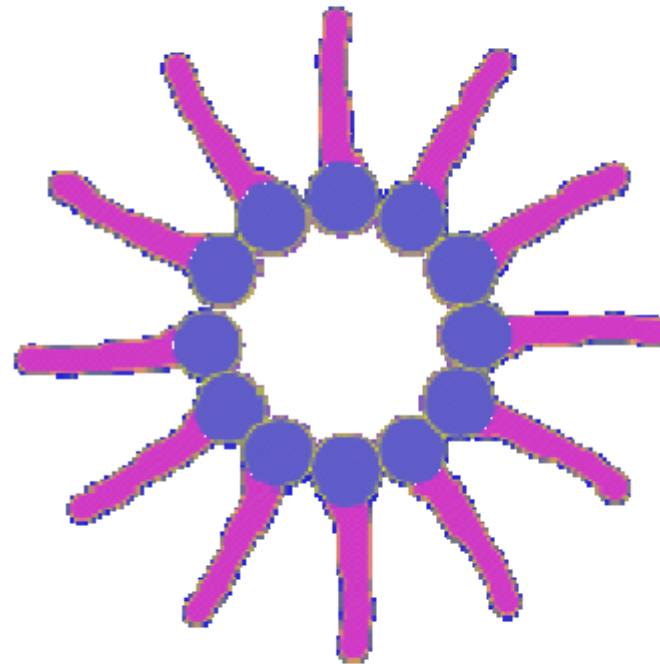
Micelle

- Le micelle hanno forma sferoidale.
- In solvente polare (acqua) la superficie è idrofila mentre l'interno è idrofobico.



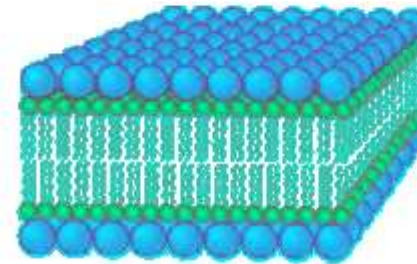
Micelle

- In solvente apolare (cloroformio) la superficie è idrofobica mentre l'interno è idrofilico.

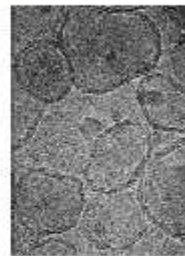


Bilayer

- I fosfolipidi tendono invece a formare bilayers.



- Liposomi:



0A1 100 nm



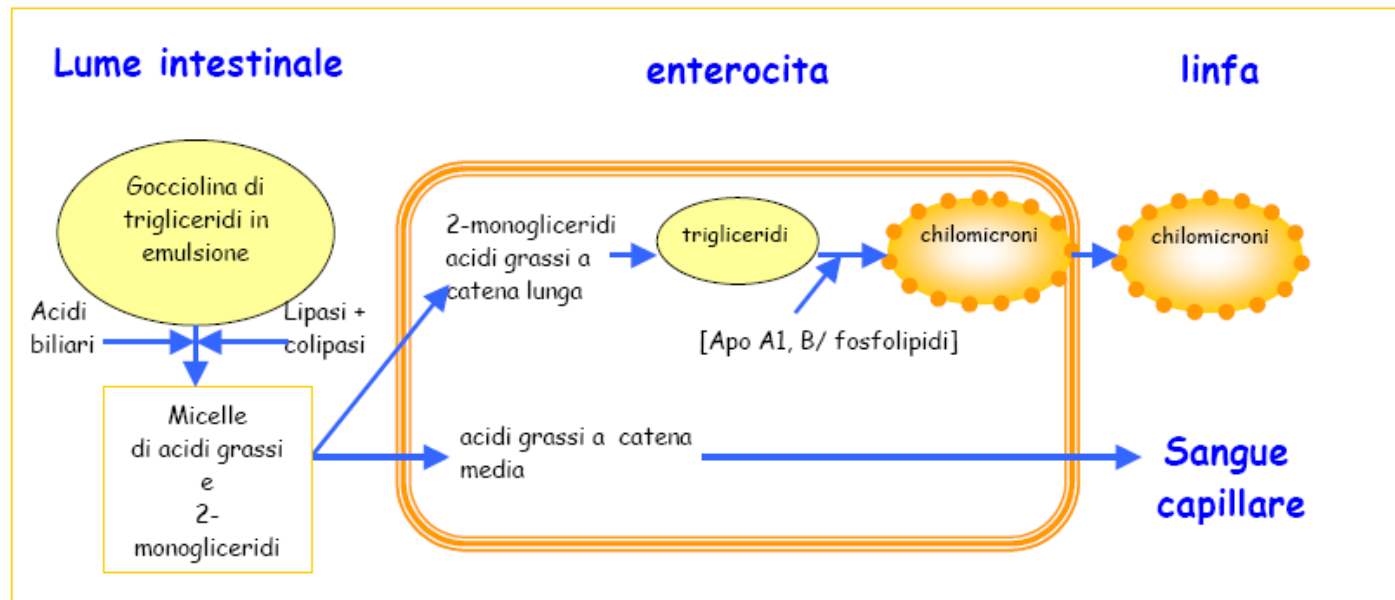
0A1 100 nm

Nelle cellule intestinali si formano anche aggregati con una percentuale proteica maggiore (10%), le lipoproteine a bassissima densità (VLDL).

Chilomicroni e VLDL vengono quindi riversati nei vasi linfatici e, tramite il dotto toracico, raggiungono il circolo generale a livello della vena succlavia.

I trigliceridi a media catena (8-10 C) vengono assorbiti dalle cellule intestinali e quindi idrolizzati. Gli acidi grassi che si formano non vengono esterificati in nuovi trigliceridi ma vengono riversati direttamente nei vasi sanguigni e trasportati legati all'albumina direttamente al fegato.

130



I chilomicroni provenienti dalla digestione degli alimenti lipidici non rappresentano le uniche forme di aggregati lipoproteici (lipoproteine) presenti nel plasma. Infatti sono presenti altri aggregati lipoproteici, le *lipoproteine plasmatiche*.

L'organizzazione strutturale delle lipoproteine è analoga a quella dei chilomicroni ma presentano una composizione chimica differente.

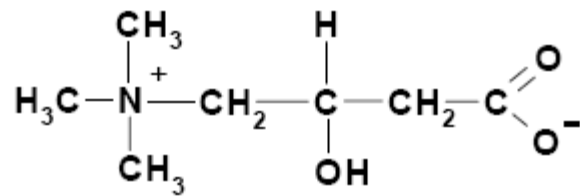
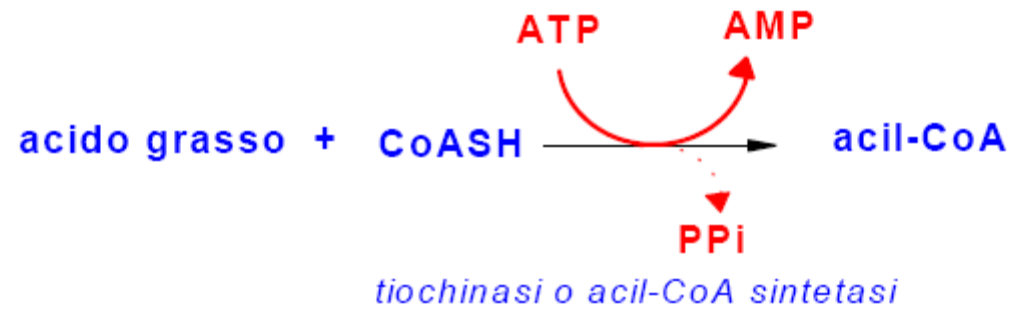
È possibile suddividere le lipoproteine plasmatiche in quattro distinte categorie, in base alla loro densità relativa al mezzo di sospensione:

- Le *Very Low Density Lipoproteins (VLDL)*, lipoproteine a bassissima densità;
- Le *Intermediate Density Lipoproteins (IDL)*, lipoproteine a densità intermedia;
- Le *Low Density Lipoproteins (LDL)*, lipoproteine a bassa densità
- Le *High Density Lipoproteins (HDL)*, lipoproteine ad elevata densità

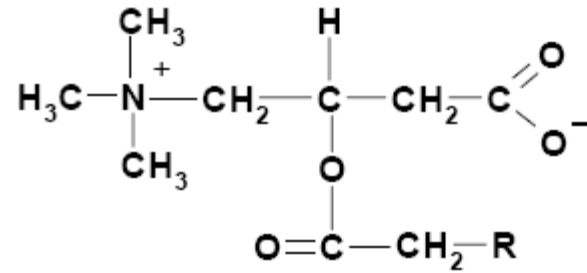
I chilomicroni sono presenti nel plasma solo dopo l'assunzione di un pasto lipidico.

Nella tabella seguente è possibile osservare la diversa costituzione delle lipoproteine plasmatiche:

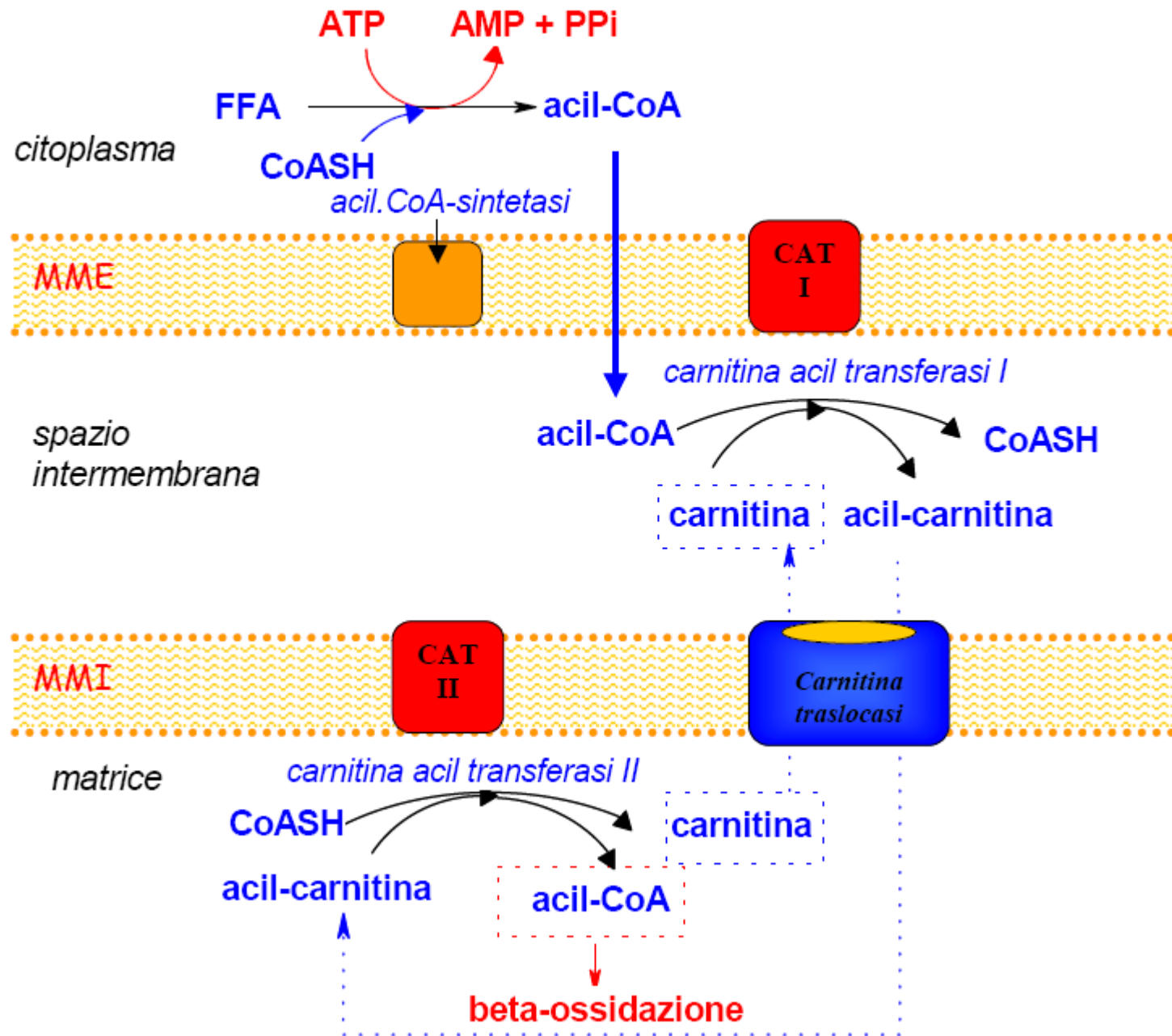
lipoproteine	Densità G/ml	Diametro Å	Trigliceridi %	Fosfolipidi %	Colesterolo %	proteine %
Chilomicroni	0,90/ 0,95		89	4	6	1
VLDL	0,95/1,006		60	15	15	10
IDL	1,006/1,019		20	20	40	20
LDL	1,019/1,063	95/130	10	20	50	20
HDL	1,063/1,210	230/280	5	25	20	50

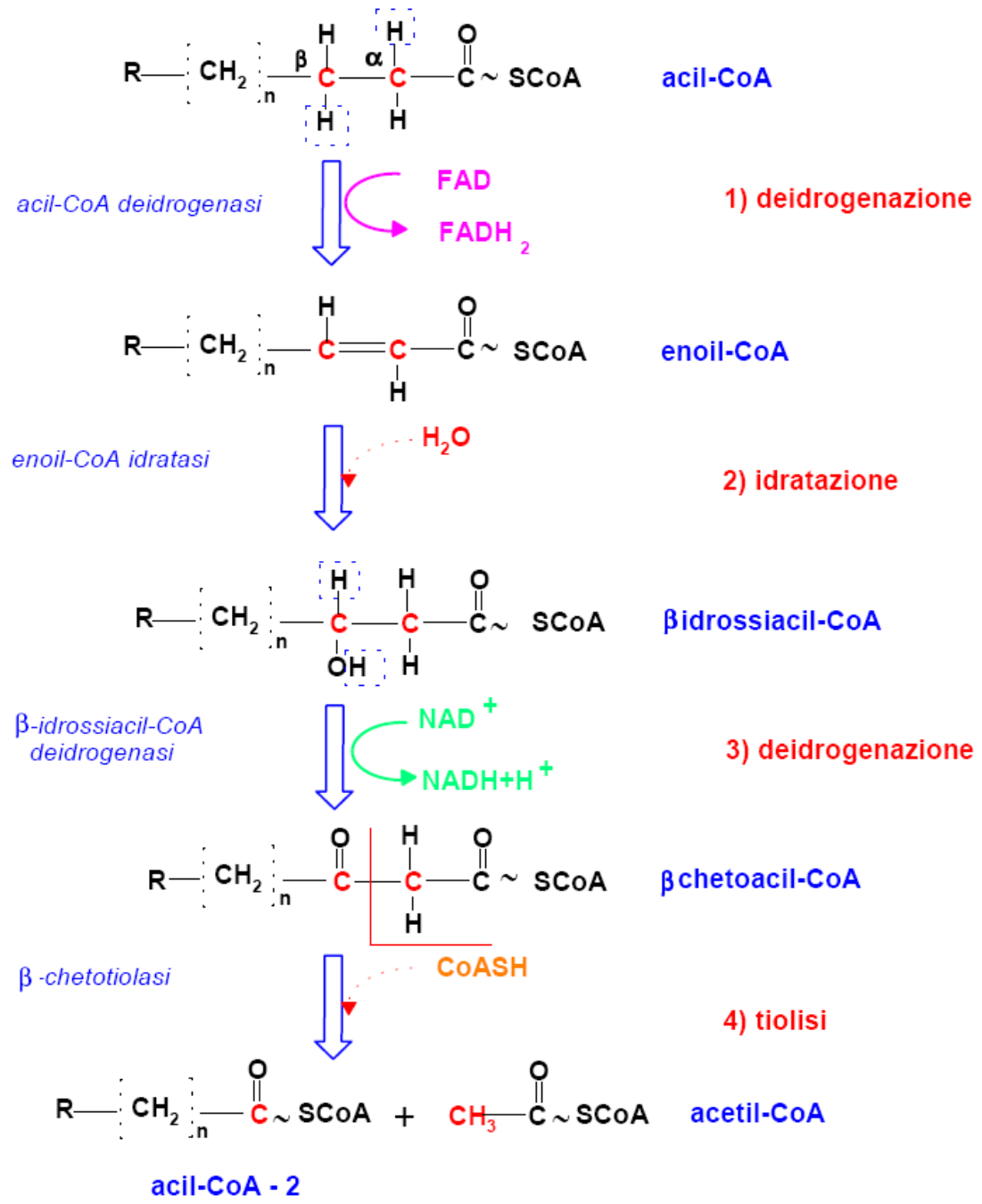


carnitina



acil-carnitina

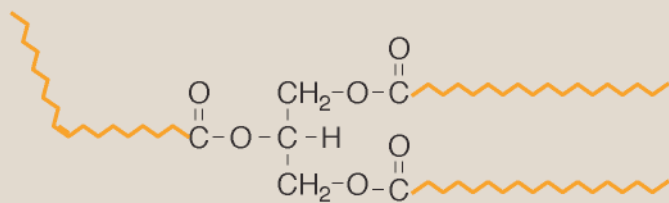




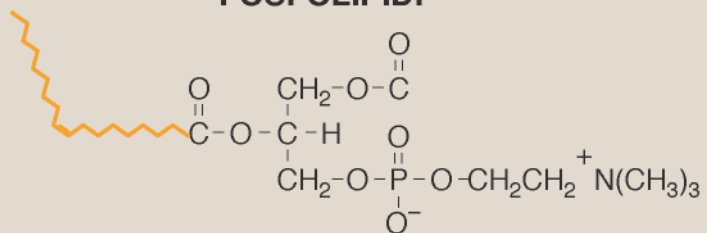
ACIDI GRASSI



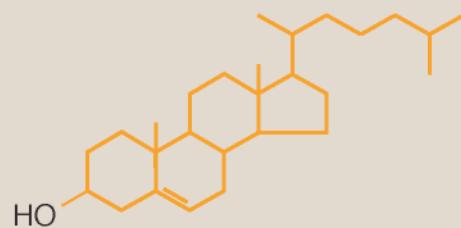
TRIACILGLICEROLI



FOSFOLIPIDI



STERIODI



GLICOLIPIDI

