

Λιπίδια - Δομή και Λειτουργία

Χρήστος Κρούπης, MSc, PhD

*Επίκουρος Καθηγητής Κλινικής Βιοχημείας
Ιατρική Σχολή Πανεπιστημίου Αθηνών
Αττικόν Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο*

Δομή και λειτουργία λιπιδίων

- ❖ Γενικά περί Λιπιδίων
- ❖ Αποθηκευτικά Λιπίδια (Τριγλυκερίδια)
- ❖ Δομικά Λιπίδια Μεμβρανών
 - ❖ Φωσφολιπίδια
 - ❖ Σφιγγολιπίδια
 - ❖ Χοληστερόλη
- ❖ Λιπίδια ως ενδοκυττάρια σήματα, συνπαράγοντες, χρωστικές
 - ❖ Φωσφατιδυλοϊνοσιτόλη, σφιγγοσίνη
 - ❖ Παρακρινής δράση εικοσανοειδών
 - ❖ Στεροειδείς ορμόνες
 - ❖ Χολικά άλατα
 - ❖ Λιποδιαλυτές βιταμίνες A, D, E, K

Ρόλος λιπιδίων #1

❖ Πηγή ενέργειας

- ❖ Λιπαρά οξέα: πλήρως ανηγμένα

- ❖ Πλήρη χημική οξείδωση: 9,3 Kcal/gr

 - ❖ (Υδατάνθρακες και πρωτεΐνες: 4,1 Kcal/gr)

- ❖ Βιολογική απόδοση: παλμιτικό 106 μόρια ATP, στεατικό 146 μόρια ATP

 - ❖ 7 μόρια ATP/άτομο άνθρακα (ή 0,5 ATP/gr)

 - Υδατάνθρακες: 36 μόρια ATP ανά γλυκόζη:

 - ❖ 5 μόρια ATP/άτομο άνθρακα (ή 0,2 ATP/gr)

Ρόλος λιπιδίων #2

- ❖ Αποθήκευση ενέργειας στον λιπώδη ιστό
 - ❖ Άνδρα: 10-15 kg στο μέσο άνθρωπο 70 kg
 - ❖ Αποθέματα: 12 εβδομάδες (αποθέματα γλυκογόνου: 24 hr)



Παραδείγματα: αποδημητικά πουλιά, χειμερία νάρκη

Λιποκύτταρα

(αποθήκες τριγλυκεριδίων στην κοιλιακή χώρα, υποδόρια, στο μαστό, στο φλοιό των επινεφριδίων, στις ωοθήκες)



Πρόβλημα: Παχυσαρκία

Υπερπλαστικός τύπος
(αύξηση αριθμού λιποκυττάρων)

Υπερτροφικός τύπος
(αύξηση μεγέθους λιποκυττάρων)

Ρόλος λιπιδίων #3

- ❖ Δομικά συστατικά μεμβρανών
- ❖ Προστασία οργάνων
- ❖ Θερμομόνωση/ηλεκτρομόνωση
- ❖ Παραγωγή στεροειδών ορμονών, προσταγλανδινών/εικοσανοειδών και βιταμινών (με αντιοξειδωτική δράση, συμμετοχή στη πήξη του αίματος κλπ)
- ❖ Απορρόφηση τροφών (χολικά άλατα)
- ❖ Ενδοκυττάρια σηματοδότηση (signal transduction)
- ❖ Αναγνώριση μεταξύ κυττάρων

Ταξινόμηση λιποειδών ενώσεων

❖ Απλά ή Ουδέτερα (ή μη πολικά) λιπίδια

- ❖ Λιπαρά οξέα
- ❖ Μονο-, δι- ή τρι-γλυκερίδια
- ❖ Κηροί
- ❖ Εστέρες χοληστερόλης, παράγωγα ισοπρενίου-τερπένια

❖ Σύνθετα ή Πολικά λιπίδια

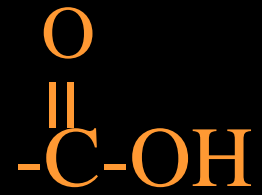
❖ Φωσφολιπίδια

- ❖ Γλυκερινο-φωσφολιπίδια
- ❖ Γλυκερινο-αιθερο-φωσφολιπίδια
- ❖ Σφιγγο-φωσφολιπίδια (κεραμίδιο, σφιγγομυελίνες)

❖ Γλυκολιπίδια

- ❖ Γλυκερινο-γλυκολιπίδια (γαλακτολιπίδια, θειολιπίδια)
- ❖ Σφιγγο-γλυκολιπίδια (κερεβροζίδια, γλοβοσίδια, γαγγλιοζίτες σουλφατίδια)

Κορεσμένα Λιπαρά οξέα



- ❖ Μονο- Καρβοξυλικά οξέα ($\text{C}_4\text{-C}_{36}$)
Συνήθως με άρτιο αριθμό μεταξύ $\text{C}_{12}\text{-C}_{24}$
(πιο συχνά $\text{C}_{16}\text{-C}_{20}$)

Αριθμός ατόμων άνθρακα	Αριθμός διπλών δεσμών	Κοινό όνομα	Συστηματικό όνομα	Χημικός τύπος
12	0	Λαυρικό	<i>n</i> -Δωδεκανικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COO}^-$
14	0	Μυριστικό	<i>n</i> -Δεκατετρανικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COO}^-$
16	0	Παλμιτικό	<i>n</i> -Δεκαεξανικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COO}^-$
18	0	Στεατικό	<i>n</i> -Δεκαοκτανικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}^-$
20	0	Αραχιδικό	<i>n</i> -Εικοσανικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COO}^-$
22	0	Βεχενικό	<i>n</i> -Εικοσιδυονικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COO}^-$
24	0	Λιγνοκερικό	<i>n</i> -Εικοσιτετρανικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COO}^-$

Άλλα: βουτυρικό (4:0), καπροϊκό (6:0), καπρυλικό (8:0), καπρικό (10:0)
Ενίοτε με διακλαδώσεις ($-\text{CH}_3$) π.χ. ισοβαλερικό

Ακόρεστα λιπαρά οξέα

❖ Ενίοτε μονο-ακόρεστα ή πολυακόρεστα με διπλούς δεσμούς (όχι συζευγμένους) ≤ 6

❖ Δ ονομασία ($\Delta^9, \Delta^{12}, \Delta^{15}$ κλπ)

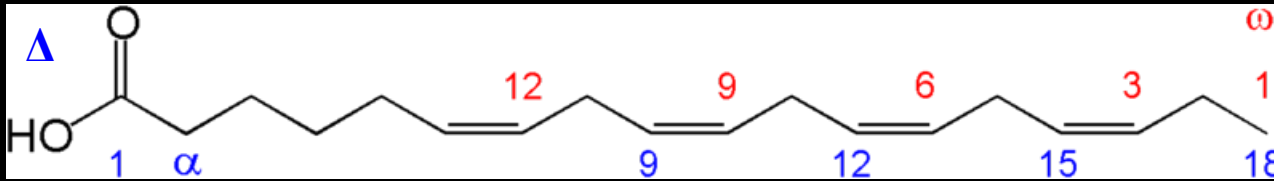
❖ ω ονομασία ($\omega-3, \omega-6, \omega-9$ κλπ)

❖ cis διαμόρφωση

16	1	Παλμιτελαϊκό	<i>cis</i> - Δ^9 -Δεκαεξενικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COO}^-$
18	1	Ελαϊκό	<i>cis</i> - Δ^9 -Δεκαοκτενικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COO}^-$
18	2	Λινελαϊκό	<i>cis,cis</i> - Δ^9, Δ^{12} - Δεκαοκταδιενικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_6\text{COO}^-$
18	3	Λινολενικό	όλο- <i>cis</i> - $\Delta^9, \Delta^{12}, \Delta^{15}$ - Δεκαοκτατριενικό	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COO}^-$
20	4	Αραχιδονικό	όλο- <i>cis</i> - $\Delta^5, \Delta^8, \Delta^{11}, \Delta^{14}$ - Εικοσιτετραενικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{COO}^-$

Άλλα: τιμνοδονικό (20:5), ερουκικό (22:1 Δ^{13}), νερβονικό (24:1 Δ^{15})

Ονοματολογία ακόρεστων λιπαρών οξέων



–Δ ονομασία (Δ^9 , Δ^{12} , Δ^{15} κλπ)

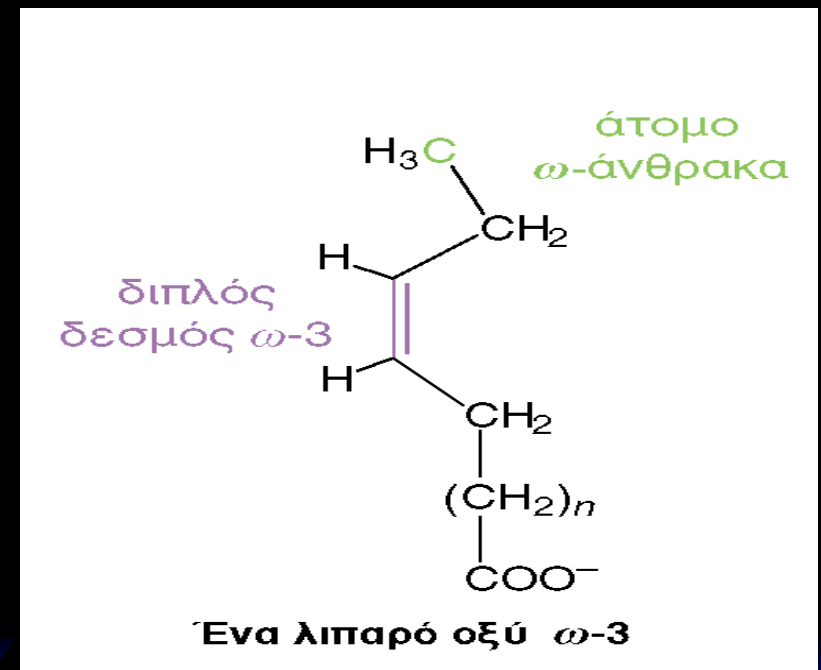
–ω ονομασία (ω-3, ω-6, ω-9 κλπ)

Απαραίτητα λιπαρά οξέα:

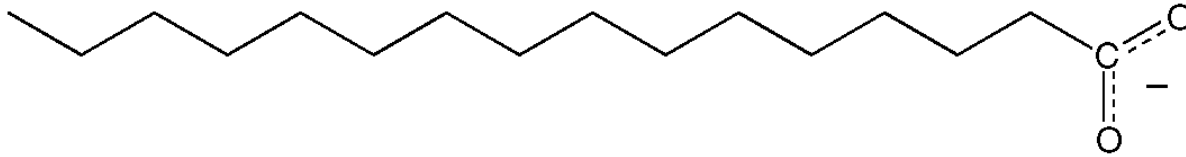
Λινελαϊκό (ω-6)

Λινολενικό (ω-3) π.χ. στα λιπαρά ψάρια

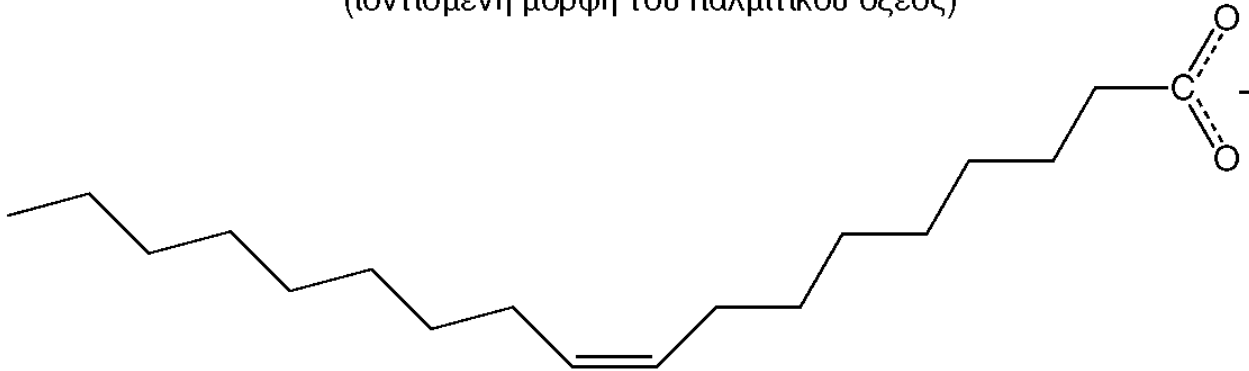
Ιδανική αναλογία ω-6/ω-3 **1:1**
(παρατηρείται 20:1!!)



Cis/trans διαμόρφωση ακόρεστων λιπαρών οξέων



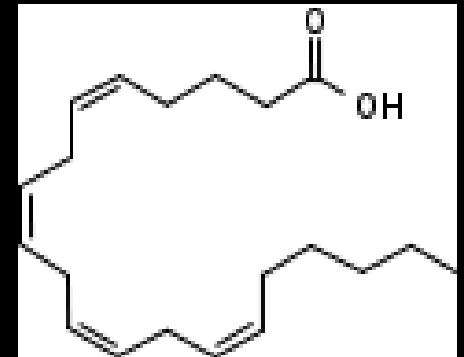
Παλμιτικό
(ιοντισμένη μορφή του παλμιτικού οξέος)



Ελαϊκό
(ιοντισμένη μορφή του ελαϊκού οξέος)

Κεκορεσμένο C16

Μono-ακόρεστο C18
cis



U-shape
Αραχιδονικό

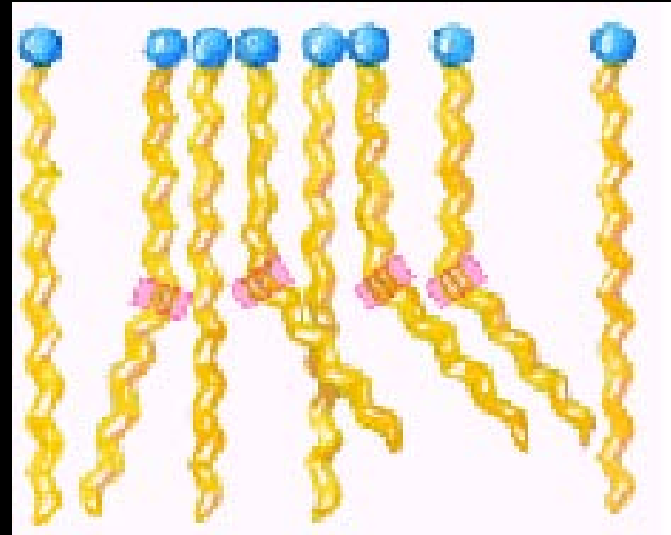
Ιοντισμένα σε φυσιολογικό pH
Κάμψη της αλυσίδας με *cis* δεσμό
(όχι όμως με *trans* δεσμό)

Trans λιπαρά οξέα μόνο συνθετικά (με μερική υδρογόνωση πολυακόρεστων)
[π.χ. C18 *trans* (ελαϊδικό) στις μαργαρίνες]

Σημείο τήξεως – διαμόρφωση λιπαρών οξέων



Κεκορεσμένα
λιπαρά οξέα



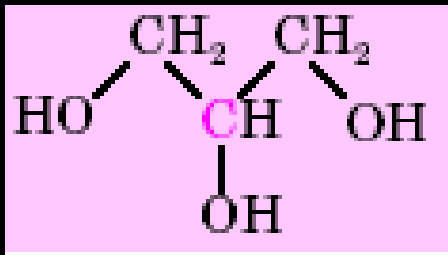
Μίγμα κορεσμένων και ακόρεστων
λιπαρών οξέων

Σημείο τήξεως εξαρτάται:

- 1) από το μήκος της αλυσίδας και
- 2) από τον αριθμό των διπλών δεσμών (επίσης *cis/trans*, διακλαδώσεις)
[π.χ. T_m 18:1 (ελαϊκού) = 13,4 °C - T_m 18:0 (στεατικού) 69,6 °C]

Τριγλυκερίδια (ή τρι-άκυλο γλυκερόλες)

Γλυκερόλη

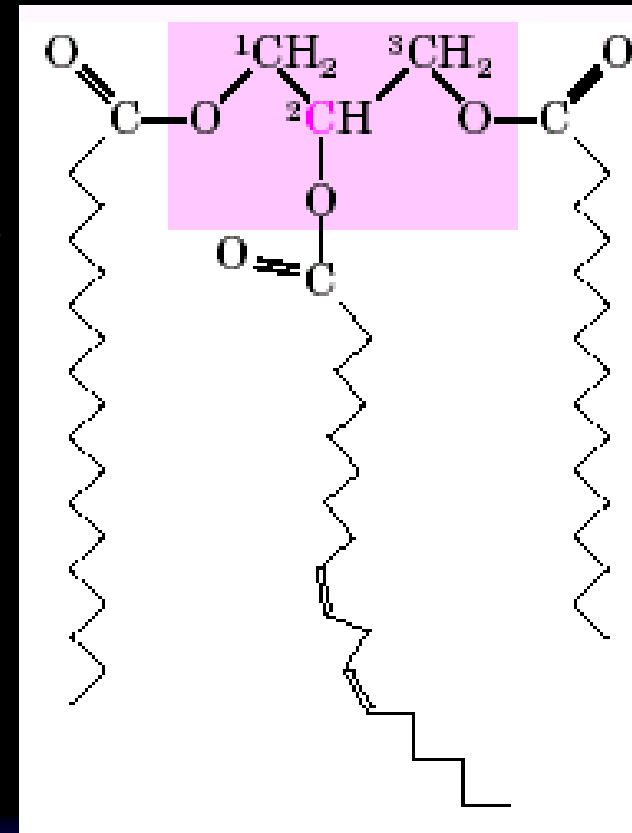


+ 3 Λιπαρά οξέα \longrightarrow
(ίδια ή διαφορετικά)

Τριγλυκερίδιο

Με εστερικούς δεσμούς

1-στεαρύλο-
2-λινελοϋλο-
3-παλμιτύλο-
γλυκερόλη



Λιπάσες (ένζυμα) διασπούν τα τριγλυκερίδια στα συστατικά τους λιπαρά οξέα

Λιπαρά οξέα στον ανθρώπινο οργανισμό

❖ Συνήθως συνδεδεμένα :

❖ ως τριγλυκερίδια (στον λιπώδη ιστό ή στις λιποπρωτεΐνες του περιφερικού αίματος) ή

❖ σε πολικά λιπίδια μεμβρανών

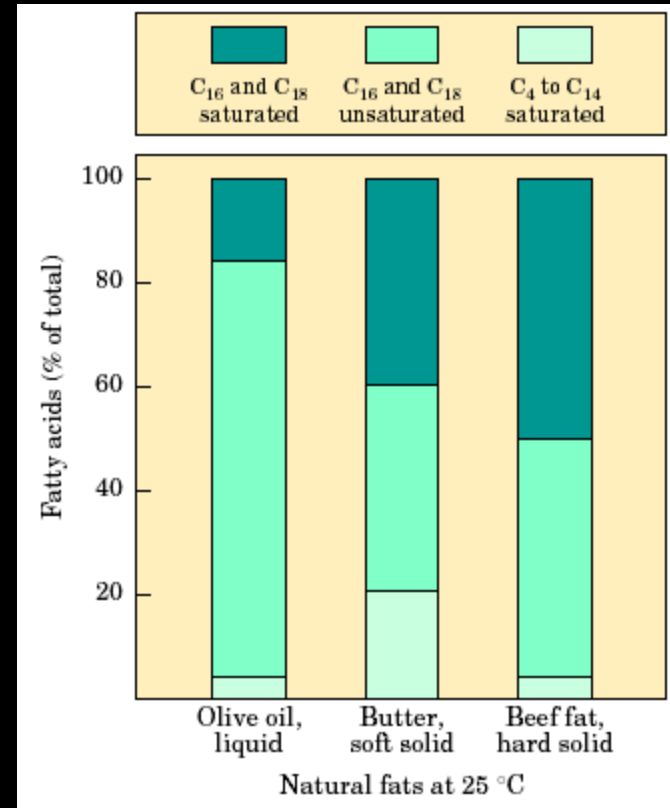
❖ Σε μικρές συγκεντρώσεις ανευρίσκονται ως ελεύθερα λιπαρά οξέα και τότε συνδέονται με αλβουμίνη (10 FFA/albumin). Υψηλότερες συγκεντρώσεις σε παθολογικές καταστάσεις

Παραδείγματα για το σημείο τήξεως τριγλυκεριδίων



Τη τριγλυκεριδίων φάλαινας ~31 °C

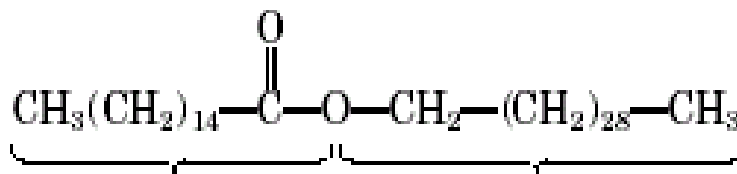
Βουτιά στα 3000 μέτρα για τροφή



Αναλογία λιπαρών οξέων
στα τριγλυκερίδια της τροφής

Κηροί

(εστέρες ανώτερων λιπαρών οξέων με ανώτερες αλκοόλες)

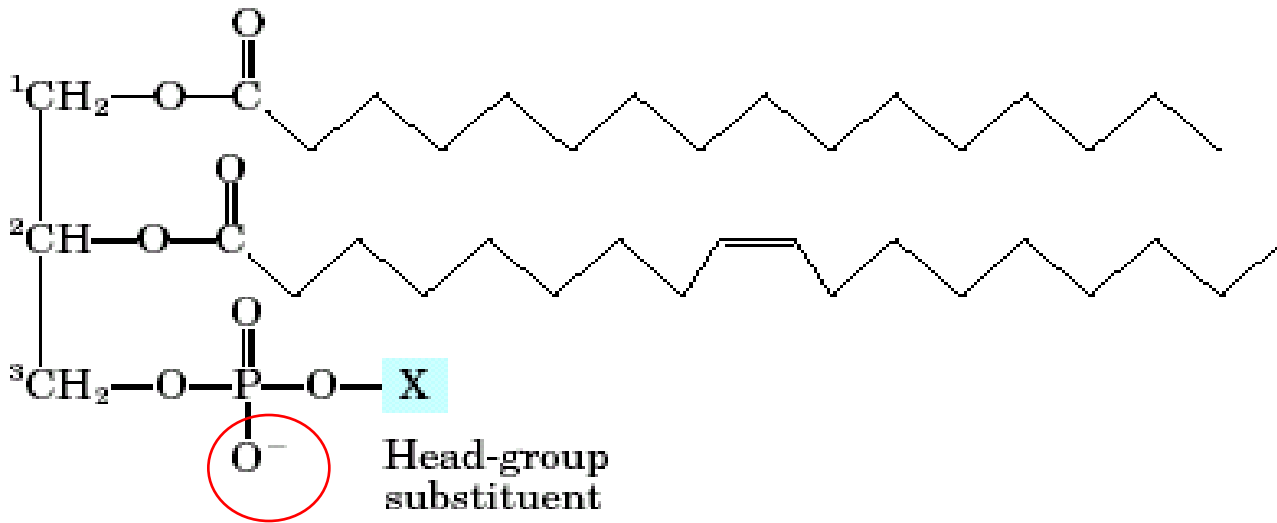


Παλμιτικό οξύ 1-Τριακοντανόλη

Εξήγηση ταξινόμησης πολικών λιπιδίων

- ❖ Με βάση το σκελετό
 - ❖ Σκελετός γλυκερόλης
 - ❖ Σκελετός σφιγγοσίνης
- ❖ Με βάση την παρουσία φωσφορικού ή υδατάνθρακα
- ❖ Με βάση το είδος του δεσμού
 - ❖ Φωσφοδιεστερικός
 - ❖ Αιθερικός
 - ❖ Αμιδικός
 - ❖ Γλυκοζιτικός

Γλυκερινούχα φωσφολιπίδια



Θέση 1: κεκορεσμένο
π.χ. παλμιτικό

Θέση 2: ακόρεστο
π.χ. ελαιϊκό

Σκελετός γλυκερόλης - παρουσία φωσφορικού

Εάν $X = \text{H}$ τότε
φωσφατιδικό οξύ

Δημιουργία φωσφοδιεστερικού δεσμού

Αρνητικό φορτίο φωσφατιδικού οξέος -1 σε pH 7

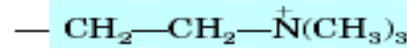
Γλυκερινούχα φωσφολιπίδια #2

Φορτίο
(pH 7)

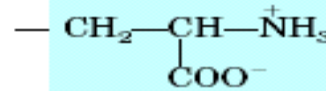
Φωσφατιδυλο-αιθανολαμίνη
Φωσφατιδύλο-χολίνη (λεκιθίνη)



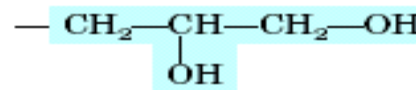
0



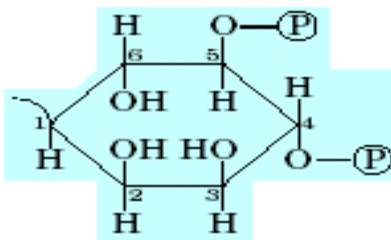
0



-1

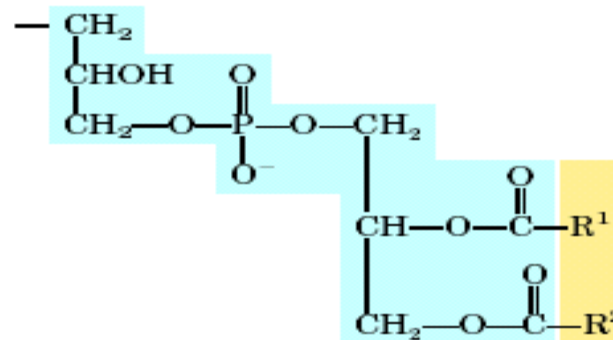


-1



-5

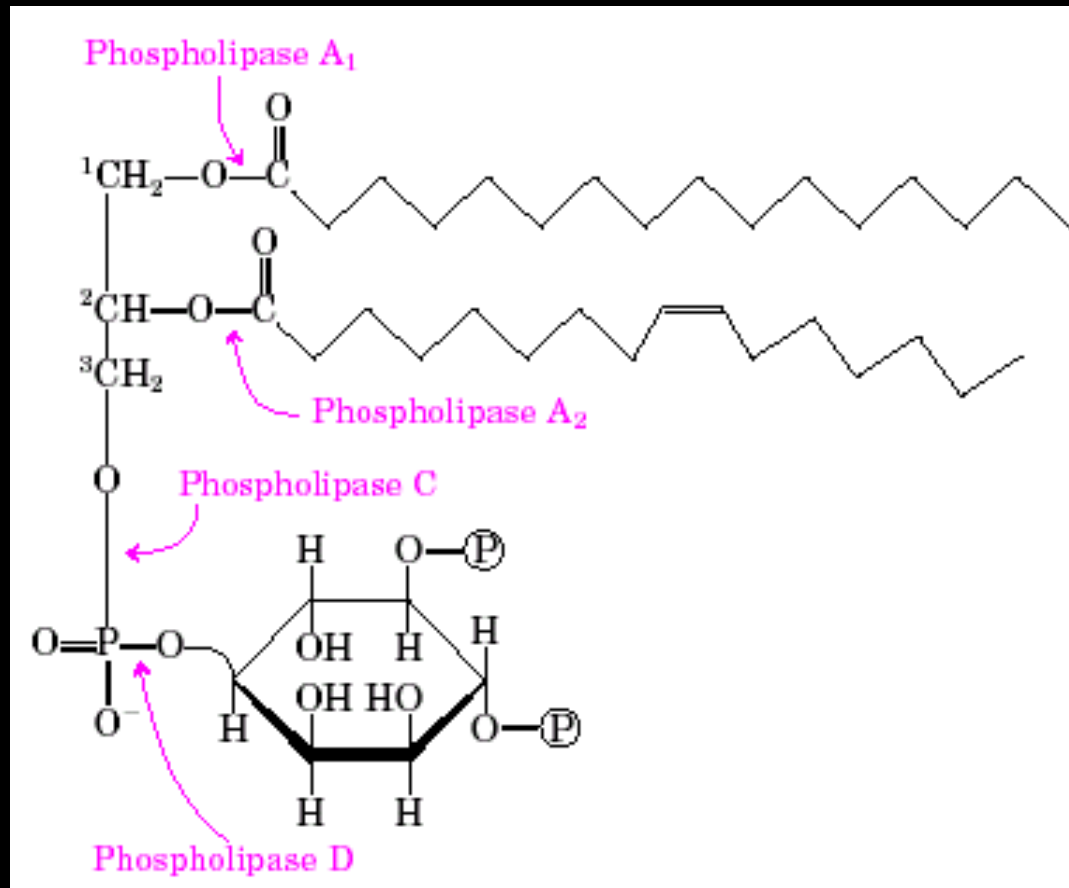
Φωσφατιδύλο-ινοσιτόλη 4,5 P
(κυκλική πολυαλκοόλη)



-2

Φωσφατιδύλο-φωσφατιδύλο
γλυκερόλη (Καρδιολιπίνη)

Διάσπαση φωσφολιπιδίων στα λυσοσώματα



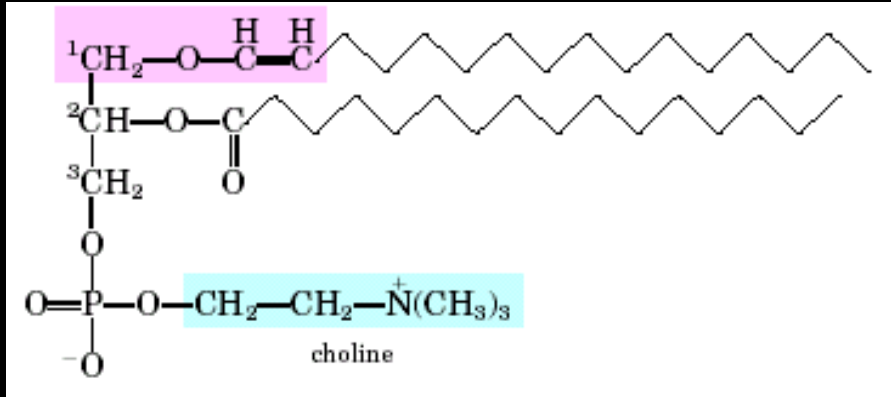
Remodeling
φωσφολιπιδίων



Δηλητήρια φιδιών: φωσφολιπάσες που προκαλούν «λύση» μεμβρανών των ερυθροκυττάρων και λυσο-φωσφολιπίδια

Γλυκερινο-φωσφο αιθερολιπίδια

Αιθερικός δεσμός με αλκένιο



Πλασμαλογόνο

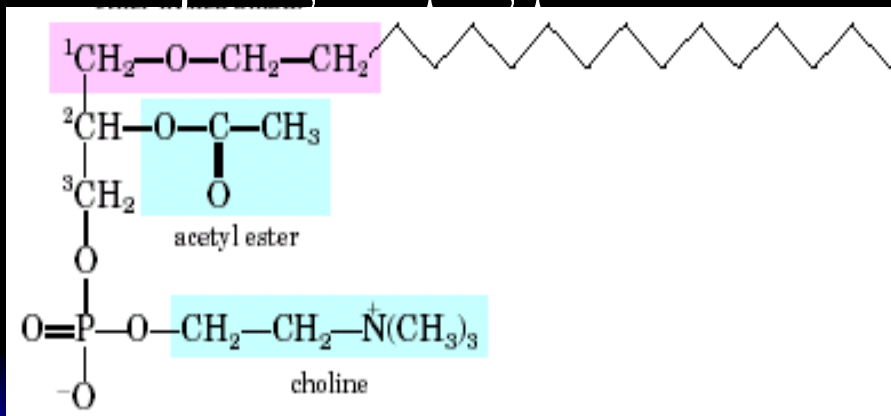
Ο αιθερικός δεσμός πιο ισχυρός έναντι :

- φωσφολιπασών,
- υψηλής T,
- χαμηλού pH,
- υψηλής αλατότητας

Μεγάλο ποσοστό

στην καρδιά και στα αρχαιοβακτήρια

Αιθερικός δεσμός με αλκάνιο

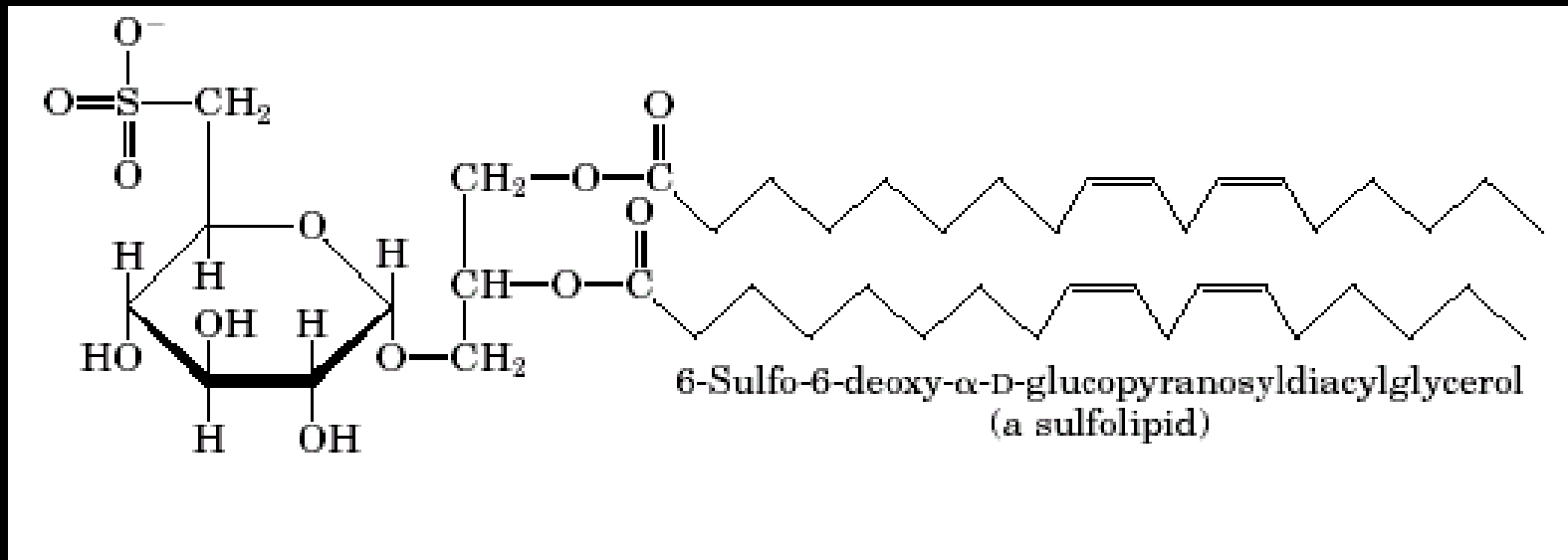


PAF (Platelet Activating Factor)

Υδατοδιαλυτό μόριο με ρόλο:

- στη φλεγμονώδη αντίδραση,
- στην ενεργοποίηση αιμοπεταλίων
- στην αλλεργική αντίδραση κλπ

Γλυκερινο- γλυκο- ή/και θειο- λιπίδια



Γλυκο- ομάδα (γλυκόζη ή γαλακτόζη) σε γλυκοζιτικό δεσμό

Γαλακτολιπίδια με 1 ή 2 μόρια γαλακτόζης

Πλειοψηφία λιπιδίων στη βιόσφαιρα (κυρίως στα φυτά)

Δεν έχουν φωσφορική ομάδα

Σφιγγολιπίδια

Από τη Σφίγγα λόγω του αινιγματικού τους ρόλου (αρχικά)



Σκελετός: η αμινοαλκοόλη σφιγγοσίνη (όχι γλυκερόλη)

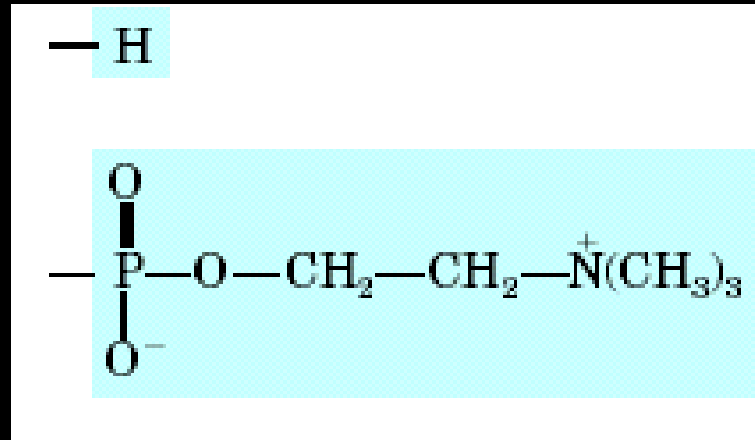
Παρουσία αμιδικού δεσμού με λιπαρό οξύ

Φωσφοδιεστερικός ή γλυκοζιτικός δεσμός στη θέση 1

Κεραμίδια και Σφιγγοφωσφολιπίδια

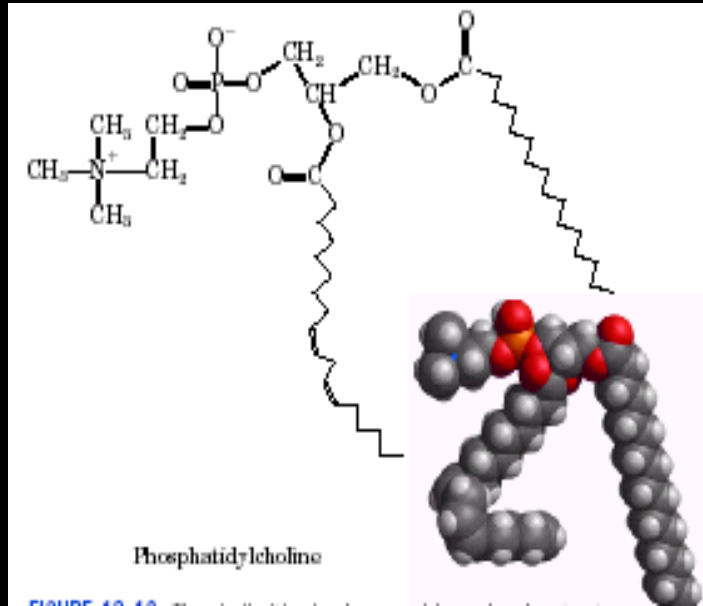
Κεραμίδιο
(όταν $X = H$)

Σφιγγομυελίνη
(όταν $X = \text{φωσφοχολίνη}$
ή φωσφοαιθανολαμίνη)

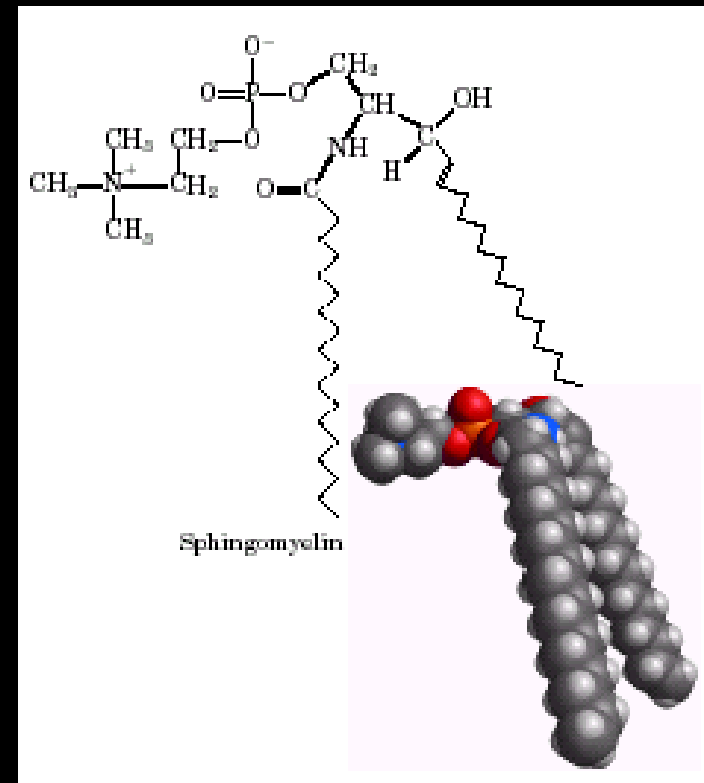


Σφιγγομυελίνη στα μυελινικά έλυτρα των νευρονικών αξόνων

Σύγκριση δομής γλυκερο- και σφιγγο- φωσφολιπιδίου



Φωσφατιδυλο-χολίνη



Σφιγγομυελίνη

Γλυκο- σφιγγολιπίδια

Κερεβροζίδια

όταν X = γλυκόζη

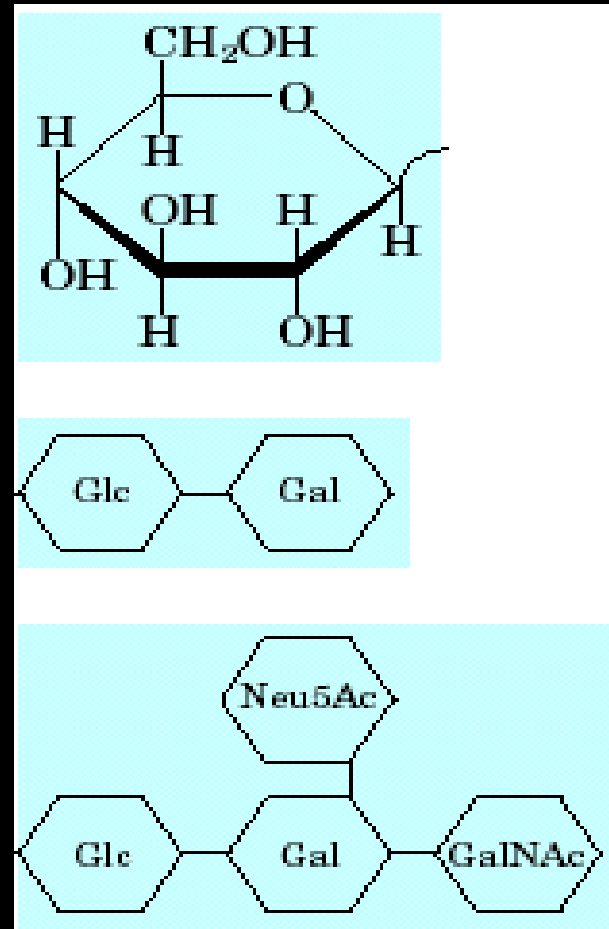
Ή X = γαλακτόζη
(στον εγκέφαλο)

Γλοβοσίδια

Όταν X = δι-, τρι-
ή τετρα-σακχαρίτης

Γαγγλιοζίτες GM, D, T ή Q

Όταν X = σιαλικό οξύ
(Neu5Ac ή NANA)
στα γάγγλια ΚΝΣ



Ουδέτερα

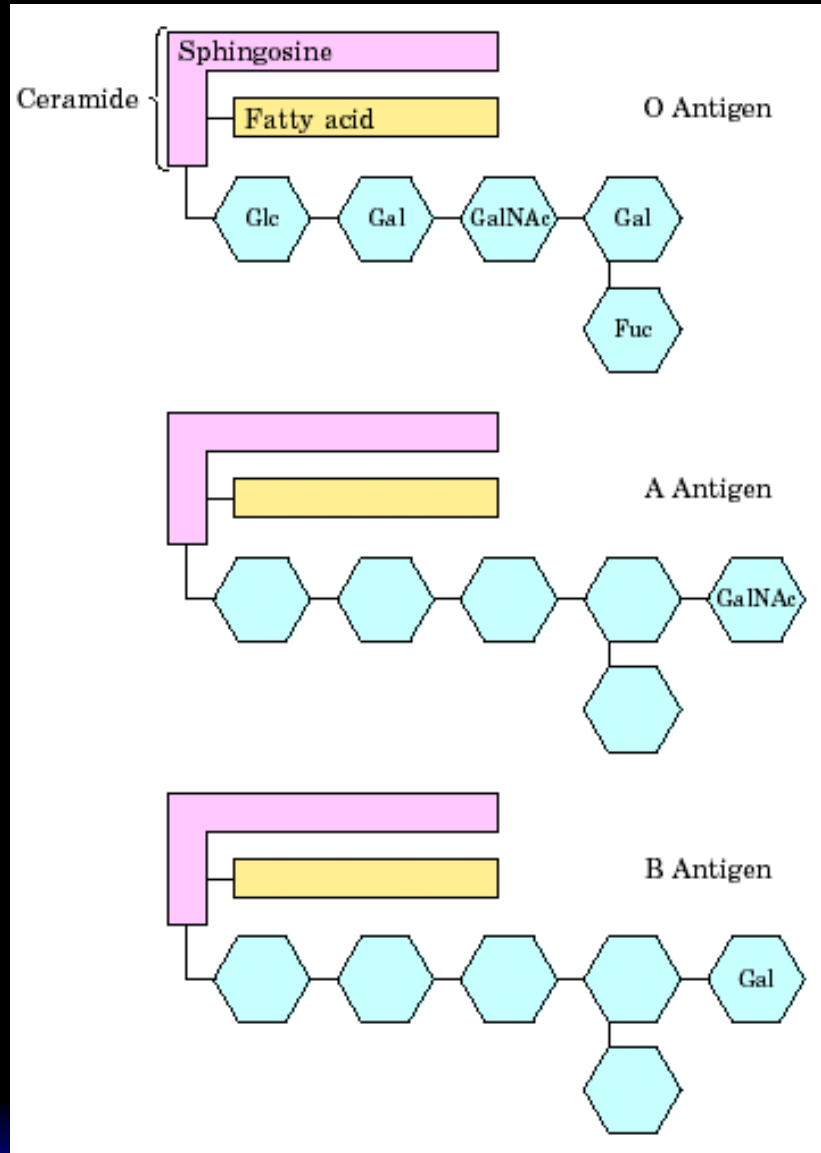
→ Όξινα

Ενίοτε και με θειο- ομάδα



Γλυκοσφιγγολιπίδια στις ομάδες αίματος

O (45%)



A (40%)

B (10%)

AB (5%)

B σπάνιο

Γαγγλιοζίτες στην εξωτερική επιφάνεια μεμβρανών

Σημεία αναγνώρισης κυττάρων ή τοξινών (π.χ. B υπομονάδας τοξίνης της χολέρας από γαγγλιοζίτη GM1 στα εντερικά κύτταρα)

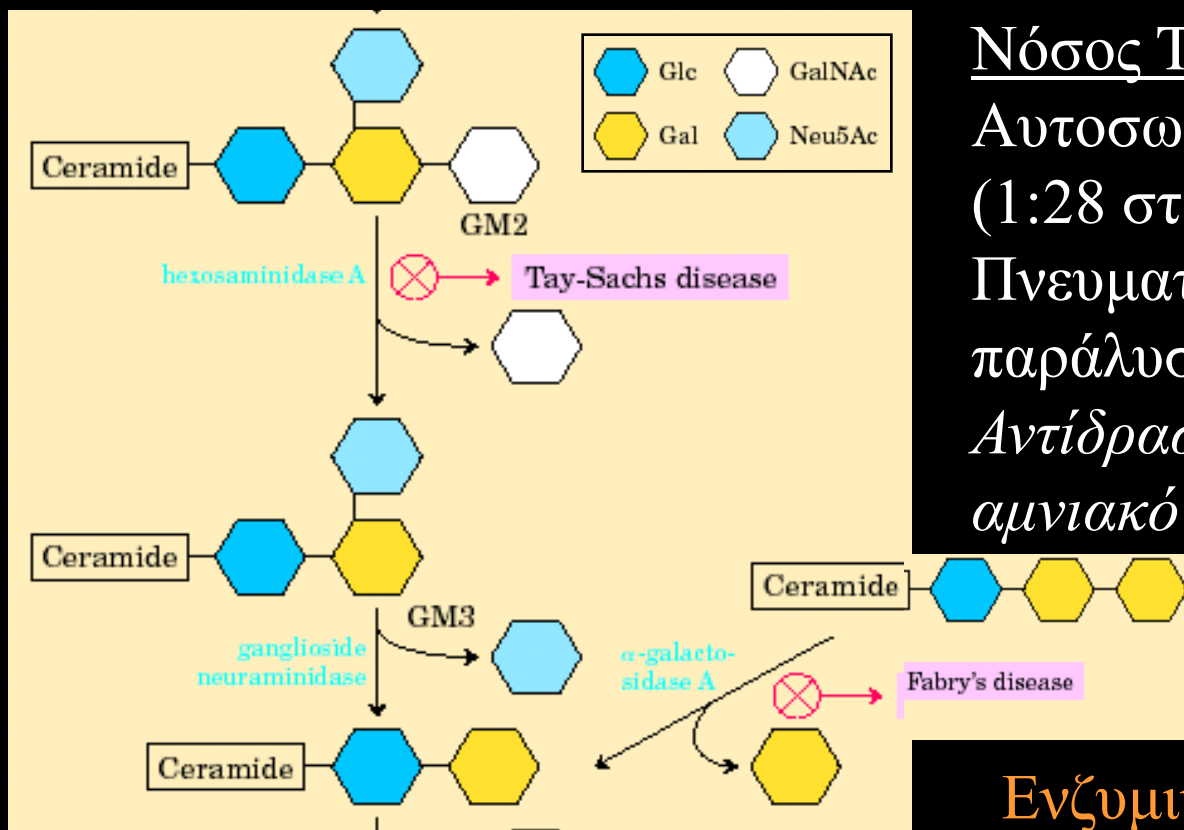
Ρόλος στην απόπτωση?

Υπεύθυνο: γονίδιο τρανσφεράσης



Λυσοσωματικά νοσήματα: Σφιγγολιπιδώσεις

συσσώρευση σφιγγολιπιδίων στα λυσοσώματα μακροφάγων ΔΕΣ
έλλειψη κυρίως υδρολασών



Νόσος Tay-Sachs:

Αυτοσωματικό υπολειπόμενο
(1:28 στους Εβραίους)

Πνευματική καθυστέρηση,
παράλυση, τύφλωση, θάνατος
Αντίδραση εξοζαμινιδάσης στο
αμνιακό υγρό ή DNA ανάλυση

Νόσος Fabry:

X-φυλοσύνδετο

Ενζυμική υποκατάσταση
γαλακτοζιδάσης

Στη νόσο Gaucher: ενζυμική υποκατάσταση γλυκοκερεβροσιδάσης
Αναιμία, θρομβοπενία, ηπατοσπληνομεγαλία, οστικός πόνος



Respiratory Distress Syndrome (RDS)

Σύνδρομο Αναπνευστικής Δυσχέρειας

Συνήθως σε πρόωρα νεογνά

Σημαντικός ο ρόλος της διπαλμιτύλο-λεκιθίνης ως επιφανειοδραστικού παράγοντα των πνευμόνων

Παραγωγή μεταξύ 28ης-32ης εβδομάδας κύησης

Μη παραγωγή: ατελεκτασία και κατάρρευση βρογχιολίων

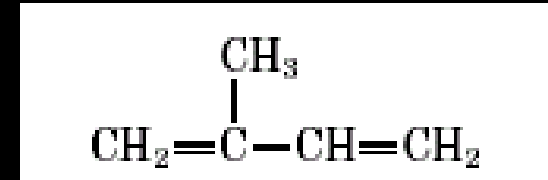
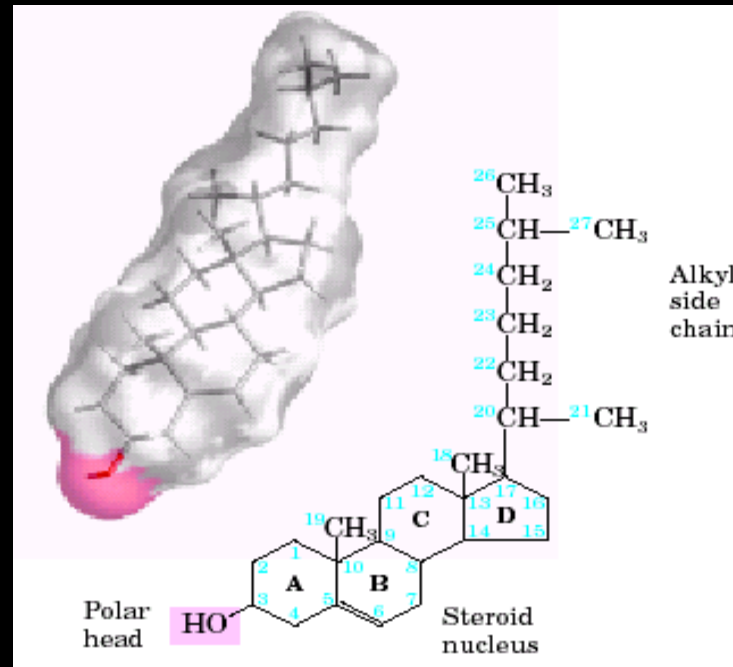
Έλεγχος στο αμνιακό υγρό του λόγου L/S (λεκιθίνης/σφιγγομυελίνης)
(φ.τ. >2)

Θεραπευτική προσέγγιση στη μητέρα με κορτικοστεροειδή ή στο νεογέννητο με μίγμα λεκιθίνης-δεκαεξανόλης-τυλοξαπόλης



Στερόλες

4 δακτύλιοι
(6+6+6+5)



Παράγωγα ισοπρενίου

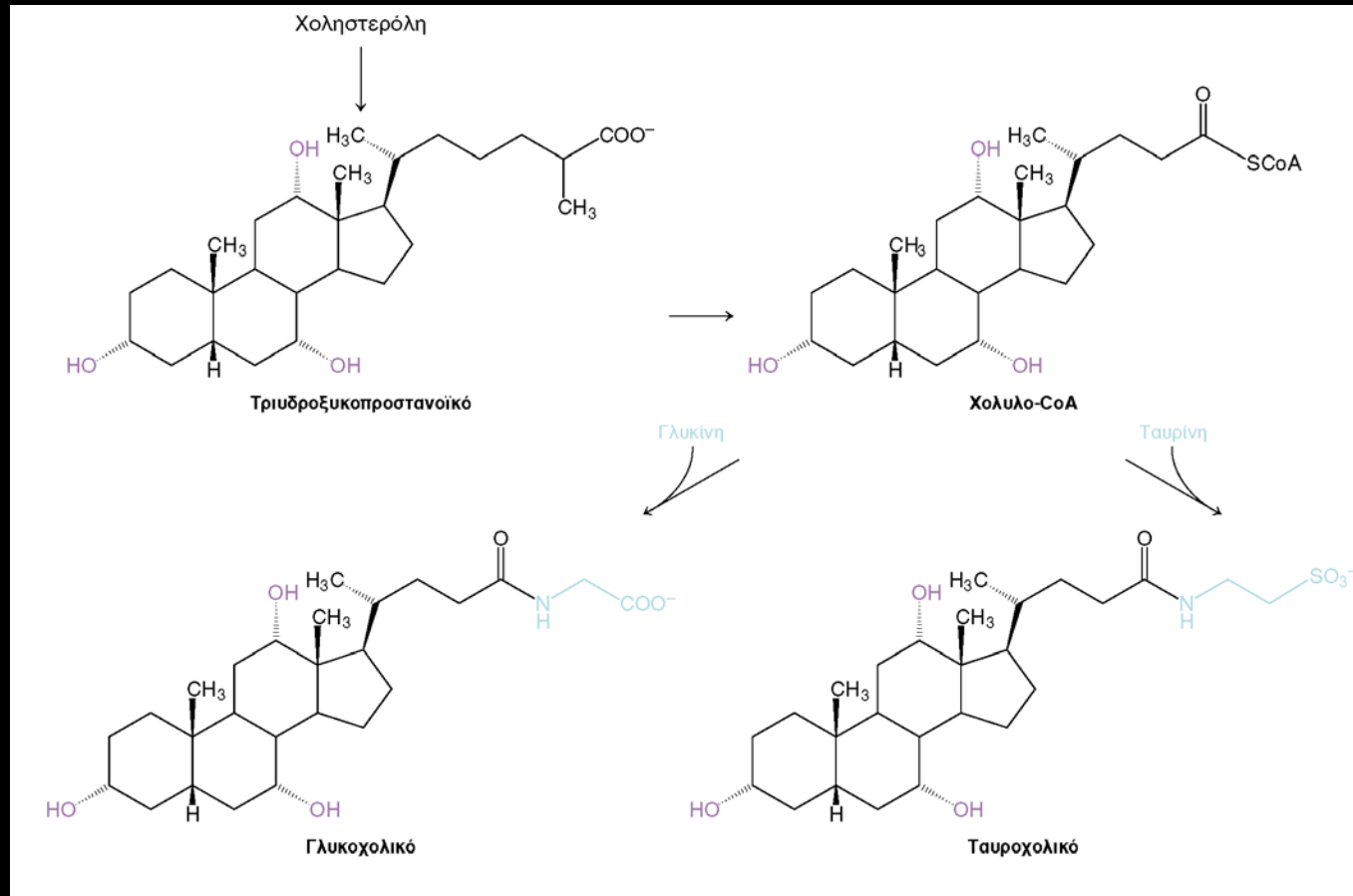
Δεν υπάρχει
στα βακτήρια

Χοληστερόλη
Εστέρες χοληστερόλης στο ήπαρ (ACAT)

Σημαντικός ρόλος στη μεμβράνη
Συσχέτιση λιπιδίων/λιποπρωτεϊνών με αθηρωμάτωση και
καρδιαγγειακά νοσήματα



Χολικά οξέα/άλατα



Χολικό
χηνοδεοξυχολικό

cis

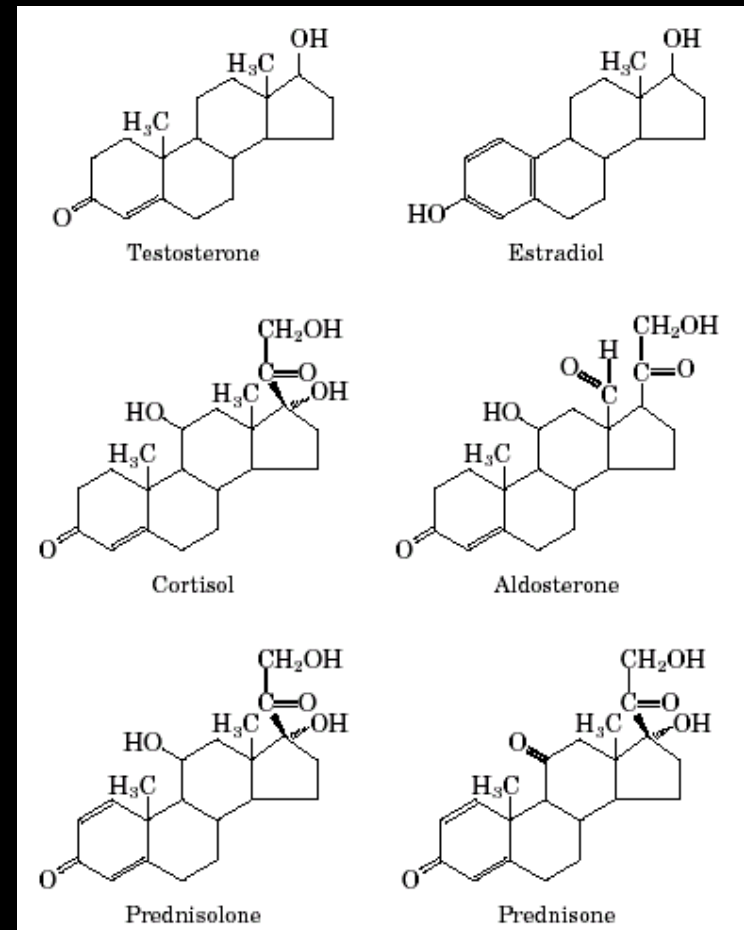
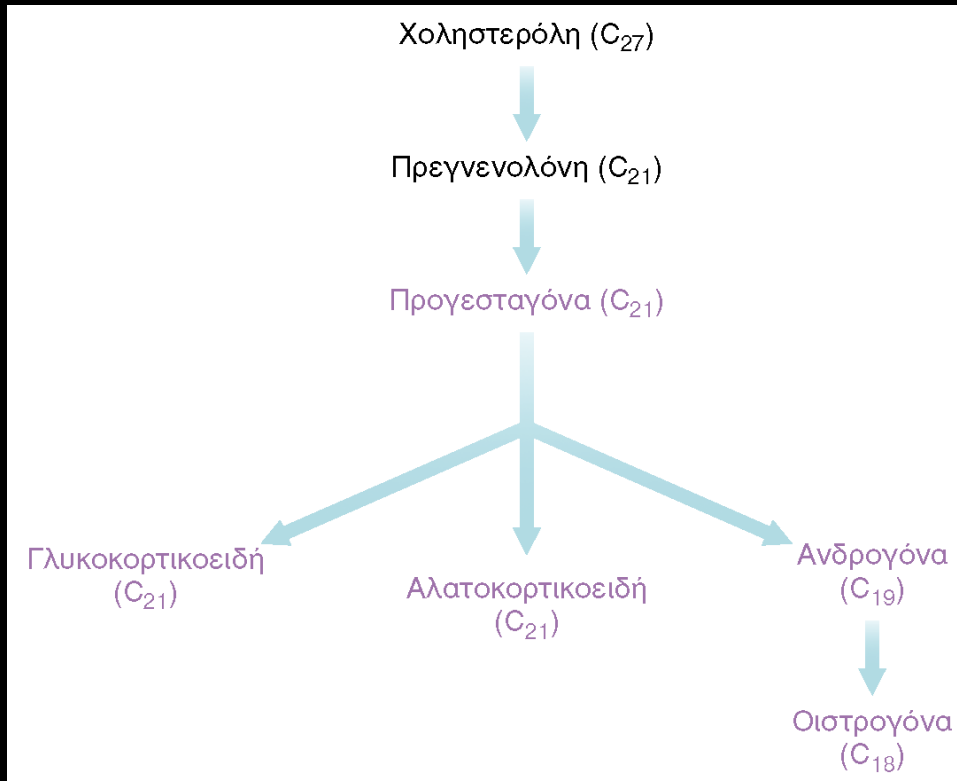
Σύνθεση στο ήπαρ και σύζευξη με γλυκίνη ή ταυρίνη, έκκριση / αποθήκευση στη χοληδόχο κύστη, δευτερογενή τροποποίηση στο έντερο

Εντεροηπατική κυκλοφορία:

επαναρρόφηση >95% στη πυλαία φλέβα (ασύζευκτα) 31



Στεροειδείς ορμόνες

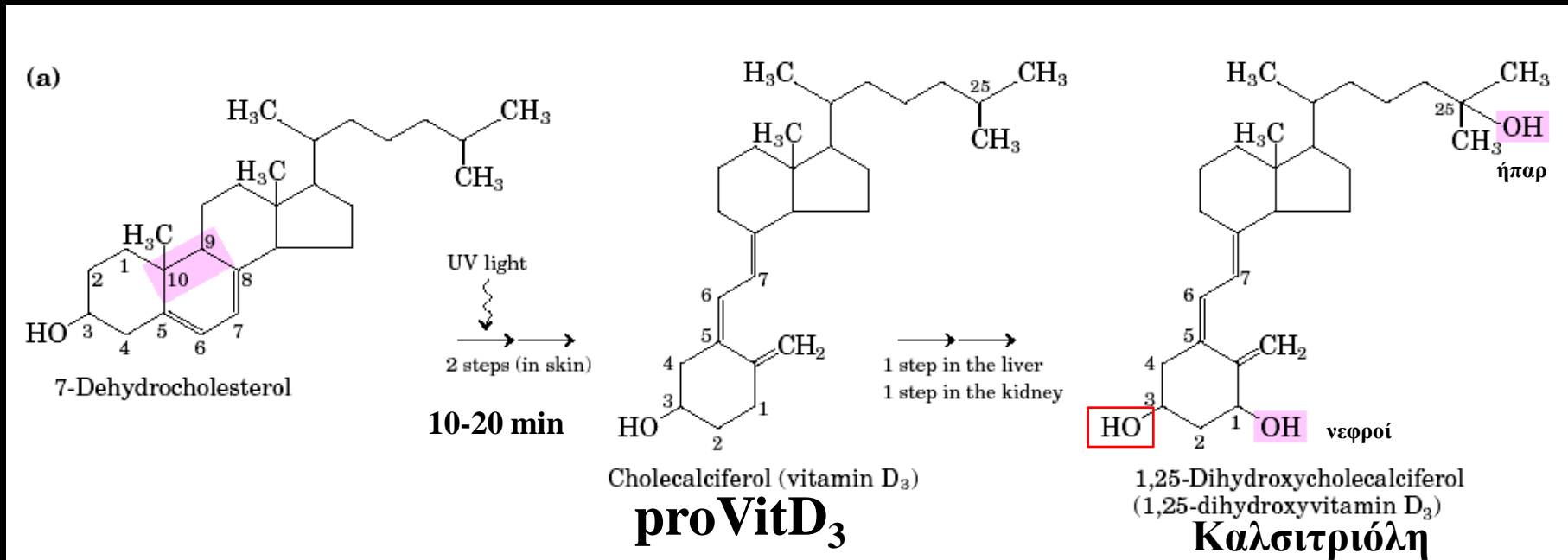


Συνθετικά →

Χωρίς αλκυλομάδα, οξειδωμένες μορφές της χοληστερόλης → πιο πολικές
Δραστικές σε χαμηλές C (nM), σε πυρηνικούς υποδοχείς



Βιταμίνη D



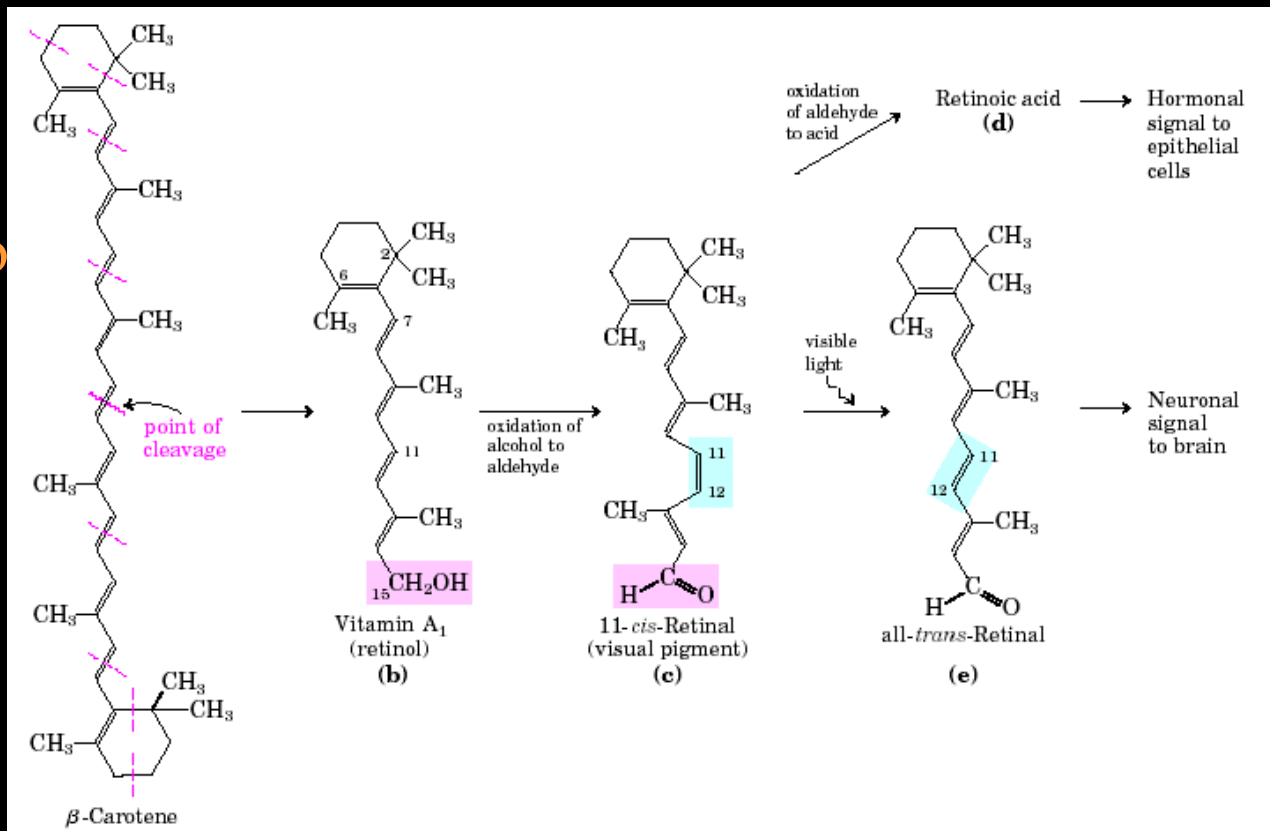
1,25 (OH)₂-D₃: **Ορμόνη** που δεσμεύεται σε πυρηνικούς υποδοχείς με ρόλο:
α) στη πρόσληψη ασβεστίου στο έντερο (επάγει calbindin) και
β) στη ρύθμιση των επιπέδων Ca²⁺ στο αίμα μέσω δράσεων στα νεφρά και τα οστά

Πρόληψη **ραχίτιδας** (παιδιά) και **οστεομαλάκυνσης** (ενήλικες)
Αγωγή: μουρουνέλαιο, ενισχυμένα τρόφιμα με proVitD₂³³



Βιταμίνη Α

λυκοπένιο



Δέρμα
 Επίδραση
 Ρετινοϊκού
 σε πυρηνικούς
 υποδοχείς
 RAR/RXR
 (ακμή
 και ρυτίδες)

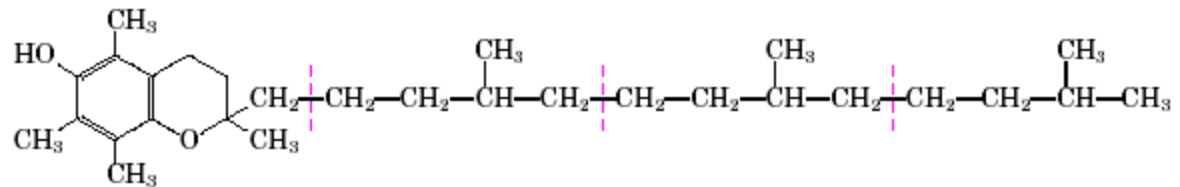
Διάσπαση καροτενίου με διοξυγενάση
 Με τρεις μορφές: αλκοόλη, αλδεΐδη, οξύ
 Σύνδεση ρετινάλης με οψίνη → ροδοψίνη

Ανεπάρκεια βιταμίνης Α: ξηροδερμία, νυχταλωπία, ξηροφθαλμία



Βιταμίνες Ε και Κ

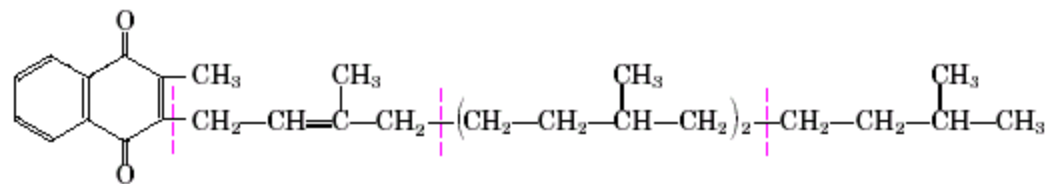
Vit E (τοκοφερόλη)
αντιοξειδωτική



Vit K: ρόλος στη
πήξη του αίματος

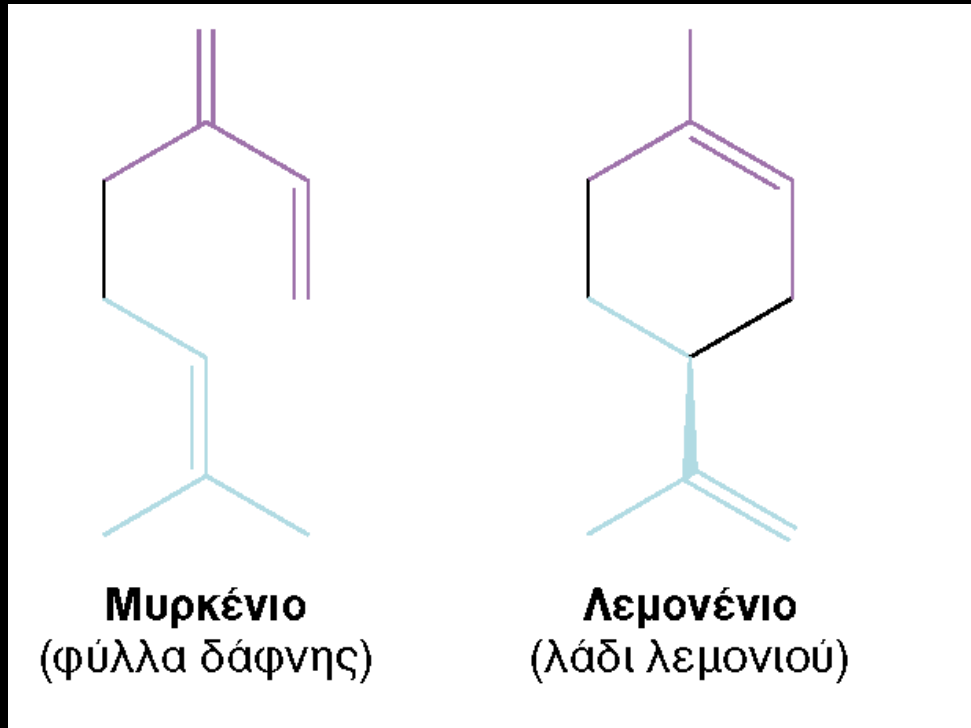
*Χορήγηση στα νεογνά
(ΗΠΑ)*

Ανταγωνιστής Vit K:
βαρφαρίνη

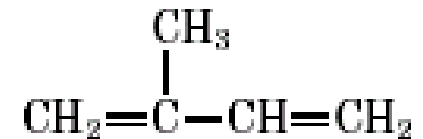


Τερπένια

Πτητικές ενώσεις που «τέρπουν» με το χρώμα ή την οσμή τους



Παράγωγα ισοπρενίου:

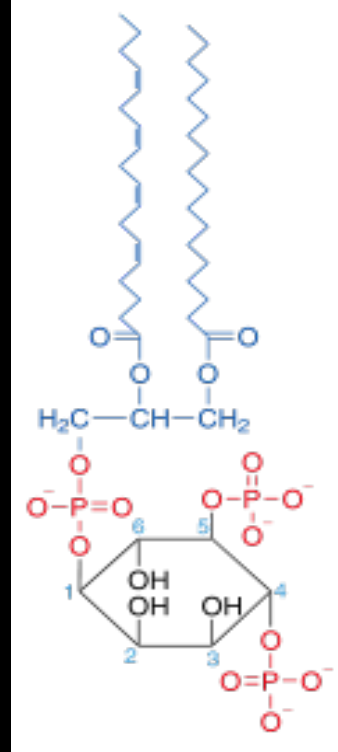


Αλκοολούχα παράγωγα: Γερανιόλη, μενθόλη

Δεσμεύονται σε 7TM υποδοχείς γεύσης ή οσμής

Ενδοκυττάρια σηματοδότηση

PI → 4,5 P-Φωσφατιδύλο-ινοσιτόλη (**PIP₂**)
(στη κυτταροπλασματική πλευρά της μεμβράνης)



Φωσφολιπάση C

Ινοσιτόλη 1,4,5 P (**IP₃**)
υδατοδιαλυτή

Δι-άκυλο-γλυκερόλη (**DAG**)
μεμβρανική

Απελευθέρωση Ca⁺²

Ενεργοποίηση
πρωτεϊνικής κινάσης C



Κλινική σημασία εικοσανοειδών

Δεν αποθηκεύονται

Αυτοκρινής και παρακρινής δράση σε υποδοχείς 7TM (πολύ μικρό $t_{1/2}$)

Προσταγλανδίνες (αρχικά νόμιζαν ότι εκκρίνονται από τον προστάτη):

- μεσολαβητές φλεγμονής (ρευματοειδή αρθρίτιδα, ψωρίαση κλπ)
- ρυθμίζουν τη θερμοκρασία σώματος (πυρετός) και τον πόνο
- συστολή λείων μυϊκών κυττάρων της μήτρας κατά τον τοκετό
- αγγειοδιασταλτικές ή αγγειοσυσπαστικές: ρύθμιση πίεσης αίματος
- επάγουν τον ύπνο
- μεταφορά σιδήρου

PGA-I, E (ether-soluble), **F** (phosphate buffer-soluble)

1,2,3 : αριθμός διπλών δεσμών

α, β : διαμόρφωση

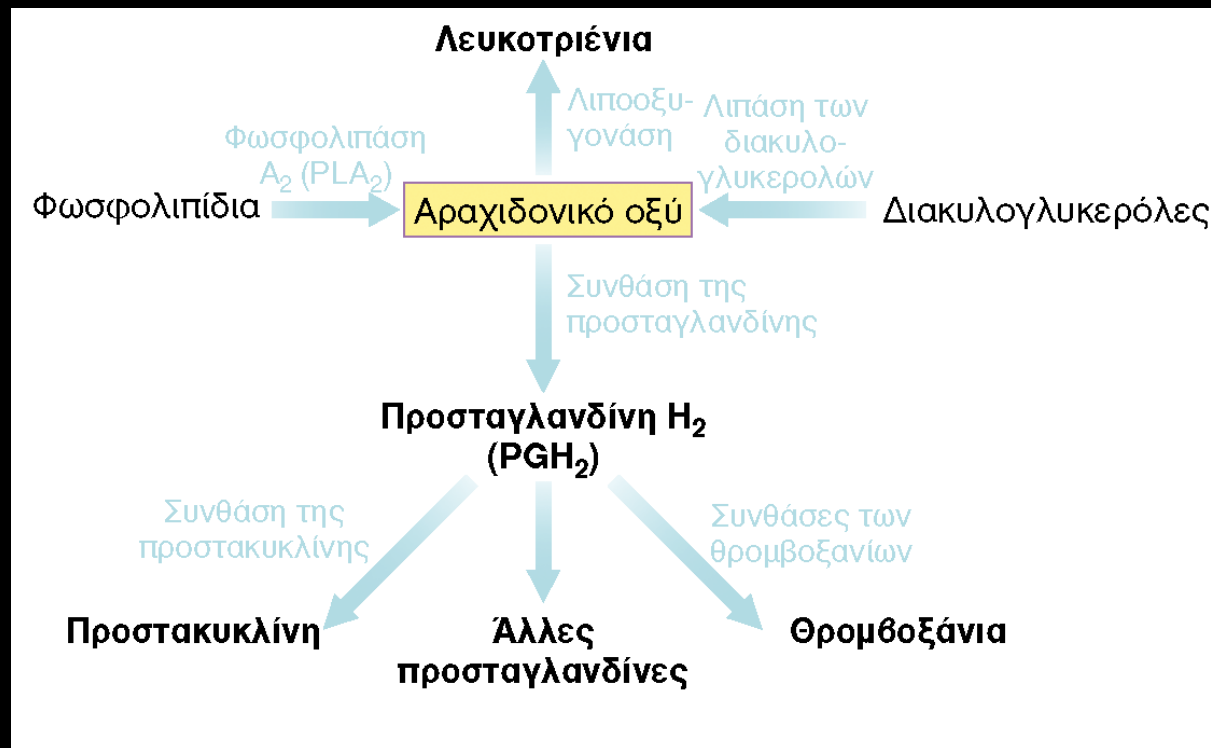
Ιασμονικό (ανάλογο της προσταγλανδίνης στα φυτά)

Εικοσανοειδή (C₂₀)

Προστανοειδή (Προσταγλανδίνες και θρομβοξάνες)

Εικοσιτετραενοϊκά υδροξυπερόξυ- ή υδρόξυ- (HETE ή HETE)

Επόξυεικοσιτριενοϊκά οξέα (EET), Λευκοτριένες (LT), Λιποξίνες (LX)



Απαραίτητη η λήψη λινολεϊκού (10 g) για τη σύνθεσή τους!



Αναστολή συνθάσης προσταγλανδίνης

Δύο δράσεις:

Κυκλοξυγενάση

Υπεροξειδάση

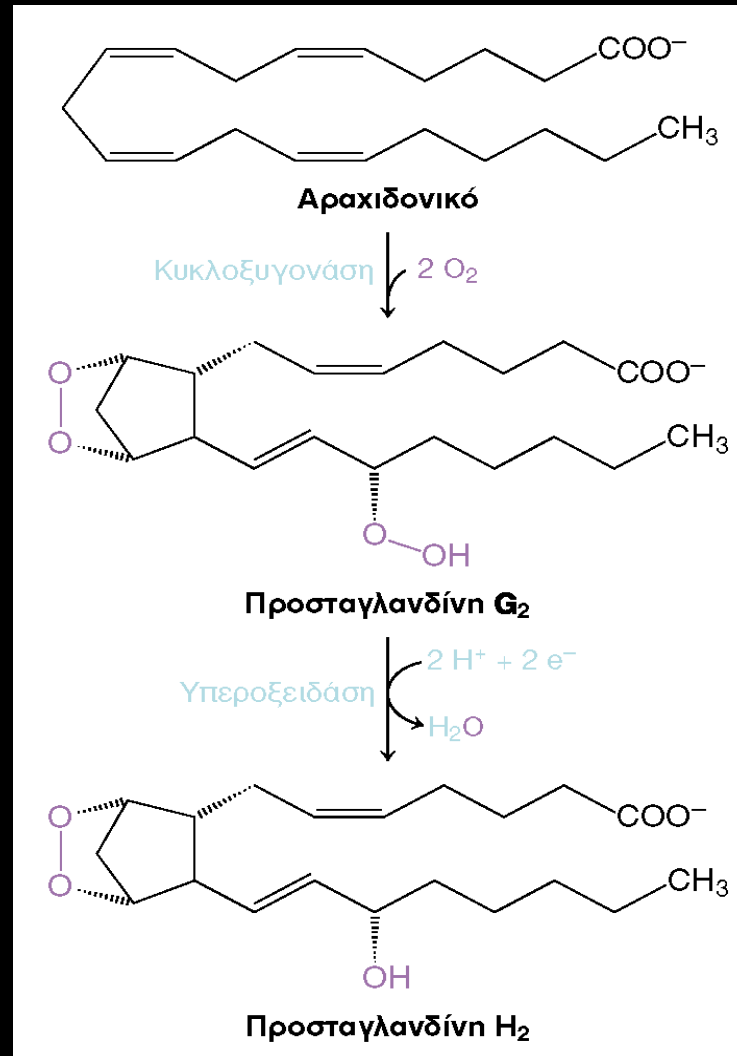
Δύο ισοένζυμα

κυκλοξυγενάσης:

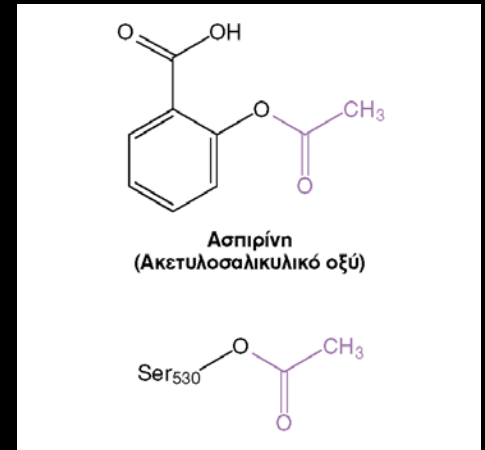
COX-1

COX-2

*COX-1 παράγει
προσταγλανδίνες
που ρυθμίζουν την
έκκριση βλέννης
στο στομάχι*



Αναστολή
κυκλοξυγενάσης
(COX) με ασπιρίνη

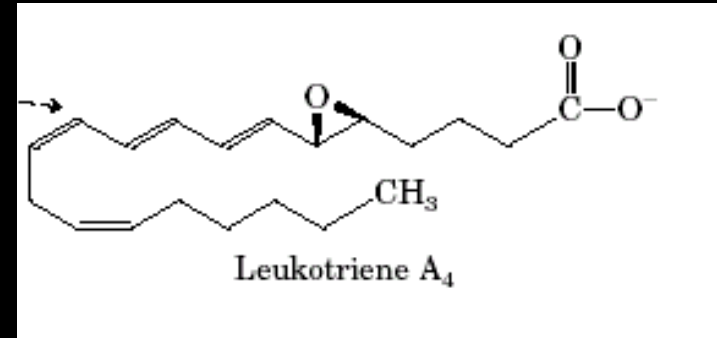
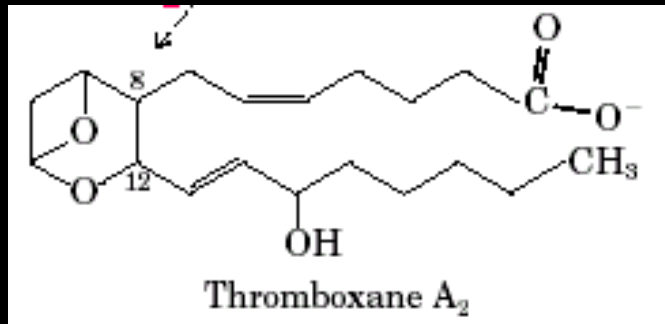


ή ιβουπροφαίνη
ή ακεταμινοφαίνη
ή μεφαιναμικό
ή εκλεκτικούς
αναστολείς της
COX-2 π.χ. Vioxx

Θρομβοξάνες:

(με δακτύλιο οξανίου)

Παράγονται από τα αιμοπετάλια και ρυθμίζουν την ενεργοποίηση τους και τη παραγωγή θρόμβου (αναστολή TxA_2 με ασπιρίνη)



Λευκοτριένια

(παράγονται από τα λευκά κύτταρα-3 διπλοί συζευγμένοι δεσμοί):

Δράση λιποξυγενάσης στο αραχιδονικό

Μεσολαβητές κατά την αλλεργία και την ασθματική κρίση

Αναστολή φωσφολιπάσης A_2 με κορτικοστεροειδή