

# LIPIDI

# I LIPIDI

Gruppo di composti diversi insolubili in acqua, ma solubili in solventi non polari (etere, cloroformio).

Diverse classi di lipidi, classificabili in base alla struttura chimica e alla funzione:

- Acidi grassi
- Triacilgliceroli (trigliceridi)
- Fosfolipidi
- Sfingolipidi
- terpeni
- Steroidi
- vitamine liposolubili (A, D, E, K)
- Eicosanoidi

# Classificazione dei lipidi

## Lipidi saponificabili

- Acilgliceroli
- Fosfogliceridi
- Sfingolipidi
- Cere

## Lipidi NON saponificabili

- Terpeni
- Steroidi
- Prostaglandine

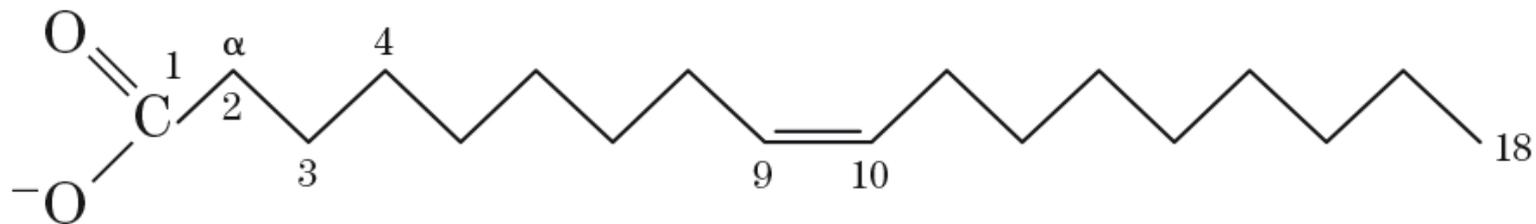


# NOMENCLATURA DEGLI ACIDI GRASSI

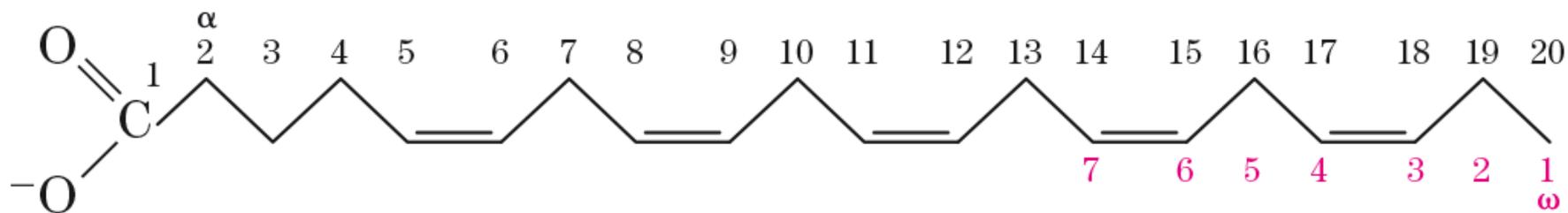
- 1) Quantificare la lunghezza della catena alifatica: C14, C16, C18, C20
- 2) Indicare il numero di insaturazioni. Esempio: l'acido oleico ha 18 atomi di carbonio e una sola insaturazione viene abbreviato con 18:1.
- 3) Precisare dove si trova l'insaturazione.
  - a) La numerazione degli atomi di carbonio inizia dal gruppo carbossilico. La posizione dei doppi legami viene indicata con un esponente che segue il simbolo  $\Delta$  ( $\Delta^n$ ). Nel caso dell'acido oleico la nomenclatura completa è 18:1  $\Delta^9$ .
  - b) La numerazione degli atomi di carbonio inizia dal gruppo metilico terminale ( $\text{CH}_3$ ); tale posizione è indicata dalla sigla  $\omega_n$ , dove n è il numero di atomi di carbonio presenti tra l'estremità metilica finale ed il primo doppio legame. Nel caso dell'acido oleico la nomenclatura completa è 18:1  $\omega_9$ .

La prima numerazione è preferita dai biochimici, mentre in campo medico si preferisce utilizzare la seconda.

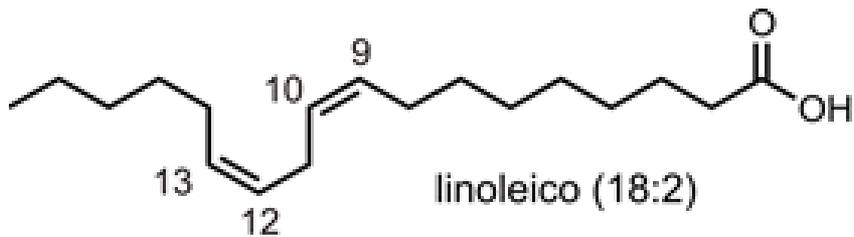
# ACIDI GRASSI



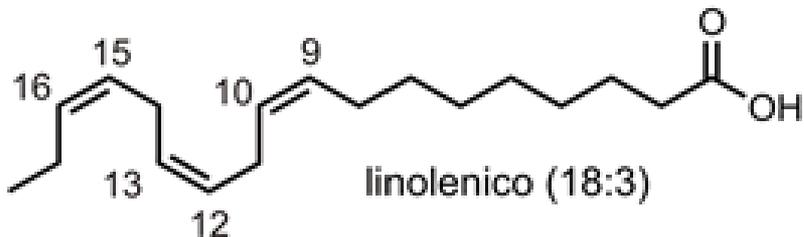
**(a)** 18:1( $\Delta^9$ ) Acido *cis*-9-ottadecanoico



**(b)** 20:5( $\Delta^{5,8,11,14,17}$ ) Acido eicosapentaenoico (EPA),  
un acido grasso omega-3



Acido linoleico 18:2  $\Delta^{9,12}$  oppure  
18:2  $\omega_6$



Acido  $\alpha$ -linolenico 18:3  $\Delta^{9,12,15}$   
oppure 18:3  $\omega_3$

I principali acidi grassi:

Acido laurico (12:0)

Acido miristico (14:0)

Acido palmitico (16:0)

Acido stearico (18:0)

Acido oleico (18:1  $\Delta^9$ )

Acido linoleico (18:2  $\Delta^{9,12}$ )

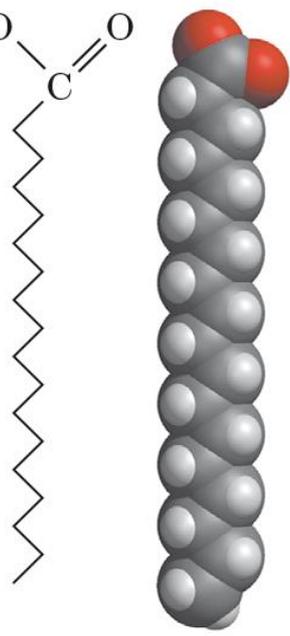
Acido linolenico (18:3  $\Delta^{9,12,15}$ )

Acido arachidonico (20:4  $\Delta^{5,9,11,14}$ )

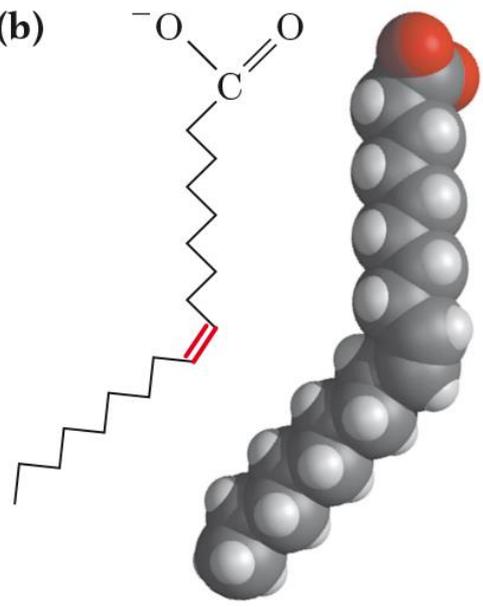
# ACIDI GRASSI

(a) Gruppo carbossilico  $^{-}O-C=O$

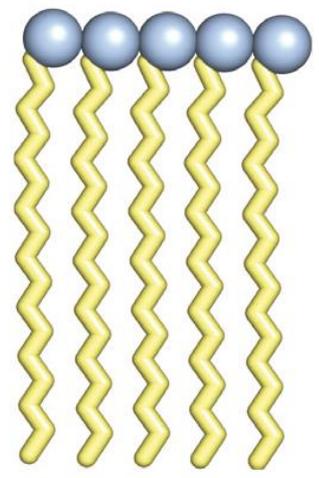
Catena idrocarburica



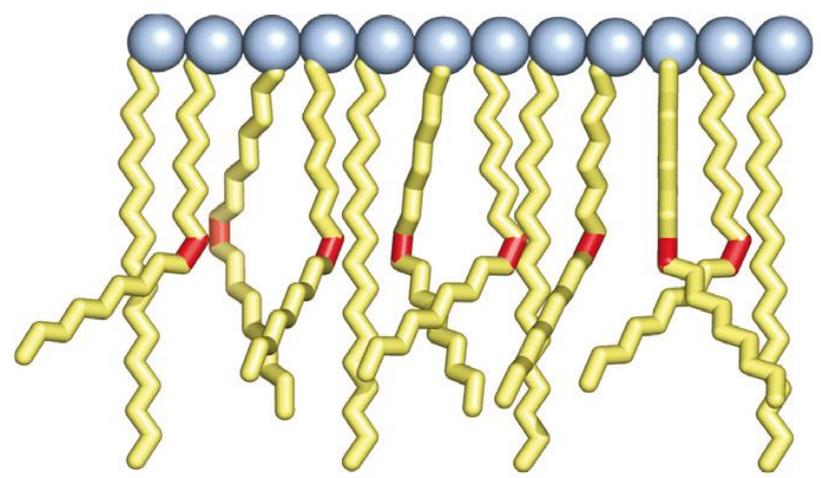
(b)  $^{-}O-C=O$



(c) Acidi grassi saturi



(d) Miscela di acidi grassi saturi e insaturi



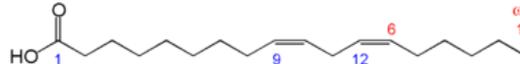
# GLI ACIDI GRASSI ESSENZIALI (EFA o VITAMINA F)

2 tipi di acidi grassi nella dieta: saturi e insaturi

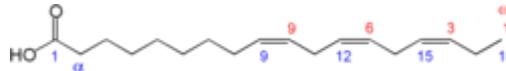
**Saturi:** solidi a temperatura ambiente e di solito associati a malattie cardiache. NON sono essenziali.

**Insaturi:** liquidi a temperatura ambiente. L'uomo può sintetizzarli ad eccezione dell'ACIDO LINOLEICO e ALFA LINOLENICO. **EFA**

omega-6: ac. linoleico



omega-3: ac. alfa linolenico



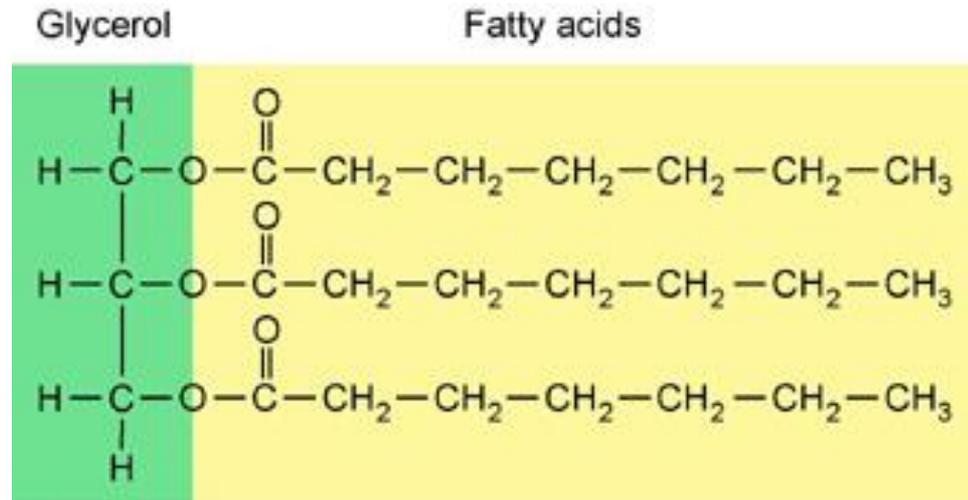
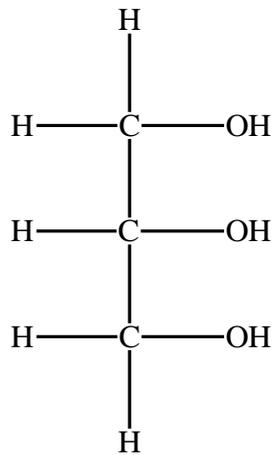
**Ac. linoleico:** abbondante negli oli vegetali. Precursore dell'ac. arachidonico

**Ac. linolenico:** olio di lino, semi di zucca, olio di soia e noci

Ac arachidonico: carne, latte, uova. Può essere sintetizzato a partire dall'ac. linoleico.

Questi acidi grassi essenziali sono convertiti in PROSTAGLANDINE, TROMBOSSANI E LEUCOTRIENI.

# TRIACILGLICEROLI O TRIGLICERIDI

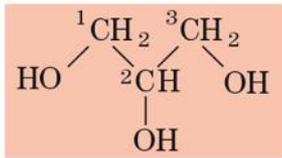


## IN CUCINA

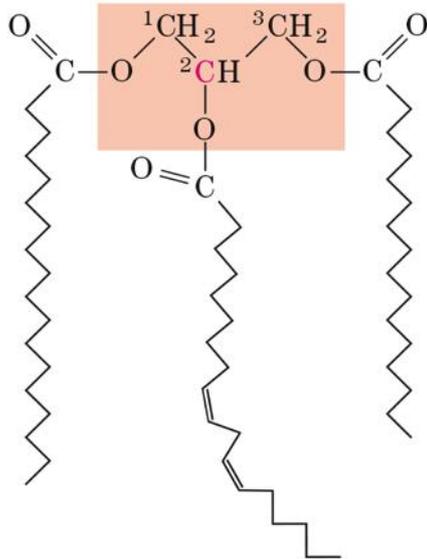
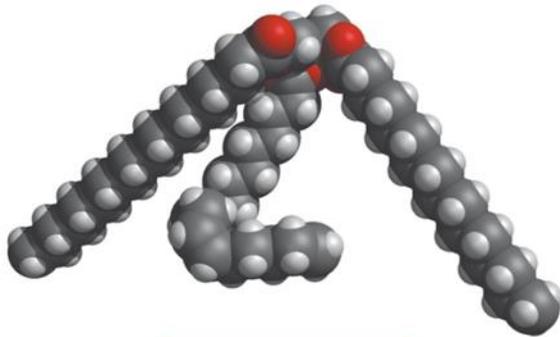
Grassi (solidi) e oli (liquidi) sono miscele complesse di trigliceridi. Gli oli delle piante sono di solito più ricchi di residui di acidi grassi insaturi rispetto ai grassi animali

## NELL'ORGANISMO

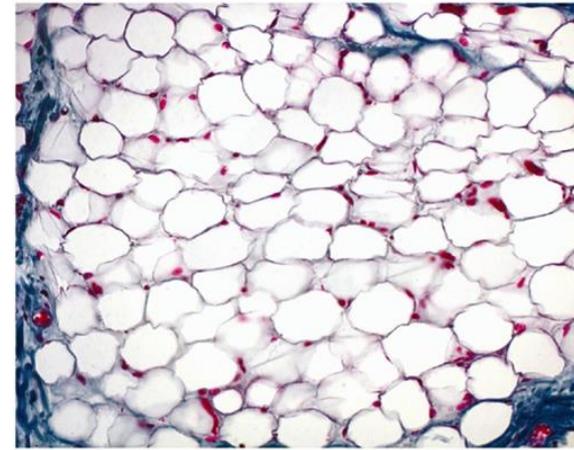
Costituiscono la maggior parte dei lipidi assunti con la dieta. Rappresentano la più importante riserva di energia



Glicerolo



1-Stearil,2-linoleil,3-palmitil glicerolo,  
un triacilglicerolo misto

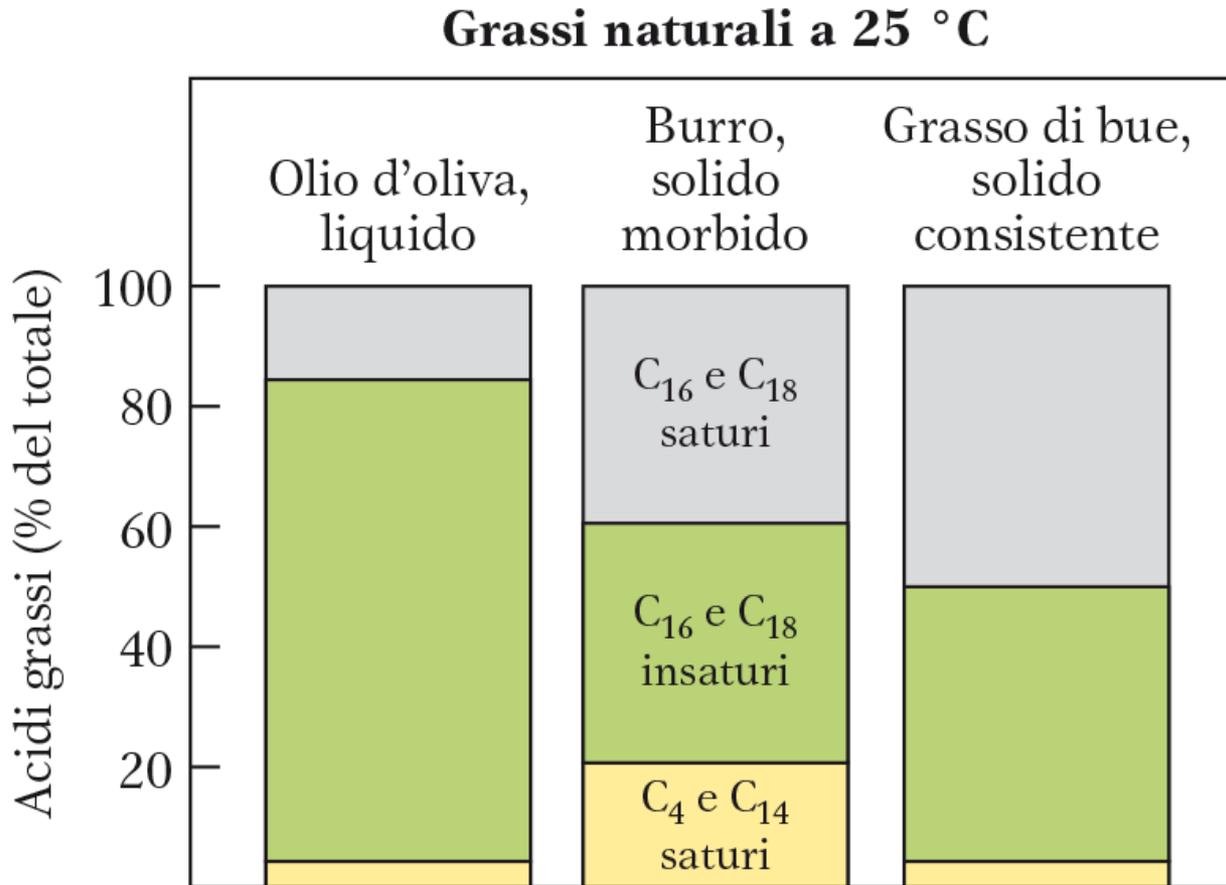


(a)

125 μm

## Sezione di tessuto adiposo bianco umano

# Acidi grassi nei triacilgliceroli presenti in tre cibi



# **LIPIDI DI MEMBRANA**

- Differiscono dai trigliceridi perché possiedono uno o più gruppi polari.
- I lipidi più abbondanti delle membrane sono i fosfolipidi.
- Non sono mai conservati in grandi quantità.
- Hanno carattere ANFIPATICO

## **PRINCIPALI**

**GLICEROFOSFOLIPIDI (FOSFOGLICERIDI)**

**SFINGOLIPIDI**

**STEROLI (COLESTEROLO)**

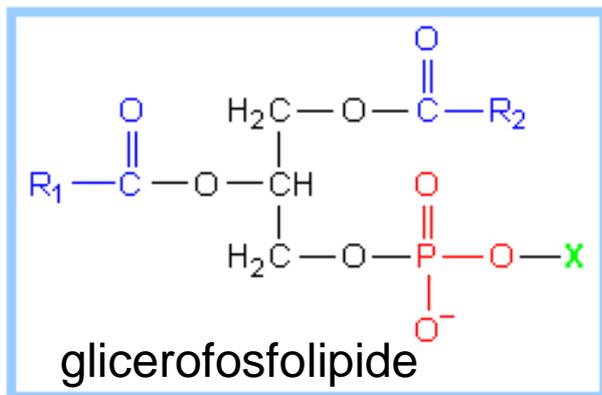
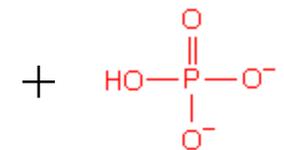
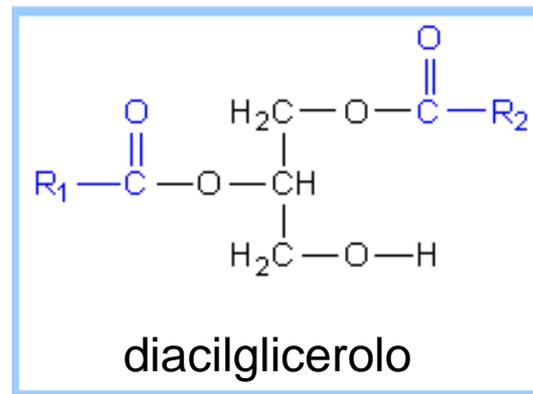
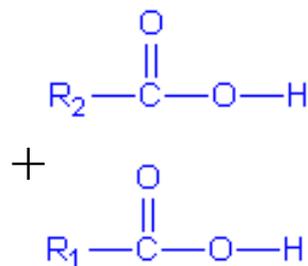
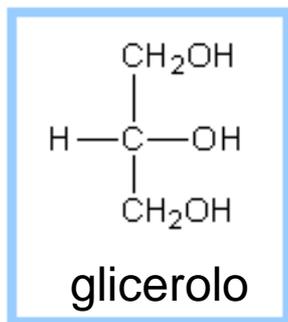
# GLICEROFOSFOLIPIDI

Componenti:

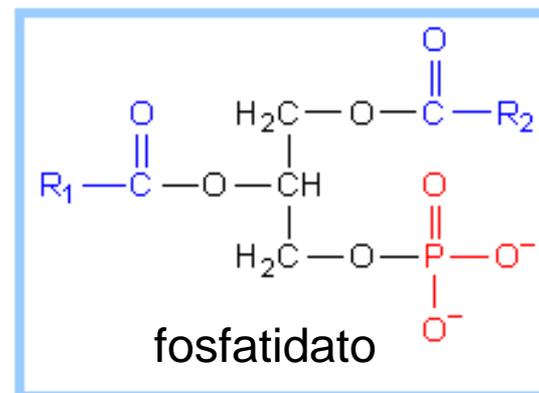
- 1 molecola di glicerolo
- 2 molecole di acido grasso esterificate al primo e secondo gruppo -OH del glicerolo
- 1 gruppo fosfato esterificato al terzo gruppo -OH
- 1 molecola di alcol esterificato all'acido fosforico

I glicerofosfolipidi differiscono nei loro gruppi alcolici di testa, e prendono il nome proprio dal tipo di alcol che contengono.

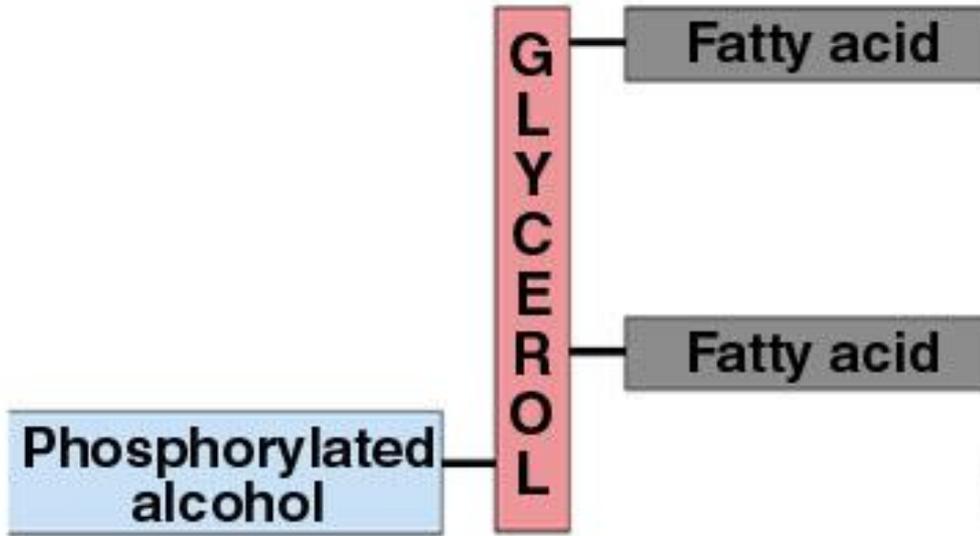
## Reazione di esterificazione



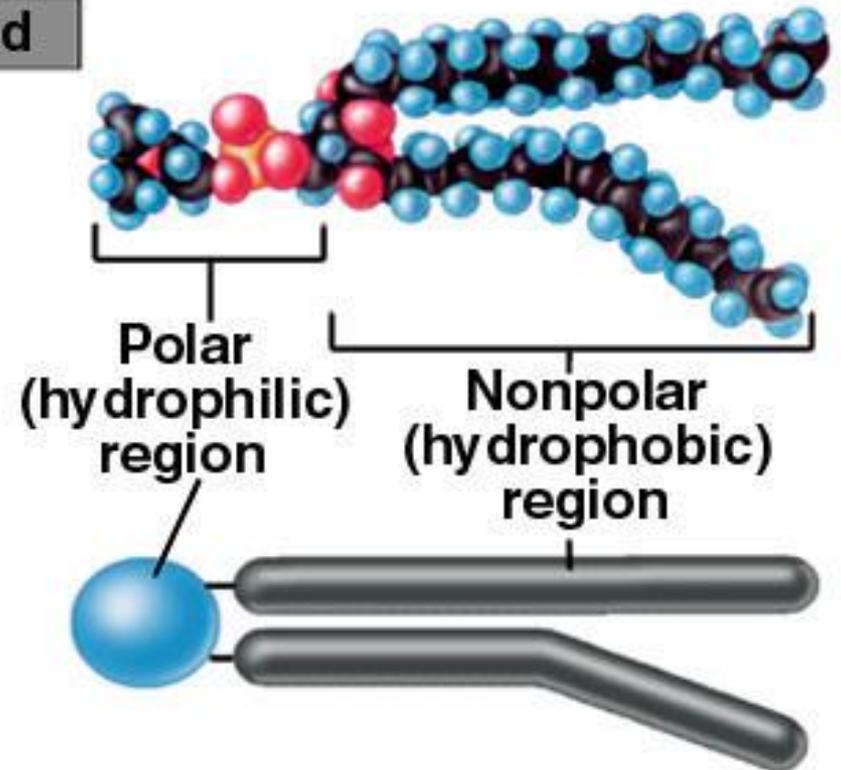
X-OH



# STRUTTURA DI UN GLICEROFOSFOLIPIDE

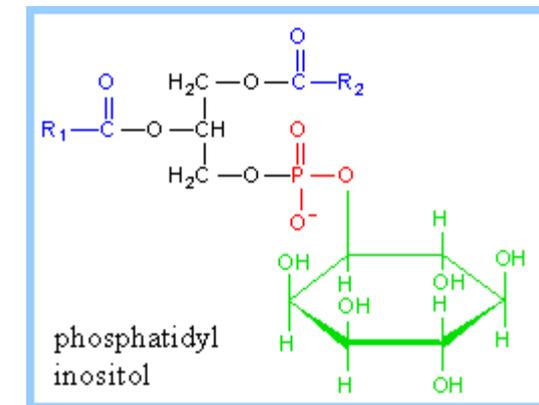
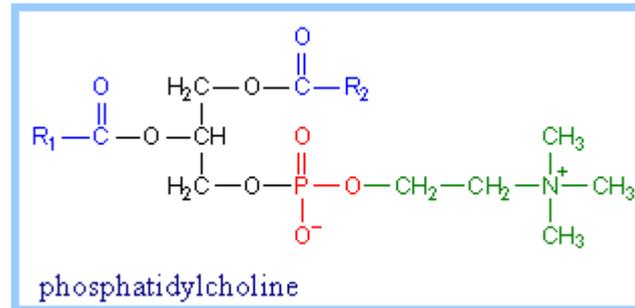
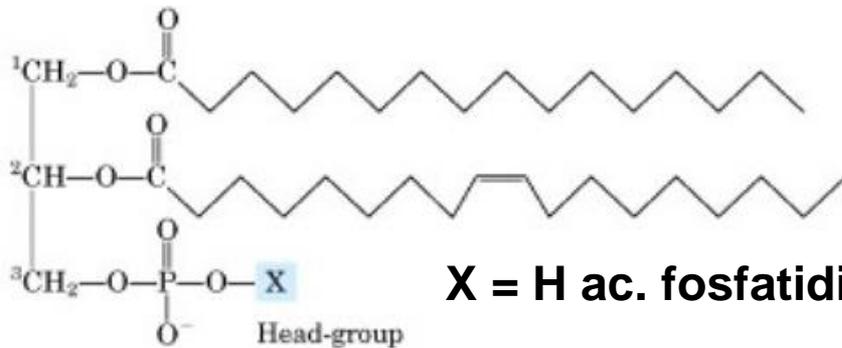


Phospholipid Composition



Phospholipid Representation

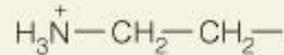
# GLICEROFOSFOLIPIDI



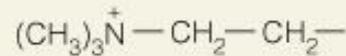
Name of glycerophospholipid

**X**

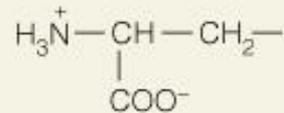
Phosphatidylethanolamine



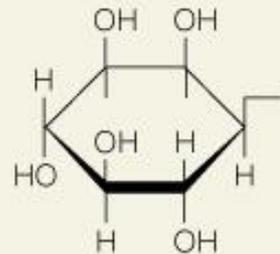
Phosphatidylcholine



Phosphatidylserine



Phosphatidyl inositol



# SFINGOLIPIDI

Componenti:

- 1 molecola di ammino alcol a lunga catena (sfingosina o derivato)
- 1 molecola di acido grasso a lunga catena
- 1 gruppo polare (saccaride o fosfo-estere)

Ceramamide = sfingosina + acido grasso

NOME deriva da sfinge, per il ruolo enigmatico che sembravano avere queste molecole per chi le scoperse per primo

# SFINGOLIPIDI

## 2 CLASSI: FOSFOLIPIDI E GLICOSFINGOLIPIDI

Abbondanti nel tessuto nervoso

### FOSFOLIPIDI

**Sfingomieline:** contengono fosforo. Più semplici e più abbondanti. Contengono fosfocolina o fosfoetanolamina. Sono presenti nella maggior parte delle membrane delle cellule animali.

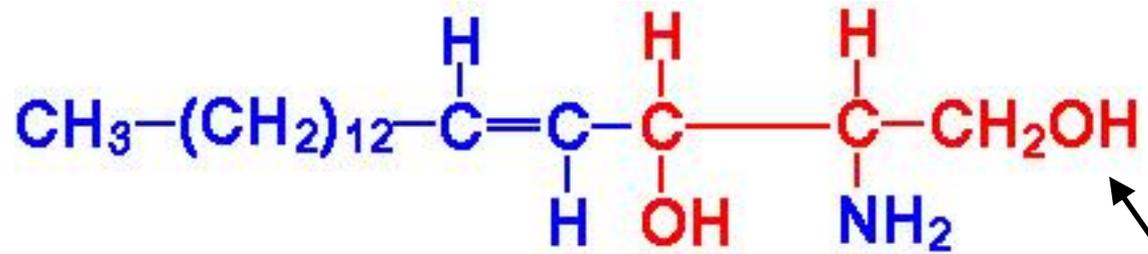
# GLICOSFINGOLIPIDI

**Cerebrosidi (monoglicosilcerammidi):** I gruppi polari di testa sono neutri costituiti da monosaccaridi (glucosio, galattosio, N-acetil-D-galattosammina).

**Globosidi (oligoglicosilcerammidi):** teste polari con numerose unità glicidiche. Siti recettori specifici sulla superficie delle membrane cellulari. Determinanti dei gruppi sanguigni umani A, B, e 0.

**Gangliosidi:** teste polari composte da numerose unità glicidiche, fra cui acido sialico (acido N-acetil neuramminico) che ha una carica negativa a pH 7. Sono componenti importanti di siti recettori specifici sulla superficie delle membrane cellulari

# SFINGOSINA

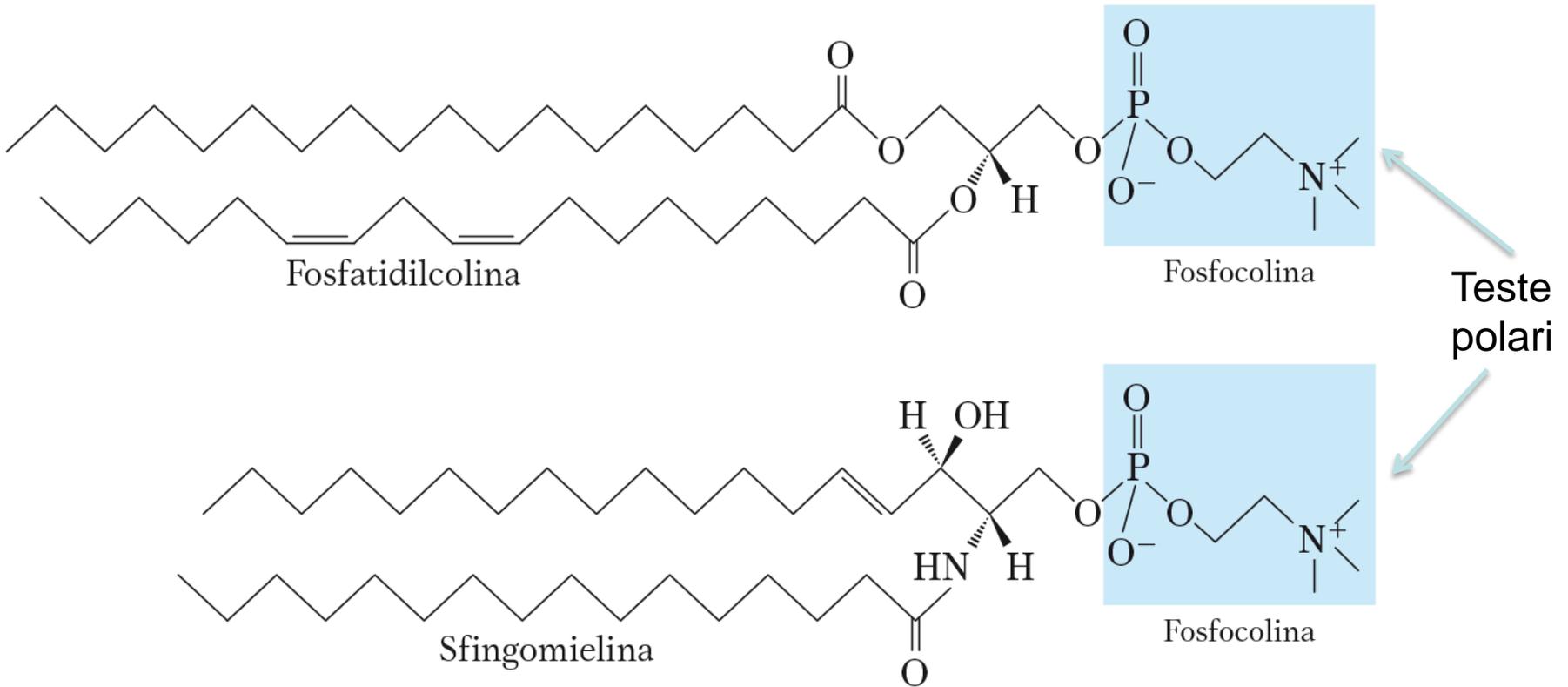


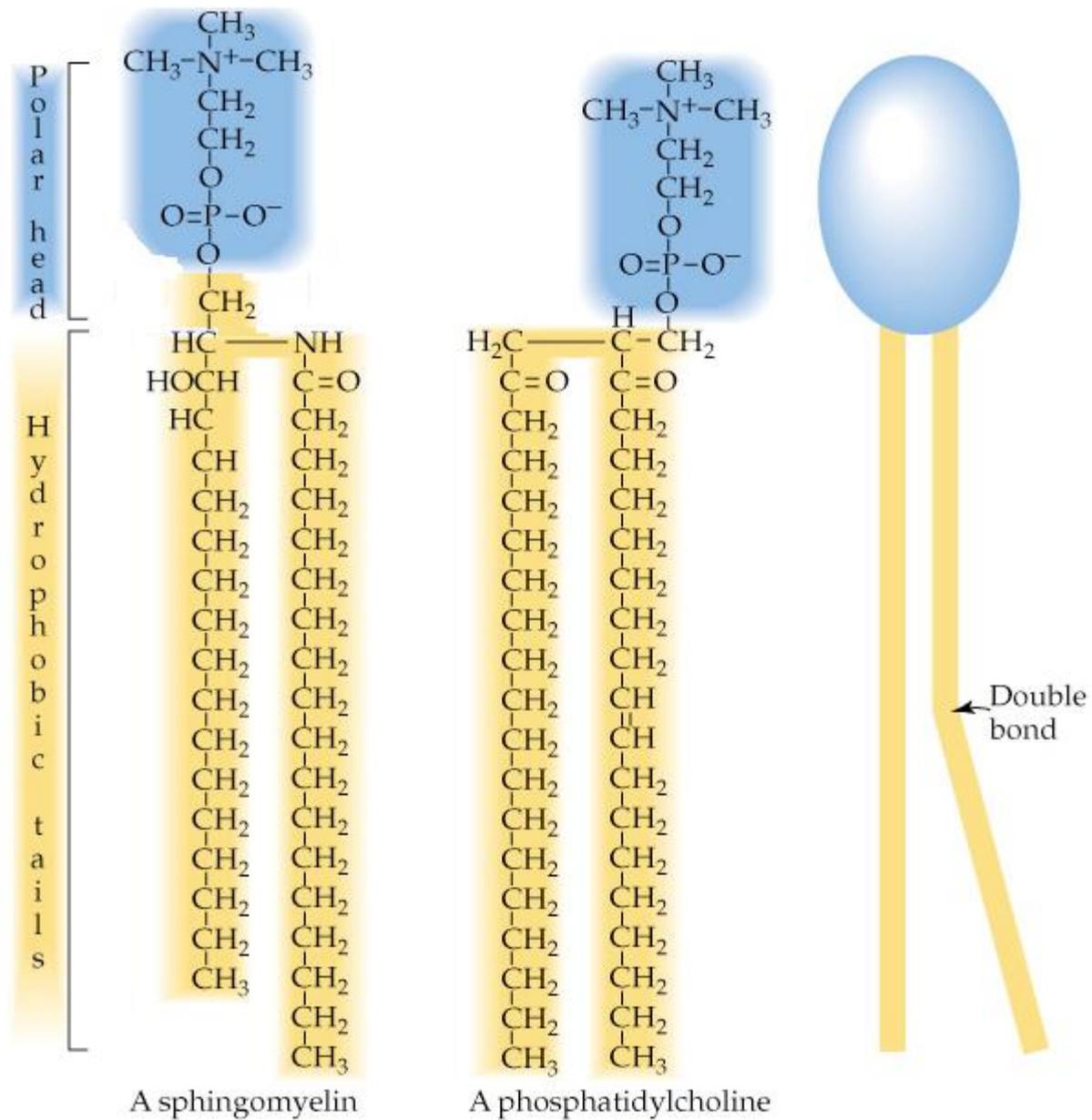
Acido grasso

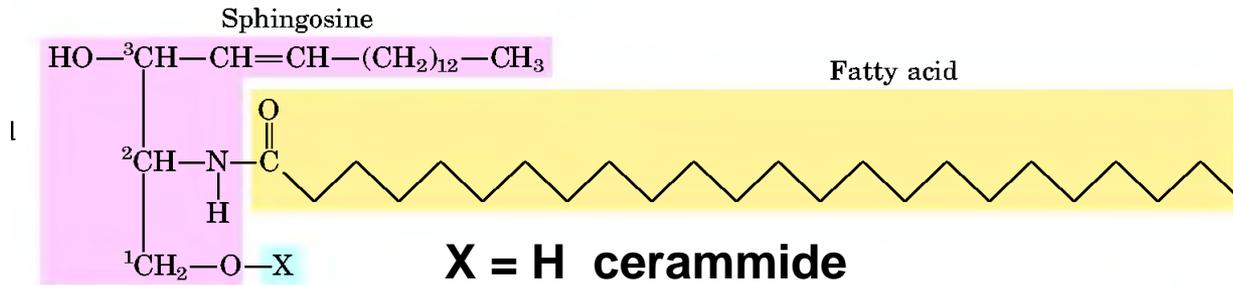
Gruppo polare



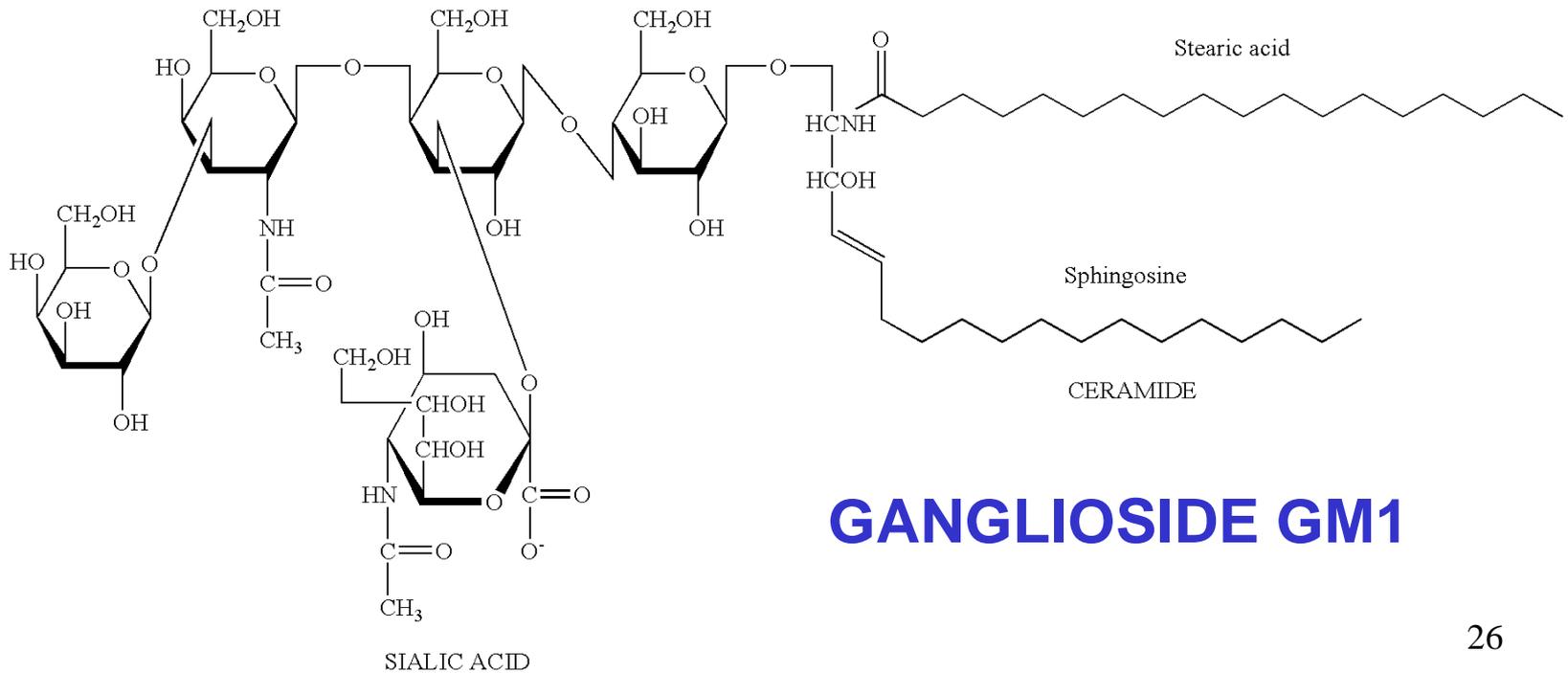
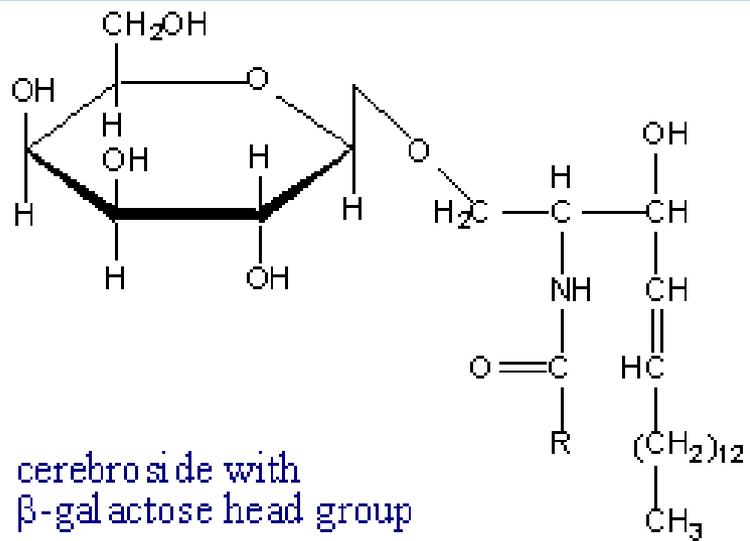
Le strutture molecolari dei due tipi di lipidi di membrana sono simili.







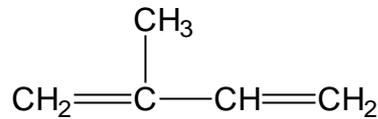
Name of sphingolipid	Name of X	Formula of X
Sphingomyelin	Phosphocholine	
Neutral glycolipids Glucosylcerebroside	Glucose	
Lactosylceramide (a globoside)	Di-, tri-, or tetrasaccharide	
Ganglioside GM2	Complex oligosaccharide	



## GANGLIOSIDE GM1

# TERPENI

I terpeni sono biomolecole costituite da multipli dell'unità isoprenica.

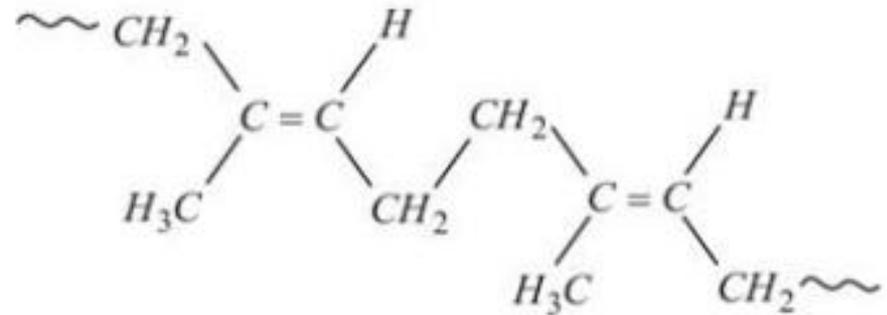
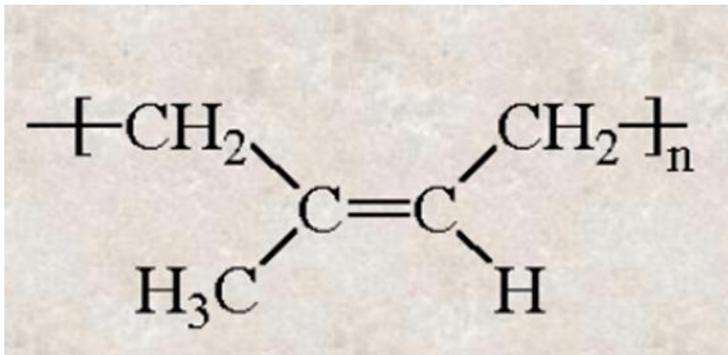


Isoprene

2-metil-1,3-butadiene

Sono molecole lineari o cicliche in cui le unità di isoprene sono unite tra loro testa-coda o testa-testa.

Sono contenuti negli oli essenziali di molte piante (geraniolo, pinene, limonene, mentolo).

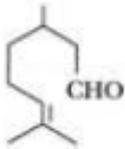


poliisoprene

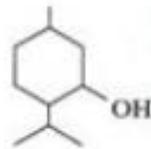
## monoterpene C10



limonene



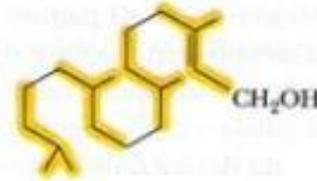
citronella



mentolo

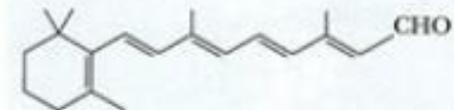
*sostanze aromatiche*

## diterpene C20

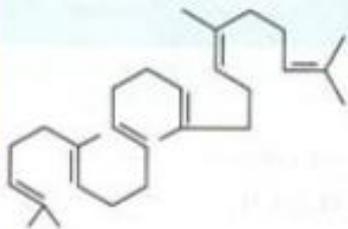


Fitolo  
*nella clorofilla*

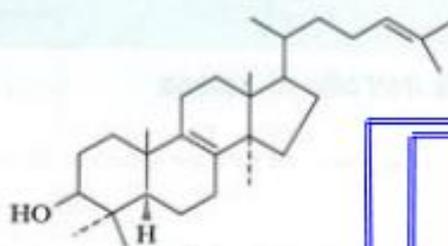
trans retinale (Vitamina A)



## triterpene C30



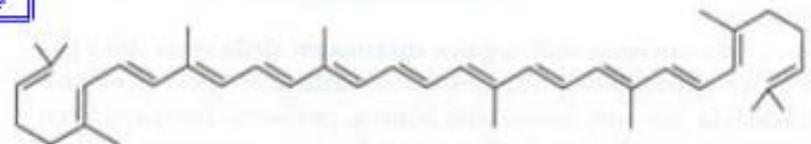
squalene



lanosterolo

*Intermedi della biosintesi del colesterolo*

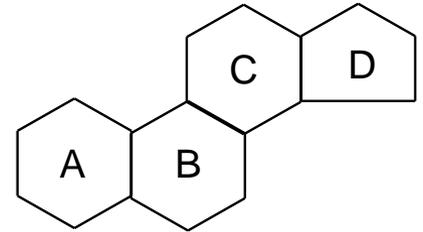
## tetraterpene C40



Licopene (*carotenoide responsabile del colore rosso del pomodoro*)

# STEROIDI

Derivano dal ciclopentanoperidrofenantrene



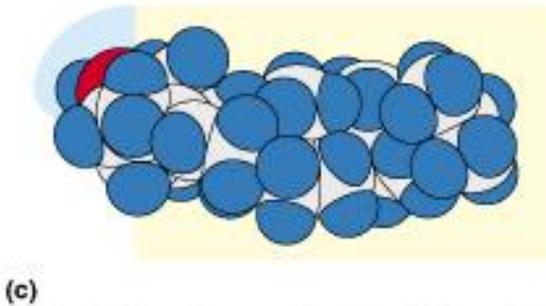
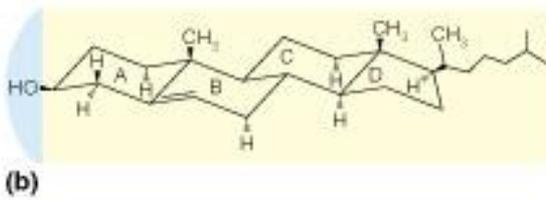
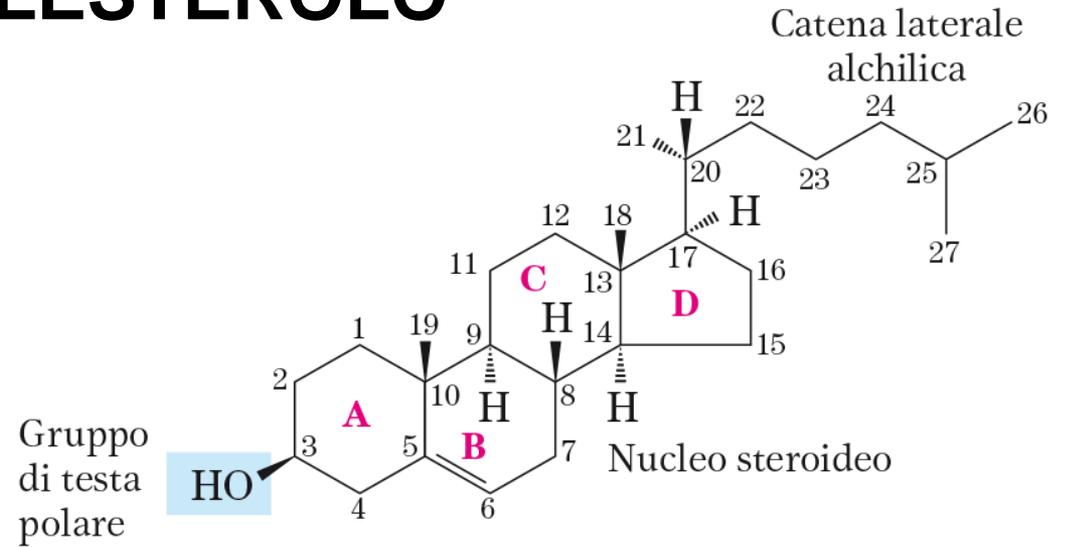
Il più noto è il colesterolo.

E' uno dei principali componenti delle membrane plasmatiche delle cellule eucariotiche dove ha la funzione di modulare la fluidità.

Il gruppo -OH gli conferisce un debole carattere anfipatico; il sistema ad anelli fusi porta alla formazione di una molecola rigida. La lunghezza è simile a un C16

E' il precursore metabolico degli ormoni steroidei, della vitamina D, degli acidi biliari

# COLESTEROLO

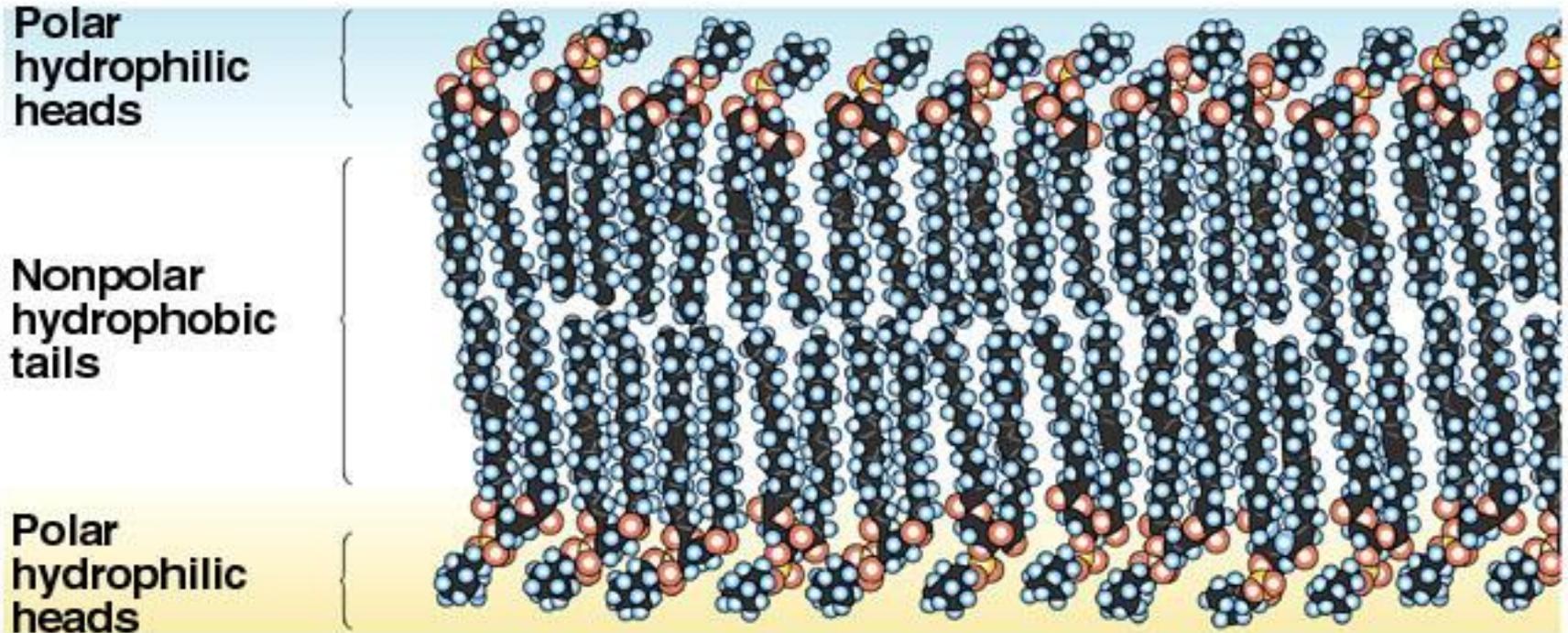


Copyright © 2000 Benjamin/Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

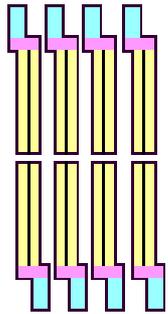
# MEMBRANA BIOLOGICA

© The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

## Phospholipid Bilayer



# MEMBRANA BIOLOGICA



Polar

Nonpolar

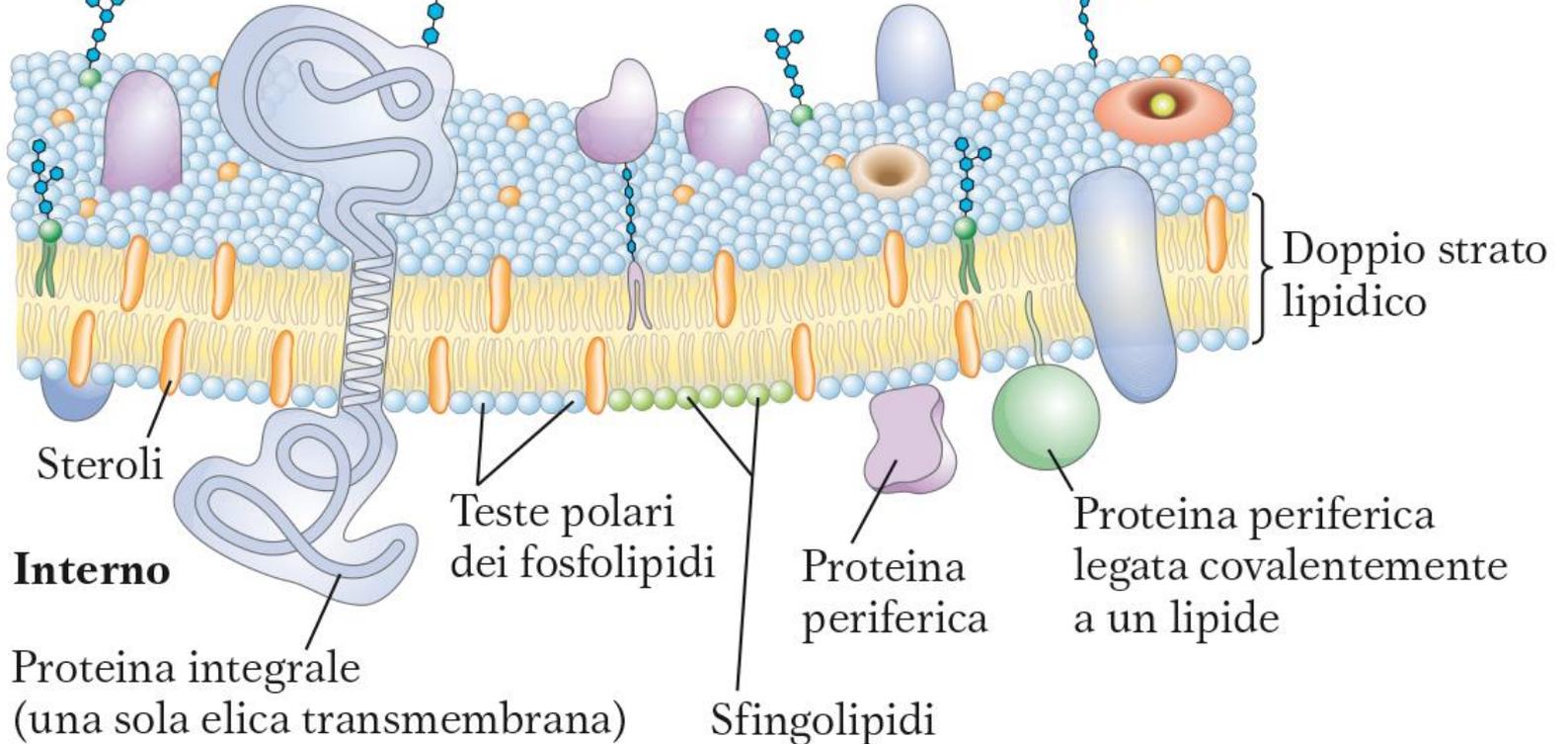
Polar

**Esterno**

Glicolipidi

Catene oligosaccaridiche  
delle glicoproteine

Proteine ancorate alla GPI



Doppio strato  
lipidico

Steroli

**Interno**

Teste polari  
dei fosfolipidi

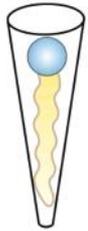
Proteina  
periferica

Proteina periferica  
legata covalentemente  
a un lipide

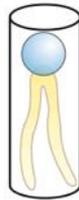
Proteina integrale  
(una sola elica transmembrana)

Sfingolipidi

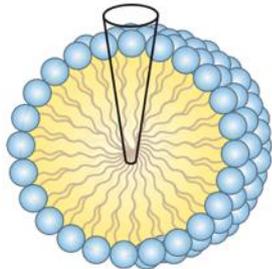
# AGGREGATI DI LIPIDI ANFIPATICI CHE SI FORMANO IN ACQUA



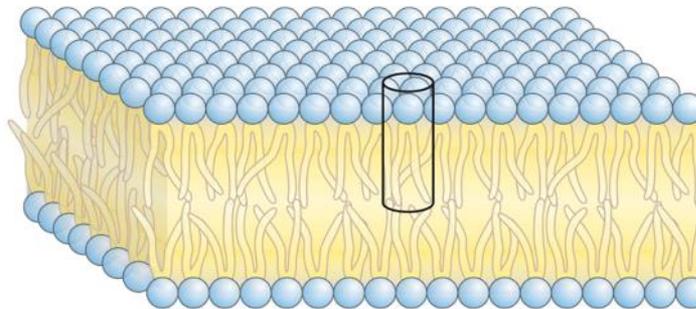
Le singole unità hanno una forma a cuneo (la sezione trasversale della testa è più grande di quella della catena idrocarburica idrofobica)



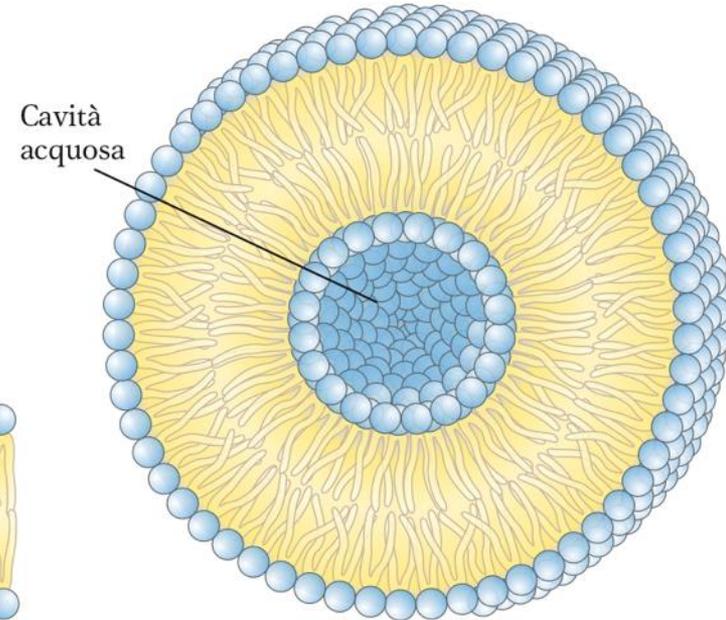
Le singole unità hanno una forma cilindrica (la sezione trasversale della testa è quasi uguale a quella della catena idrofobica)



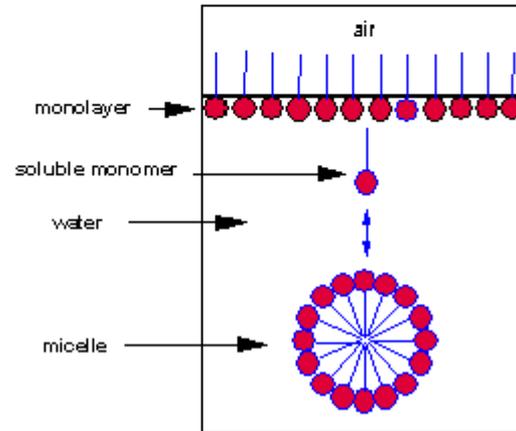
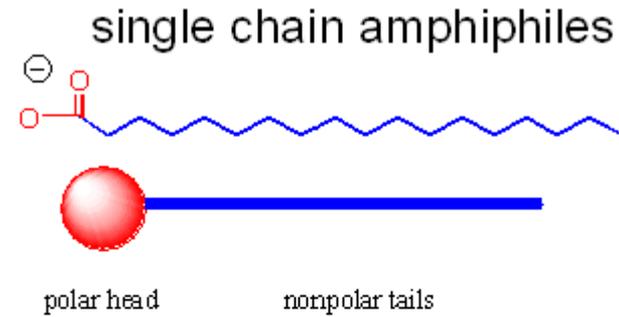
(a) Micella



(b) Doppio strato



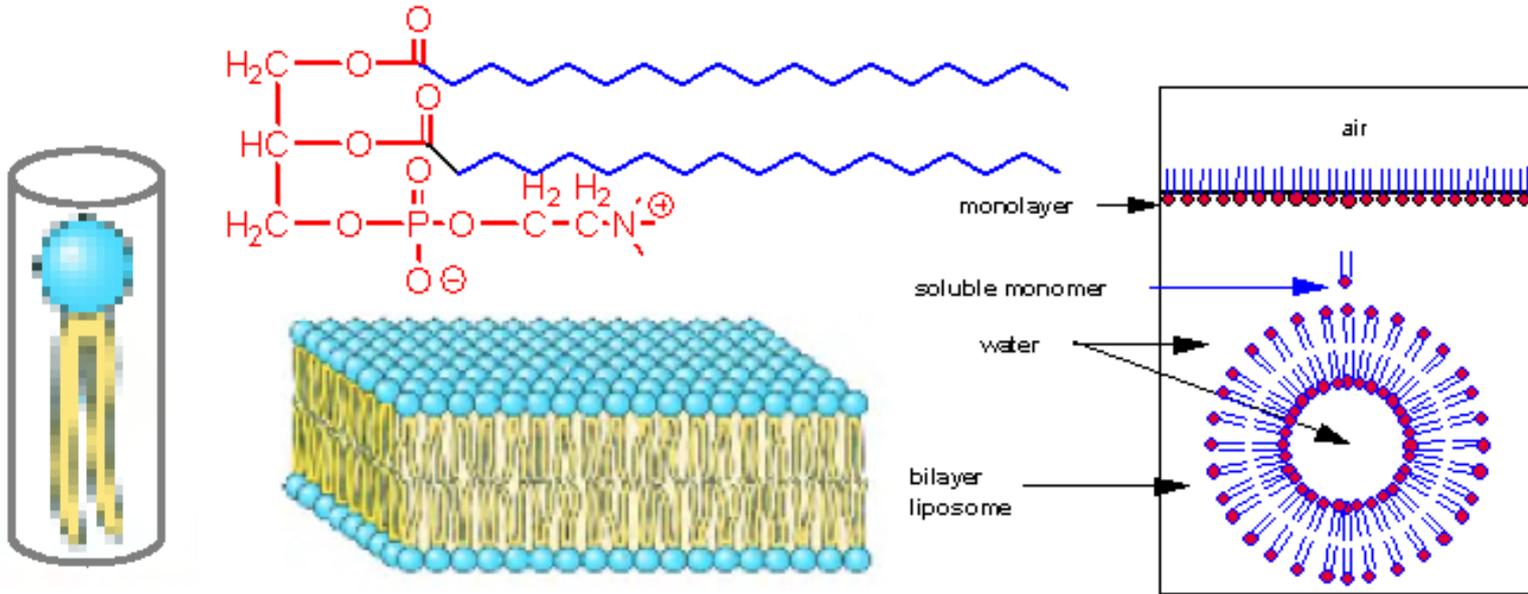
(c) Vescicola



Quando composti anfipatici a catena singola vengono aggiunti all'acqua essi formano sia monostrati sulla superficie dell'acqua che micelle, mentre alcuni monomeri rimangono in soluzione.

Esempio di composti anfipatici a catena singola: detergenti e acidi grassi.

## double chain amphiphiles



Composti anfipatici a doppia catena formano doppi strati al posto di micelle. I composti anfipatici a singola e doppia catena possono formare anche altre strutture aggregate sopramolecolari, ma queste sono le più comuni.

Esempio di composti anfipatici a catena doppia: sfingolipidi e fosfolipidi

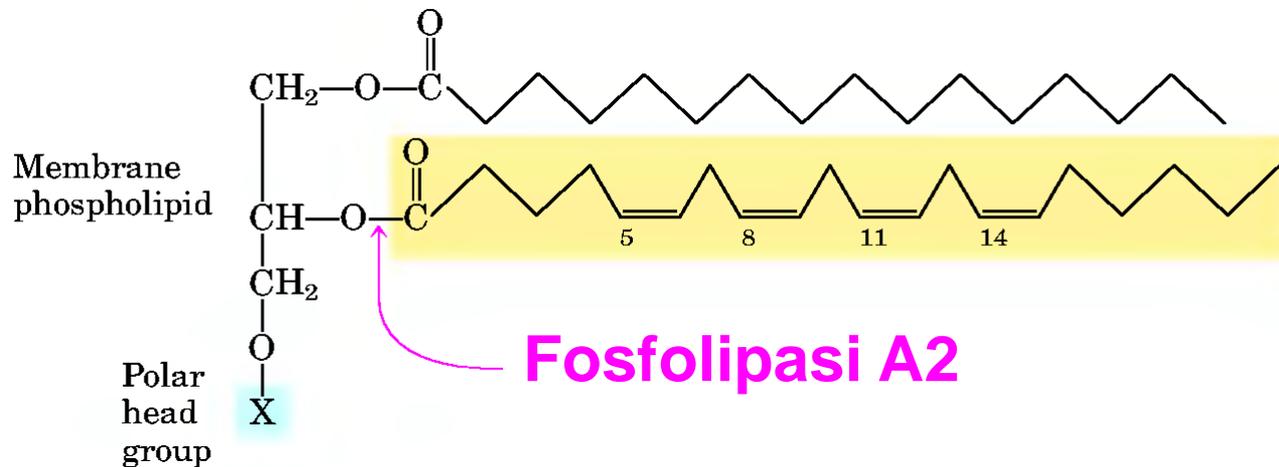
# APPLICAZIONI DEI LIPOSOMI

- **COME MODELLI DI MEMBRANE CELLULARI**
- **PER VEICOLARE FARMACI**
- **PER VEICOLARE VACCINI**
- **COME VETTORI NON VIRALI DI MATERIALE GENETICO (TERAPIA GENICA)**
- **COME VETTORI MOLECOLARI IN CHEMIOTERAPIA**
- **APPLICAZIONI COSMETICHE (APPORTO DI ACQUA, LIPIDI, SOSTANZE FUNZIONALI DI INTERESSE COSMETICO)**

# ACIDO ARACHIDONICO

20:4  $\Delta^{5,8,11,14}$

E' un ac. grasso essenziale, ma può venir sintetizzato a partire dall'ac. linoleico (che diventa lui essenziale)



La fosfolipasi A2 è attivata da ormoni e altri segnali attraverso le proteine G. la sua attività è strettamente regolata. Dall' Ac. Arachidonico vengono prodotti gli EICOSANOIDI

# EICOSANOIDI

## PROSTAGLANDINE, TROMBOSSANI E LEUCOTRIENI

Ormoni paracrini

I diversi eicosanoidi sono prodotti in cellule diverse, da vie biosintetiche diverse ed hanno organi bersaglio diversi

Caratteristiche comuni:

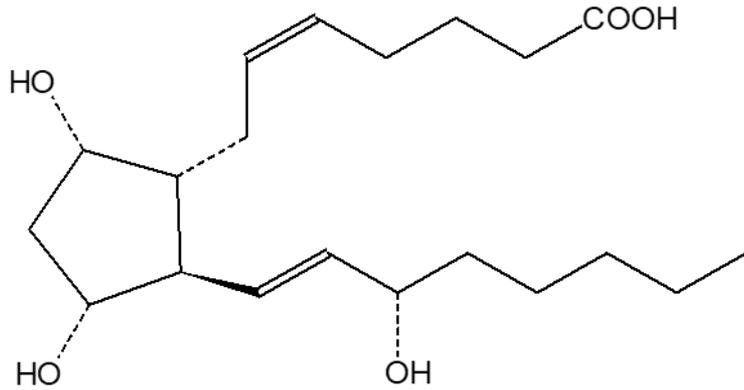
- sono presenti in bassa concentrazione nei tessuti
- rapido ricambio metabolico
- origini metaboliche comuni
- esercitano effetti specifici sulle cellule bersaglio

## **PARTECIPANO A NUMEROSI PROCESSI FISIOLOGICI**

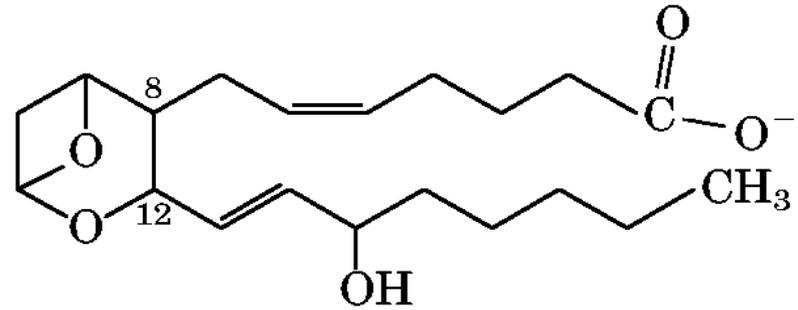
- 1) Risposta infiammatoria
- 2) Sviluppo di dolore e febbre
- 3) Regolazione della pressione ematica
- 4) Regolazione del ritmo sonno/veglia
- 5) Attivazione della coagulazione del sangue
- 6) Controllo di funzioni riproduttive

## **AZIONE DI FARMACI**

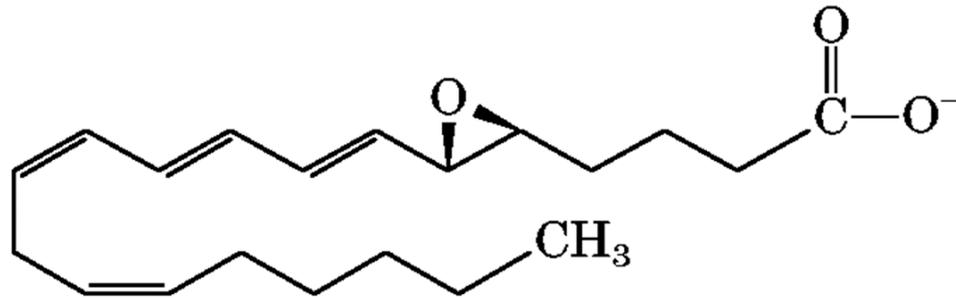
I farmaci antiinfiammatori non steroidei (NSAID, aspirina e ibuprofene) inibiscono uno degli enzimi coinvolti nella sintesi degli eicosanoidi



**prostaglandina  $\text{PGF}_{2\alpha}$**



**Thromboxane  $\text{A}_2$**



**Leukotriene  $\text{A}_4$**