

ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

I

WHAT IS LIFE?

*The Physical Aspect of the
Living Cell*

BY

ERWIN SCHRÖDINGER

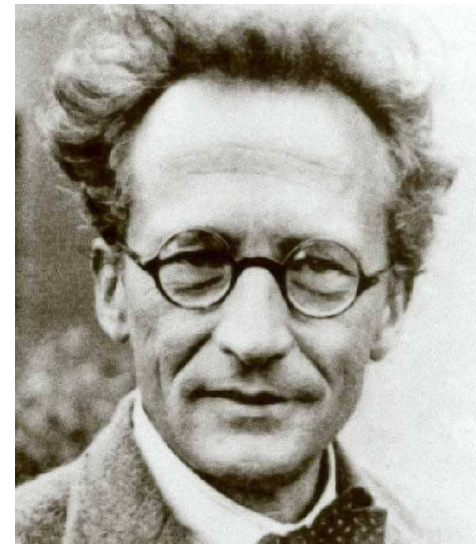
SENIOR PROFESSOR AT THE DUBLIN INSTITUTE FOR
ADVANCED STUDIES

*Based on Lectures delivered under the auspices of
the Institute at Trinity College, Dublin,
in February 1943*

CAMBRIDGE
AT THE UNIVERSITY PRESS
1944

«How can the events in space and time which take place within the spatial boundary of a living organism be accounted for by physics and chemistry?»

How do the fundamental laws of physics and chemistry converge to produce biological systems of seemingly ordered complexity



Ζωντανοί οργανισμοί

- Απαρτίζονται από κύτταρα
- Διατηρούν ομοιόσταση
- Μεταβολίζουν
- Αυξάνονται
- Αναπαράγονται
- Αντιδρούν σε ερεθίσματα
- Προσαρμόζονται στο περιβάλλον
- Οδηγούνται στο θάνατο

ΣΩΜΑ

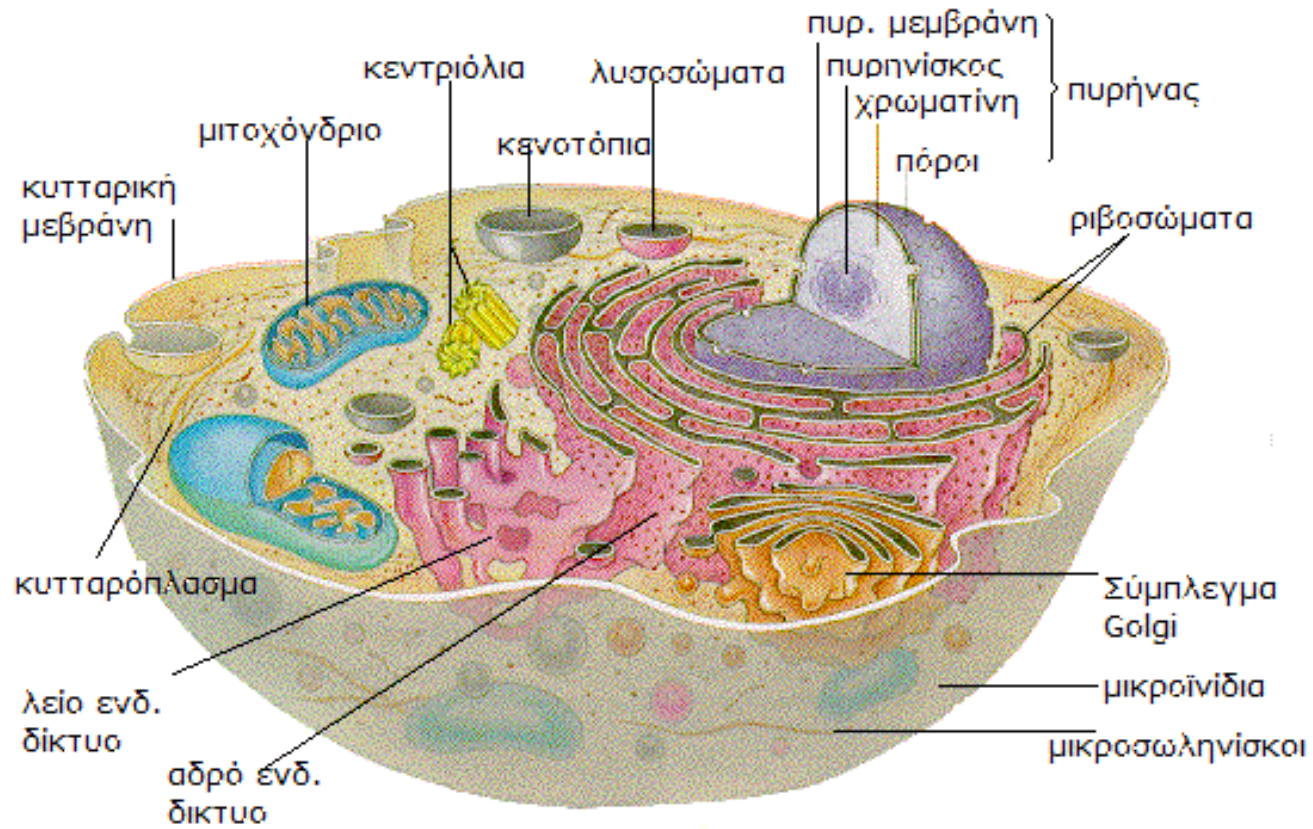
- 1. κύτταρα
- 2. μεσοκυττάρια ουσία
- 3. Υγρά συστατικά-αίμα, λέμφος, ΕΝΥ, μεσοκυττάρια υγρό

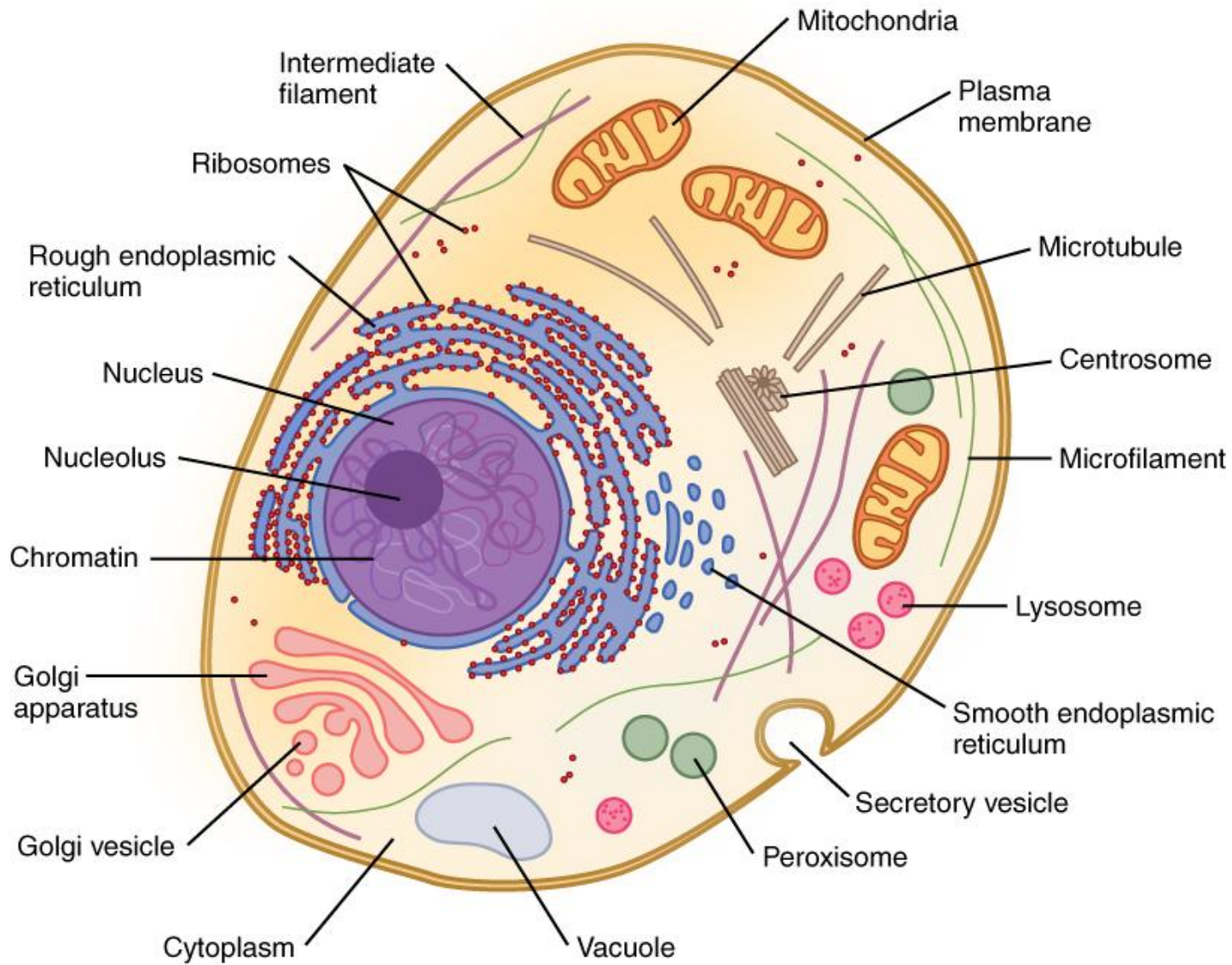
- **Κύτταρα:** η πιο μικρή μορφολειτουργική μονάδα ζωής
- **Ιστοί:** άθροισμα κυττάρων, που έχουν διαφοροποιηθεί με το ίδιο τρόπο, επιτελούν γενικά την ίδια λειτουργία και συνδέονται με την μεσοκυττάρια ουσία τους.
- **Όργανα:** άθροισμα ιστών, από τους οποίους ένα είναι ο κύριος ιστός από τον οποίο καθορίζεται η λειτουργία του οργάνου. Οι υπόλοιποι ιστοί βοηθούν στη λειτουργία και διατήρηση μορφής, στην προστασία και στη θρέψη του οργάνου.
- **Συστήματα:** είναι άθροισμα οργάνων που έχουν κοινή καταγωγή και συνδέονται μεταξύ τους ώστε συνολικά να επιτελούν κοινή λειτουργία.

Κύτταρο

- Διαφορετικό μέγεθος: 5-200nm
- Διαφορετική διάρκεια ζωής: λίγες μέρες (ουδετερόφιλα), όσο κι ο άνθρωπος (νευρώνες)
- Διαφορά σχήματος: μυϊκά - επιμήκη, νευρικά - πολύμορφα

Κύτταρο





ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ

Το όριο μεταξύ της έμβιας και της άβιας ύλης.

Το 1972, οι S. Singer και G. Nicholson θεμελίωσαν το μοντέλο του «**ρευστού μωσαϊκού**», σύμφωνα με το οποίο η μεμβράνη αποτελείται από μία διπλοστιβάδα **φωσφολιπιδίων** ανάμεσα στα οποία παρεμβάλλονται **πρωτεϊνικά** μόρια τα οποία, είτε βρίσκονται στην επιφάνεια της μεμβράνης, είτε βυθίζονται στο εσωτερικό της, είτε τη διαπερνούν κάθετα, σχηματίζοντας ένα είδος μωσαϊκού.

Σήμερα, είναι γενικά αποδεκτό ότι οι βιολογικές μεμβράνες δεν είναι ακίνητα στερεά χωρίσματα, αλλά πολύπλοκες δυναμικές δομές αποτελούμενες από λιπίδια και πρωτεΐνες που βρίσκονται σε **συνεχή κίνηση**.

Βιολογικές μεμβράνες

Περιβάλλουν το κύτταρο με τη μορφή κυτταροπλασματικής μεμβράνης και το οριοθετούν, διαχωρίζοντας το εσωτερικό του από το εξωκυττάριο περιβάλλον. Επιτρέπουν την πλευρική **διάχυση** των μεμβρανικών πρωτεϊνών, διευκολύνοντας την αύξηση, τη διαίρεση και την κινητικότητα του κυττάρου.

Ελέγχουν το είδος των ουσιών που **εισέρχονται και εξέρχονται** από το κύτταρο, χάρη στην εκλεκτική διαπερατότητα τους.

Εξειδικευμένα συστήματα μεταφοράς επιτρέπουν την ανταλλαγή θρεπτικών συστατικών και προϊόντων του μεταβολισμού.

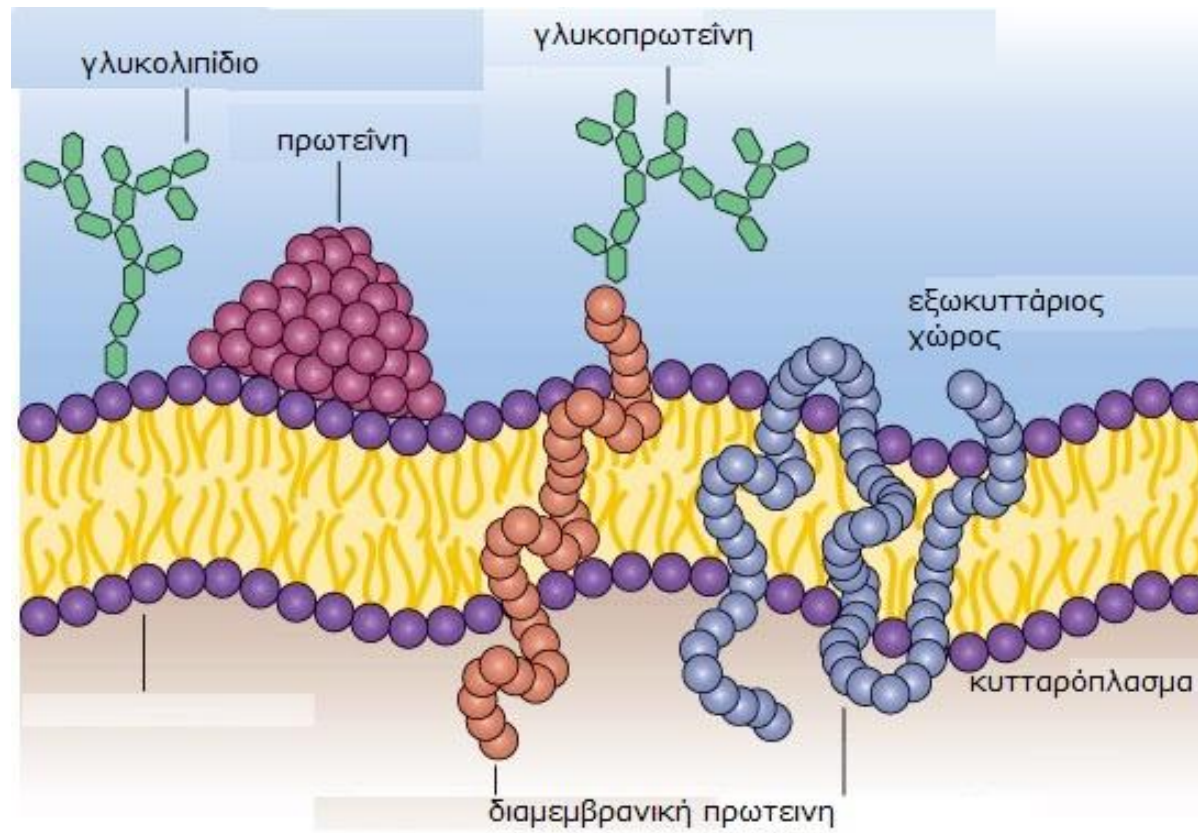
Εξασφαλίζουν τις απαραίτητες προϋποθέσεις για **ορισμένες ενζυμικές αντιδράσεις**, όπως η βιοσύνθεση φωσφολιπιδίων και η οξειδωτική φωσφορυλίωση.

Φέρουν στην επιφάνεια τους μοριακούς **υποδοχείς** για ουσίες-σήματα, παρέχοντας στο κύτταρο τη δυνατότητα επικοινωνίας με το περιβάλλον του.

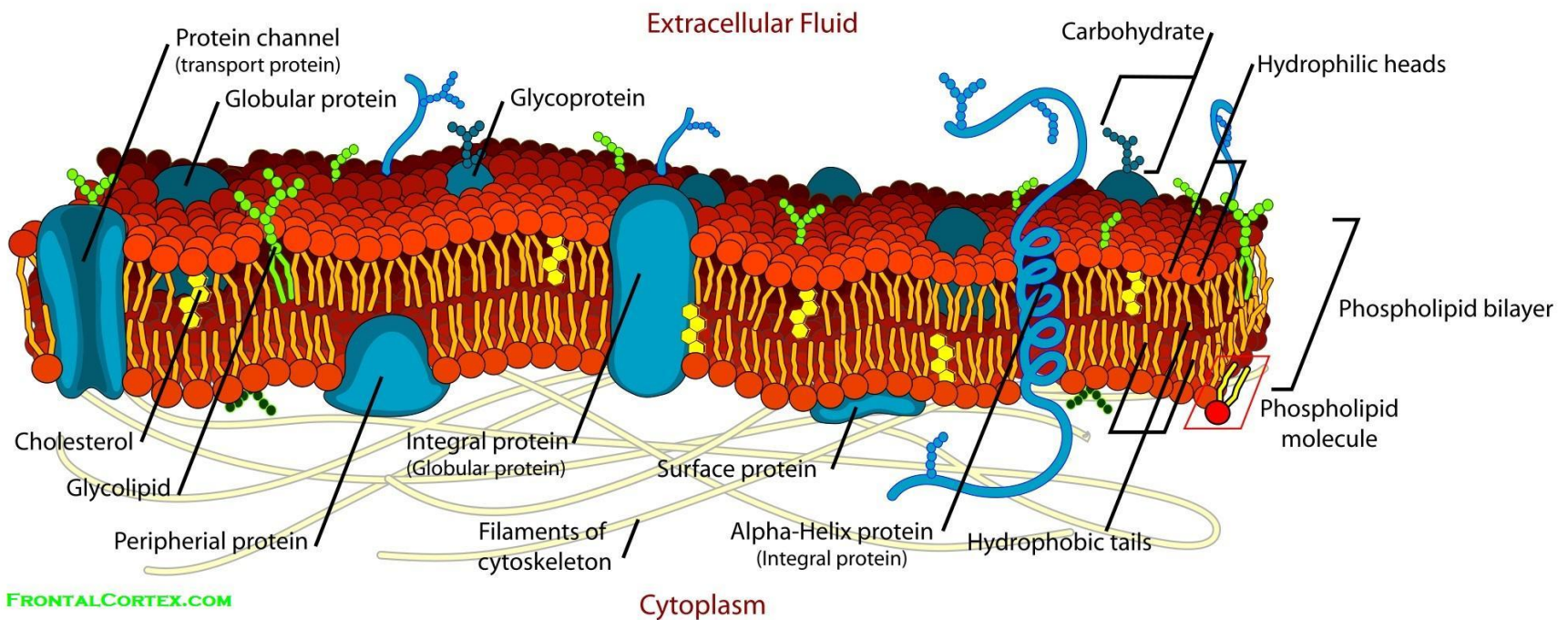
Οργανώνουν το εσωτερικό του κυττάρου σε **διαμερίσματα** με τη μορφή ενδοκυτταρικών μεμβρανών.

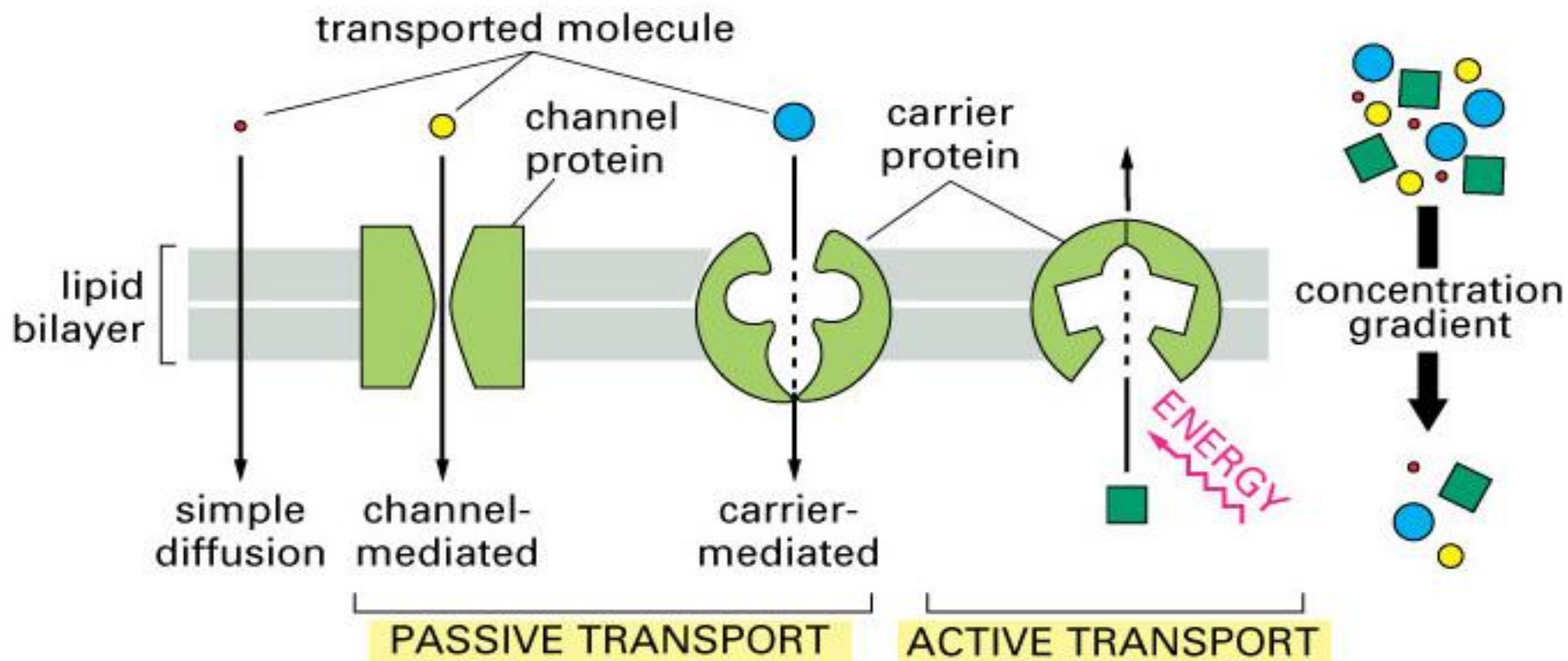
Οι μεμβράνες αυτές περιβάλλουν **οργανίδια και κυστίδια**, υποδιαιρώντας το κύτταρο σε ξεχωριστούς χώρους αντιδράσεων.

Κυτταρική μεμβράνη

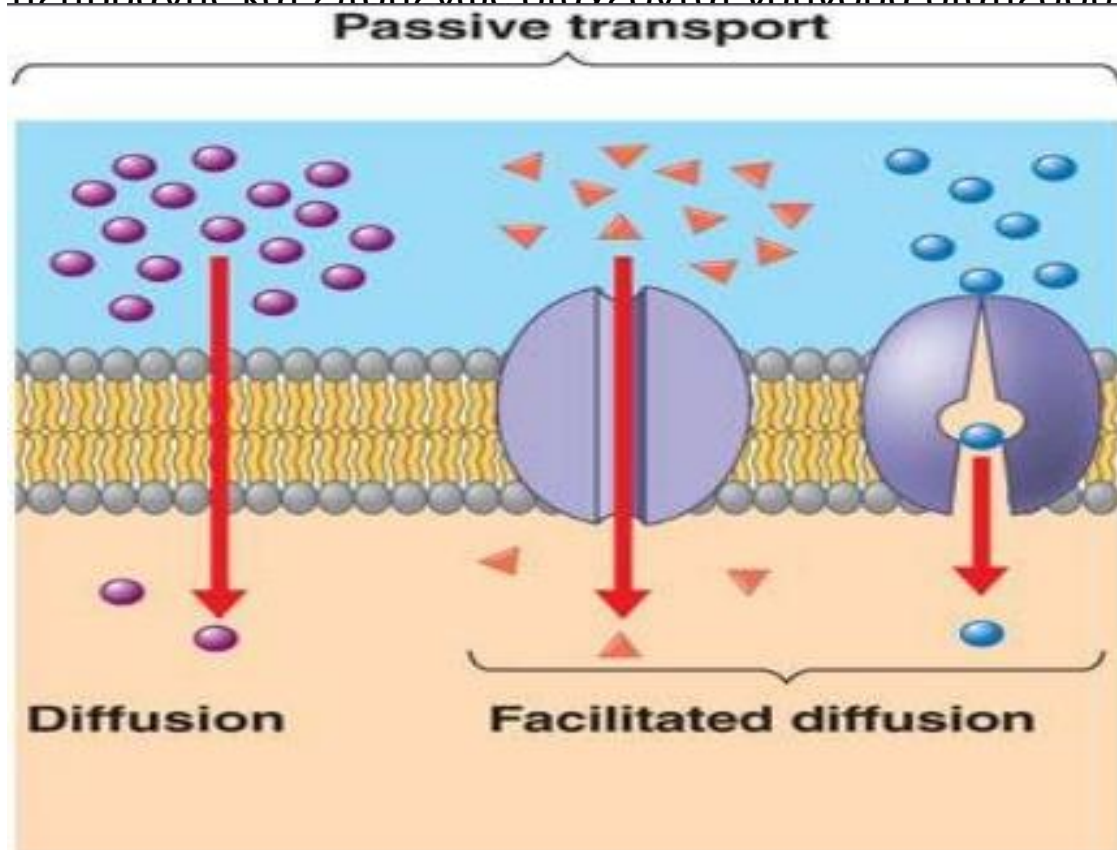


Κυτταρική μεμβράνη

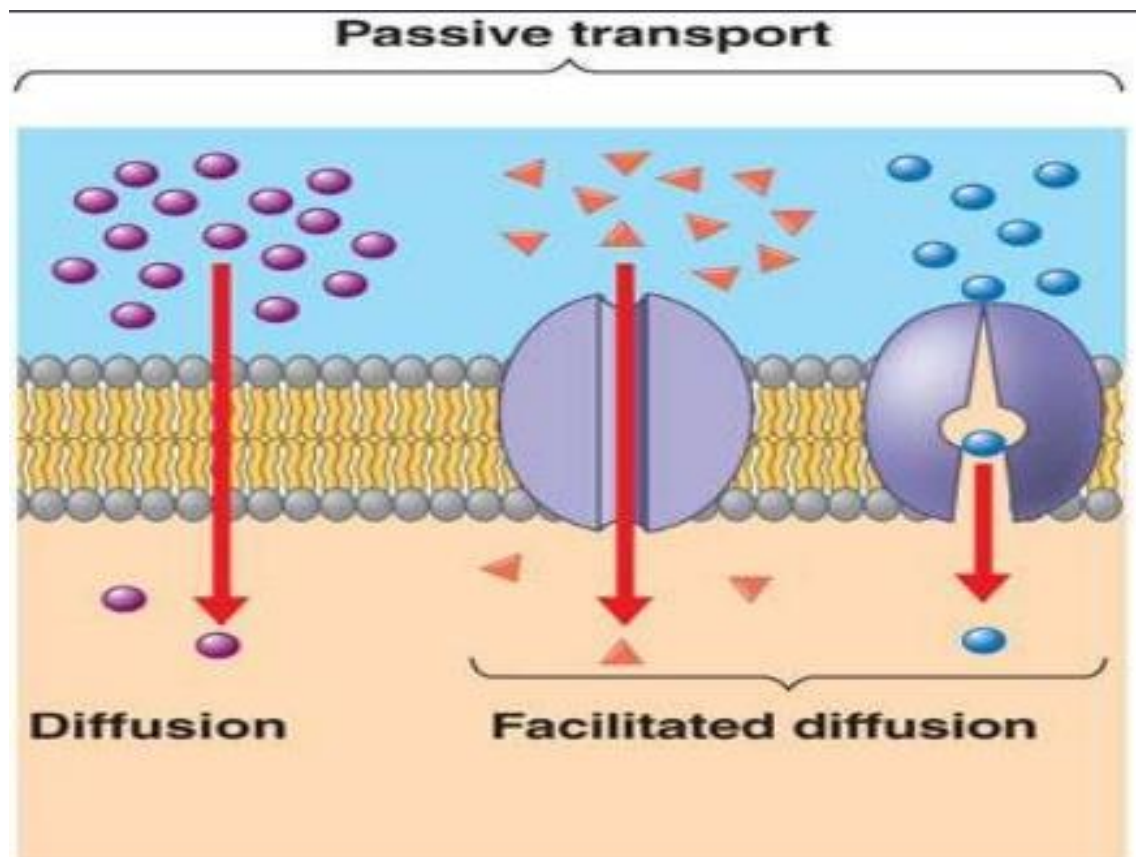




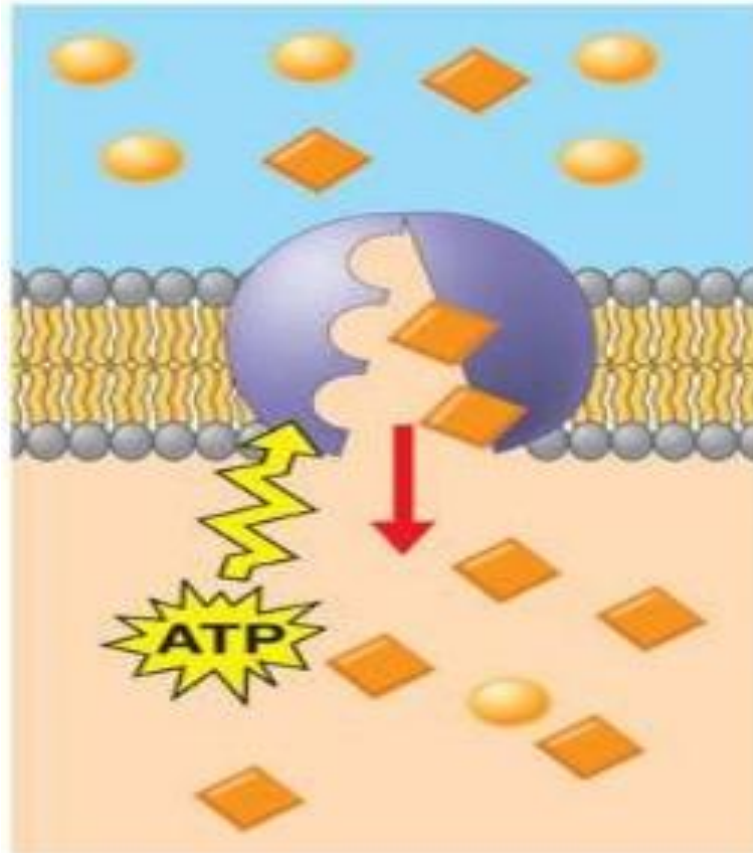
Διάχυση. Η διάχυση αποτελεί μια μορφή παθητικής μεταφοράς ιόντων και χημικών ενώσεων μικρού μοριακού βάρους, μέσω της κυτταρικής μεμβράνης, χωρίς κατανάλωση ενέργειας. Τα σωματίδια κινούνται από την περιοχή υψηλής συγκέντρωσης προς την περιοχή χαμηλής συγκέντρωσης, με ταχύτητα ανάλογη της διαφοράς συγκεντρώσεων, του φορτίου και του μεγέθους τους. Η διάχυση σταματά όταν τα σωματίδια κατανεμηθούν ομοιόμορφα στις δύο περιοχές και επέλθει κατάσταση ισορροπίας. Μικρά μη πολικά μόρια, όπως τα μόρια του **οξυγόνου** και του **διοξειδίου του άνθρακα**, διαλύονται εύκολα στο λιπιδικό τμήμα της μεμβράνης και επομένως διανέμονται νόηνορα διαμέσου αυτής.



Διευκολυνόμενη διάχυση. Η διευκολυνόμενη διάχυση αποτελεί ένα είδος διαμεσολαβούμενης μεταφοράς ουσιών, όπως η **γλυκόζη**, χωρίς κατανάλωση ενέργειας, με τη βοήθεια ειδικών δομικών πρωτεϊνών, που ονομάζονται μεταφορείς ή απλώς φορείς. Η μεταφερόμενη ουσία συνδέεται αρχικά σε μία ειδική θέση του φορέα, που εκτίθεται στη μία πλευρά της μεμβράνης. Εξαιτίας της σύνδεσης αυτής, μεταβάλλεται η στερεοδιαμόρφωση ενός τμήματος του φορέα, με αποτέλεσμα τη μετατόπιση της θέσης, πάνω στη οποία βρίσκεται συνδεδεμένη η ουσία, προς την άλλη πλευρά της μεμβράνης. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την αποδέσμευση της ουσίας από τον φορέα.



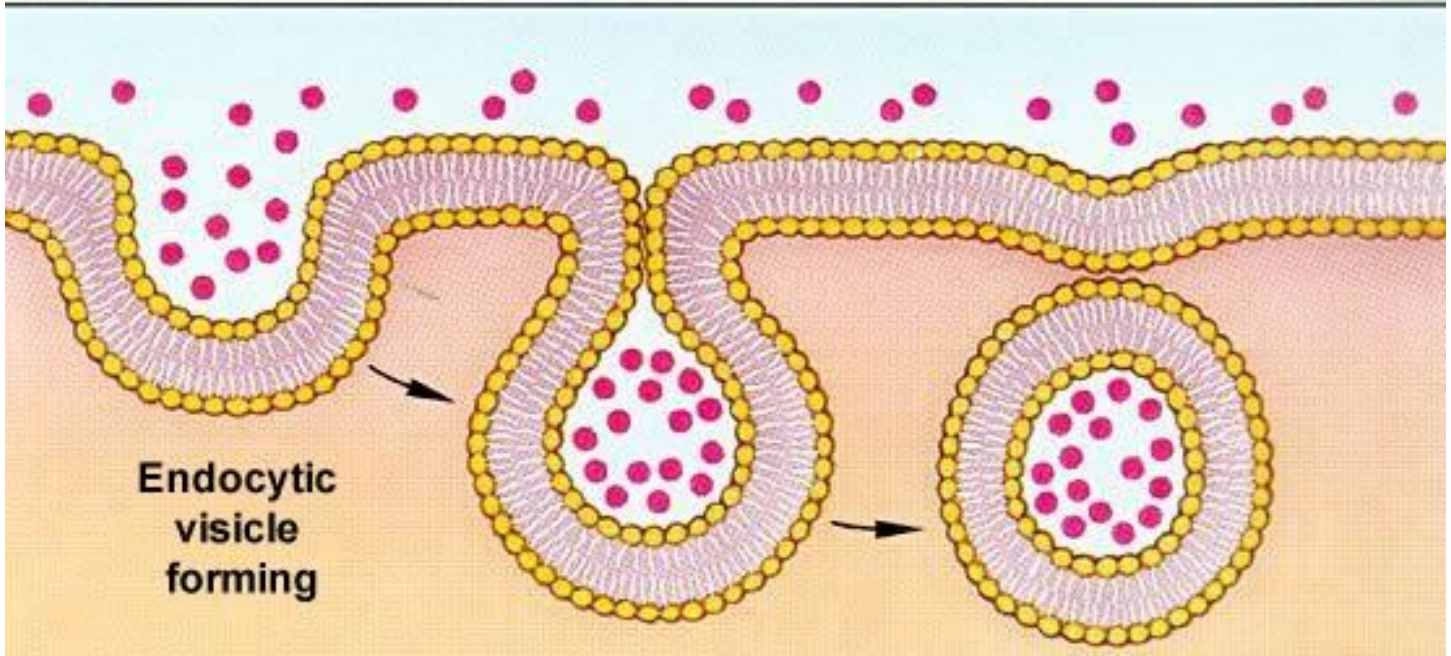
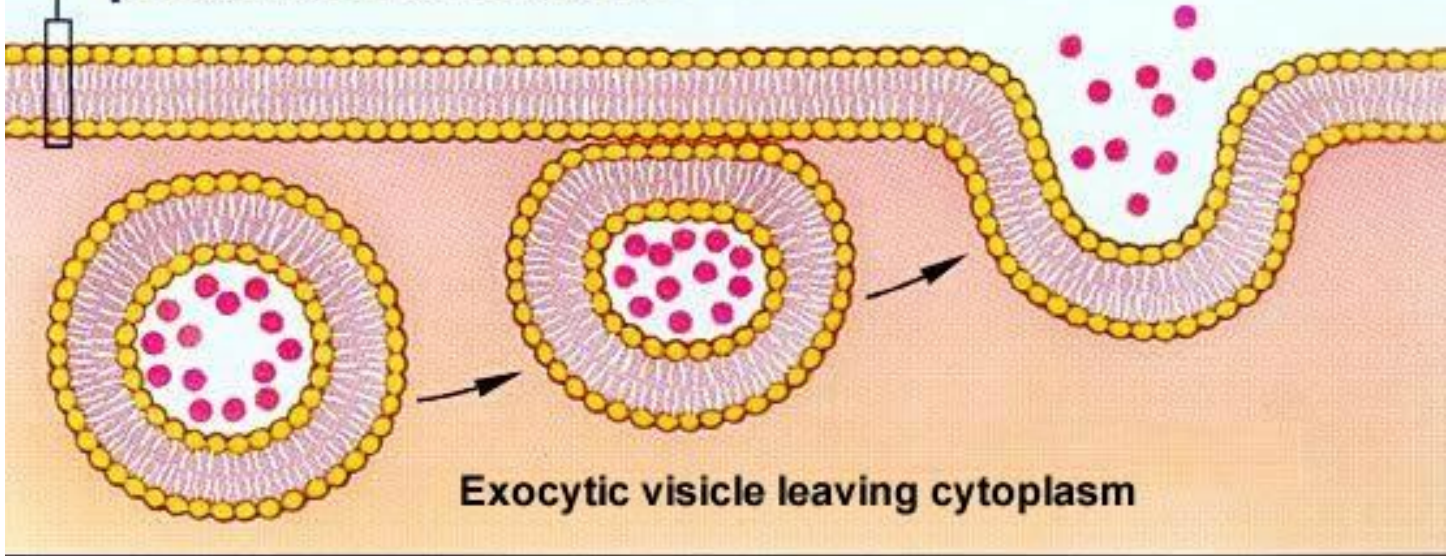
Ενεργός μεταφορά. Η ενεργός μεταφορά αποτελεί το δεύτερο είδος διαμεσολαβούμενης μεταφοράς ουσιών, όπως **ιόντων και αμινοξέων**, μέσω της κυτταρικής μεμβράνης. Ο τύπος αυτός μεταφοράς, όπως και η διευκολυνόμενη διάχυση, προαπαιτεί τη σύνδεση της μεταφερόμενης ουσίας με ειδικούς πρωτεϊνικούς φορείς της μεμβράνης. Ωστόσο, στην ενεργό μεταφορά καταναλώνεται ενέργεια, προκειμένου να μεταφερθεί μία ουσία από τη μία πλευρά της μεμβράνης στην άλλη, αντίθετα προς το ηλεκτροχημικό της πρηνές.



Ενδοκυττάρωση και εξωκυττάρωση

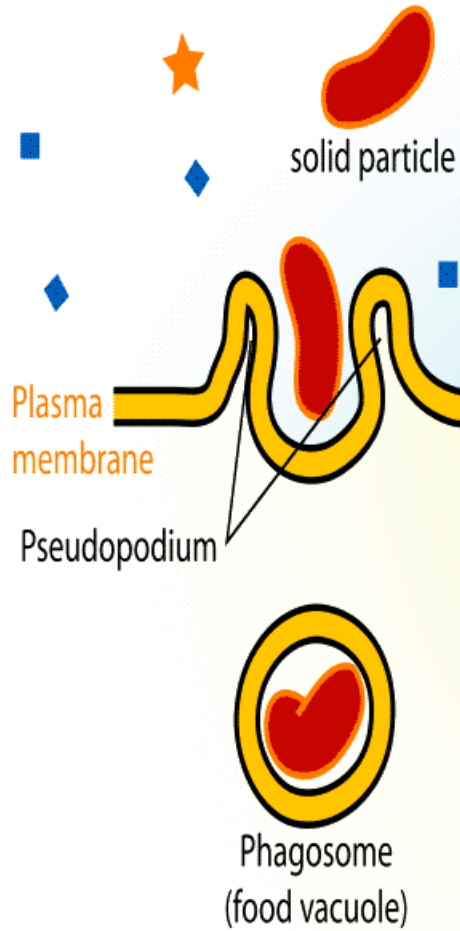
Μερικές μακρομοριακές ενώσεις ή ολόκληροι μικροοργανισμοί είναι τόσο μεγάλοι σε μέγεθος που δεν μπορούν να εισέλθουν στο κύτταρο με πρωτεϊνικούς μεταφορείς, αλλά χρησιμοποιούν έναν άλλο μηχανισμό, που ονομάζεται **ενδοκυττάρωση**. Κατά τη διαδικασία αυτή, τμήμα της μεμβράνης αναδιπλώνεται προς το εσωτερικό του κυττάρου, συνενώνεται στα δύο άκρα του και αποκόπτεται, δημιουργώντας ένα ενδοκυτταρικό κυστίδιο, ή αλλιώς **ενδόσωμα**, το οποίο περιέχει μικρή ποσότητα εξωκυττάρου υγρού. Η ενδοκυττάρωση περιλαμβάνει τη **φαγοκυττάρωση**, η οποία οδηγεί στον εγκλωβισμό σχετικά μεγάλων σωματιδίων, όπως βακτήρια και υπολείμματα τραυματισμένων ιστών και την **πινοκυττάρωση**, στην οποία εγκλωβίζονται μικροσκοπικές σταγόνες νερού, μέσα στο οποίο αιωρούνται σωματίδια και μακρομόρια. Ο μηχανισμός αυτός λειτουργεί προς την αντίθετη κατεύθυνση, η διαδικασία ονομάζεται εξωκυττάρωση και έχει ως σκοπό την έξοδο μεγαλομοριακών ουσιών, άχρηστων υπολειμμάτων της τροφής και μικροοργανισμών από το κύτταρο.

plasma membrane

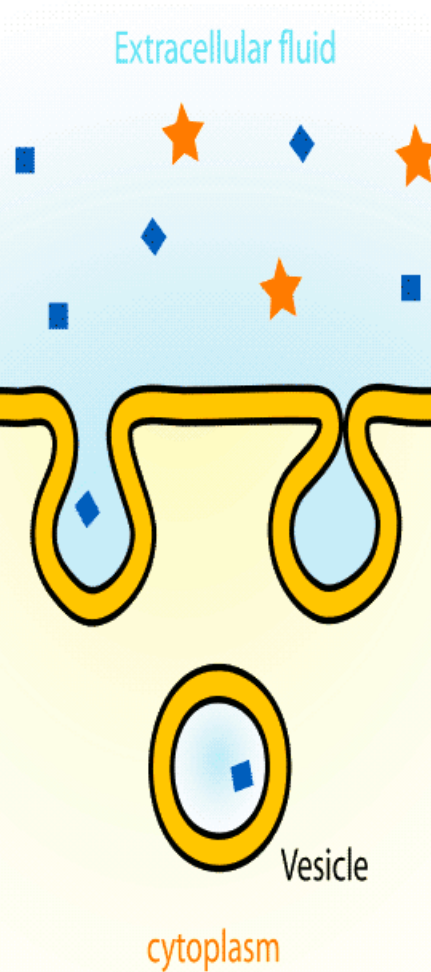


Endocytosis

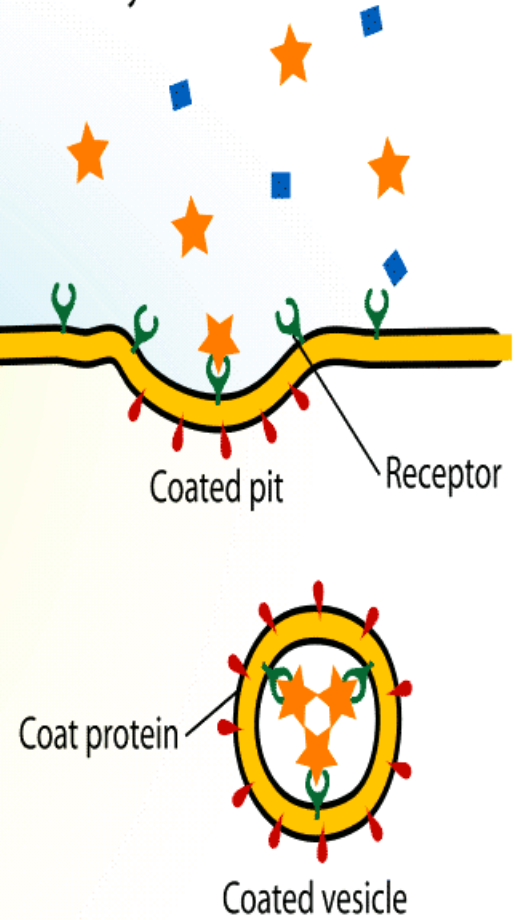
Phagocytosis



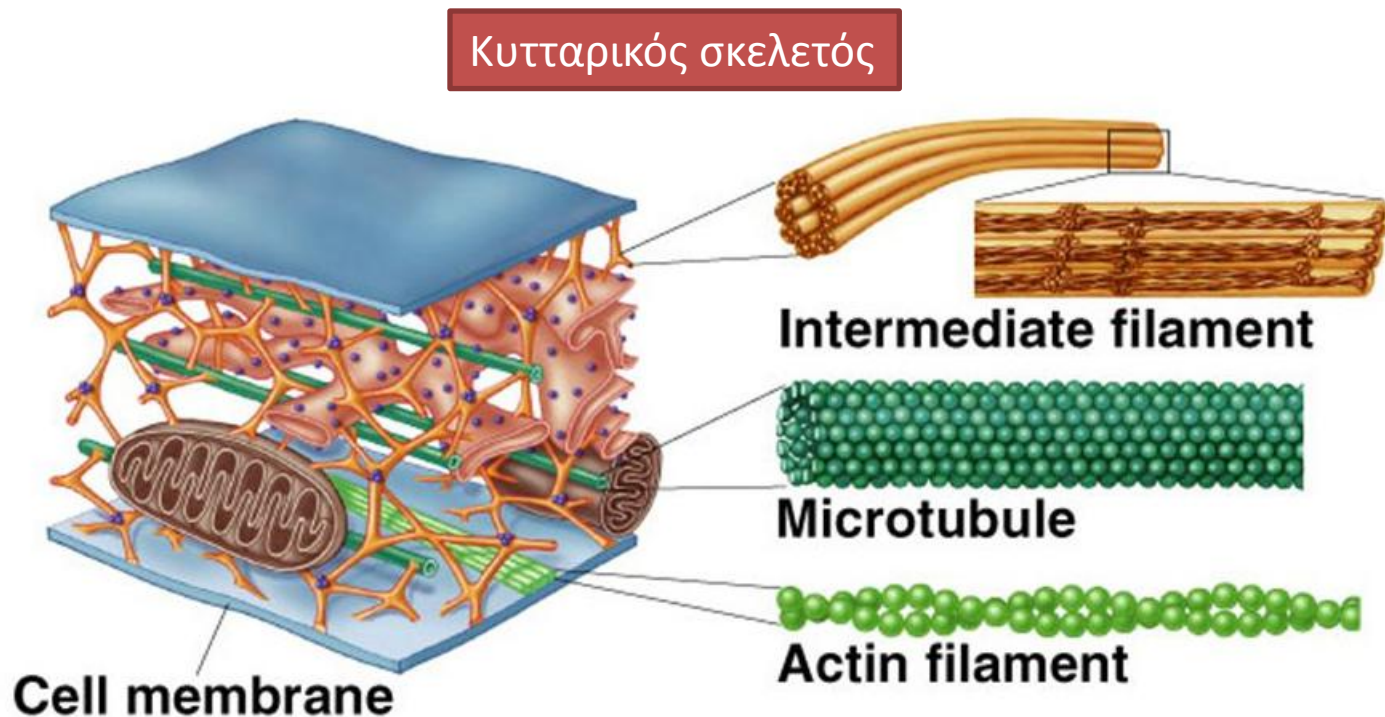
Pinocytosis



Receptor-mediated endocytosis



Οι **μικροσωληνίσκοι** παίρνουν μέρος σε κυτταρικές λειτουργίες που έχουν σχέση με το σχήμα του κυττάρου ή με την κίνησή του. Επίσης συμμετέχουν στην κυτταρική διαφοροποίηση. Ουσιαστικό ρόλο παίζουν στη συγκρότηση βλεφαρίδων και μαστιγίων, δομές που βοηθούν στην κίνηση. Ακόμα, συμμετέχουν στα ενδοκυττάρια μεταφορά. Τα **μικροϊνίδια** συγκροτούνται από ινίδια ακτίνης (σφαιρική μορφή πρωτεΐνης) και προσφέρουν στήριξη στο κύτταρο ή συμβάλλουν στην ασυμμετρία του. Επίσης, σπουδαίο ρόλο παίζουν στην κίνηση των μη-μυϊκών κυττάρων (πχ. αμοιβαδοειδή κίνηση). Τα **ενδιάμεσα** ινίδια είναι τα πιο σταθερά σημεία του κυτταρικού σκελετού. Για παράδειγμα, ορισμένα ενδιάμεσα ινίδια συνδέονται με τον πυρηνικό φάκελο προσδίδοντας στον πυρήνα στήριξη και διατήρηση στο ενδοκυτταρικό χώρο.



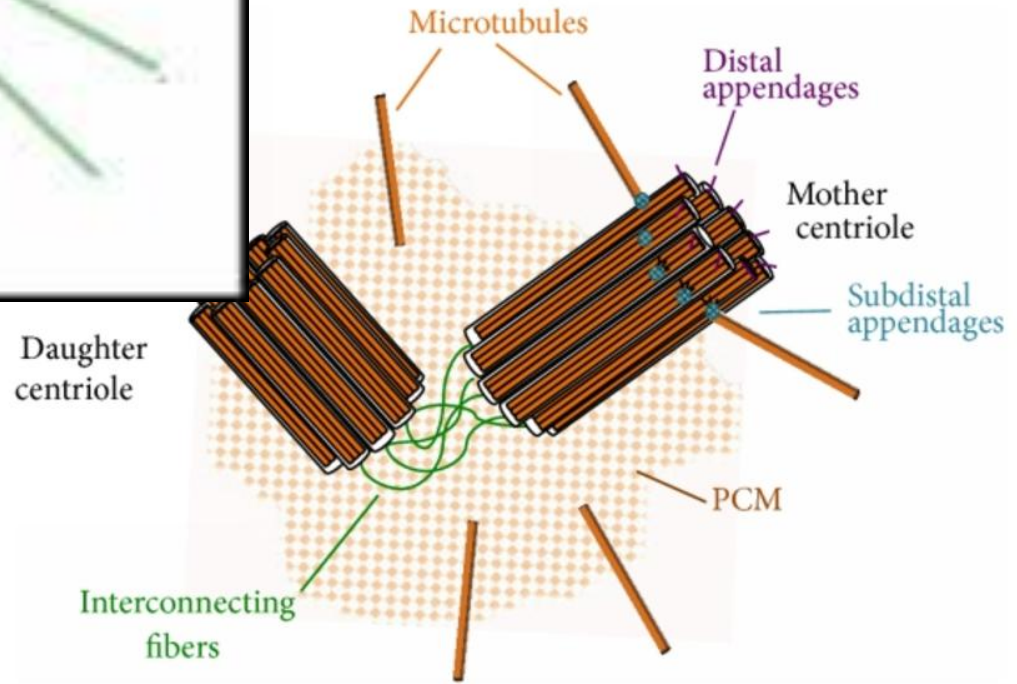
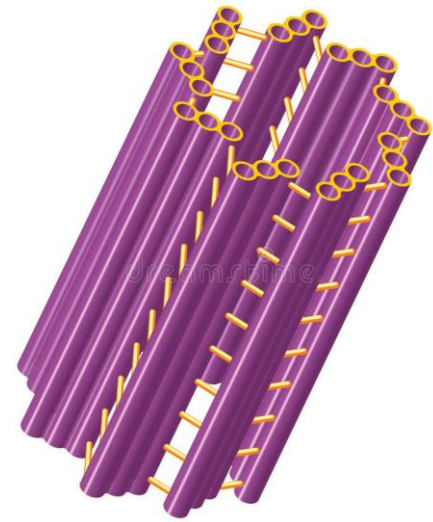
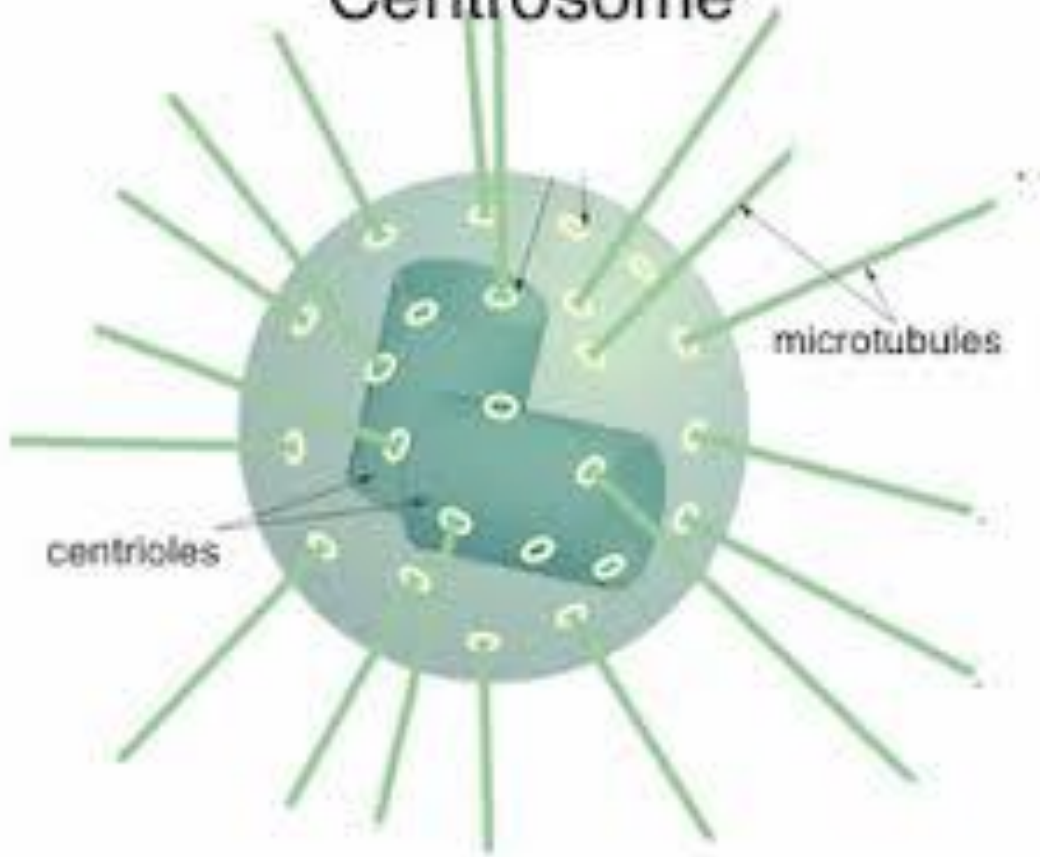
Κυτταρικός σκελετός

Αποτελείται από μικροσωληνίσκους και μικροϊνίδια (και άλλα ενδιάμεσα ινίδια στα διάφορα είδη κυττάρων).

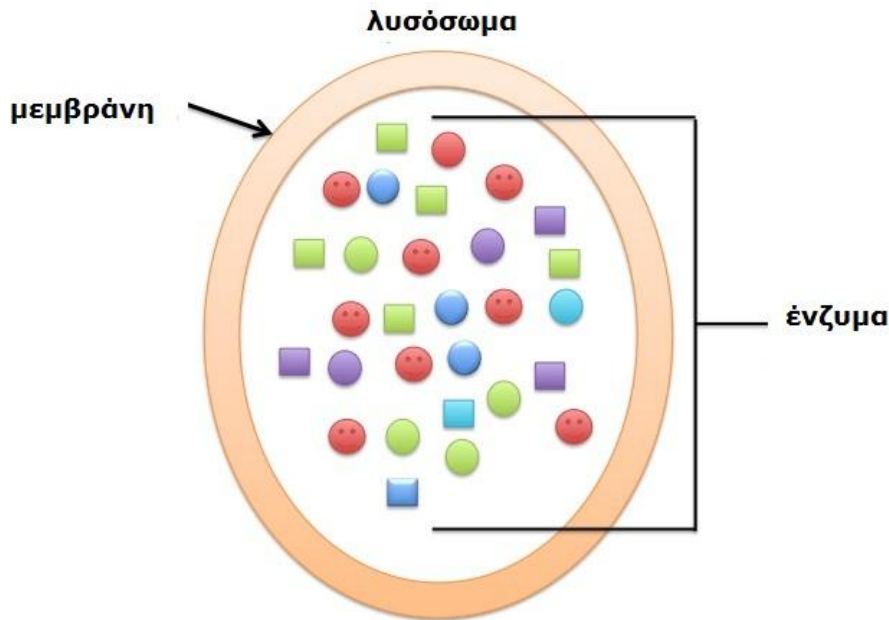
Κεντροσωμάτιο: εντοπίζεται **πλησίον του πυρήνα**, σχηματίζεται από 2 **κεντριόλια** σε ορθή γωνία μεταξύ τους, και το εξειδικευμένο κυτταρόπλασμα που τα περιβάλλει. Κάθε κεντριόλιο αποτελείται από 9 τριπλέτες μικροσωληναρίων. Από το κεντρόσωμα ξεκινά ο πολυμερισμός μικροσωληνίσκων που εξορμούν σαν ακτίνες, συμμετέχουν στην πυρηνική διαίρεση, στην οργάνωση δικτύου μικροσωληνίσκων και το σχηματισμό ειδικών μικρισωληναριακών δομών όπως κροσσών.

Ο κυτταρικός σκελετός παίζει ρόλο στην κίνηση των κυττάρων και στις ενδοκυττάρια κινήσεις.

Centrosome



Λυσόσωμα



Λιπάσες: που διασπούν λίπη,
Σακχαράσες: που διασπούν υδατάνθρακες (π.χ., σάκχαρα),
Πρωτεάσες: που διασπούν πρωτεΐνες,
Νουκλεάσες: που διασπούν νουκλεϊκά οξέα.
Φωσφατάσες: που διασπούν μονοεστέρες φωσφορικού οξέος

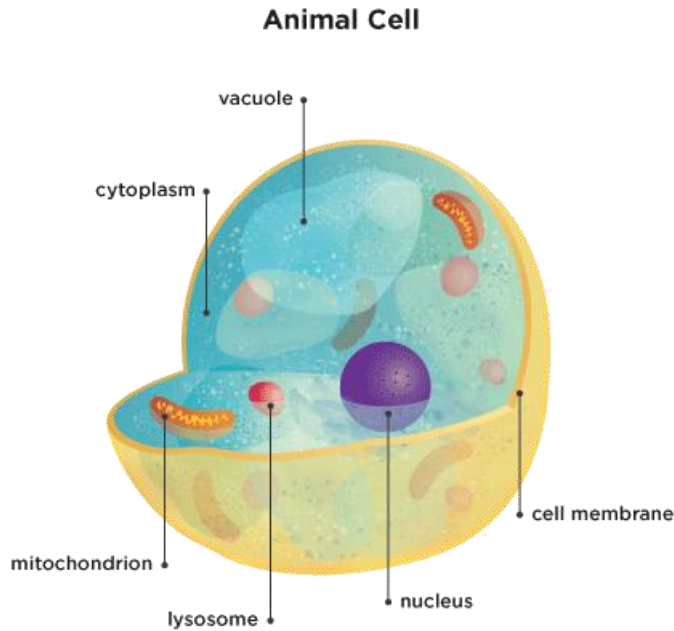
Τα λυσοσώματα είναι οργανίδια του κυττάρου που **περιέχουν** τα πεπτικά ένζυμα **υδρολάσες**.

Τα ένζυμα αυτά διασπούν τα υπερεπαρκή οργανίδια, τμήματα τροφής, ενκυτωμένους ιούς και βακτήρια.

Η βιολογική **μεμβράνη** που περικλείει τα λυσοσώματα εμποδίζει την έξοδο των πεπτικών ενζύμων έξω από αυτά και την καταστροφή του κυττάρου.

Τα λυσοσώματα μεταφέρουν τα πεπτικά τους ένζυμα στα κενοτόπια, με σκοπό την αποδόμηση των αποθηκευμένων ουσιών στα κενοτόπια.

ΚΕΝΟΤΌΠΙΟ

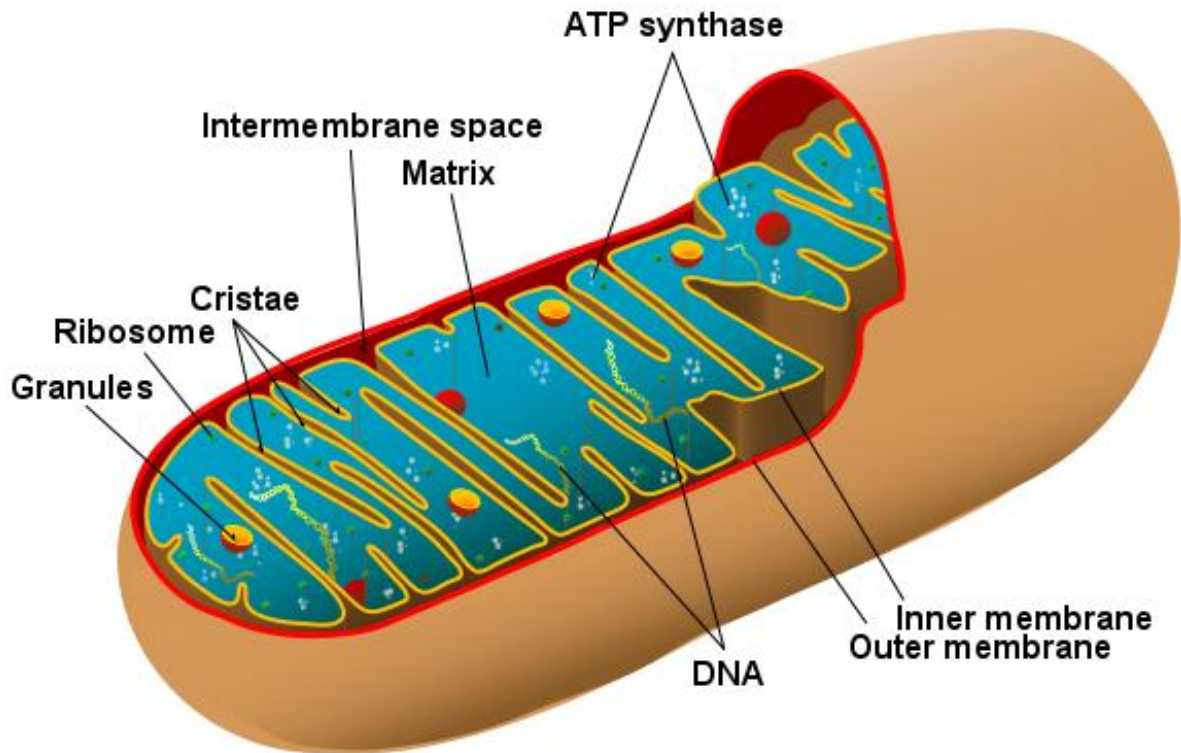


Τα κενοτόπια είναι **κυστίδια** που περιέχουν ένα υδατώδες υγρό.

- Χαρακτηριστικά κενοτόπια είναι τα **πεπτικά**, τα οποία συναντάμε στα ζωικά κύτταρο και τα **χυμοτόπια**, τα οποία συναντάμε στα φυτικά κύτταρα.

- Τα πεπτικά κενοτόπια σχηματίζονται όταν εισέρχονται στο ζωικό κύτταρο τροφικά σωματίδια ή μικροοργανισμοί που θα χρησιμοποιηθούν ή θα καταστραφούν.

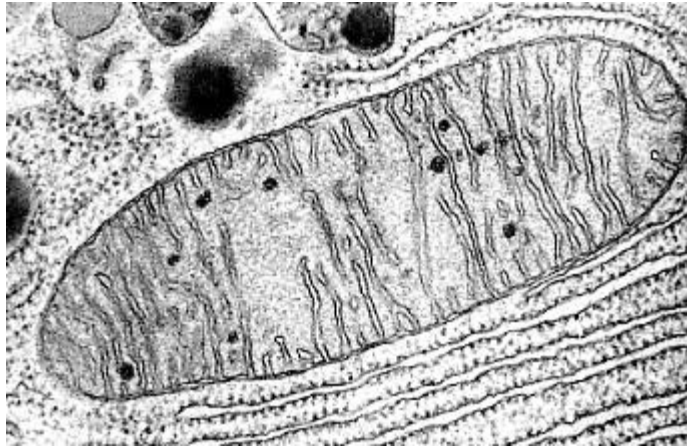
- Τα χυμοτόπια αποτελούν **αποθήκες θρεπτικών ουσιών** για το φυτικό κύτταρο και καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος του κυττάρου.



Έχουν επίμηκες, σφαιρικό ή ωοειδές σχήμα.

Η εξωτερική τους μεμβράνη είναι λεία και περιέχει συγκεκριμένες πρωτεΐνες, τις πορίνες που επιτρέπουν την διέλευση ακόμα και μεγάλων μορίων.

Η εσωτερική μεμβράνη είναι αναδιπλωμένη, σχηματίζει πολυάριθμες δισκοειδείς ή δακτυλιοειδείς πτυχώσεις και φέρει υπεροξειδοσώματα που αποτελούνται από πολυενζυμικά συστήματα τα οποία και ευθύνονται για τη φωσφορυλίωση και την αναπνευστική αλυσίδα.



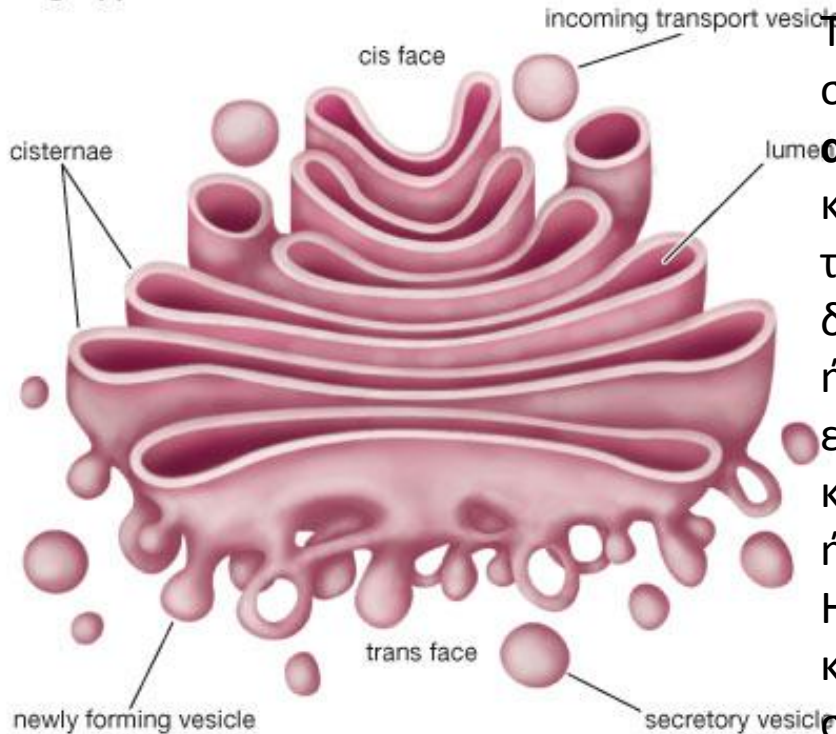
Διασπούν τους υδατάνθρακες και τα λίπη, **συνθέτοντας μόρια τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP)**, μέσω της διαδικασίας της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης, στην εσωτερική μεμβράνη του μιτοχονδρίου.

Ο ενδιάμεσος χώρος μεταξύ των δύο μεμβρανών ονομάζεται **διαμεμβρανικό διάστημα** ή **μεσομεμβρανικός χώρος** του μιτοχονδρίου. Ο χώρος αυτός αποτελείται από υγρό που χρησιμεύει στη λειτουργική επικοινωνία των δύο μεμβρανών. Ο χώρος που περιβάλλεται από την εσωτερική μεμβράνη ονομάζεται **μήτρα** ή **στρώμα** και περιέχει το **DNA**, **ριβοσώματα** και πολυάριθμα **ένζυμα** που καταλύουν τις μεταβολικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στο μιτοχόνδριο.

Τα μιτοχόνδρια είναι **ημιαυτόνομα οργανίδια** και διαθέτουν **δικό τους DNA**, το μιτοχονδριακό, έτσι ώστε να μπορούν να αναπαράγονται ανεξάρτητα του κυττάρου

Golgi

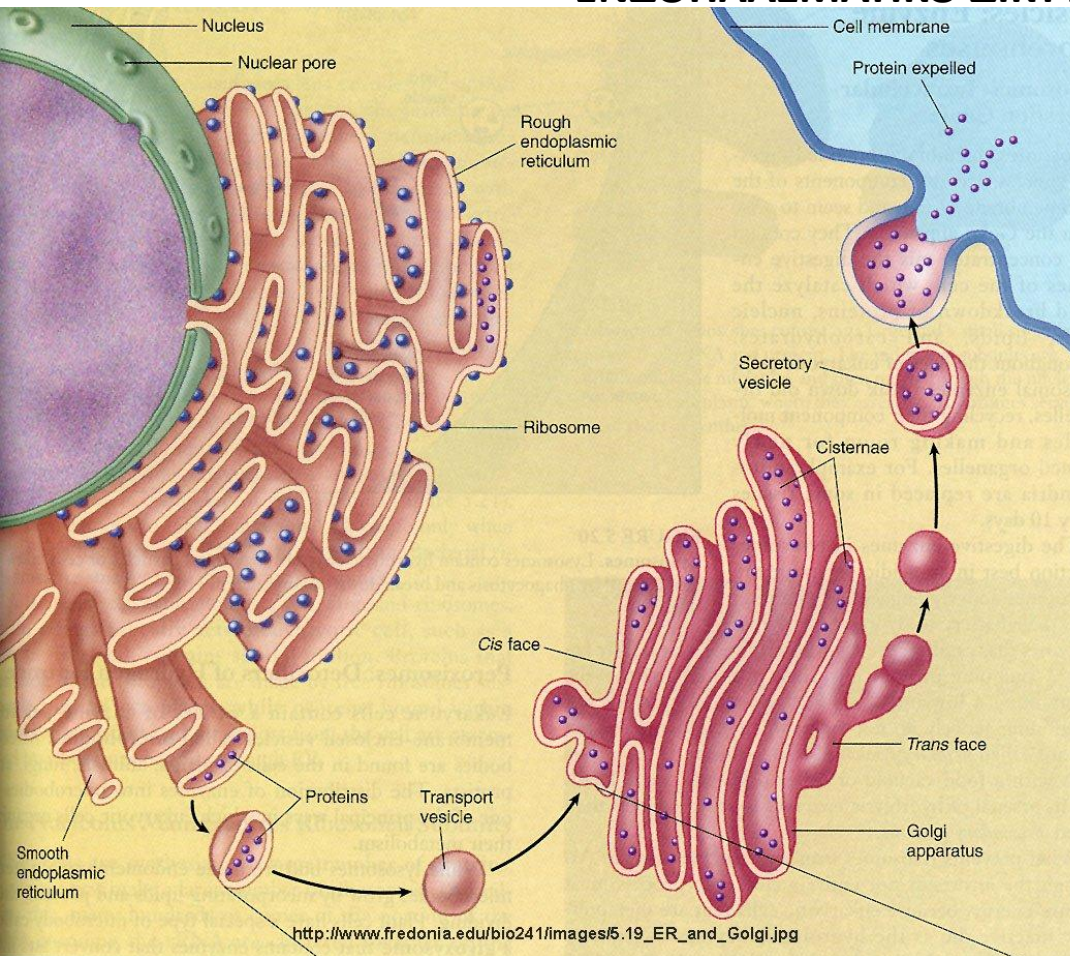
Golgi apparatus



© 2008 Encyclopædia Britannica, Inc.

Το σωματιο Golgi αποτελείται από στοίβες **πεπλατυσμένων μεμβρανικών ασκών** που συνδέονται με την κυτταροπλασματική μεμβράνη. Η μια πλευρά του που βρίσκεται κοντά στο ενδομεμβρανικό δίκτυο ονομάζεται σχηματίζουσα ή **cis** πλευρά, ενώ η άλλη από την οποία εκκρίνονται τα νεοσχηματιζόμενα εκκριτικά κυστίδια είναι κοίλη και ονομάζεται ώριμη ή **trans** πλευρά. Η συσκευή Golgi (Golgi apparatus) αποδέχεται και συχνά τροποποιεί χημικά τα μόρια που συντίθενται στο ενδοεμβρανικό δίκτυο, για να τα κατευθύνει κατόπιν προς το εξωτερικό του κυττάρου ή σε άλλα σημεία του κυττάρου

ΕΝΔΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ



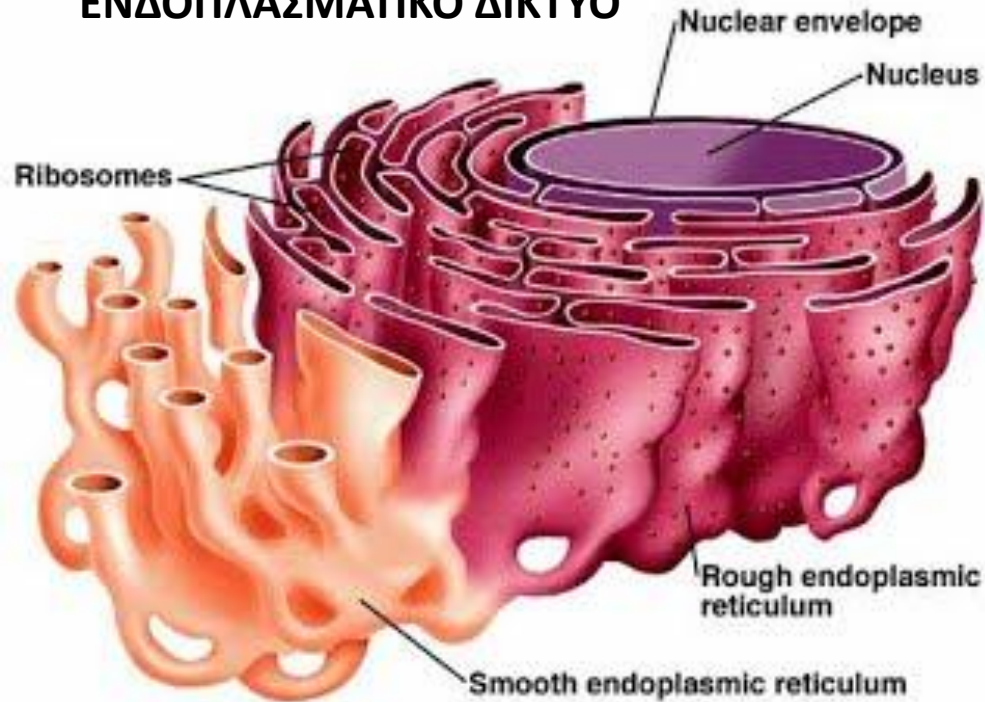
Επεξεργάζεται και να πακετάρει μακρομόρια, ιδιαίτερα πρωτεΐνες και λιπίδια, που συντίθενται στο κύτταρο. Πρωτεΐνες που συντίθενται στο αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο πακετάρονται σε κυστίδια και που ονομάζονται μεταπτωτικά και μεταφέρονται στη cis πλευρά της συσκευής Golgi, ενώνονται και σχηματίζουν τον πρώτο σάκο της cis πλευράς. Οι πρωτεΐνες αφού υποστούν τροποποιήσεις, όπως η γλυκοσυλίωση πρωτεϊνών, λιπιδίων και λιποπρωτεϊνών βγαίνουν από την trans πλευρά.

Το δικτυόσωμα σχηματίζει τα "εκκριτικά" κυστίδια, τα οποία κινούνται προς την περιφέρεια του κυττάρου και μπορούν να βγούν από το κύτταρο με εξωκύττωση.

3. Η συσκευή Golgi έχει και αποθηκευτικό ρόλο.

4. Επίσης, επιτρέπει τη σύνθεση απλών μορίων σε πιο σύνθετα, όπως για παράδειγμα τη συνένωση υδατανθράκων και πρωτεϊνών σε γλυκοπρωτεΐνες

ΕΝΔΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ



Το λείο (smooth) ενδοπλασματικό δίκτυο **δεν φέρει ριβοσώματα**. Αποτελεί συνέχεια του αδρού.

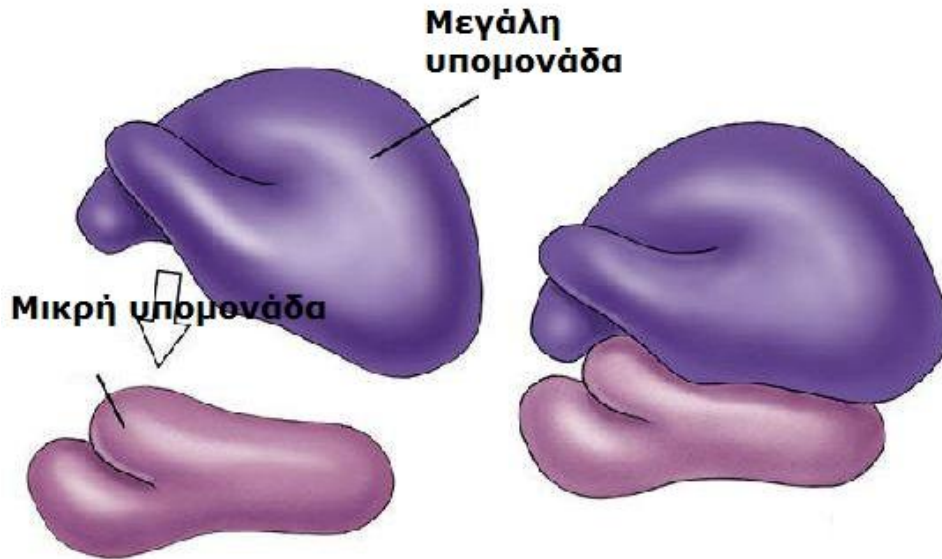
1. **Σύνθεση λιπιδίων και λιποπρωτεϊνών.**
2. **Σύνθεση στεροειδών ορμονών,**
3. **Αποτοξίνωση** του κυττάρου (εξουδετέρωση τοξικών ουσιών).
4. Ένζυμα του λείου ενδοπλασματικού δικτύου είναι υπεύθυνα για τον καταβολισμό του γλυκογόνου σε γλυκόζη, δηλαδή τη **γλυκόλυση**.

1. Αποτελεί σημείο **σύνθεσης πρωτεϊνών**, καθώς διαθέτει ριβοσώματα (λυσosomalικών ενζύμων και εκκρινόμενων πρωτεϊνών).

2. **Γλυκοσυλιώνει πρωτεΐνες** με τη σύνδεση ολιγοσακχαρίτη στη πολυπεπτιδική αλυσίδα. Στη συνέχεια η γλυκοζυλίωση ολοκληρώνεται στο συγκρότημα Golgi, με αποτέλεσμα οι νεοσυντιθέμενες πρωτεΐνες να αποκτούν την δυνατότητα να διέρχονται από ορισμένους μεμβρανικούς διαύλους και να καταλήγουν στα οργανίδια που χρειάζονται τις συγκεκριμένες πρωτεΐνες.

3. Οι μεμβράνες του ενδοπλασματικού δικτύου μαζί με άλλα οργανίδια επιτρέπουν τη **μεταφορά των λιπιδίων και άλλων μικρών μορίων**.

ΡΙΒΟΣΩΜΑ



Τα ριβοσώματα είναι οργανίδια τα οποία δεν περιβάλλονται από μεμβράνη και περιέχουν rRNA και πρωτεΐνες. Ο ρόλος των ριβοσωμάτων είναι η **σύνθεση πρωτεϊνών**. Η πρωτεϊνοσύνθεση ή μετάφραση ξεκινάει αφού ενωθούν οι δύο υπομονάδες του, η μικρή και η μεγάλη.

Τα ριβοσώματα **εντοπίζονται**:

- Στην επιφάνεια του αδρού ενδοπλασματικού δικτύου
- Ελεύθερα στο κυτταρόπλασμα
- Στα μιτοχόνδρια

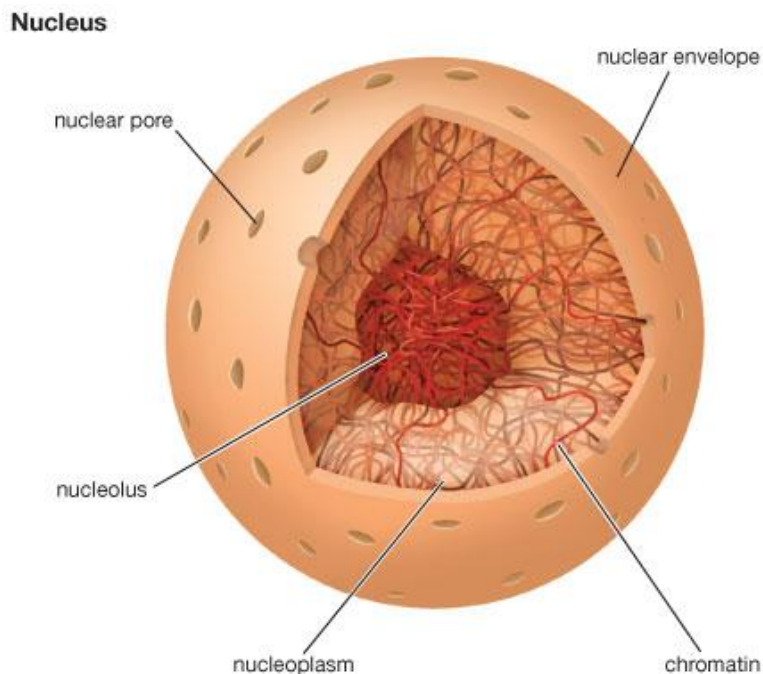
ΚΥΣΤΙΔΙΑ

Τα **κυστίδια** είναι μικρά σφαιρικά σωματίδια μέσα σε κάποιο υγρό και συγκεκριμένα στο κυτοσόλιο ενός ευκαρυωτικού κυττάρου. Τα κυστίδια και πιο συγκεκριμένα τα κυστίδια μεταφοράς είναι υπεύθυνα για τη μεταφορά ουσιών μέσα στο κύτταρο και συμμετέχουν στη διαδικασία της εξωκυττάρωσης (εκκριτική οδός) και της ενδοκυττάρωσης. Επίσης διακινούν διαλυτές πρωτεΐνες και μεμβράνες μεταξύ των κυτταρικών διαμερισμάτων. Αποτελούνται από μια απλή μεμβράνη ίδιας σύστασης με αυτή της πλασματικής.

Η **ενδοκυττάρωση** (ή αλλιώς ενδοκύτωση) είναι μια μη εκλεκτική διαδικασία εγκόλπωσης ουσιών ή μικροοργανισμών από τα κύτταρα. Υλικά από τον εξωκυττάριο χώρο καθώς επίσης και από την έξω επιφάνεια της κυτταρικής μεμβράνης, μπορούν να ενσωματωθούν μέσα στο κύτταρο με μια διαδικασία εγκόλπωσης. Το τμήμα της κυτταρικής μεμβράνης εγκολπώνεται και συνενώνεται στα δύο άκρα του δημιουργώντας ένα ενδοκυτταρικό κυστίδιο ή, όπως αλλιώς λέγεται, ένα ενδόσωμα. Το υλικό που έχει εγκλειστεί μέσα σε ένα τέτοιο κυστίδιο στη συνέχεια μπορεί να υποστεί επεξεργασία μέσα στο κύτταρο με τη βοήθεια των ενζύμων που περιέχονται στα λυσosώματα.

Ο αντίστροφος μηχανισμός της ενδοκυττάρωσης ονομάζεται **εξωκυττάρωση** και αναφέρεται στη συνένωση ενός κυστιδίου που περιβάλλεται από μεμβράνη, με την επιφανειακή κυτταρική μεμβράνη με σκοπό την απέκκριση του περιεχομένου του στον περιβάλλοντα εξωκυττάριο χώρο. Αυτή η συνένωση των δύο μεμβρανών έχει επίσης ως αποτέλεσμα την ενσωμάτωση ενός νέου μεμβρανικού τμήματος στην επιφάνεια του κυττάρου.

ΠΥΡΗΝΑΣ



© 2008 Encyclopædia Britannica, Inc.

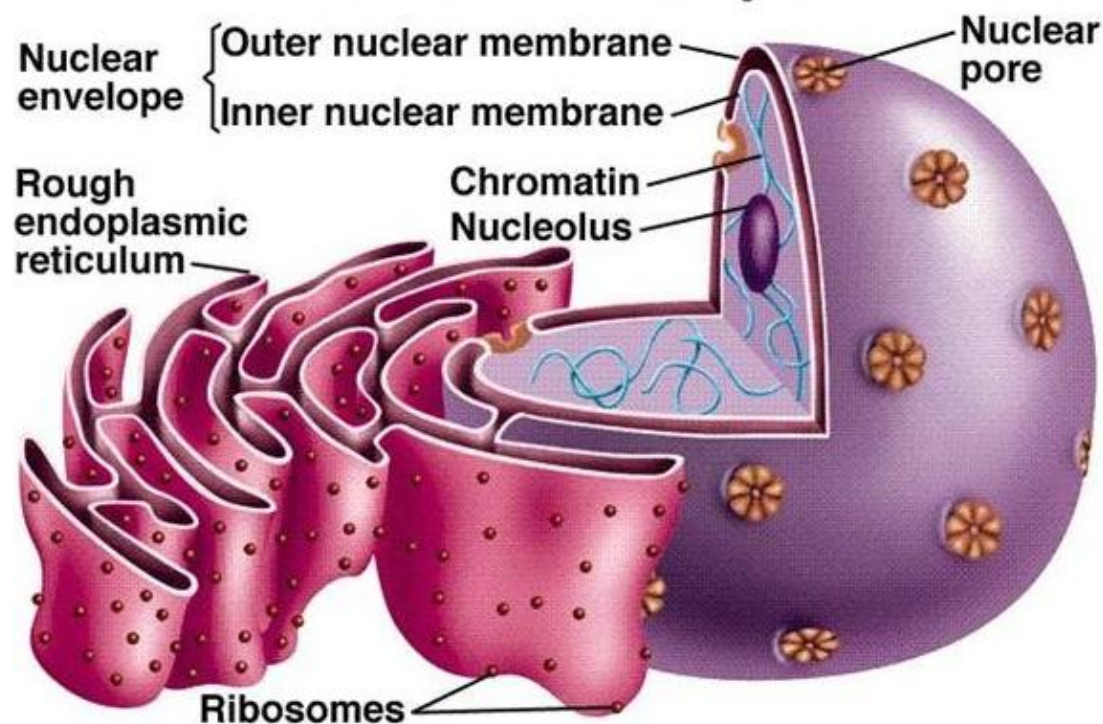
Ο πυρήνας είναι συνήθως σφαιρικός ή ωοειδής. Η διάμετρός του κυμαίνεται στα 5 nm. Εσωτερικά ο πυρήνας περιέχει το **πυρηνόπλασμα**, μια ημίρρευστη ουσία μέσα στην οποία εντοπίζεται:

1. Η **χρωματίνη**, η οποία είναι ένα σύμπλεγμα όλου σχεδόν του **DNA** ενός ευκαρυωτικού κυττάρου με **RNA** και **πρωτεΐνες**. Η χρωματίνη είναι συνήθως με τη μορφή ενός ακανόνιστου δικτύου νημάτων και κοκκίων. Στην αρχή της διαίρεσης του κυττάρου η χρωματίνη σχηματίζει συμπαγείς μεμονωμένες δομές, τα χρωμοσώματα.

2. **Πυρηνίσκος**: Κάθε πυρήνας μπορεί να έχει έναν ή και περισσότερους πυρηνίσκους. Ο πυρηνίσκος έχει σχήμα σφαιρικό και πυκνή υφή, δεν περιβάλλεται από μεμβράνη και είναι τόπος σύνθεσης του rRNA (ριβοσωμικό).

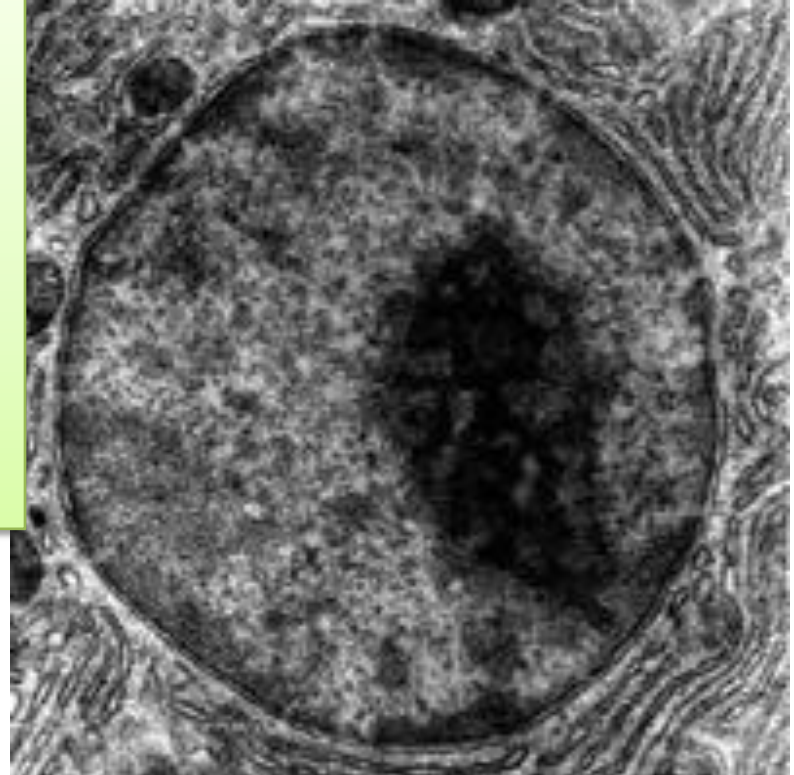
3. Διάφορες **χημικές ενώσεις** όπως νουκλεοτίδια, ένζυμα άλλες πρωτεΐνες.

Χαρακτηριστικό των **ευκαρυωτικών** κυττάρων είναι η ύπαρξη της **πυρηνικής μεμβράνης** που διαχωρίζει τον πυρήνα από το κυτταρόπλασμα. Η μεμβράνη που περικλείει τον πυρήνα ονομάζεται **πυρηνικός φάκελος** ή πυρηνική μεμβράνη και αποτελεί τμήμα του ενδομεμβρανικού συστήματος. Αποτελείται στην πραγματικότητα, από δύο μεμβράνες: την εσωτερική και την εξωτερική. Η εσωτερική μεμβράνη συνδέεται με το γενετικό υλικό και με πρωτεΐνες, ενώ η εξωτερική έχει σε πολλά σημεία ριβοσώματα και συνδέεται άμεσα με το αδρό ενδομεμβρανικό σύστημα. Τα σημεία που ενώνεται η εσωτερική με την εξωτερική μεμβράνη του πυρήνα, ονομάζονται πόροι του πυρηνικού φακέλου. Ο πυρηνικός φάκελος φέρει οπές οι οποίες ονομάζονται **πυρηνικοί πόροι**. Η λειτουργία των πόρων είναι σημαντική αφού επιτρέπει την επικοινωνία κυτταροπλάσματος με τον πυρήνα.



1. Φυλάσσεται το γενετικό υλικό (DNA). Οι πληροφορίες οι οποίες είναι καταγραμμένες στο DNA καθορίζουν τις ιδιότητες και τις λειτουργίες του κυττάρου, συνεπώς και του οργανισμού.
2. Αντιγράφεται το γενετικό υλικό και έτσι μεταβιβάζονται αναλλοίωτες οι γενετικές πληροφορίες στα θυγατρικά κύτταρα και άτομα.
3. Συντίθενται τα διάφορα είδη RNA με καλούπι το DNA.

- Φυσιολογικά κάθε κύτταρο περιέχει έναν μόνο πυρήνα.
- Υπάρχουν κύτταρα που περιέχουν πολλούς πυρήνες όπως τα γραμμωτά μυϊκά κύτταρα.
- Υπάρχουν κύτταρα που δεν περιέχουν κανένα πυρήνα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα ερυθρά αιμοσφαίρια τα οποία αρχικά περιέχουν έναν πυρήνα αλλά κατά τη διαφοροποίησή τους τον χάνουν.



Ο **ζυγώτης** διαιρείται (16 ώρες) (μιτωτικά) σε δύο θυγατρικά κύτταρα που ονομάζονται **βλαστομερίδια**. Οι επόμενες διαιρέσεις (12 ώρες μετά) ακολουθούν γρήγορα σχηματίζοντας μικρότερα βλαστομερίδια (4): η διεργασία αυτή ονομάζεται **αυλάκωση**.

Τα επόμενα στάδια ανάπτυξης είναι το στάδιο του **μοριδίου** (περίπου 16-32 κύτταρα) και το στάδιο της **βλαστοκύστης**.

Το στάδιο της αυλάκωσης ακολουθείται από το στάδιο του **μοριδίου**. Το μορίδιο είναι στάδιο της πρώιμης εμβρυϊκής ανάπτυξης κατά το οποίο τα **βλαστομερίδια** σχηματίζουν μια συμπαγή μάζα που ομοιάζει με μούρο. Στη συνέχεια εκβάλλεται υγρό στο διάστημα μεταξύ των κυττάρων και δημιουργείται μια κοιλότητα, που ονομάζεται **βλαστοκήλη**. Με τη δημιουργία της κοιλότητας αυτής το έμβρυο φθάνει στο στάδιο της **βλαστοκύστης**.

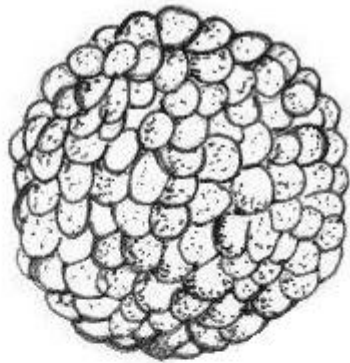
Με τον όρο **βλαστοκύστη** περιγράφεται ένα συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξης του εμβρύου, μετά από 5-6 ημέρες.

Η ώριμη **βλαστοκύστη** χαρακτηρίζεται από τη διόγκωσή της, τη λέπτυνση της διαφανούς ζώνης και τη συσσώρευση υγρού μεταξύ των κυττάρων: σχηματίζεται έτσι μια κοιλότητα (**βλαστοκήλη**).

Στο στάδιο αυτό το έμβρυο αποτελείται από **60-120** κύτταρα, τα οποία σχηματίζουν δύο διακριτές ομάδες. Μία εξωτερική στοιβάδα κυττάρων, την έξω κυτταρική μάζα (η **τροφοβλάστη**) από την οποία θα σχηματισθεί ο πλακούντας, και μία έσω κυτταρική μάζα (η **εμβρυοβλάστη**) από την οποία θα σχηματισθεί το κυρίως έμβρυο.

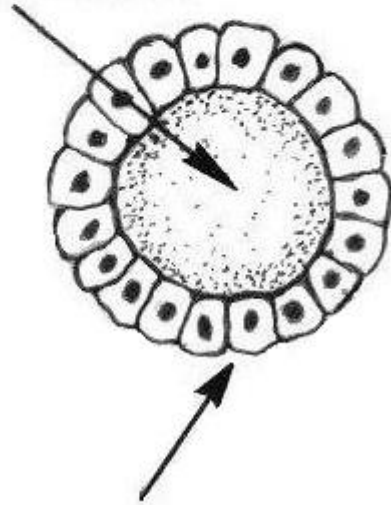
Αυλάκωση

- Στάδιο 2-4-8 κυττάρων -παντοδύναμα (διατήρηση ικανότητας σχηματισμού κάθε κυτταρικού τύπου)
- Στάδιο 8 κυττάρων -πολικότητα από έσω προς τα έξω -μεγιστοποίηση διακυτταρικής επαφής
- **Σύμπληξη (σύμπτυξη)**- αναδιοργάνωση των βλαστομεριδίων –αναδιοργάνωση του κυτταροσκελετού -βλαστομερίδια της έξω κυτταρικής μάζας συνδέονται με αποφρακτικές συνδέσεις, συνδέσεις πρόσφυσης και δεσμοσώματα (εντοπισμένη έκφραση των E-καδερινών) και χασματικές συνδέσεις



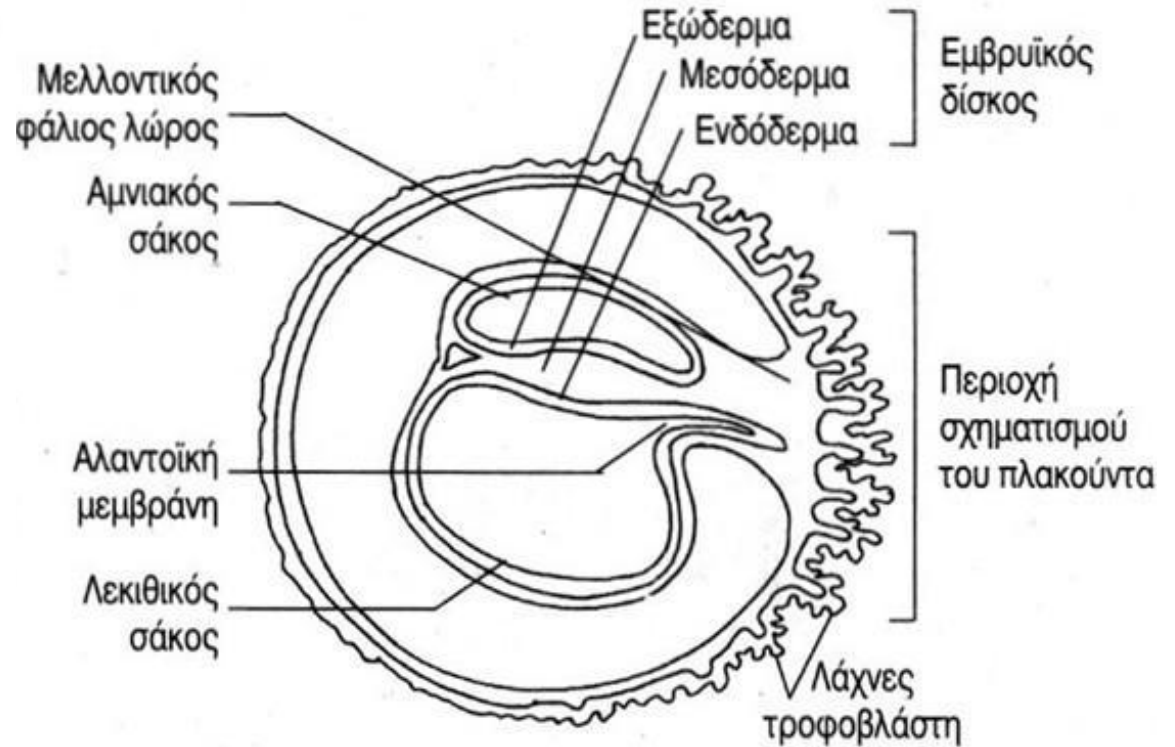
A

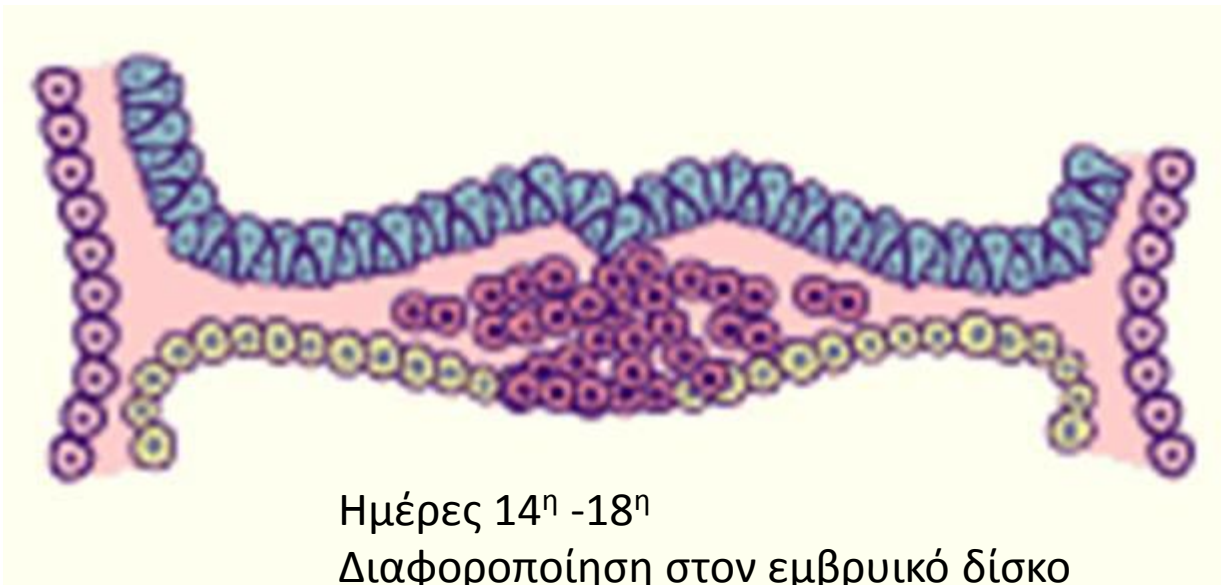
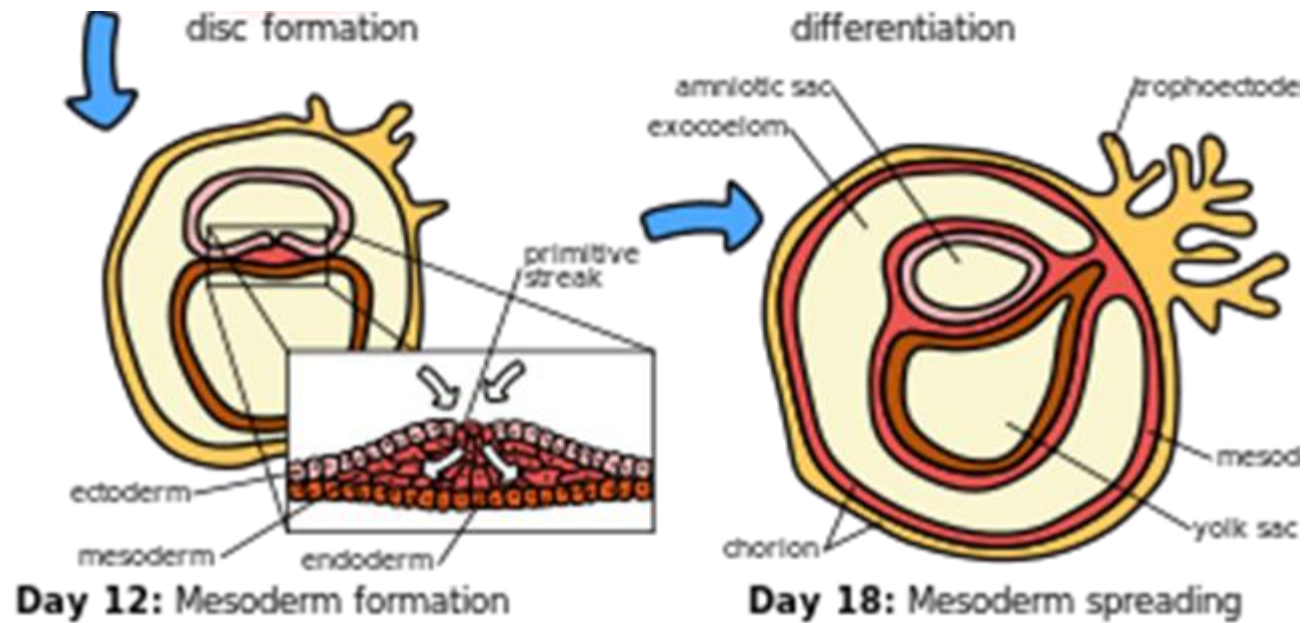
BLASTOCOEL



BLASTODERM

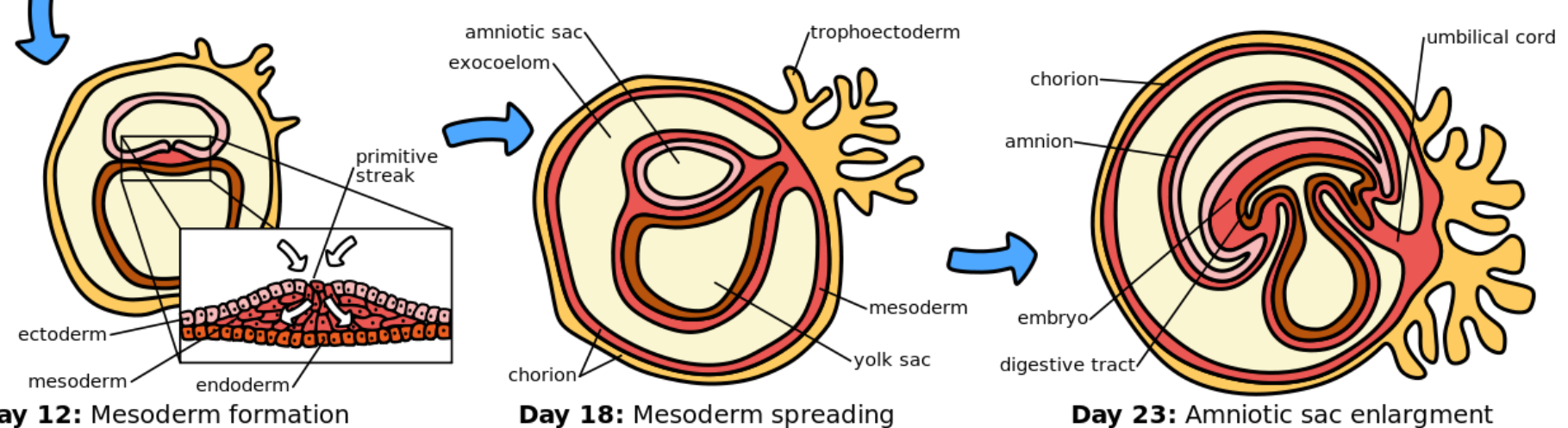
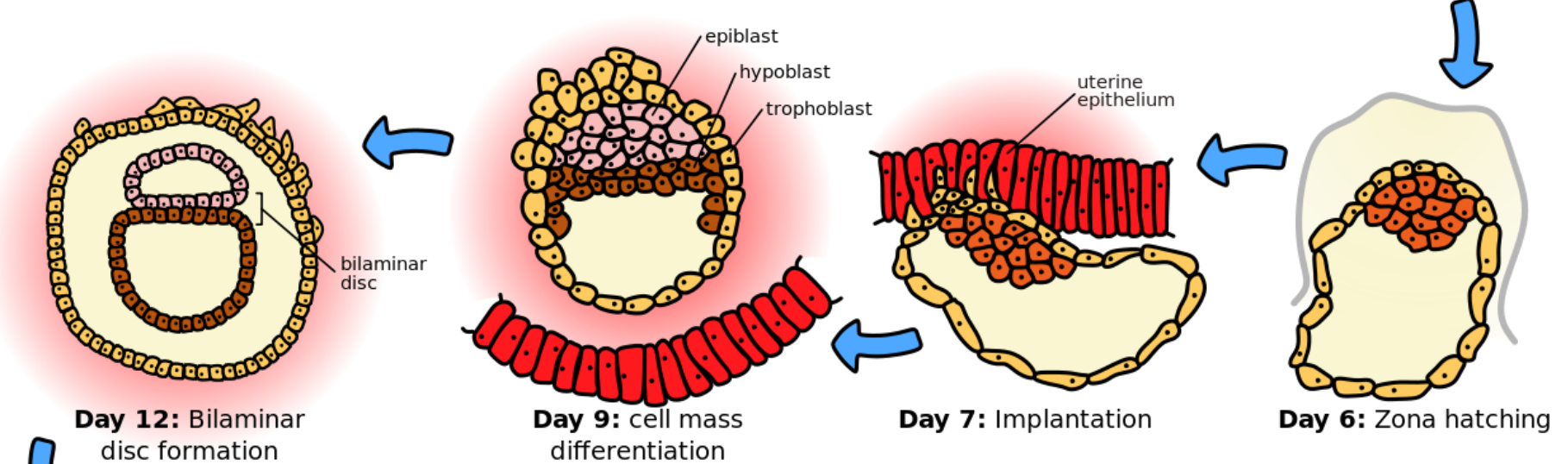
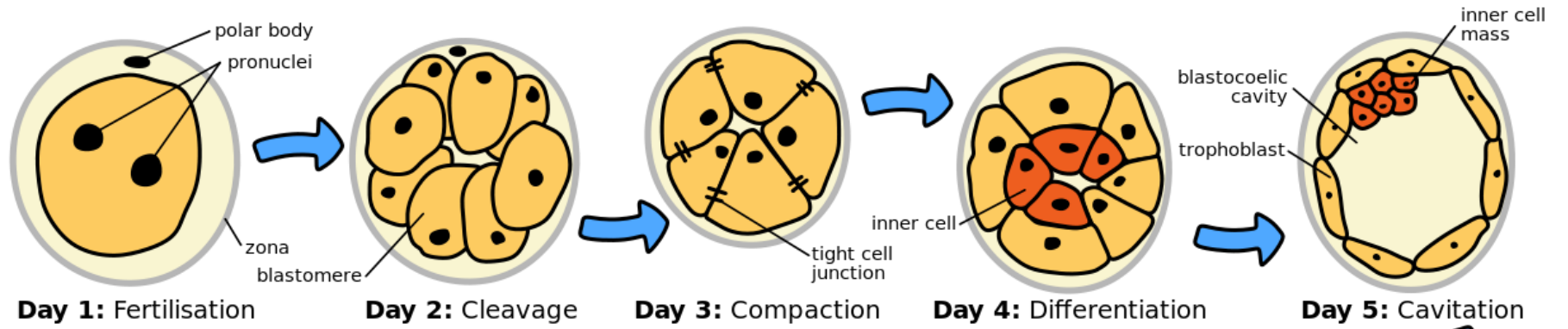
B

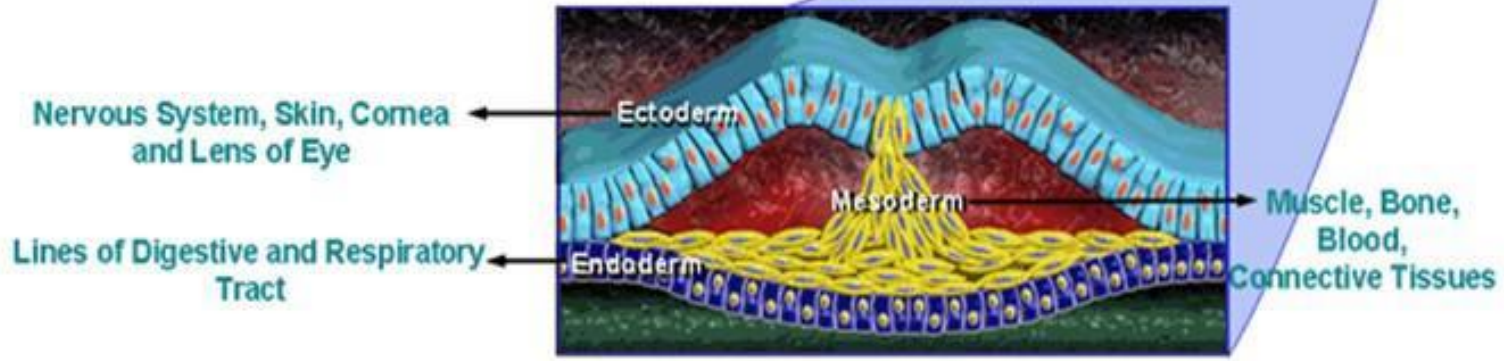
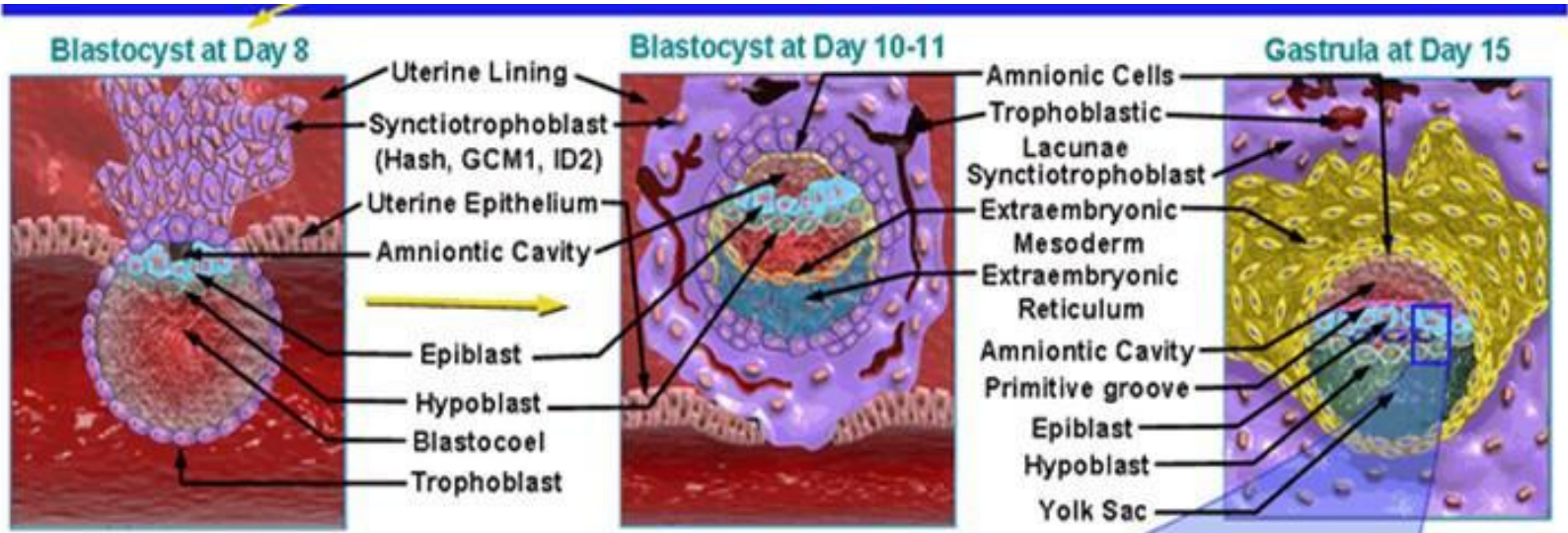




Διαφοροποίηση και οργανογένεση

- 18-21 εγκέφαλος και ΝΜ
- 22-24 καρδιά πάλλεται
- 4^η εβδομάδα. Από το μέσοδερμα σχηματίζονται τα νεφρά και 4 προεξοχές (άκρα), από το ενδόδερμα οι πνεύμονες και ο γαστρεντερικός σωλήνας
- 5^η εβδομάδα μεγαλώνει δυσανάλογα το κεφάλι γιατί πολλαπλασιάζονται και διαφοροποιούνται τα νευρικά κύτταρα.





30 ώρες μετά τη γονιμοποίηση το **ζυγωτό** διαιρείται μιτωτικά και δίνει κύτταρα μισού μεγέθους από το αρχικό.

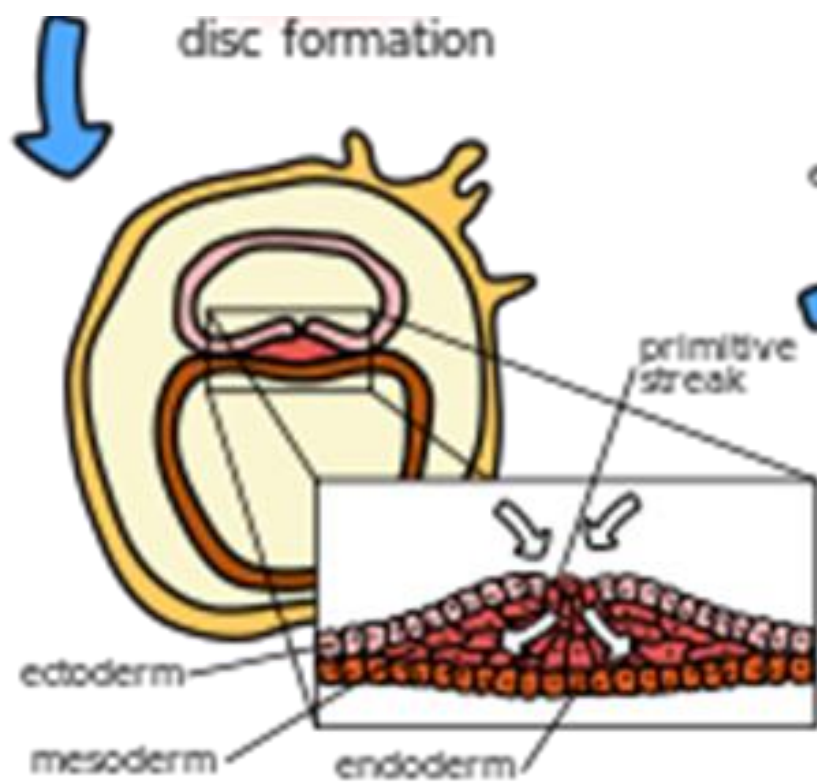
Μορίδιο (4^η-5^η μέρα): συσσωμάτωμα κυττάρων με ίδιο μέγεθος με ζυγωτό.

Με τη βοήθεια κροσσών φτάνει στη μήτρα

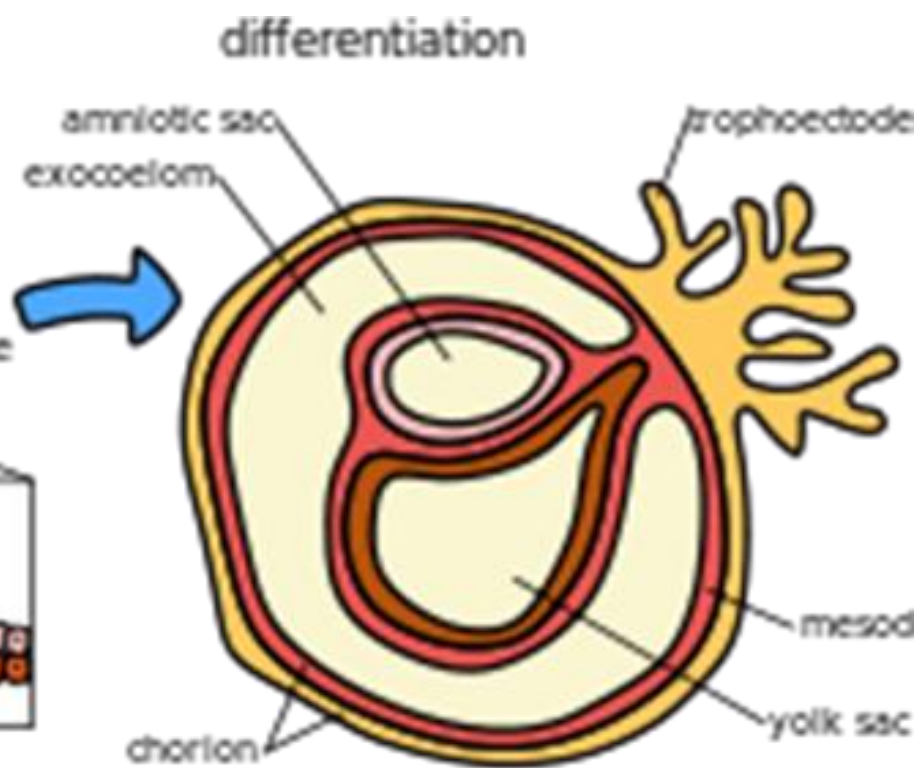
Την 3^η με 5^η μέρα τα κ. μοριδίου πολλαπλασιάζονται και σχηματίζουν σφαίρα, το **βλαστίδιο**. Η εξωτερική μεμβράνη θα σχηματίσει την **τροφοβλάστη** και η εσωτερική το έμβρυο και τις εξωεμβρυικές μεμβράνες.

Εμφύτευση του βλαστιδίου γίνεται την 6^η μέρα.

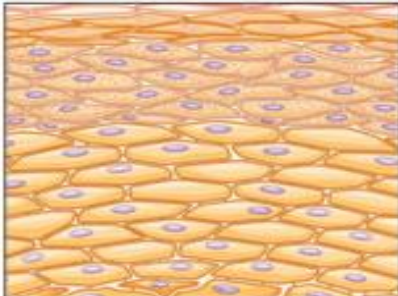

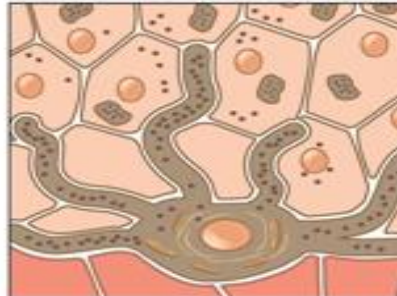





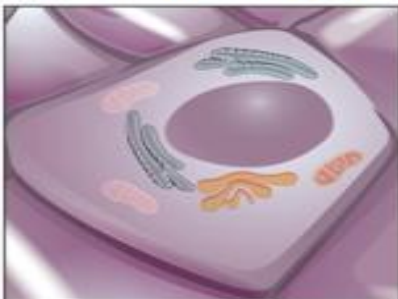
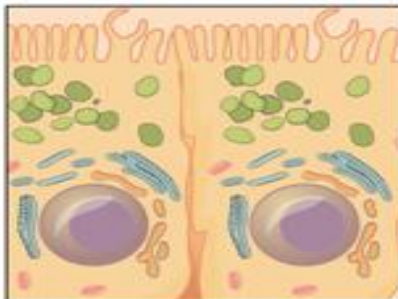
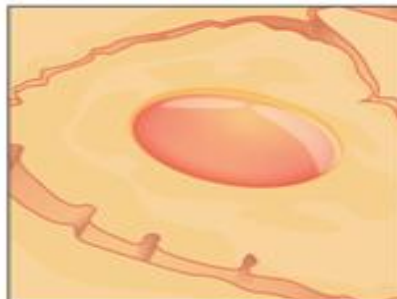
2^η-7^η εβδομάδα σχηματίζεται ο **εμβρυικός δίσκος** από όπου θα σχηματιστεί το έμβρυο και γίνεται η διαφοροποίηση των κυττάρων και η οργανογέννεση. Ο εμβρυικός δίσκος αποτελείται από 3 στιβάδες κυττάρων, **το έξω, μεσο ένδο δερμα**.



Day 12: Mesoderm formation

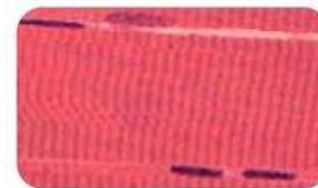


Day 18: Mesoderm spreading

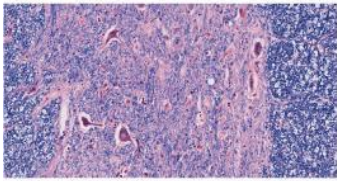
ΒΛΑΣΤΙΚΟ ΔΕΡΜΑ	ΔΙΝΕΙ ΓΕΝΕΣΗ ΣΕ								
ΕΞΩΔΕΡΜΑ	<p>επιδερμίδα, αδένες δέρματος, κρανιακά οστά, υπόφυση, μυελός επινεφριδίων, νευρικό σύστημα, στόμα, πρωκτός</p>								
ΜΕΣΟΔΕΡΜΑ	<p>συνδετικός ιστός, οστά, χόνδροι, αίμα, ενδοθήλιο αγγείων, μυς, αρθρικοί υμένες, ορογόνες μεμβράνες, που επενδύουν κοιλότητες σώματος, νεφροί.</p>								
ΕΝΔΟΔΕΡΜΑ	<p>επένδυση αεραγωγών και πεπτικής οδού (εκτός στόματος και ορθού), αδένες (πεπτικού, ενδοκρινείς, φλοιός επινεφριδίων)</p>								
			κύτταρα δέρματος	νευρώνες	μελαγχρωστικά				
					καρδιακός μυς	σκελετικός μυς	σωληνηριακά κ. νεφρού	ερυθροκ.	Λιπ
			κ. πνεύμονα	κ. θυρεοειδή αδένα	κ. παγκρέατος				

ΙΣΤΟΙ

- 1. ΕΠΙΘΗΛΙΑΚΟΣ Πολυεδρικά κύτταρα που είναι πάρα πολύ στενά συνδεδεμένα και φέρουν ελάχιστη μεσοκυττάρια ουσία
- 2. ΕΡΕΙΣΤΙΚΟΣ-ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΣ Κύτταρα με άφθονη μεσοκυττάρια ουσία
- 3. ΜΥΙΚΟΣ-επιμήκη κ. συστολή
- 4. ΝΕΥΡΙΚΟΣ-
Πολύμορφα κ.
επικοινωνία



ΝΕΥΡΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ



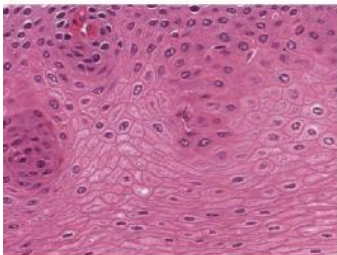
ΕΓΚΕΦΑΛΟΣ

NM

ΝΕΥΡΑ

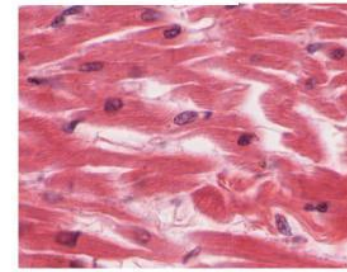
ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΚΟΙΛΩΝ
ΟΡΓΑΝΩΝ

ΕΠΙΔΕΡΜΙΔΑ



ΕΠΙΘΗΛΙΑΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

ΜΥΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

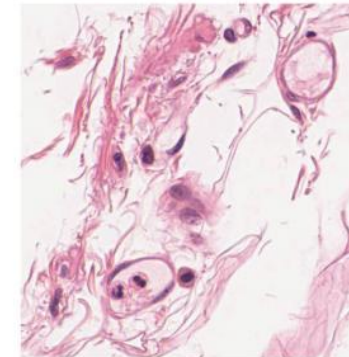


ΚΑΡΔΙΑΚΟΣ ΜΥΣ

ΛΕΙΕΣ ΜΥΙΚΕΣ ΙΝΕΣ

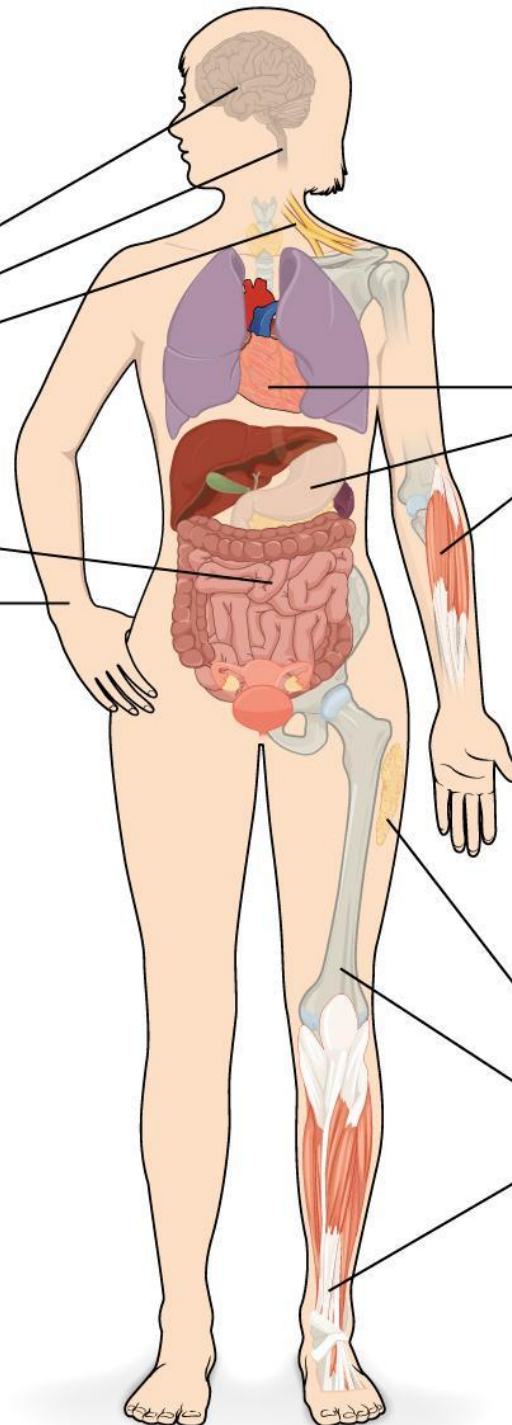
ΓΡΑΜΜΩΤΟΙ ΜΥΣ

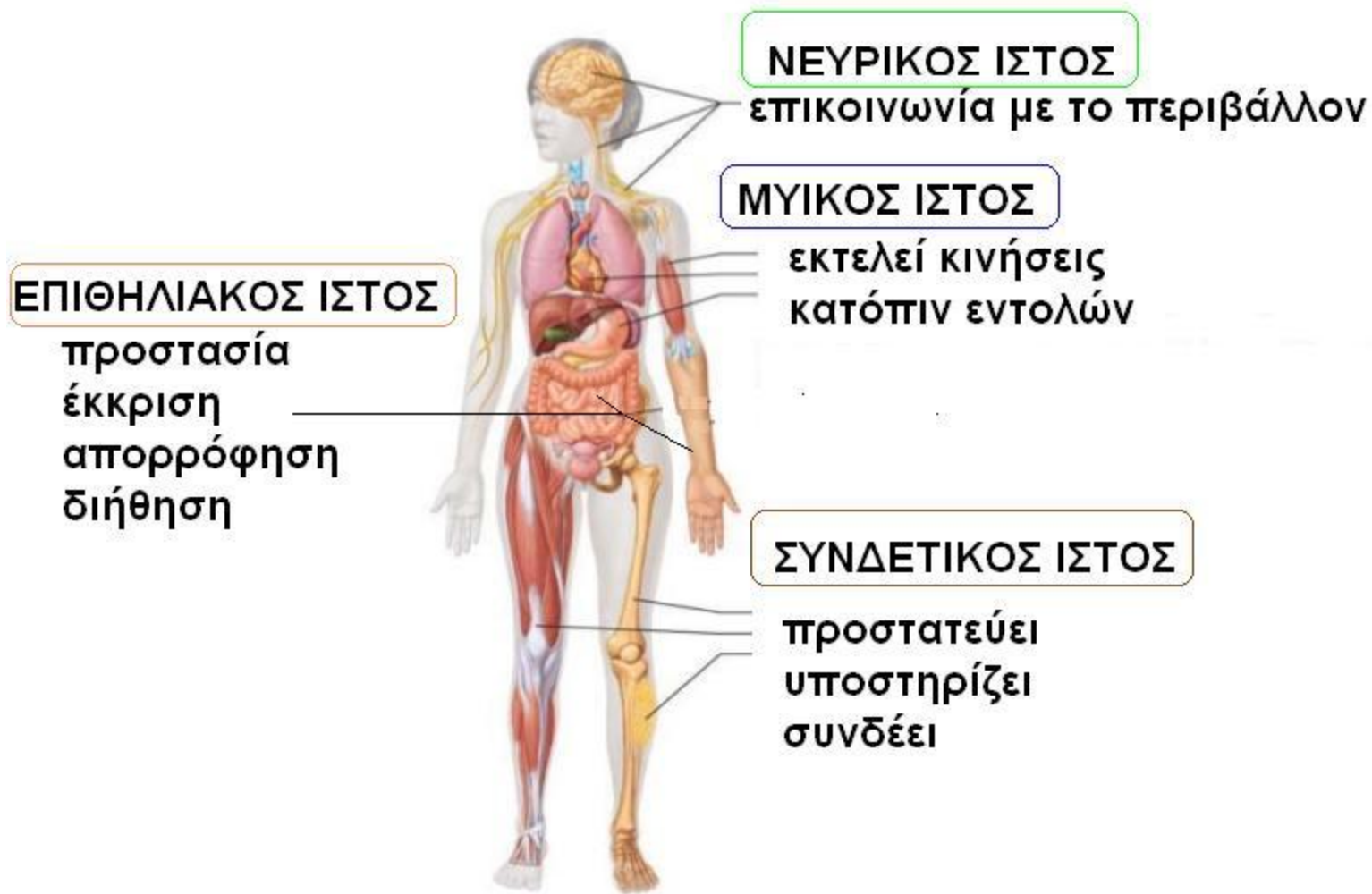
ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ



ΛΙΠΩΔΗΣ ΙΣΤΟΣ

ΟΣΤΑ
ΤΕΝΟΝΤΕΣ





ΕΠΙΘΗΛΙΑΚΟΣ

- Κύτταρα πολύ **κοντά** το ένα στο άλλο, ανεπτυγμένη προσκολλητικότητα, συνδέονται με **ελάχιστη μεσοκυττάρια ουσία**. Περιέχει λεπτά ενδοκυττάρια ινίδια (**κυτταροσκελετός**) και **κερατίνη**.
- Διάταξη σε στιβάδες, δρουν ως **φραγμός** των μερών του οργανισμού προς το εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον.
- **Καλύπτει/επενδύει**: εξωτερική επιφάνια σώματος, κοιλότητες σώματος, κοιλότητες οργάνων, αυλός αγγείων.
- Εμβύθιση επιθηλιακού ιστού στον υποκείμενο συνδετικό ιστό δημιουργεί **αδένες** (εξωκρινείς, ενδοκρινείς).
- Τα επιθηλιακά κύτταρα επικάθονται στη **βασική μεμβράνη που είναι λεπτή ινώδης εξωκυττάρια ουσία που διαχωρίζει επένδυση εσωτερικής ή εξωτερικής επιφάνειας σώματος από τον υποκείμενο συνδετικό ιστό**

ΕΠΙΘΗΛΙΑΚΟΣ

- Ο επιθηλιακός ιστός δεν περιέχει αγγεία και τρέφεται μέσω διάχυσης ουσιών από τον υποκείμενο συνδετικό ιστό, μέσω **βασικής μεμβράνης**.
- **Λειτουργία:**
- 1. ΕΠΙΠΟΛΗΣ: **καλύπτει** και **προστατεύει** (ακτινοβολία, τοξίνες, αφυδάτωση, από είσοδο παθογόνων οργανισμών, από τραύμα), **εκκρίνει** και **απορροφά** ουσίες (ρύθμιση και ανταλλαγή ουσιών μεταξύ υποκείμενων ιστών και σωματικής κοιλότητας), **πρόσληψη ερεθισμάτων** μέσω εξειδικευμένων κυττάρων.
- 2. ΑΔΕΝΙΚΟ: σχηματίζουν ουσίες που απελευθερώνουν σε εξωτερική ή εσωτερική επιφάνεια (εξωκρινείς αδένες) ή στην κυκλοφορία αίματος (ενδοκρινείς αδένες)
- 3. ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ: εξειδικευμένα επιθήλια στα αισθητήρια όργανα
- **Όλα τα επιθηλιακά κύτταρα ακουμπούν στη βασική μεμβράνη**, η οποία ενεργεί ως σκαλωσιά στην οποία το επιθήλιο μπορεί να αναπτυχθεί και να αναγεννηθούν μετά από τραυματισμούς. **Αν ένα επιθηλιακό κύτταρο απομακρυνθεί από τη βασική μεμβράνη πεθαίνει**. Ο επιθηλιακός ιστός νευρώνεται, αλλά δεν έχει αγγεία. Αυτός ο επιθηλιακός ιστός πρέπει να τρέφεται από τη **διάχυση** ουσιών από τα αιμοφόρα αγγεία στον υποκείμενο ιστό. Η βασική μεμβράνη λειτουργεί ως **επιλεκτικά διαπερατή μεμβράνη** που καθορίζει ποιες ουσίες θα είναι σε θέση να εισέλθουν στο επιθήλιο.

ΕΠΙΘΗΛΙΑΚΟΣ

Ελεύθερη επιφάνεια: οι επιθηλιακοί ιστοί έχουν πάντα μια κορυφαία επιφάνεια ή ένα ελεύθερο άκρο.

Διατάσσονται **σε στρώσεις ή στιβάδες:** όλοι οι επιθηλιακοί ιστοί αποτελούνται από ένα στρώμα κυττάρων πάχους μιας ή περισσότερων στιβάδων.

Κυτταρικός πληθυσμός: Οι επιθηλιακοί ιστοί συνίστανται σχεδόν εξ' ολοκλήρου από κύτταρα στενά συνδεδεμένα μεταξύ τους με ειδικούς **συνδέσμους**. Ως εκ τούτου, φέρει ελάχιστο ή και **καθόλου μεσοκυττάριο** χώρο.

Πολικότητα: Εξαιτίας της εμπλοκής πολλών επιθηλιακών ιστών σε διάφορους τύπους κυτταρικής μεταφοράς, διαθέτουν πολικότητα. Με άλλα λόγια, τα επιθηλιακά κύτταρα έχουν μια **διακριτή κορυφή και βάση**, με **εξειδικεύσεις** της κυτταρικής επιφάνειας και ενδοκυττάρια **οργανίδια** διατεταγμένα ανάλογα.

Έλλειψη αγγείωσης: ο επιθηλιακός ιστός στερείται αιμοφόρων αγγείων, με αποτέλεσμα, όλα τα κυτταρικά συστατικά και απόβλητα να πρέπει να μεταφέρονται **μέσω διάχυσης**.

Προσκόλληση: Όλοι οι επιθηλιακοί ιστοί είναι στερεά αγκυροβολημένοι σε έναν υποκείμενο ινώδη **βασικό υμένα που δημιουργήθηκε από το επικείμενο επιθήλιο**.

Αναγέννηση: Ο επιθηλιακός ιστός **καταστρέφεται** συνεχώς ή χάνεται στις εκτεθειμένες εσωτερικές ή εξωτερικές επιφάνειες του σώματος. Αυτά τα κύτταρα αντικαθίστανται συνεχώς μέσω **μιτωτικών** διεργασιών των αρχέγονων κυττάρων που υπάρχουν στο επιθήλιο.

ΕΠΙΘΗΛΙΑΚΟΣ

Προέρχεται και από τα τρία εμβρυολογικά βλαστικά δέρματα.

- Από το **εξώδερμα** -επιθήλιο δέρματος (επιδερμίδα) και σωματικών κοιλοτήτων (στόμα, μύτη, πρωκτός)
- Από το **ενδόδερμα** (ενδοθήλιο γαστρεντερικού και αναπνευστικού συστήματος, αδένων-πάγκρεας, ήπαρ)
- Από το **μεσόδερμα** (κάλυψη λοιπών σωματικών κοιλοτήτων, επιθήλιο νεφρών)

ΕΠΙΘΗΛΙΑΚΟΣ ταξινόμηση

Με βάση μορφή:

πλακώδες (squamous): όψη πλακόστρωτου δαπέδου.

Το πάχος του κυτταροπλάσματος αυτών των κυττάρων είναι συνήθως πολύ λεπτό για να είναι ορατό υπό το φως του μικροσκοπίου (αποπλατυσμένα κ.)

κυβοειδές (cuboidal), μεγαλύτερο ύψος, 4 πλευρές περίπου ίσες.

Ο πυρήνας αυτού του κυτταρικού τύπου είναι κεντρικά τοποθετημένος μέσα στο κύτταρο.

κυλινδρικό (columnar), μήκος > πλάτος, πυρήνας είναι συνήθως εντοπισμένος στο κάτω ένα τρίτο του κυττάρου

Το σχήμα του πυρήνα ακολουθεί το σχήμα του κυττάρου

ΕΠΙΘΗΛΙΑΚΟΣ ταξινόμηση

Με βάση αριθμό στιβάδων

- **Μονόστιβο:** Πλακώδες, κυβοειδές, κυλινδρικό
Μία στιβάδα επιθηλιακών κυττάρων στην οποία όλα τα κύτταρα εκτείνονται στον υποκείμενο συνδετικό ιστό (γνωστή και ως βασική μεμβράνη).
- **Πολύστιβο:** Ένα επιθήλιο αποτελούμενο από πολλές στιβάδες επιθηλιακών κυττάρων. Στο πολύστιβο επιθήλιο, μόνο τα κύτταρα της βασικής στιβάδας απλώνονται στη βασική μεμβράνη, και μόνο οι εξωτερικές στιβάδες κυττάρων έχουν μια ελεύθερη επιφάνεια.
- **Ψευδοπολύστιβο:** Μια στιβάδα επιθηλιακών κυττάρων των οποίων το ύψος ποικίλλει σημαντικά. Σε αυτόν το τύπο επιθηλίου, όλα τα κύτταρα εκτείνονται στη βασική μεμβράνη, αλλά δε συμβαίνει το ίδιο και στην ελεύθερη επιφάνεια
- **Μεταβατικό:** Αυτό το επιθήλιο είναι χαρακτηριστικό του **ουροποιητικού** συστήματος. Καθώς τα όργανα του ουροφόρου σωλήνα διατάσσονται ή χαλαρώνουν, τα κύτταρα αυτού του επιθηλίου μεταβάλλουν το σχήμα τους, δίνοντας έτσι την εντύπωση πως το επιθήλιο έχει μετατραπεί **από πολύστιβο σε μονόστιβο.**

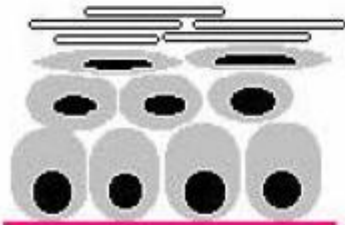
Απλό
Πλακώδες



Ψευδοπολύστιβο
κυλινδρικό



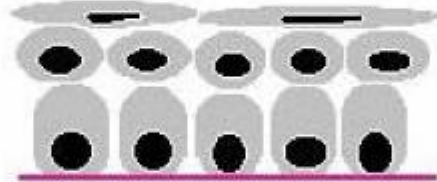
Πολύστιβο πλακώδες,
κερατινοποιημένο



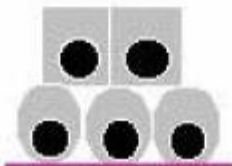
Απλό
Κυβικό



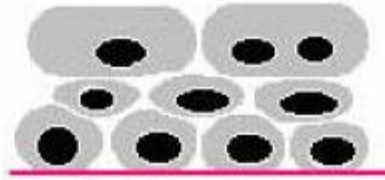
Πολύστιβο
πλακώδες



Πολύστιβο
κυβικό



Μεταβατικό



Απλό
Κυλινδρικό



ΕΠΙΘΗΛΙΑΚΟΣ

ταξινόμηση (λειτουργία)

- Πλακώδες κερατινοποιημένο: δέρμα
- Μη κερατινοποιημένο: εσωτερικές επιφάνειες σώματος που καταπονούνται (στοματική κοιλότητα).
- Απλό μη κερατινοποιημένο βρίσκεται σε ορώδεις μεμβράνες (μεσοθήλιο) και επενδύει αγγεία (ενδοθήλιο)
- Τα κυλινδρικά και κυβοειδή επιθηλιακά κ. μπορεί να έχουν κροσσούς (αναπνευστική οδός), εκκριτικές και απορροφητικές ικανότητες (νεφρικά σωληνάρια-κυβοειδές, εντερικός σωλήνας-κυλινδρικό).
- Μεταβατικό. Τα κ. προσαρμόζονται σε διάφορες τάσεις (απεκκριτική μοίρα ουροποιητικού)

πλακώδες

απλό

επενδύει αγγεία και
αεροφόρες οδούς
επιτρέπει
ανταλλαγή
ουσιών
(καρδιά, πνεύμονες)
διάχυση, διήθηση



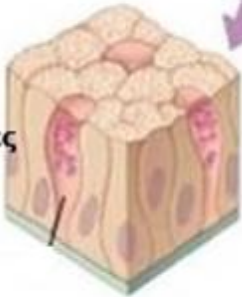
κυβοειδές

νεφροί αδένες
έκκριση και
επαναρροφήση
H₂O-μορίων



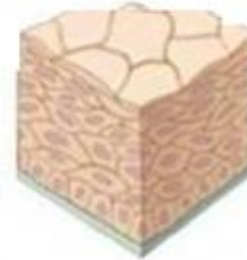
κυλινδρικό

ουρ. κύστη
πεπτικό
μήτρα
βρόγχοι
απόρροφα ουσίες
παράγει βλέννη



πολύστιβο

στομά, κόλπος
επιδερμίδα



προστασία από
τριβή, μολύνσεις,
αφυδάτωση

σιελογόνοι
ιδρωτοποιοί
αδένες



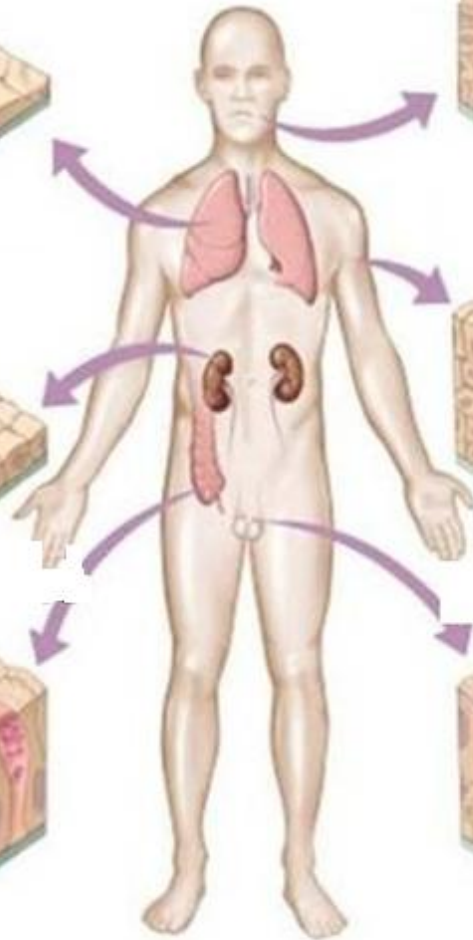
έκκριση
H₂O
Ιόντων

επιδιδύμις,
λάρυγγας



προστασία
εκκρίνει
βλέννη

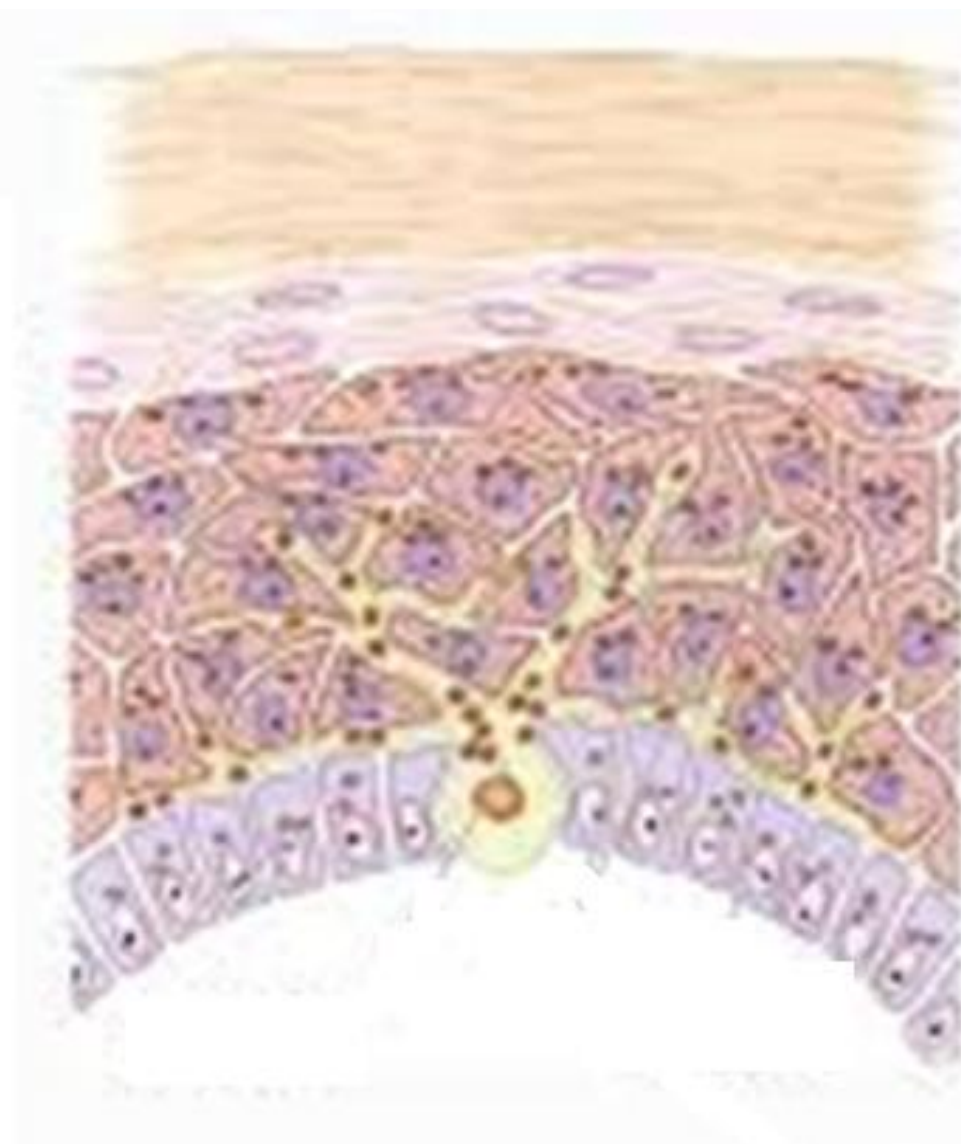
βασική
μεμβράνη



επιδερμίδα

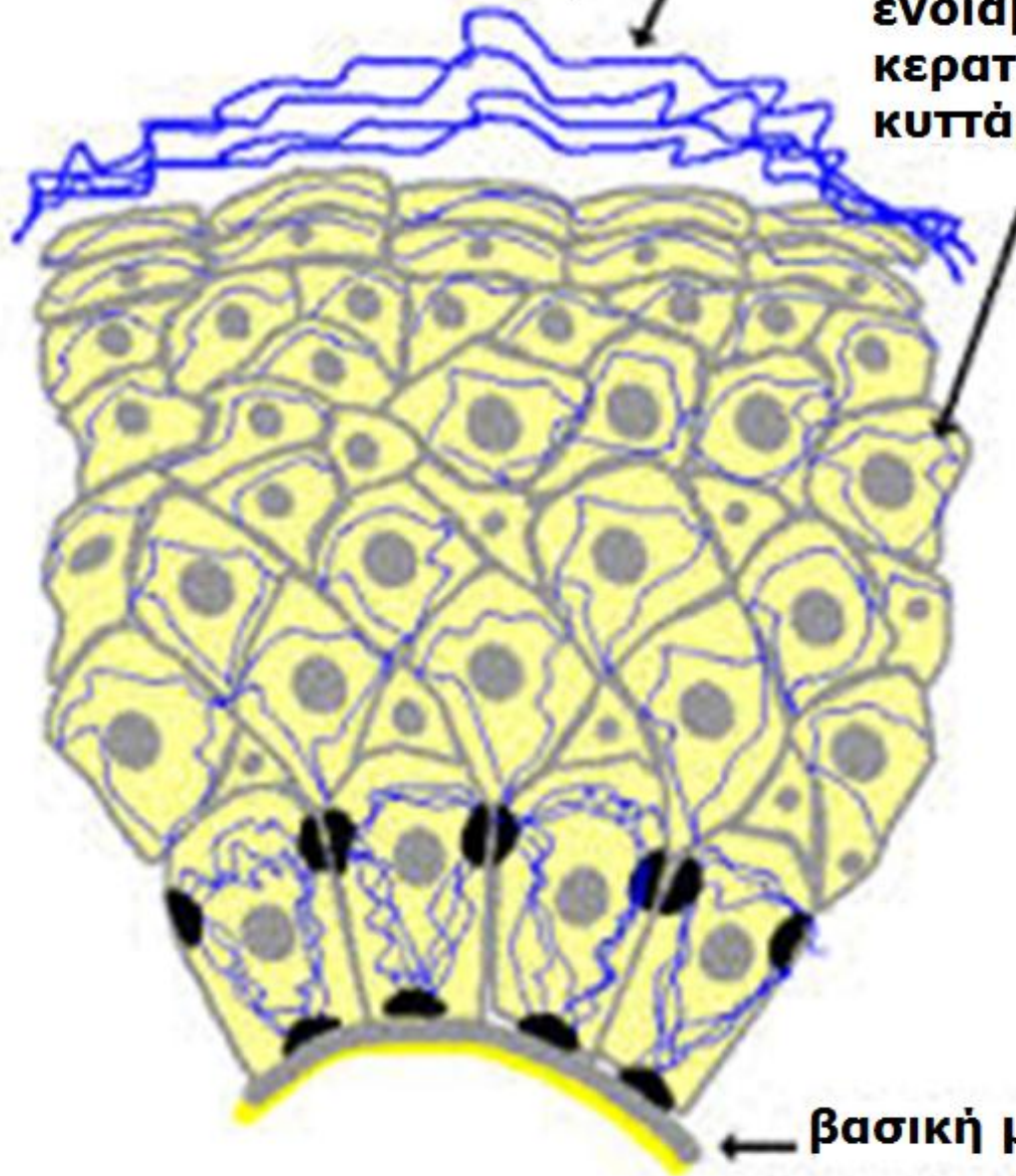
**κερατινοκύτταρα
παράγουν κερατίνη**

**κερατίνη: πρωτεΐνη
που βρίσκεται στις
τρίχες, νύχια,
παλάμες, πέλματα**



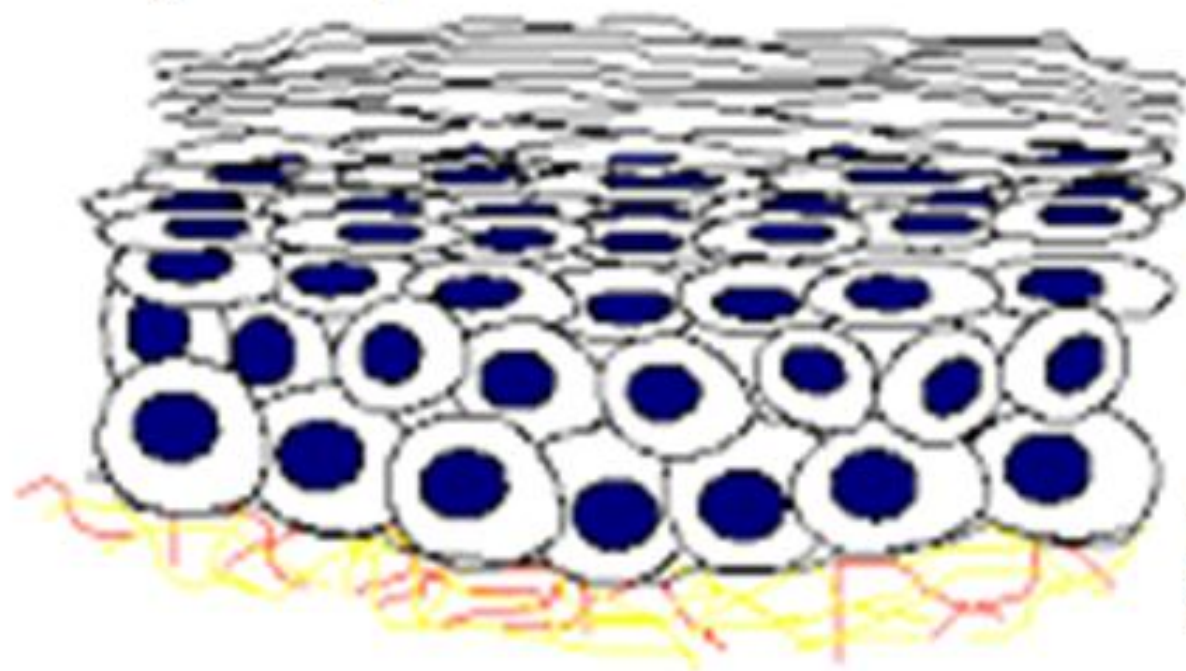
ίνες κερατίνης έξω
από τα κύτταρα

ενδιάμεσα νημάτια
κερατίνης εντός
κυττάρων





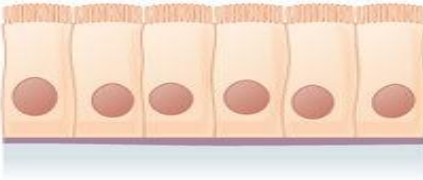

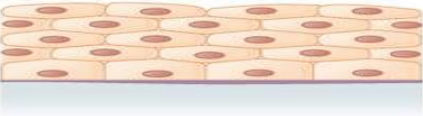


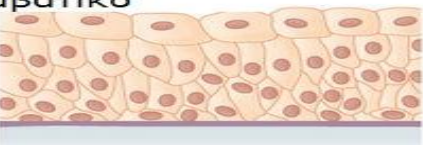
βασική μεμβράνη

**πολύστιβο πλακώδες
κερατινοποιημένο επιθήλιο
νεκρά, κερατινοποιημένα κ.
στην επιφάνεια**

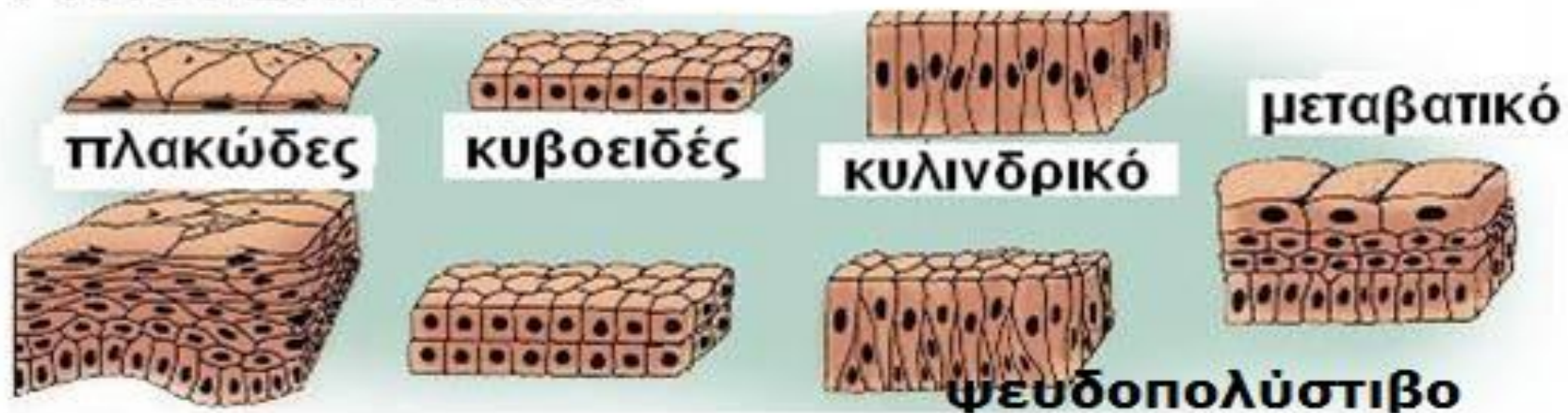


**κύτταρα
γλιστρούν προς
την επιφάνεια**

**μιτωτικές
διαιρέσεις**

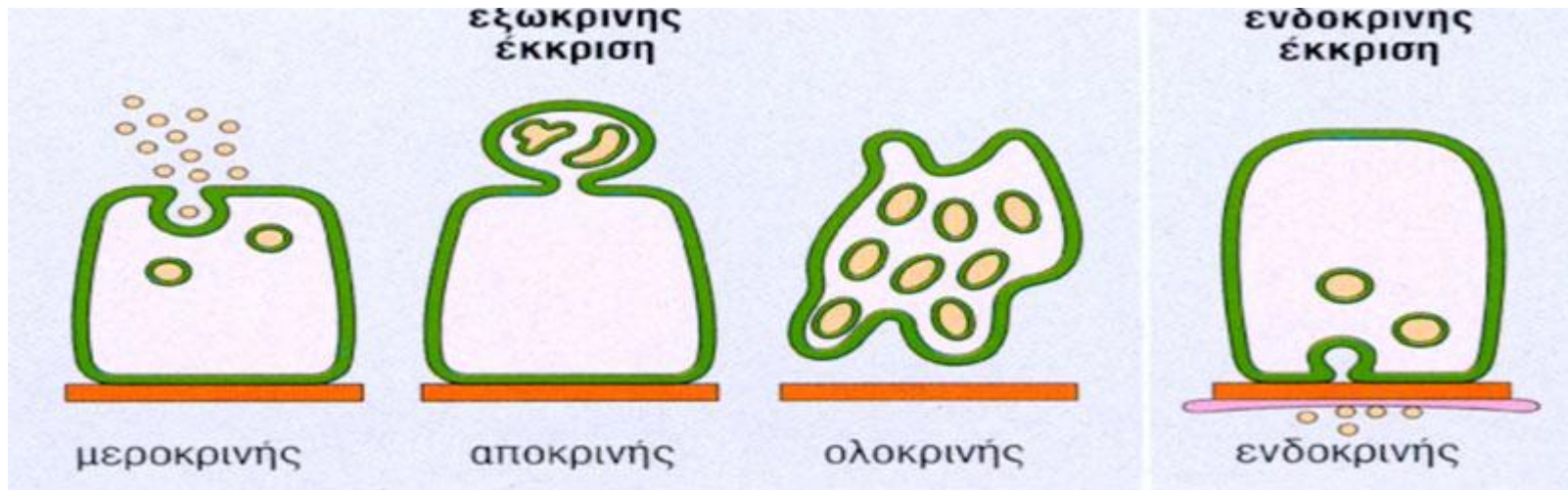
κύτταρα	εντόπιση	λειτουργία
<p>απλό πλακώδες</p> 	<p>καρδιά, πνεύμονες, αγγεία</p>	<p>διάχυση, διήθηση έκκριση λιπαντικής ουσίας</p>
<p>απλό κυβοειδές</p> 	<p>αδένες, νεφροί</p>	<p>έκκριση απορρόφηση</p>
<p>απλό κυλινδρικό</p> 	<p>βρόγχοι, μήτρα, γ.εντ, ουροδ. κύστη</p>	<p>απορροφά, έκκριση βλέννης, ενζύμων</p>
<p>ψευδο- κυλινδρικό</p> 	<p>τραχεία, ανωτ. αναπν.</p>	<p>έκκριση και μετακίνηση βλέννης,</p>
<p>πολύστιβο πλακώδες</p> 	<p>οισοφάγος, στόμα, κόλπος</p>	<p>προστασία</p>
<p>πολύστιβο κυβοειδές</p> 	<p>ιδρ. αδένες. σιελογόνοι αδένες</p>	<p>προστασία</p>
<p>πολύστιβο κυλινδρικό</p> 	<p>ανδρική ουρήθρα</p>	<p>έκκριση, προστασία</p>
<p>μεταβατικό</p> 	<p>κύστη, ουρήθρα, ουρητήρας</p>	<p>επιτρέπει τη διάταση</p>

ΤΥΠΟΙ ΕΠΙΘΗΛΙΟΥ



Τα κύτταρα στο επιθήλιο είναι πολύ πυκνά μαζί σαν τα τούβλα σε ένα τοίχο, αφήνοντας πολύ λίγο μεσοκυττάριο χώρο. Τα κύτταρα αποτελούν συνεχή φύλλα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους σε πολλά σημεία με στεγανούς συνδέσμους και δεσμοσώματα.

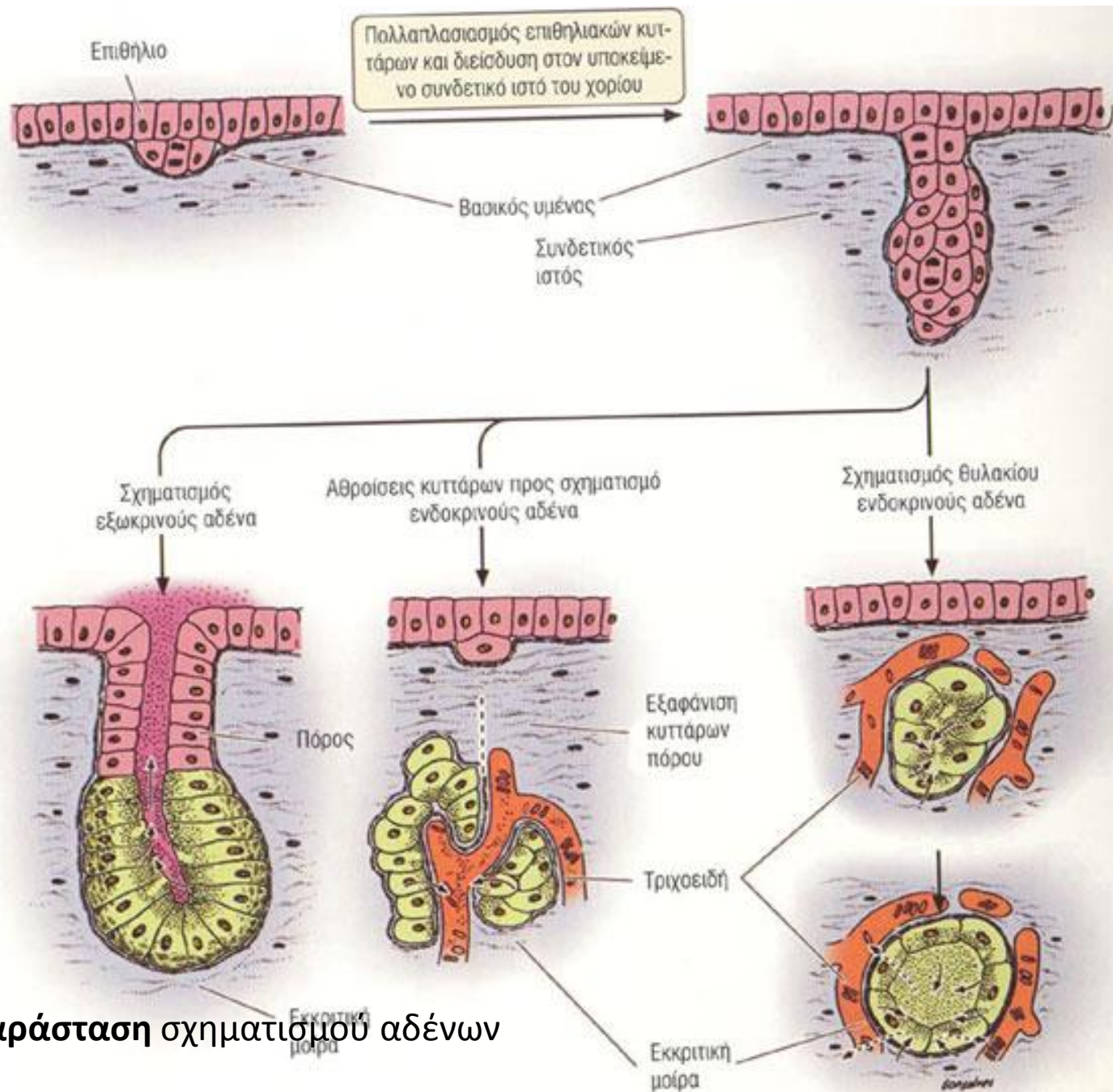
Τύποι κυτταρικής έκκρισης



Μεροκρινείς. Το εκκριτικό προϊόν απελευθερώνεται με εξωκυττάρωση από το κορυφαίο τμήμα του κυττάρου. Αποτελεί τη συνηθέστερη μορφή έκκρισης.

Αποκρινείς. Απόσπαση του κορυφαίου τμήματος του κυτταροπλάσματος, που περιέχει το εκκριτικό προϊόν. Είναι ένας σχετικά ασυνήθης τύπος έκκρισης και παρατηρείται κυρίως στο μαστό.

Ολοκρινείς. Απόσπαση ολόκληρου του κυττάρου και στη συνέχεια λύση του κυττάρου και απελευθέρωση του προϊόντος. Ο τύπος αυτός απαντάται κυρίως στους σμηγματογόνους αδένες



Σχηματική παράσταση σχηματισμού αδένων

ιδρωτοποιός



Παχύ έντερο



Απλός εσπειραμένος-σωληνοειδής



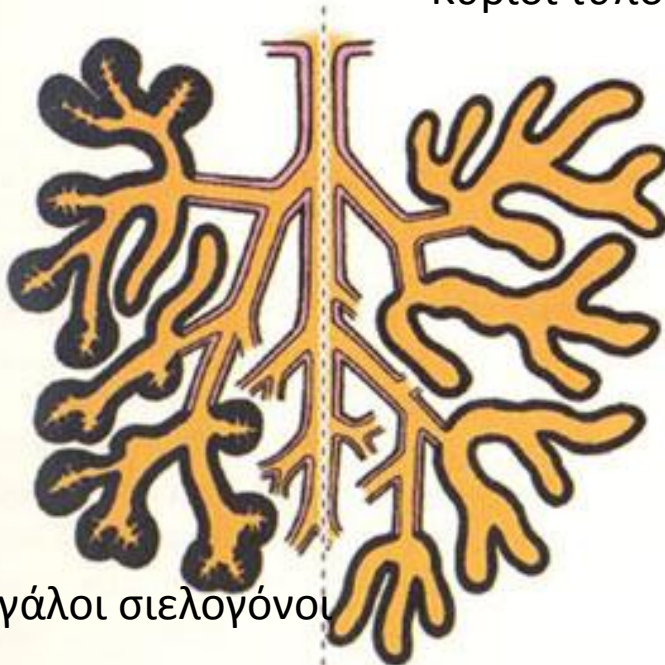
Απλός διακλαδισμένος-σωληνοειδής



Βλεννοεκκριτικός ουρήθρας

Απλός κυψελοειδής

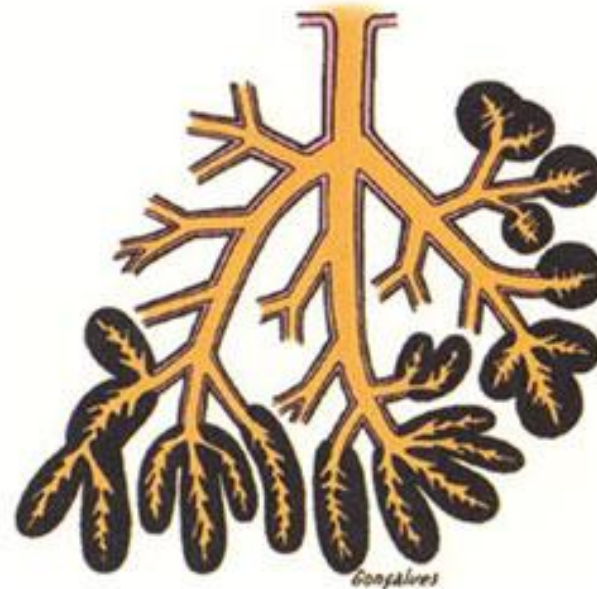
Κύριοι τύποι εξωκρινών αδένων



Μεγάλοι σιελογόνοι

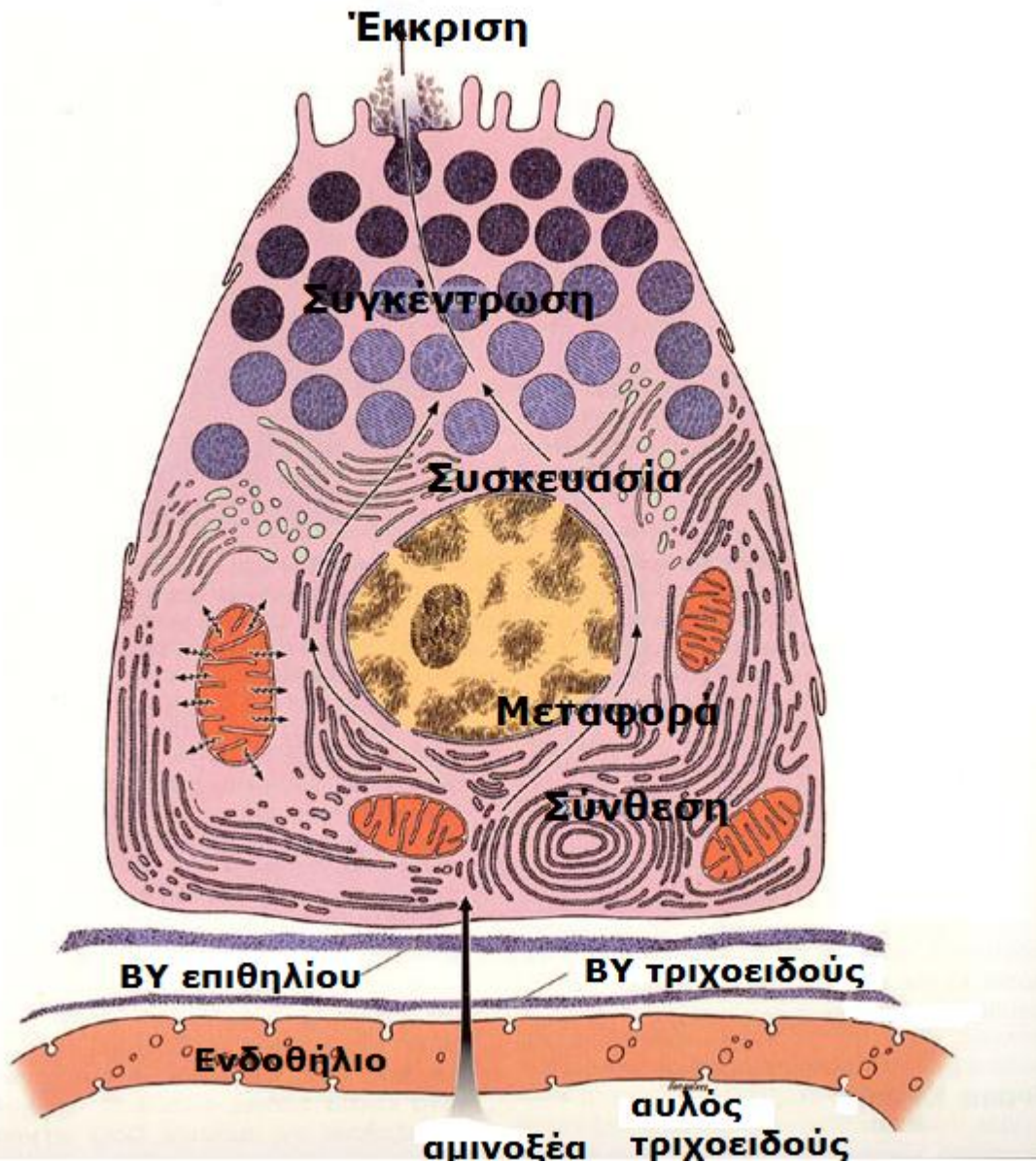
Σύνθετος σωληνοκυψελοειδής

Σύνθετος σωληνοειδής



Εξωκρινής μοίρα παγκρέατος

Σύνθετος κυψελοειδής



Σχηματική παράσταση ενός ορώδους πρωτεϊνοπαραγωγού κυττάρου (παγκρεατικής αδενοκυψέλης), με άφθονο αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο στη βάση του κυττάρου. Η συσκευή Golgi και τα ζυμογόνα κοκκία βρίσκονται στην κορυφαία περιοχή.

ΕΡΕΙΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

- Αποτελεί το **στηρικτικό** και **μεταβολικό** υπόστρωμα των άλλων ιστών. Είναι **φορέας** των **αγγείων**, των **νεύρων** και των **προϊόντων μεταβολισμού της ύλης** και της ανταλλαγής τους μεταξύ των διαφόρων ιστών και του κυκλοφορικού συστήματος.
- Με τις **στέρεες** μορφές του (**οσίτης** και **χονδρικός** ιστός) αποτελεί το σκελετό του ανθρώπου.
- Αποτελείται από **κύτταρα**, **μεσοκυττάρια ουσία** (υπόβαθρο ουσιών και οργανικών ινών συνδετικού ιστού που παρέχουν υποστήριξη και σύνδεση-δομικές γλυκοπρωτεΐνες (γλυκοσαμινογλυκάνες, πρωτεογλυκάνες) και **μεσοκυττάρια ίνες** (ελαστικές και κολλαγόνου).
- Η **αναλογία** αυτών των δυο συστατικών (ινών και ουσιών), καθώς και η **σύστασή** τους μπορεί να ποικίλει στους διάφορους τύπους συνδετικού ιστού.

ΕΡΕΙΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

- Όταν πρόκειται για **στηρικτικό ρόλο**, τα κύρια χαρακτηριστικά του ιστού είναι **εξωκυττάρια ίνες** και **θεμέλια ουσία**, όπως στην περίπτωση των **συνδέσμων, των τενόντων, του χόνδρου και των οστών**
- Όταν πρόκειται για **αμυντικό ρόλο** (φλεγμονώδης και ανοσολογική αντίδραση) ή για την **αποθήκευση των αποθεμάτων ενέργειας**, το κύριο χαρακτηριστικό του ιστού είναι τα **κύτταρα**. Ως παράδειγμα, αναφέρονται τα λεμφοκύτταρα που συμμετέχουν στους ανοσολογικούς αμυντικούς μηχανισμούς και τα κύτταρα του λιπώδους ιστού που αποθηκεύουν λίπος.
- Ένας άλλος τύπος εξειδικευμένου συνδετικού ιστού είναι το **αίμα**, του οποίου η εξωκυττάρια θεμέλια ουσία είναι το **πλάσμα**.
- Προέρχεται από το **μεσόδερμα**.
- Είναι ο πιο διασπαρμένος, πιο ποικιλόμορφος και με τη μεγαλύτερη ποικιλία λειτουργιών.

ΕΡΕΙΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

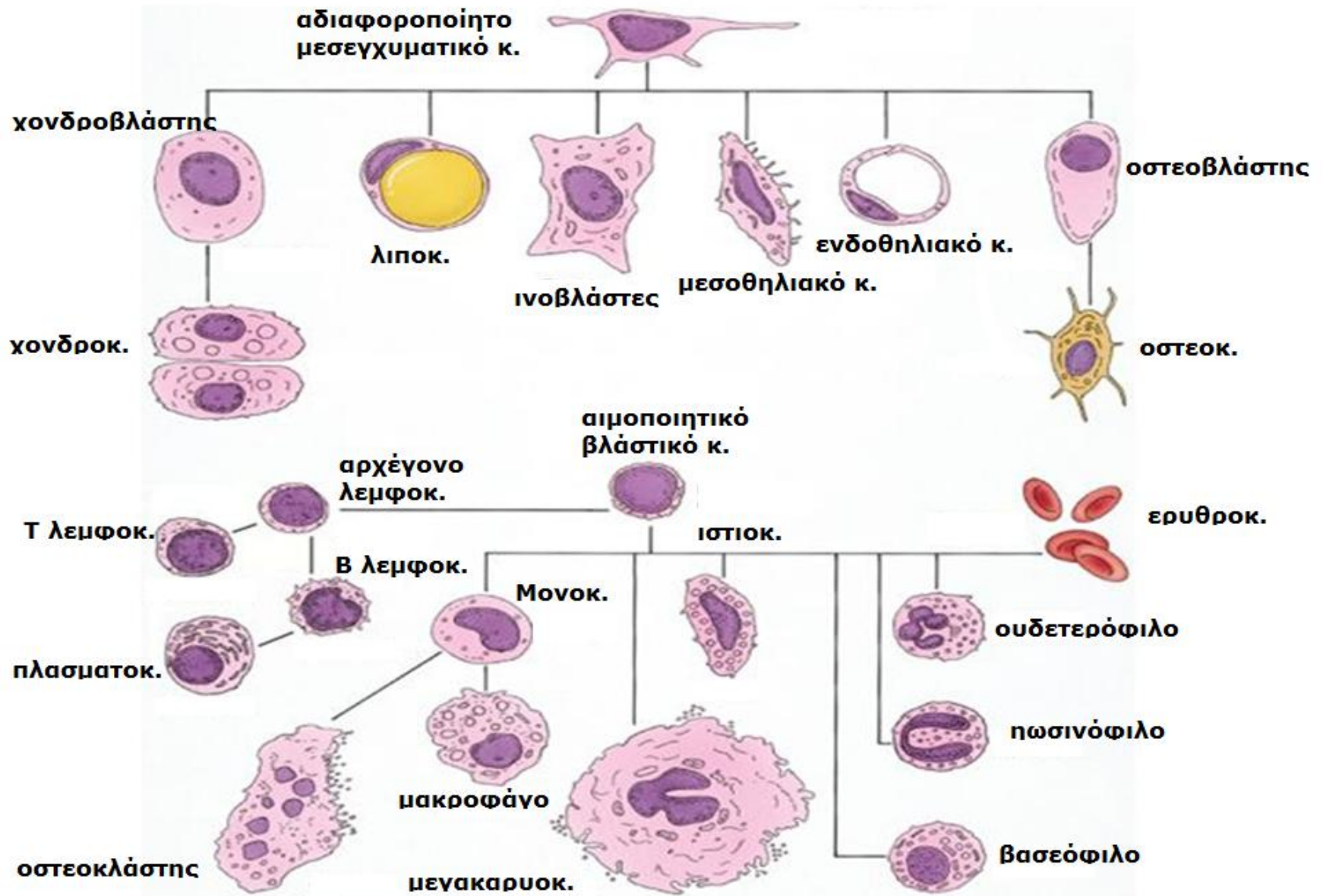
- Επουλωτική και επανορθωτική δράση, γεμίζοντας τα κενά μεταξύ των άλλων ιστών
- Αποθήκευση ενέργειας
- Αποθήκευση ιόντων
- Στήριξη
- Προστασία
- Σύνδεση
- Μόνωση
- Χρήση ως μέσο διάχυσης για τη μεταφορά του οξυγόνου, του διοξειδίου του άνθρακα και των θρεπτικών συστατικών

ΕΡΕΙΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

Μορφές

ανάλογα με την αναλογία κυττάρων/μεσοκυττάριας ουσίας

- 1. Ιδίως Συνδετικός** (σταθερά κ, ελεύθερα κ. μεσοκυττάρια ουσία)
[Χαλαρός-Πυκνός ΣΙ]
μεσεγχυματικός, βλεννώδης, χαλαρός (αραιός ινώδης), λιπώδης, στέρεος (πυκνός ινώδης), δικτυωτός, ελαστικός, χρωμοφόρος
 - 2. Χονδρικός** [στέρεα σύσταση μεσοκυττάριας ουσίας]
υαλοειδής, ελαστικός, ινώδης
εύκαμπτος αλλά με αντίσταση στην πίεση και κάμψη, αρκετά μαλακός για να κοπεί. Κύτταρα και μεσοκυττάρια ουσία, σχεδόν **χωρίς αγγεία και νεύρα**.
 - 3. Οστίτης**. Εναπόθεση αλάτων στη μεσοκυττάρια ουσία.
Συστατικό των οστών, σκληρός και στερεός περιόστεο, ενδόστεο
- (4). **Αίμα**
(5). **Λέμφος**
Δεν έχουν ίνες.



ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

A. Σταθερά κύτταρα:

Ινοκύτταρα, προέρχονται από ινοβλάστες που παράγουν μεσοκυττάρια ουσία και ίνες

Μεσεγχυματικά κ.

Δικτυωτά κ.

Χρωστικοφόρα κ.

Λιπώδη κ.

ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

B. Ελευθέρα κύτταρα

Ιστιοκύτταρα

Λεμφοκύτταρα

Πλασματοκύτταρα

Μονοκύτταρα

Κοκκιοκύτταρα

ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

Γ. Μεσοκυττάρια ουσία

-**Δικτυωτές ίνες**: γύρω από τριχοειδή, βασικές μεμβράνες, νεφρικά σωληνάκια

-**Κολλαγόνες ίνες**: συγκρατούνται μεταξύ τους από άμορφη κολλητική ουσία, μη εκτάσιμες, σχηματίζουν ομάδες δεσμιδίων, στους τένοντες, τυμπανική μεμβράνη

-**Ελαστικές ίνες**: αρτηρίες, συνδέσμους

-**Θεμέλια ουσία**: παράγεται από τα κύτταρα, ανταλλαγή ουσιών μεταξύ κ. και αίματος

ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

- 1. Εμβρυϊκός:** περιέχει μεσεγχυματικά κ. (μεσέγχυμα)
- 2. Δικτυωτός:** Δικτυωτά κ (τροποποιημένες ινοβλάστες) και δικτυωτές ίνες, φαγοκυτταρώνουν και αποθηκεύουν ουσίες.
 - Λεμφοδικτυωτός (λεμφαδένες)
 - Μυελοδικτυωτός (ΜΟ)
- 3. Μεσοκυττάριος:** χαλαρός, γεμίζει διαστήματα μεταξύ δομών (μυών). Περιέχει ινοκ. και λιπωδη κ., ίνες κολλαγόνου, ελαστικές, δικτυωτές ίνες και θεμέλια ουσία.
- 4. Σταθερός:** πυκνός, μεγαλύτερη αναλογία κολλαγόνων ινών και λιγότερο κύτταρα και θεμέλια ουσία (τένοντες, απονευρώσεις).
- 5. Λιπώδης:** μεγάλα κ. με έναν αποπλατυσμένο πυρήνα στην περιφέρεια.
 - Μονόχωρος λευκός
 - Πολύχωρος φαιός: παιδιά
 - Αποθηκευτικός: εξαρτάται από τροφική κατάσταση, υποδόρροιος
 - Δομικός: ανεξάρτητος διατροφής: αρθρώσεις, ΜΟ, παρειές

Κύτταρα ΣΙ

- Τα κύτταρα του μεσεγχύματος
 - Ινοβλάστες και ινοκύτταρα
 - Μακροφάγα
 - Σιτευτικά (mast cells)
 - Πλασματοκύτταρα
 - Λευκοκύτταρα
 - Λιπώδη κύτταρα
-
- Ο όρος “**βλάστη**” δηλώνει ένα ενεργά αναπτυσσόμενο κύτταρο ή ένα κύτταρο που εκκρίνει συστατικά της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας.
 - Τα στηρικτικά κύτταρα που βρίσκονται σε φάση ηρεμίας στους ιστούς αναφέρονται με τον όρο “**κύτταρο**” π.χ . ινοκύτταρο, χονδροκύτταρο, οστεοκύτταρο

Κοινά χαρακτηριστικά των κυττάρων του συνδετικού ιστού

- Προέρχονται από το μεσέγχυμα.
- Σχηματίζουν το δομικό σκελετό του ιστού.
- Αποτελούν μία ομάδα κυτταρικών τύπων με σύνθετες μεταβολικές λειτουργίες και παράγουν εξωκυττάρια θεμέλια ουσία.
- Όταν ωριμάσουν σχηματίζουν ιστό με λίγα σχετικά κύτταρα και άφθονη θεμέλια ουσία.
- Διαθέτουν μηχανισμούς προσκόλλησης ώστε να αλληλεπιδρούν κυρίως με την εξωκυττάρια θεμέλια ουσία.

Τα κύτταρα του μεσεγγύματος

- Έχουν ατρακτοειδές ή αστεροειδές σχήμα και φέρουν αποφυάδες που ενώνονται με γειτονικές και σχηματίζουν ένα δίκτυο.
- Ο πυρήνας τους είναι μεγάλος, αραιοχρωματικός και περιέχει ευδιάκριτο πυρήνιο.
- Στον εξωκυττάριο χώρο υπάρχουν λεπτές δικτυωτές ίνες και άφθονη θεμέλια ουσία.
- Το μεσέγγυμα διαφοροποιείται σε χαλαρό συνδετικό ιστό με **ινοβλάστες**, οι οποίες παράγουν και εκκρίνουν **κολλαγόνο τύπου Ι**.

Ινοβλάστες και ινοκύτταρα

- Η **ινοβλάστη** αποτελεί το μόνο κυτταρικό τύπο που απαντάται, ανεξαιρέτως, σε όλα τα είδη συνδετικού ιστού. Έχει σχήμα ατρακτοειδές ή αστεροειδές και από το κυτταρικό σώμα προσεκβάλλουν κοντές, διακλαδιζόμενες αποφυάδες. Στο ενήλικο άτομο οι ινοβλάστες **εκκρίνουν ενεργά κολλαγόνο**. Το κυτταρόπλασμα είναι βασεόφιλο και περιέχει τα οργανίδια που συμμετέχουν στην πρωτεϊνοσύνθεση. Οι ινοβλάστες **συνθέτουν** τις πρωτεΐνες των ινών του συνδετικού ιστού (**κολλαγόνων δικτυωτών, ελαστικών**), τις δομικές **γλυκοπρωτεΐνες** και τις **πρωτεογλυκάνες** της θεμέλιας ουσίας. Έτσι, **ελέγχουν τη σύσταση αλλά και τη διατήρηση της ακεραιότητας αυτής**.
- **Ενεργοποιημένες ινοβλάστες** ανιχνεύονται κατά την **επούλωση** τραυμάτων.
- **Οι Μυοϊνοβλάστες** παρουσιάζουν συσταλτική δράση και παίζουν σημαντικό ρόλο στη συστολή και στην ελάττωση της έκτασης του σχηματιζόμενου ουλώδους ιστού.
- Στο **λεμφικό ιστό και στο μυελό των οστών**, όταν οι ινοβλάστες σχηματίζουν τις δικτυωτές ίνες λαμβάνουν αστεροειδές σχήμα με πολλές διακλαδώσεις και ονομάζονται **δικτυωτά κύτταρα**.

ΜΑΚΡΟΦΑΓΑ

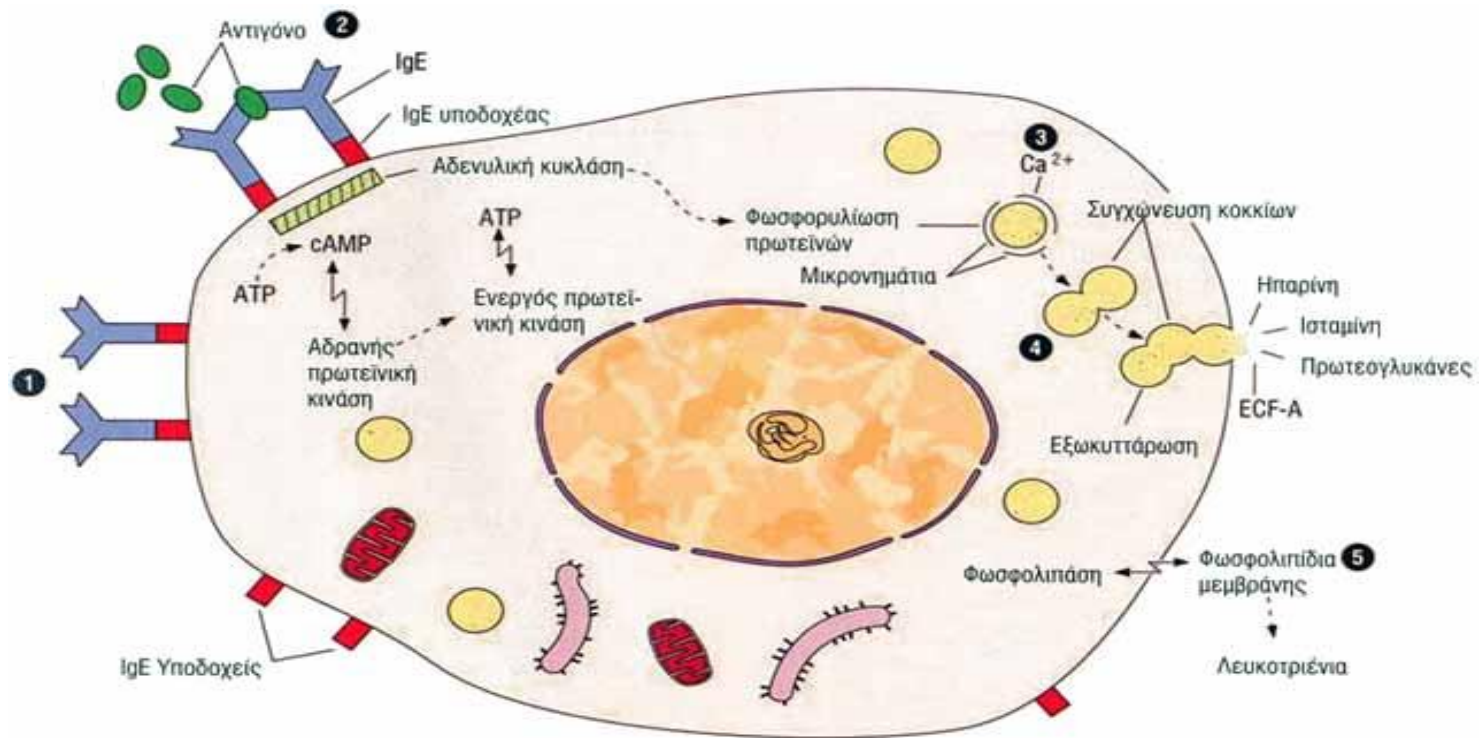
Έχουν ποικίλα μορφολογικά χαρακτηριστικά ανάλογα με τη λειτουργική δραστηριότητα και τον ιστό. Προέρχονται από τα **μονοκύτταρα** του αίματος, τα οποία εισέρχονται στο συνδετικό ιστό και μετατρέπονται σε **μακροφάγα** με **ανώμαλο περίγραμμα**, πτυχώσεις και εντομές, χαρακτηριστικές της **πινοκυτταρικής και φαγοκυτταρικής** δραστηριότητάς τους.

ΣΙΤΕΥΤΙΚΑ mast cells

Είναι ωσειδή κύτταρα, διαμέτρου 20-30μ, με μικρό σφαιρικό πυρήνα και βασεόφιλα **εκκριτικά κοκκία** που περιέχουν, κυρίως, **ηπαρίνη και ισταμίνη**. Υπάρχουν δύο πληθυσμοί σιτευτικών κυττάρων που διαφέρουν εκτός της εντόπισης και στο περιεχόμενο των κοκκίων:

Τα σιτευτικά κύτταρα του **δέρματος και της περιτοναϊκής κοιλότητας**

Τα σιτευτικά κύτταρα του **εντερικού βλεννογόνου και των πνευμόνων**.



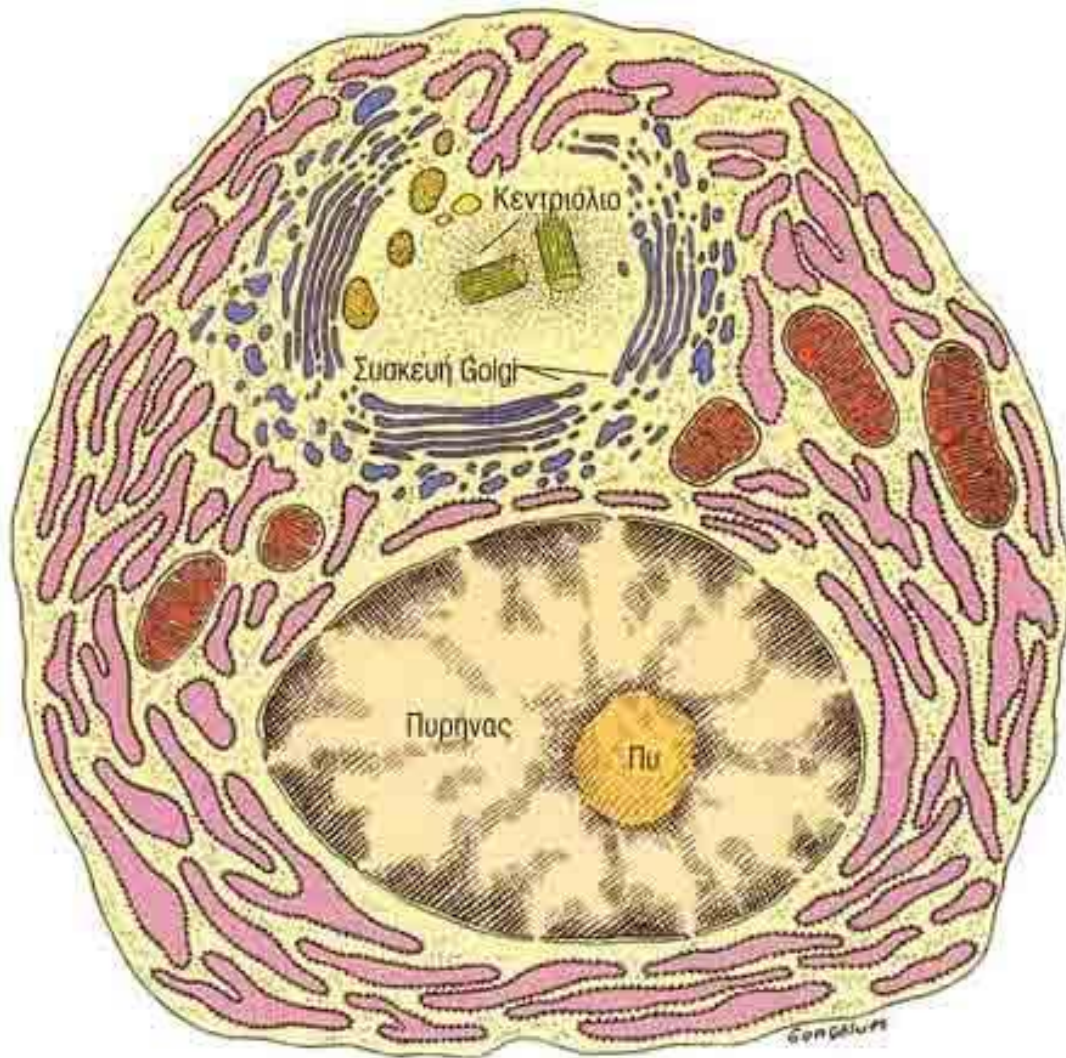
Έκκριση του σιτευτικού κυττάρου. 1: Μόρια IgE συνδέονται με τους υποδοχείς επιφάνειας. 2: Μετά από μια δεύτερη έκθεση στο αντιγόνο (πχ. Δηλητήριο μέλισσας) τα μόρια IgE που είναι συνδεδεμένα με τους υποδοχείς επιφάνειας διασυνδέονται διαμέσου του αντιγόνου. Αυτό ενεργοποιεί την αδενυλική κυκλάση, με αποτέλεσμα τη φωσφορυλίωση ορισμένων πρωτεϊνών. 3: Συγχρόνως, ιόντα Ca^{++} εισέρχονται στο κύτταρο. 4: Αυτά τα γεγονότα οδηγούν στην ενδοκυτταρική σύντηξη των ειδικών κοκκίων και στην εξωκυττάρωση του περιεχομένου τους (αποκοκκίωση). 5: Επιπλέον, φωσφολιπάσες δρουν πάνω στα μεμβρανικά φωσφολιπίδια για την παραγωγή λευκοτριενίων. Η διαδικασία της απελευθέρωσης των συστατικών των κοκκίων δεν προκαλεί βλάβη στο κύτταρο, το οποίο παραμένει βιώσιμο και συνθέτει νέα κοκκία. ECF-A, Ηωσινόφιλος χημειοτακτικός παράγοντας της αναφυλαξίας.

ΠΛΑΣΜΑΤΟΚΥΤΤΑΡΑ

Μεγάλα ωοειδή κύτταρα με βασεόφιλο κυτταρόπλασμα και σφαιρικό έκκεντρο πυρήνα. Στο ΗΜ παρατηρείται άφθονο ΑΕΔ με διευρυμένες δεξαμενές που περιέχουν ανοσοσφαιρίνες (**αντισώματα**).

ΛΕΥΚΟΚΥΤΤΑΡΑ

Στο συνδετικό ιστό απαντούν και λευκοκύτταρα που εξέρχονται από τα αγγεία με διαπίδυση. Η διαδικασία αυτή επιτείνεται στη φλεγμονή.



Σχηματική παράσταση της υπερμικροσκοπικής δομής του **πλασματοκυττάρου**. Το κύτταρο περιέχει ένα καλά αναπτυγμένο αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο με διευρυμένες **δεξαμενές που περιέχουν ανοσοσφαιρίνες (αντισώματα)**. Στα πλασματοκύτταρα οι εκκρινόμενες πρωτεΐνες **δεν συσσωρεύονται μέσα σε εκκριτικά κοκκία**. (Πυ, πυρήνιο)

(Ανασχεδίαση και αναπαραγωγή μετά από άδεια από τον Ham AW, Histology, 6th Lippincott, 1969).

ΛΙΠΩΔΗ ΚΥΤΤΑΡΑ

Τα λιποκύτταρα είναι σφαιρικά αλλά συμπιεζόμενα, αποκτούν πολυεδρικό σχήμα και περιέχουν ένα μεγάλο λιποσταγονίδιο (**μονόχωρος λιπώδης ιστός**) που καταλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα του κυττάρου. Ο πυρήνας παρεκτοπίζεται και συμπιέζεται στην περιφέρεια, αμέσως κάτω από το λεπτό δακτύλιο κυτταροπλάσματος που περιβάλλει το λιποσταγονίδιο.

Τα κύτταρα στον **πολύχωρο λιπώδη ιστό** είναι πολυεδρικά και μικρότερα από τα κύτταρα του μονόχωρου λιπώδους ιστού. Έχουν κεντρικό πυρήνα και πολλά λιποσταγονίδια. Διαφράγματα συνδετικού ιστού διαχωρίζουν τον ιστό σε λόβια και φέρουν πλούσιο δίκτυο τριχοειδών αγγείων και νευρικές ίνες του συμπαθητικού.

Η έντονη χρώση των λιποκυττάρων οφείλεται στην παρουσία πολυάριθμων **μιτοχονδρίων** στο κυτταρόπλασμα. Οι μιτοχονδριακές ακρολοφίες είναι πολυάριθμες. Σημειώνεται ότι, τα μιτοχόνδρια είναι εξαιρετικά πλούσια σε κυττοχρώματα, απαραίτητα για την οξειδωτική φωσφορυλίωση και την παραγωγή ενέργειας. Μία διαμεμβρανική πρωτεΐνη των μιτοχονδρίων η **θερμογενίνη**, μετατρέπει την παραγόμενη ενέργεια σε **θερμότητα**.

ΙΝΕΣ ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ

- Σχηματίζονται από πρωτεΐνες που πολυμερίζονται σε επιμήκεις δομές.
- Οι 3 κύριοι τύποι ινών είναι οι **κολλαγόνες**, οι **δικτυωτές** και οι **ελαστικές**.
- Οι κολλαγόνες και οι δικτυωτές ίνες σχηματίζονται από το **κολλαγόνο**
- ενώ οι ελαστικές ίνες από την **ελασίνη**.

ΚΟΛΛΑΓΟΝΟ

- Αποτελούν μία μεγάλη οικογένεια πρωτεϊνών και είναι τα σημαντικότερα ινιδικά συστατικά της ΕΘΟ.
- Υπάρχουν τουλάχιστον **20 είδη** πολυπεπτιδικών αλυσίδων κολλαγόνου (α αλυσίδες) οι οποίες συνδεόμενες δημιουργούν τους διαφορετικούς τύπους κολλαγόνου, όπως το **κολλαγόνο τύπου IV** που εντοπίζεται σε όλες τις **βασικές μεμβράνες** και το
- **κολλαγόνο τύπου VII** που σχηματίζει ινίδια αγκυροβολίας για τη σύνδεση του **βασικού υμένα** της **επιδερμίδας** στο στρώμα του χορίου.

Μοριακοί τύποι κολλαγόνου

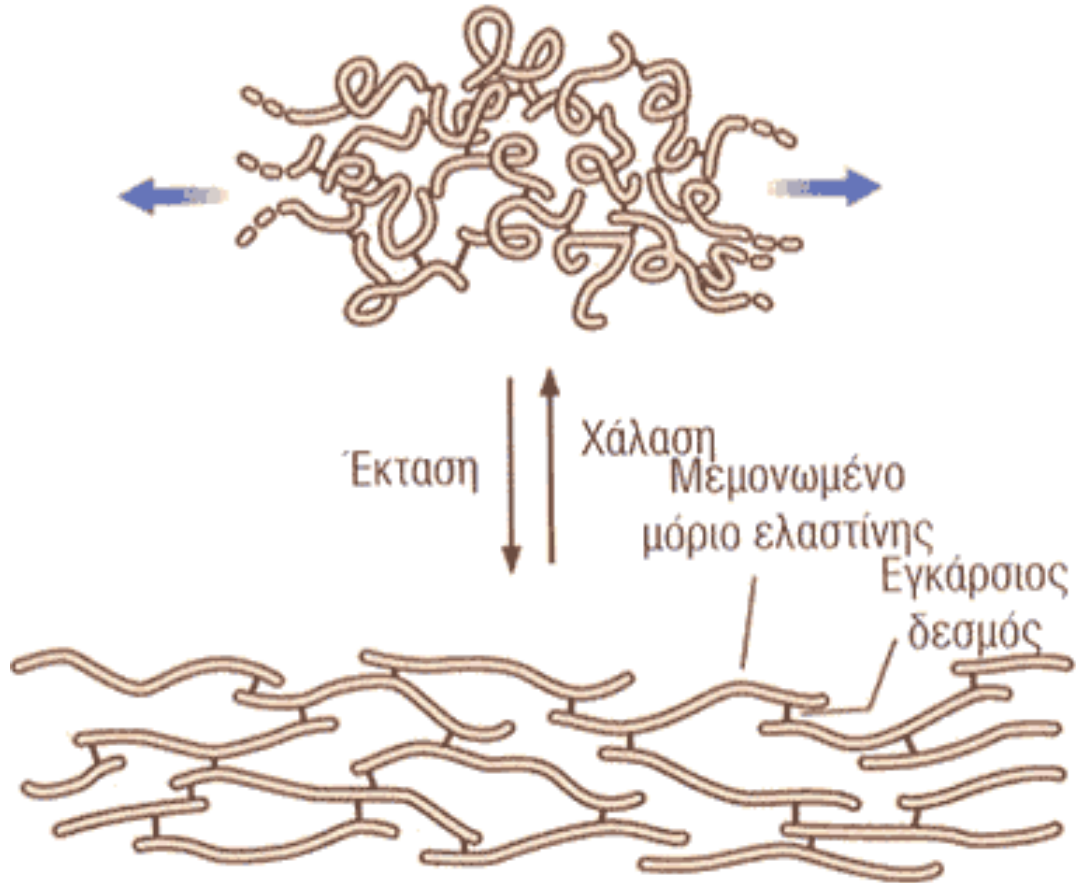
τύπος	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
μορφολογία	μεγάλες δέσμες κολλαγόνων ινών	μικρές δέσμες κολλαγόνων ινών	μικρές δέσμες κολλαγόνων ινών	σπινθήρες σαν φύλλα	λεπτά ινίδια	λεπτά ινίδια	βραχεία γραμμωτά ινίδια	αλυσίδες και πλέγματα	ινίδια	μικρές αλυσίδες	ινίδια
κατανομή	δέρμα, χόριο, τένοντες, οστά, σύνδεσμοι, περιτονίες, ινώδης χόνδρος, κερατοειδής, χαλαρός ινώδης	υαλοειδής και ελαστικός χόνδρος, μεσοσπονδυλικός δίσκος, υαλοειδές σώμα ματιού	αιμοφόρα αγγεία, παρεγχυματικά όργανα, μυελός των οστών, λεμφικοί ιστοί, λείος μυϊκός ιστός, νεύρα, πνεύμονες, δέρμα, εμβρύου	βασικές μεμβράνες, εξωτερικός υμένας, κάψα φακού	βασικές μεμβράνες, πλακούντας, λείος και σκελετικός μυϊκός ιστός	ευρύτατα και διάσπαρτα κατανεμημένος	ινίδια πρόσδεσης στις βασικές μεμβράνες του δέρματος και των αμνιακών ιστών	ενδοθήλιο	χόνδρος	τμήμα χόνδρου στο οποίο εναποτίθενται ανόργανες ουσίες	χόνδρος

ΔΙΚΤΥΩΤΕΣ ΙΝΕΣ

- Αποτελούνται από **κολλαγόνο τύπου III**, δηλαδή μία μορφή κολλαγόνου χωρίς εγκάρσιες γραμμώσεις.
- Σχηματίζουν ένα λεπτό δίκτυο που στηρίζει τα κύτταρα αρκετών κυτταροβριθών οργάνων, όπως των **ενδοκρινών αδένων, του ήπατος, των λεμφαδένων, του μυελού των οστών και του σπληνός**.

ΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ

- Είναι κοντές και διακλαδίζονται σχηματίζοντας ένα ακανόνιστο δίκτυο.
- Στο τοίχωμα μιας μεγάλης αρτηρίας, ελαστικού τύπου, το οποίο αποτελείται από λεία μυϊκά κύτταρα, κολλαγόνες, δικτυωτές και ελαστικές ίνες, αναγνωρίζονται τα **πετάλια των ελαστικών ινών μεταξύ των λείων μυϊκών κυττάρων και των κολλαγόνων ινών.**
- Οι ελαστικές ίνες αποτελούνται από 3 τύπους ινών:
 - την **οξυταλάνη**
 - την **ελαυνίνη**
 - την **ελαστίνη**

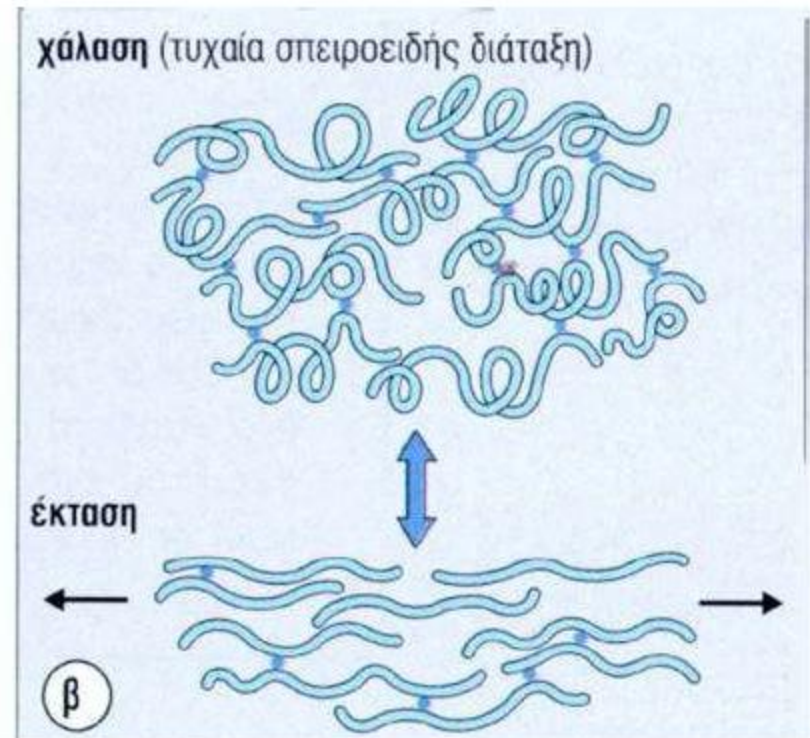
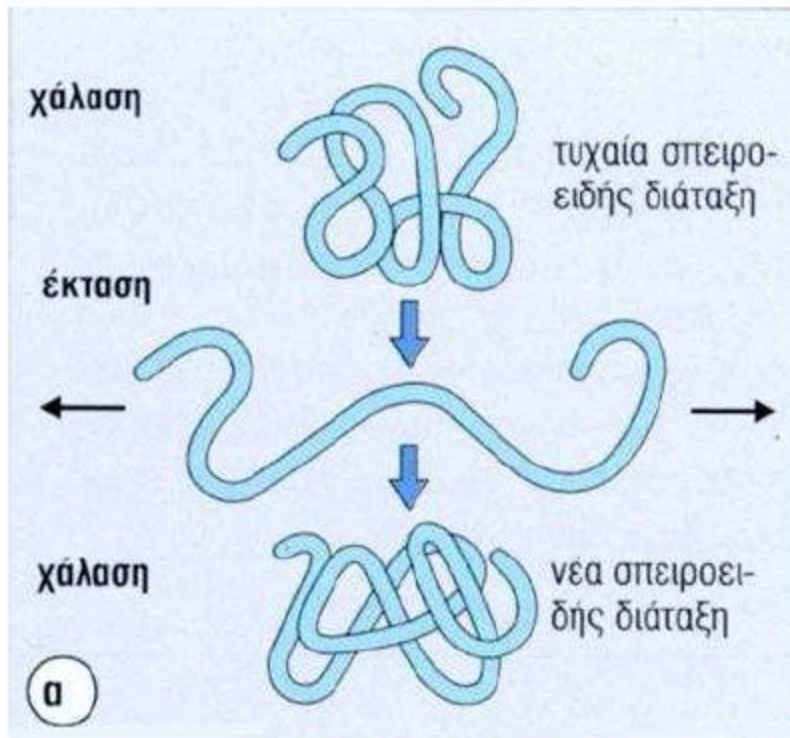


Τα μόρια ελαστίνης συνδέονται με ομοιοπολικούς δεσμούς για να σχηματίσουν ένα εκτεταμένο δίκτυο με εγκάρσιους δεσμούς. Επειδή κάθε μόριο ελαστίνης μέσα στο δίκτυο μπορεί να εκπτύσσεται και να επανασυσπειρώνεται με τυχαία διάταξη, όπως ένα σπείραμα, το συνολικό δίκτυο μπορεί να εκτείνεται και να συστρέφεται όπως μια ελαστική ταινία.

(Αναπαραγωγή μετά από άδεια από τους Albert B et al . *Molecular Biology of the Cell* Garland, 1983).

Ελαστικές ίνες

- Ελαστίνη: κύριο συστατικό των ελαστικών ινών
- Τα μόρια της ελαστίνης συνδέονται ομοιοπολικά και διατάσσονται σε στοίχους οι οποίοι μπορούν να εκπτυχθούν και να επανασυσπειρωθούν



ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΑ ΘΕΜΕΛΙΑ ΟΥΣΙΑ

- περικυτταρικό κάλυμμα που περιβάλλει την κυτταρική μεμβράνη στα περισσότερα κύτταρα
- στην ενδιάμεση εξωκυττάρια θεμέλια ουσία, ασβεστοποιημένη ή όχι, που παρεμβάλλεται μεταξύ των κυττάρων των στηρικτικών ιστών,
- στη βασική μεμβράνη που στηρίζει τα επιθηλιακά κύτταρα και τα χωρίζει από τον υποκείμενο συνδετικό ιστό.

Αποτελείται από **ινιδικές** και **δομικές** (πολύ-προσκολλητικές) **γλυκοπρωτεΐνες** που περιβάλλονται από **γλυκοζαμινογλυκάνες (ΓΑΓ)**.

Σύσταση της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας (ΕΘΟ)

Τρες συνδετικού ιστού: σχηματίζονται από πρωτεΐνες που πολυμερίζονται σε επιμήκεις δομές

- Κολλαγόνες (σχηματίζονται από κολλαγόνο)
- Δικτυωτές (σχηματίζονται από κολλαγόνο)
- Ελαστικές (σχηματίζονται από ελασίνη)

Θεμέλια ουσία

- Γλυκοζαμινογλυκάνες
- Πρωτεογλυκάνες
- Δομικές γλυκοπρωτεΐνες [πχ Ινονεκτίνη (φιμπρονεκτίνη)]

ΓΛΥΚΟΖΑΜΙΝΟΓΛΥΚΑΝΕΣ (ΓΑΓ) -

ΠΡΩΤΕΟΓΛΥΚΑΝΕΣ

- Είναι μη διακλαδιζόμενες αλυσίδες **πολυσακχαριτών** που αποτελούνται από επαναλαμβανόμενες μονάδες **δισακχαριτών** (70-200). Σχηματίζουν την **ενυδατωμένη ζελατινοειδή θεμέλια ουσία των σθηρικτικών ιστών** και με το φορτίο τους και τη διάταξή τους στο χώρο καθορίζουν τις ιδιότητες αυτών. Σύμφωνα με τη δομή τους υποδιαιρούνται σε τέσσερις ομάδες:
 - του υαλουρονικού οξέος,
 - της θειϊκής χονδροϊτίνης και της θειϊκής δερματάνης,
 - της θειϊκής ηπαράνης και της ηπαρίνης και,
 - της θειϊκής κερατάνης.
- **Με εξαίρεση το υαλουρονικό οξύ** οι ΓΑΓ συνδέονται με πρωτεΐνες και σχηματίζουν τις **πρωτεογλυκάνες**. Πρόκειται για τεράστια μόρια αποτελούμενα από 90-95% υδατάνθρακες, τα οποία μπορούν να συνδέονται με μη-ομοιοπολικούς δεσμούς με το υαλουρονικό οξύ και να σχηματίζουν ακόμη μεγαλύτερα μοριακά συμπλέγματα. Αυτά αλληλοδιαπλέκονται και μαζί με το νερό σχηματίζουν μια εύκαμπτη ζελατινοειδή ουσία που προσδίδει σπαργή στον ιστό και διευκολύνει τη διάχυση των μεταβολιτών.

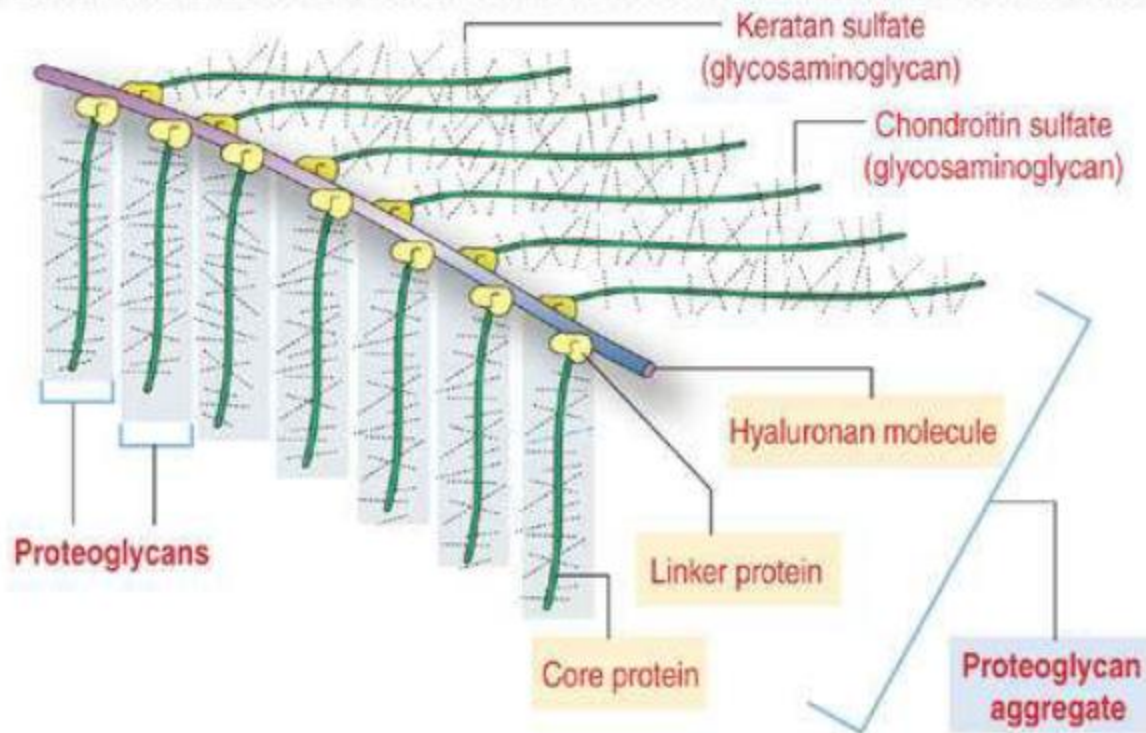
Οι γλυκοζαμινογλυκάνες (ΓΑΓ) είναι μη διακλαδιζόμενες αλυσίδες πολυσακχαριτών που αποτελούνται από επαναλαμβανόμενες δισακχαριδικές μονάδες (70-200)

- Υαλουρονικό οξύ
- Θειϊκή χονδροϊτίνη και Θειϊκή δερματάνη
- Θειϊκή ηπαράνη και ηπαρίνη
- Θειϊκή κερατάνη

Οι πρωτεογλυκάνες είναι τεράστια μόρια αποτελούμενα από 90-95% υδατάνθρακες

Μπορούν να συνδέονται με μη-ομοιοπολικούς δεσμούς με το υαλουρονικό οξύ και να σχηματίζουν ακόμη μεγαλύτερα μοριακά συμπλέγματα

Αυτά αλληλοδιαπλέκονται και μαζί με το νερό σχηματίζουν μια εύκαμπτη ζελατινοειδή ουσία που προσδίδει σπαργή στον ιστό και διευκολύνει τη διάχυση των μεταβολιτών



Proteoglycans are extracellular protein complexes of glycosaminoglycans

Proteoglycan aggregates are formed by:

1. An axial **hyaluronan molecule**
2. **Core proteins** attached to the hyaluronan molecule by a **linker protein**
3. **Glycosaminoglycans** attached to a core protein

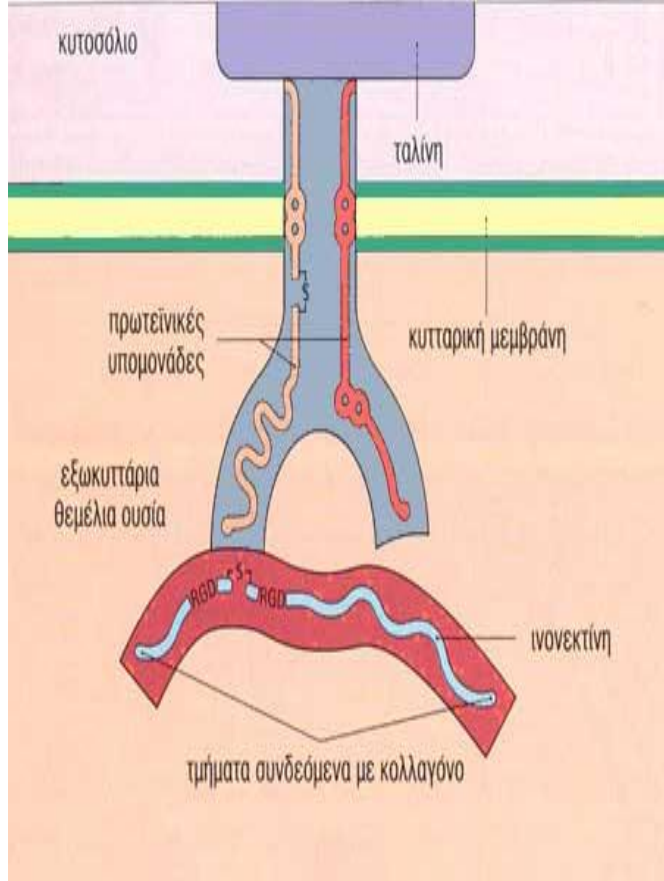
Several chains of glycosaminoglycans bound to the core protein form a proteoglycan.
The molecular mass of a proteoglycan is about 10^8 kd.

ΠΟΛΥΠΡΟΣΚΟΛΛΗΤΙΚΕΣ ΔΟΜΙΚΕΣ ΓΛΥΚΟΠΡΩΤΕΙΝΕΣ

- Φέρουν πολλαπλές θέσεις πρόσδεσης για διαφορετικά ιστικά στοιχεία και περιέχουν ένα μόριο πρωτεΐνης, στο οποίο προσκολλώνται υδατάνθρακες. Σε αντίθεση προς τις πρωτεογλυκάνες, το υδατανθρακικό μόριο των γλυκοπρωτεϊνών είναι συχνά μια διακλαδιζόμενη δομή.

- **Η ιονεκτίνη (φιμπρονεκτίνη)**

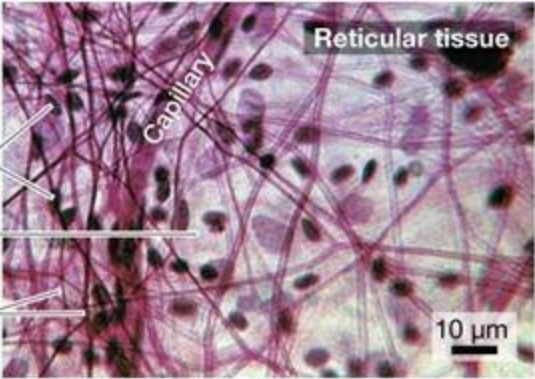
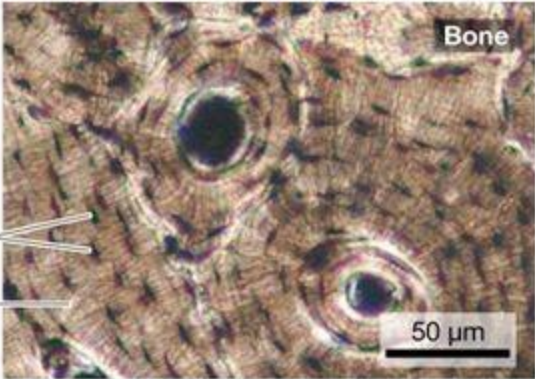
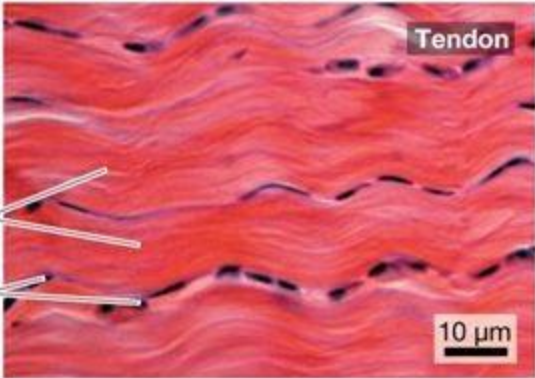
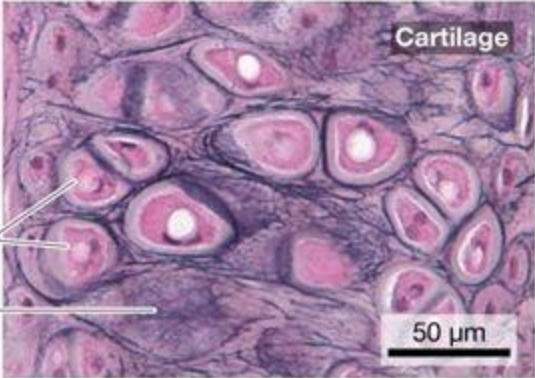
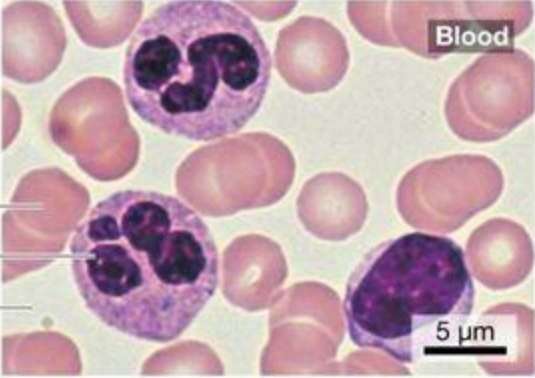
- Συντίθεται από τις ινοβλάστες και μερικά επιθηλιακά κύτταρα. Συναντάται σε τρεις κύριες μορφές: ως πρωτεΐνη που κυκλοφορεί ελεύθερη στο πλάσμα, ως πρωτεΐνη που προσκολλάται παροδικά στην επιφάνεια πολλών κυττάρων και, τέλος, με τη μορφή αδιάλυτων ινιδίων, τα οποία σχηματίζουν τμήμα της ΕΘΟ.
- Περιέχει θέσεις δέσμευσης για το κολλαγόνο και την ηπαράνη και μεσολαβεί στην **προσκόλληση** μεταξύ μεγάλης ποικιλίας κυτταρικών τύπων με τα συστατικά της ΕΘΟ.
- **Η λαμινίνη**
- Αποτελεί το κύριο συστατικό των βασικών μεμβρανών. Διαθέτει θέσεις-υποδοχείς της κυτταρικής επιφάνειας, του κολλαγόνου και της ηπαράνης. Έτσι προάγεται η σύνδεση των κυττάρων με τη βασική μεμβράνη.
- **Η εντακτίνη** Είναι στοιχείο της βασικής μεμβράνης που συνδέεται με τη λαμινίνη.
- **Η τενασκίνη** Συμμετέχει στην κυτταρική προσκόλληση και ανιχνεύεται στους εμβρυϊκούς ιστούς.
- **Ιντεγκρίνες** Είναι διαμεμβρανικές συνδετικές πρωτεΐνες, μόρια, δηλαδή, της κυτταρικής επιφάνειας, με τα οποία τα κύτταρα αλληλεπιδρούν με την ΕΘΟ (υποδοχείς για μόρια ΕΘΟ). Αποτελούνται από δύο πρωτεϊνικές υπομονάδες α και β.



Ιντεγκρίνες. Οι ιντεγκρίνες αποτελούν μία ομάδα μορίων προσκόλλησης των κυττάρων, από τις οποίες έχουν χαρακτηριστεί λειτουργικά **16**. Αποτελούνται από δύο πρωτεϊνικές υπομονάδες. **Ο υποδοχέας της ινονεκτίνης**-που απεικονίζεται στο σχηματικό διάγραμμα-αποτελεί την πιο γνωστή πρωτεΐνη της οικογένειας των ιντεγκρινών. Περιέχει ένα κυτταροπλασματικό τμήμα, που ενώνεται με την ακτίνη (διαμέσου της ταλίνης και μιας πρόσφατα περιγραφόμενης πρωτεΐνης, που ονομάζεται φμπουλίνη- fibulin), ένα διαμεμβρανικό τμήμα και εξωκυττάρια θεμέλια ουσία που ενώνονται με την ινονεκτίνη

Έτσι, το μόριο αυτό συνδέει το ενδοκυττάρια δίκτυο της ακτίνης με την εξωκυττάρια θεμέλια ουσία στις θέσεις εστιακής επαφής. Στην οικογένεια των ιντεγκρινών ανήκει και ο **υποδοχέας της λαμινίνης**. Επιπρόσθετα, οι ιντεγκρίνες ενώνονται και με άλλες πρωτεΐνες της κυτταρικής επιφάνειας, λειτουργώντας έτσι σαν **μεσοκυττάρια προσκολλητικά μόρια**. Επίσης μερικές ιντεγκρίνες ενώνονται με στοιχεία της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας και διευκολύνουν την **προσκόλληση των κυττάρων σε αυτήν**.

ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

τύπος	παράδειγμα	τύπος	παράδειγμα
<p>χαλαρός</p> <p>μαλακή θεμέλιος ουσία</p> <p>προσφέρει "γέμισμα"</p>		<p>οστίτης</p> <p>στηρίζει προστατεύει</p> <p>οστεοκύτταρα</p>	
<p>πυκνός</p> <p>ινώδης θεμέλια ουσία</p> <p>συνδετικός ρόλος</p>		<p>χονδρικός</p> <p>κ. χόνδρου</p>	
<div style="border: 2px solid brown; padding: 5px;"> <p><u>Χαλαρός</u>, γεμίζει διαστήματα μεταξύ δομών (μυών). Περιέχει ινοκ. και λιπωδη κ., ίνες κολλαγόνου, ελαστικές, δικτυωτές ίνες και θεμέλια ουσία. <u>Πυκνός</u>, μεγαλύτερη αναλογία κολλαγόνων ινών και λιγότερο κύτταρα και θεμέλια ουσία (τένοντες, απονευρώσεις).</p> </div>		<p>υγρός</p> <p>ερυθροκύτταρα</p> <p>λευκοκύτταρα</p> <p>πλάσμα</p>	

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ

1. κύτταρα 2. ίνες 3. μεσοκυττάρια ουσία

είδος περιεχόμενο	μεσέγχυμα	βλεννώδης	χαλαρός	δικτυωτός	λιπώδης	πυκνός ακανόνιστος/ κανονικός	
κύτταρα	MESENCHYMAL	FIBROBLAST (primarily)	ALL TYPES: FIXED and WORDER. (highly cellular tiss.)	TWO TYPES: RETICULAR cells and (fixed) MACROPHS.	FAT CELLS and All others may be present	FEW: FIBROBL. and some MACROPH.	ONLY: FIBROBL. (between fibers)
ίνες	NONE	Very fine COLLAGEN	COLLAGEN some ELASTIC & RETICULAR (Irregularly arranged)	RETICULAR	RETICULAR and COLLAGEN	Thick COLLAGEN (Irregularly arranged)	Parallel COLLAGEN in tendons & white ligaments and ELASTIC in yellow liga.
μεσοκυττάρια ουσία	AMORPHOUS, JELLY-LIKE						

ΕΜΒΡΥΙΚΟΣ ΣΙ ΜΕΣΕΓΧΥΜΑ

- Από το μεσέγχυμα προέρχονται όλα τα είδη των κυττάρων του συνδετικού ιστού.
Εξαιρείται η περιοχή της κεφαλής, στην οποία τα κύτταρα του συνδετικού ιστού, των οστών, του χόνδρου και ορισμένων μυών του προσώπου, προέρχονται από τη νευρική ακρολοφία και, συνεπώς, έχουν **νευροεξωδερματική** προέλευση.

Εμβρυικό μεσέγχυμα.

Το μεσέγχυμα είναι εμβρυϊκός ιστός και μπορεί **να αναπτυχθεί από οποιοδήποτε από τα 3 βλαστικά δέρματα**. Χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ατρακτοειδών κυττάρων με μεγάλους πυρήνες (Π), τα οποία εξελίσσονται, κατά την εμβρυϊκή ζωή, σε μία μεγάλη ποικιλία κυτταρικών τύπων, που ανήκουν στην οικογένεια των στηρικτικών κυττάρων.

ΧΑΛΑΡΟΣ ΣΙ

Αποτελείται από ένα **αραιό δίκτυο ινών** και είναι **πλούσιος σε κύτταρα και θεμέλια ουσία**. Είναι ο συνηθέστερος τύπος και περιέχει όλα τα συστατικά του συνδετικού ιστού.

Στηρίζει το επιθήλιο

Πληροί τους ενδιάμεσους χώρους και

Σχηματίζει το βασικό στηρικτικό υπόστρωμα και το

Περίβλημα ορισμένων οργάνων.

ΠΥΚΝΟΣ ΣΙ

Αποτελείται από κολλαγόνες ίνες σε πυκνή διάταξη, κανονική ή ακανόνιστη. Περιέχει κυρίως ίνες και λίγα κύτταρα.

Εξασφαλίζει **αντίσταση και προστασία**.

Σχηματίζει την ανθεκτική κάψα που περιβάλλει το ήπαρ και το σπλήνα.

Στη δικτυωτή στιβάδα της **δερμίδας** ο **πυκνός ακανόνιστος** συνδετικός ιστός στηρίζει την επιδερμίδα.

Στους **τένοντες** και τους **συνδέσμους** ο **πυκνός κανονικός** συνδετικός ιστός αποτελείται από παράλληλες δεσμίδες κολλαγόνων ινών μεταξύ των οποίων διατάσσονται, σε σειρά, οι ινοβλάστες.

ΒΛΕΝΝΩΔΗΣ ΣΙ

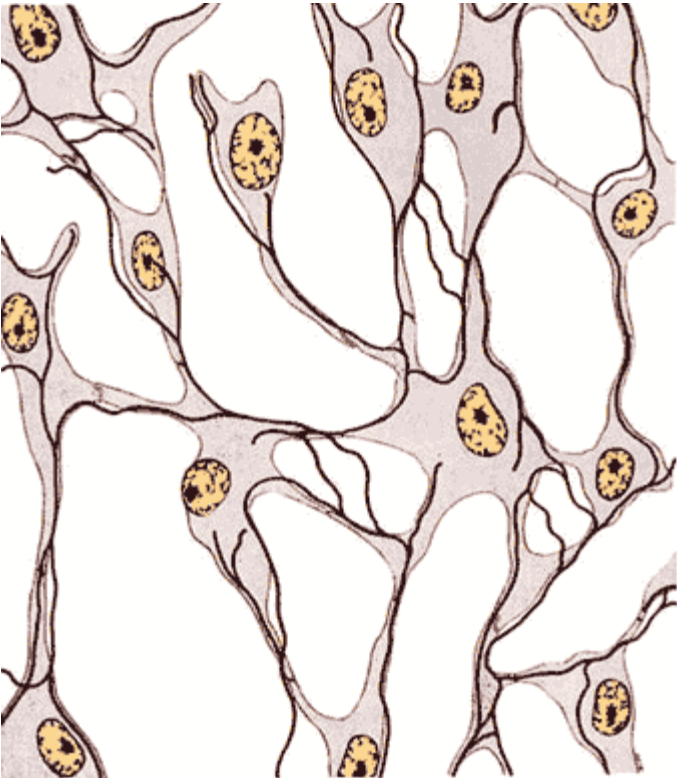
Είναι εμβρυϊκού τύπου συνδετικός ιστός με άφθονη εξωκυττάρια θεμέλια ουσία, πλούσια σε γλυκοζαμινογλυκάνες και υαλουρονικό οξύ.

Τα κύτταρά του έχουν αστεροειδές σχήμα και είναι διάσπαρτα στην εξωκυττάρια θεμέλια ουσία, μεταξύ των κολλαγόνων ινών.

Απαντάται στον **ομφάλιο λώρο** (βλεννώδης ουσία Wharton) και στον **πολφό των νεογιλών** οδόντων.

ΕΛΑΣΤΙΚΟΣ ΣΙ

Αποτελείται από παχιές παράλληλες δεσμίδες ελαστικών ινών μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται λεπτές κολλαγόνες ίνες και ινοβλάστες. Βρίσκεται στους κίτρινους **συνδέσμους της σπονδυλικής στήλης και στον κρεμαστήρα σύνδεσμο του πέους.**



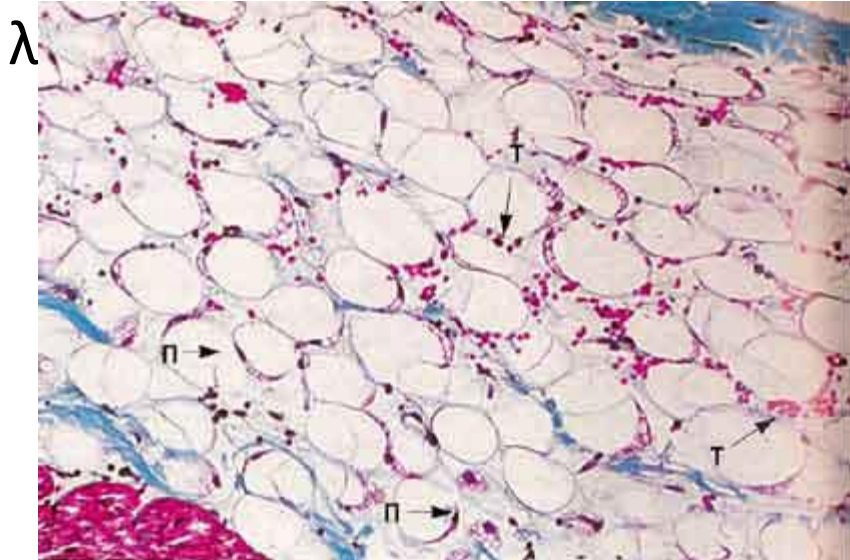
ΔΙΚΤΥΩΤΟΣ ΣΙ

Σχηματίζει ένα τρισδιάστατο δίκτυο στήριξης αρκετών κυτταροβριθών οργάνων. Αποτελείται από δοκίδες δικτυωτών ινών επενδυμένες με δικτυωτά κύτταρα.

Δικτυωτός συνδετικός ιστός που δείχνει μόνο τα **ακίνητα κύτταρα** και τις ίνες (ελεύθερα κύτταρα δεν απεικονίζονται). Οι δικτυωτές ίνες περιβάλλονται από το κυτταρόπλασμα των δικτυωτών κυττάρων. Ωστόσο, οι ίνες είναι εξωκυττάρειες και χωρίζονται από το κυτταρόπλασμα με την κυτταρική μεμβράνη. Μέσα στα κολποειδή διαστήματα, **τα κύτταρα και το υγρό των ιστών του οργάνου κινούνται ελεύθερα.**

Λιπώδης συνδετικός ιστός:

Αποταμιεύει λίπος και παίζει ρόλο στη θερμορρύθμιση των νέων ατόμων. Διακρίνονται δύο τύποι: ο **μονόχωρος (κοινός ή κίτρινος)** και ο **πολύχωρος** λιπώδης ιστός (**φαιό λίπος**). Ο τελευταίος είναι άφθονος σε ζώα που πέφτουν σε χειμερία νάρκη και στα νεογνά των θηλαστικών, τα οποία χρησιμοποιούν το φαιό λίπος για την παραγωγή θερμότητας. Στο ενήλικο άτομο, το φαιό λίπος περιορίζεται στον **τράχηλο, τους ώμους, τη ράχη, τις περινεφρικές και τις παρααορτικές περιοχές**. Στον υποδόριο ιστό της ράχης περιέχεται ένα μείγμα μονόχωρου και πολύχωρου



Λευκό λίπος (μονόχωρος λιπώδης ιστός)



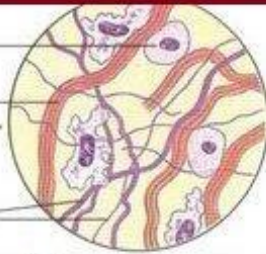
Φαιό λίπος (πολύχωρος λιπώδης ιστός).

χαλαρός συνδετικός ιστός

κύτταρο

ίνες
κολλαγόνου

άλλες ίνες

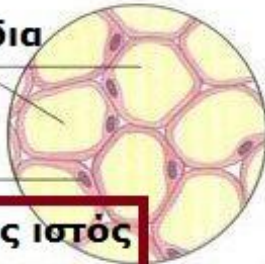


κάτω από το δέρμα

σταγονίδια
λίπους

πυρήνα

λιπώδης ιστός

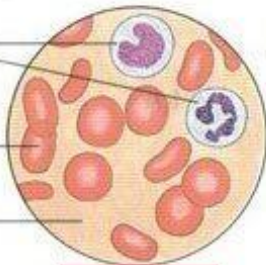


λευκοκ.

ερυθροκ.

πλάσμα

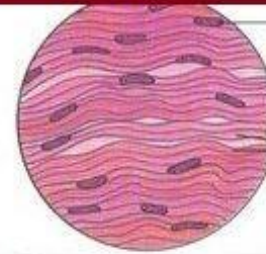
αίμα



ινώδης συνδετικός ιστός

π. κутάρου

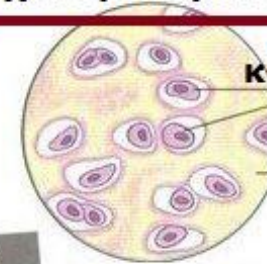
ίνες
κολλαγόνου



χονδρικός ιστός

κύτταρα

Matrix

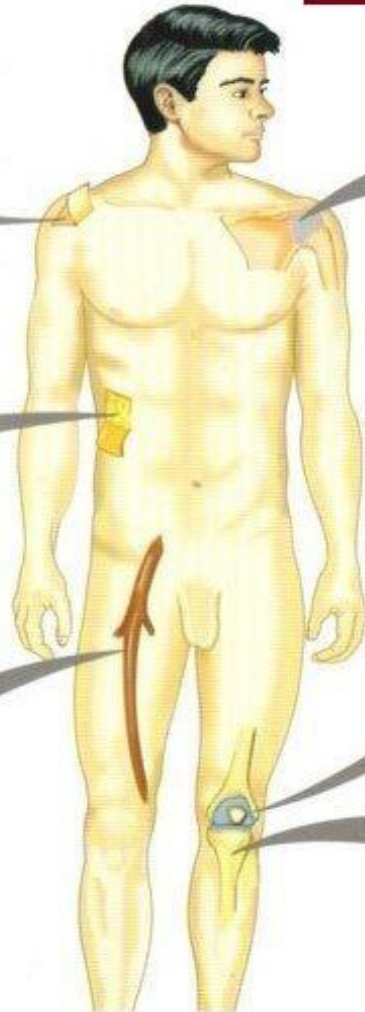


οστίτης ιστός

κεντρικό
κανάλι

Matrix

κύτταρα



ΧΟΝΔΡΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

- Ο χόνδρος είναι ένας συμπαγής αλλά εύκαμπτος συνδετικός-στηρικτικός ιστός, που δέχεται τις πιέσεις χωρίς παραμόρφωση.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

- στηρίζει μαλακούς ιστούς,
- εξασφαλίζει ολισθηρή επιφάνεια για τις αρθρώσεις και
- συμμετέχει στην ανάπτυξη και αύξηση των μακρών οστών.

ΧΟΝΔΡΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

Ο χόνδρος αποτελείται από

- **μεσοκυττάρια θεμέλια ουσία**
- και **κύτταρα** (χονδροβλάστες και χονδροκύτταρα).
- Το **περιχόνδριο** είναι **συνδετικός ιστός** που περιβάλλει τον χόνδρο και περιέχει **αγγεία και νεύρα** για τη θρέψη του χόνδρου καθώς και **χονδροβλάστες**, με δυνατότητα σχηματισμού νέου χόνδρου. **Ο αρθρικός χόνδρος δεν έχει περιχόνδριο.**
- Η **μεσοκυττάρια θεμέλια ουσία** περιέχει γλυκοζαμινογλυκάνες (υαλουρονικό οξύ, θειική χονδροϊτίνη, θειική κερατάνη, χονδρονεκτίνη) και **κολλαγόνο τύπου II.**

Κύτταρα χόνδρου

Οι χονδροβλάστες

- είναι τα πρόδρομα κύτταρα του χόνδρου, που βρίσκονται μέσα στη μεσοκυττάρια ουσία και διαφοροποιούνται σε χονδροκύτταρα,
- είναι υποστρόγγυλα, κενοτοπιώδη κύτταρα, που περιέχουν γλυκογόνο, λιπίδια και άφθονο αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο,
- συνθέτουν την εξωκυττάρια θεμέλια ουσία.

Τα χονδροκύτταρα

- προέρχονται από τις χονδροβλάστες και είναι μικρότερα από αυτές,
- βρίσκονται σε ομάδες, τις ισογενείς ομάδες, μέσα στη μεσοκυττάρια ουσία,
- συνθέτουν και συντηρούν την εξωκυττάρια θεμέλια ουσία.

ΧΟΝΔΡΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

Χονδροκύτταρα: σταθερά κύτταρα, πλούσια σε νερό και γλυκογόνο

Κυστικά, σφαιρικό σχήμα, σφαιρικός πυρήνας

Μεσοκυττάρια ουσία, πλούσια σε νερό (70%), αποτελεί βάση της προστατευτικής λειτουργίας χόνδρου

- ινίδια**
- Άμορφη **θεμέλια ουσία** (πρωτεογλυκάνες, γλυκοπρωτεΐνες, λιπίδια και ηλεκτρολύτες)

Η αύξηση του χόνδρου γίνεται με δύο διεργασίες :

τη **διάμεση αύξηση**, που προκύπτει από **μιτωτικές** διαιρέσεις των προϋπαρχόντων χονδροκυττάρων και

την **αποθετική αύξηση**, που προκύπτει από **διαφοροποίηση** χονδροβλαστών που βρίσκονται **στο περιχόνδριο**.

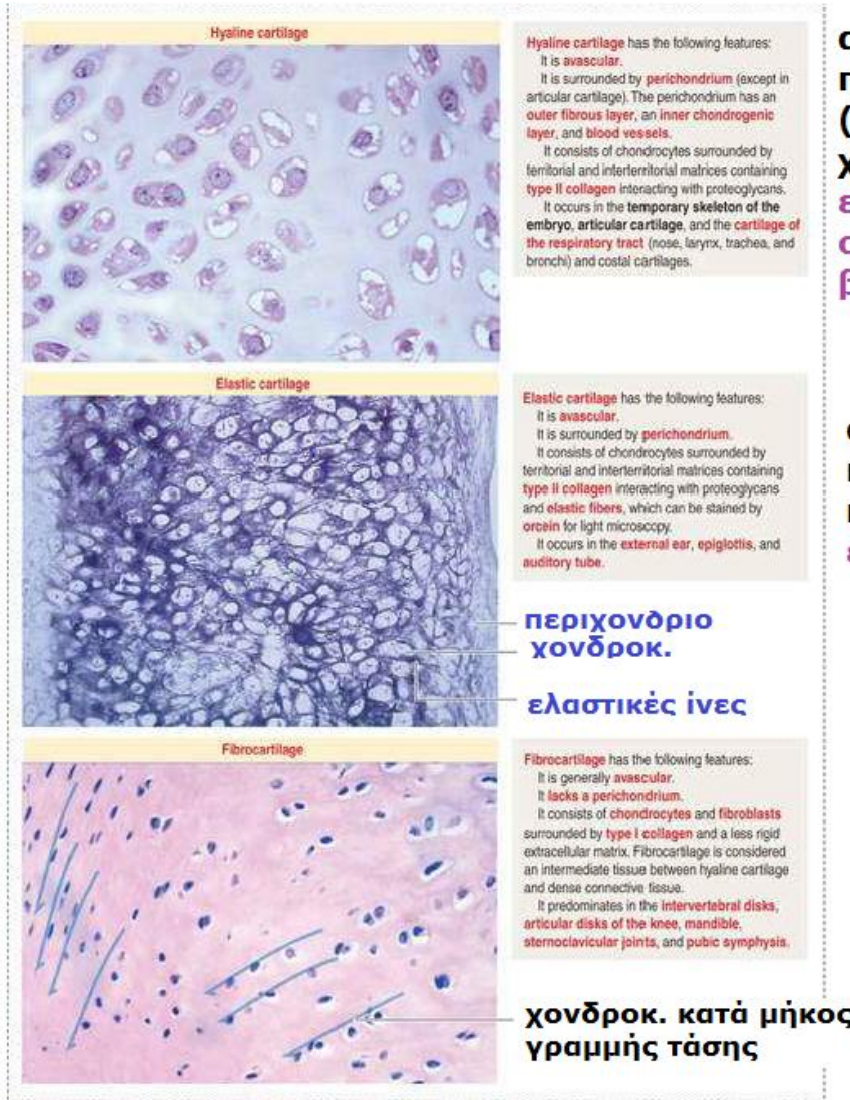
Στερείται αγγείων και νεύρων

Χόνδρος

Υαλοειδής:
(κολλαγόνο τύπου II)

Ελαστικός:
(κολλαγόνο τύπου II+
ελαστικές ίνες)

Ινώδης:
(κολλαγόνο τύπου I+II)



Kierszenbaum & Tres: Histology and Cell Biology: An Introduction to Pathology, 3e

ανάγγειος
περιβάλλεται από περιχόνδριο
(εξωτ. ινώδης στ, εσωτ.
χονδροβλ, αγγεία)
εμβρυϊκός, αρθρικός, αναπν.
οδός (ρις, λάρυξ, τραχεία,
βρόγχοι, πλευρές)

ανάγγειος
περιχόνδριο (χονδροκ,
πρωτεογλυκάνες, ελαστικές ίνες
έξω ους, επιγλωττίδα, ακ. πόρος)

γενικά ανάγγειος
χωρίς περιχόνδριο
χονδροκ, ινοβλάστες,
ενδιάμεσος μεταξύ υαλώδους
χόνδρου και πυκνού ΣΙ
ΜΣΔ, αρθρ. δίσκοι γόνατο,
γνάθο, στκλ αρθρ, ηβική
σύμφυση

ΧΟΝΔΡΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

Υαλοειδής χόνδρος

Κυανή γαλακτώδης απόχρωση

Άφθονα **κολλαγόνα** ινίδια λεπτά ινίδια τύπου II, **ελαστικές** ίνες σε δίκτυα. Περιέχει μεγάλες ποσότητες νερού (απορροφά τους κραδασμούς).

Στα κάτω άκρα που εκτίθεται σε μεγαλύτερες πιέσεις έχει περισσότερες γλυκοζαμινογλυκάνες.

Η απουσία αιμοφόρων αγγείων τον προδιαθέτει σε εκφυλιστικές αλλοιώσεις (έκθεση κολλαγόνων ινών).

Με την ηλικία ελαττώνεται το νερό και η θειϊκή χονδροϊτίνη και η αντίσταση του χόνδρου ελαττώνεται. Η ασβεστοποίηση ξεκινά σχετικά νωρίς.

Εντόπιση: αρθρικοί χόνδροι, πλευρές, αναπνευστικό σωλήνα, στους συζευκτικούς χόνδρους επιφύσεων που υφίστανται οστεοποίηση, προσωρινός σκελετός κατά την εμβρυική ανάπτυξη.

ΧΟΝΔΡΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

Ελαστικός χόνδρος

Κιτρινωπή απόχρωση

Μεσοκυττάρια ουσία πλούσια σε ελαστικές ίνες και λιγότερες κολλαγόνες ίνες II

Εύκαμπτος και ελαστικός, δεν περιέχει εναποθέσει ασβεστίου

- **Εντόπιση**: πτερύγιο ωτός, επιγλωττίδα, στο τοίχωμα του έξω ακουστικού πόρου,
- στην ευσταχιανή σάλπιγγα,

ΧΟΝΔΡΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

Ινώδης χόνδρος

εξωκυττάρια θεμέλια ουσία με αδρές κολλαγόνες ίνες τύπου I και II.

Δεν έχει περιχόνδριο.

Λιγότερα κύτταρα, περισσότερες ίνες **κολλαγόνου**.

- **Εντόπιση**: μεσοσπονδύλιοι δίσκοι, ηβική σύμφυση, στις προσφύσεις των τενόντων στα οστά,

ΟΣΤΙΤΗΣ ΙΣΤΟΣ

- Οστεοκύτταρα
- Μεσοκυττάρια ουσία-οστεοειδές
 - Θεμέλιος ουσία
 - Ινίδια κολλαγόνου (παρέχουν ελαστικότητα)

Ανόργανα άλατα: φωσφορικό ασβέστιο, φωσφορικό μαγνήσιο, ανθρακικό ασβέστιο παρέχουν σκληρότητα και αντοχή. Η αναλογία ανόργανων στοιχείων αυξάνει με την ηλικία (απώλεια ελαστικότητας-ευλυγισίας)

ΟΣΤΙΤΗΣ ΙΣΤΟΣ

- ΚΥΤΤΑΡΑ.
- Εμβρυολογικά κατάγονται από το μεσέγχυμα
- Παράγουν και εκκρίνουν συστατικά της ΕΘΟ
- Στους ώριμους συνδετικούς ιστούς είναι διάσπαρτα και οι ενδιάμεσοι χώροι πληρούνται από ΕΘΟ
- Διαθέτουν μηχανισμούς προσκόλλησης κυρίως με τα συστατικά της ΕΘΟ, παρά με άλλα κύτταρα.

Τα οστά είναι ένας εξειδικευμένος στηρικτικός-συνδετικός ιστός, με ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τη **σκληρή σύσταση και ακαμψία**, λόγω της παρουσίας αλάτων **ασβεστίου** στην εξωκυττάρια θεμέλια ουσία.

Λειτουργίες Οστίτη Ιστού

- η μηχανική στήριξη του σώματος,
- η κίνηση του σώματος με τη βοήθεια των μακρών οστών,
- η προστασία ευαίσθητων οργάνων, όπως ο εγκέφαλος, η καρδιά, οι πνεύμονες και ο νωτιαίος μυελός,
- ο ρόλος τους σαν μεταβολική αποθήκη, κυρίως για τα άλατα ασβεστίου και φωσφόρου

Δομή οστίτη ιστού

Τα οστά αποτελούνται από: **εξωκυττάρια** (ή μεσοκυττάρια) **θεμέλια ουσία** και **κύτταρα** (οστεοβλάστες, οστεοκύτταρα και οστεοκλάστες).

Η εξωκυττάρια θεμέλια ουσία αποτελείται από δύο τμήματα : το **οργανικό**, που ονομάζεται και **οστεοειδές**, και το **ανόργανο**.

Το **οστεοειδές** αποτελείται από **κολλαγόνο τύπου I** και **γλυκοζαμινογλυκάνες**, όπως οστεοκαλσίνη, οστεονεκτίνη και σιαλοπρωτεΐνες.

Το **ανόργανο** τμήμα της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσία περιέχει κυρίως **άλατα υδροξυαπατίτη**.

Η **ασβεστοποίηση** του οστεοειδούς γίνεται με παραγωγή από τις οστεοβλάστες κυστιδίων θεμέλιας ουσίας που περιέχουν **ιόντα Ca^{++}** , **PO_4^-** και ένζυμα **αλκαλική φωσφατάση και φωσφωρυλάση**, που δημιουργούν τους πυρήνες **εναπόθεσης υδροξυαπατίτη**.

Κύτταρα του οστίτη ιστού

Οι οστεοβλάστες

- συνθέτουν το οργανικό τμήμα της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας του οστού οστεοειδές (κολλαγόνο, γλυκοζαμινογλυκάνες) και συμβάλλουν στην εναπόθεση των ανόργανων συστατικών,
- όταν είναι ενεργές έχουν κυβικό ή κυλινδρικό σχήμα και βασεόφιλο κυτταρόπλασμα (μορφολογία πρωτεϊνοσυνθετικών κυττάρων),
- βρίσκονται στην επιφάνεια της οστικής δοκίδας,
- **όταν εγκλωβιστούν στο οστεοειδές που συνθέτουν μεταβάλλονται σε οστεοκύτταρα.**

Κύτταρα του οστίτη ιστού

- **Τα οστεοκύτταρα**
- προέρχονται από τις οστεοβλάστες και βρίσκονται μέσα σε κοιλότητες του οστού, στα **οστικά βοθρία**,
- μέσω ενός συστήματος **μικροσωληνίσκων** και των κυτταροπλασματικών **αποφυάδων** τους επικοινωνούν με τα αγγεία του περιόστεου και του σωλήνα του Havers για θρέψη και ανταλλαγή μηνυμάτων,
- έχουν πυκνότερη χρωματίνη και ελαττωμένο αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο και συσκευή Golgi σε σχέση με τις οστεοβλάστες,
- συντηρούν τη μεσοκυττάρια θεμέλια ουσία.

Κύτταρα του οστίτη ιστού

Οι οστεοκλάστες

- προέρχονται από τα **μονοκύτταρα του αίματος**,
- είναι γιγαντοκύτταρα με πολλούς πυρήνες και άφθονο κυτταρόπλασμα,
- **απορροφούν οστό** μετά από προσκόλλησή τους στην ελεύθερη επιφάνειά του οστού, στα βοθρία του Howship

ΟΣΤΙΤΗΣ ΙΣΤΟΣ

Δικτυωτό οστό: οστεοποιημένος συνδετικός ιστός (ραφές οστών) με **τυχαία** διάταξη ινών κολλαγόνου, λιγότερα ανόργανα άλατα **και μειωμένη μηχανική ισχύ.**

Πεταλιώδες: στιβάδες **κολλαγόνων ινών**, (πετάλια) που **εναλλάσσονται** με στιβάδες **οστεοκυττάρων** γύρω από αγγειακό σωλήνα (**αβέρσιος σωλήνας**) που με τα πετάλια σχηματίζει το αβέρσιο σύστημα (**οστεώνας**). Οι κολλαγόνες ίνες κατανέμονται σπειροειδώς με παράλληλη διάταξη του κολλαγόνου σε πετάλια ή συγκεντρικά γύρω από αγγειακούς άξονες, που του προσφέρουν **σημαντική μηχανική ισχύ.**

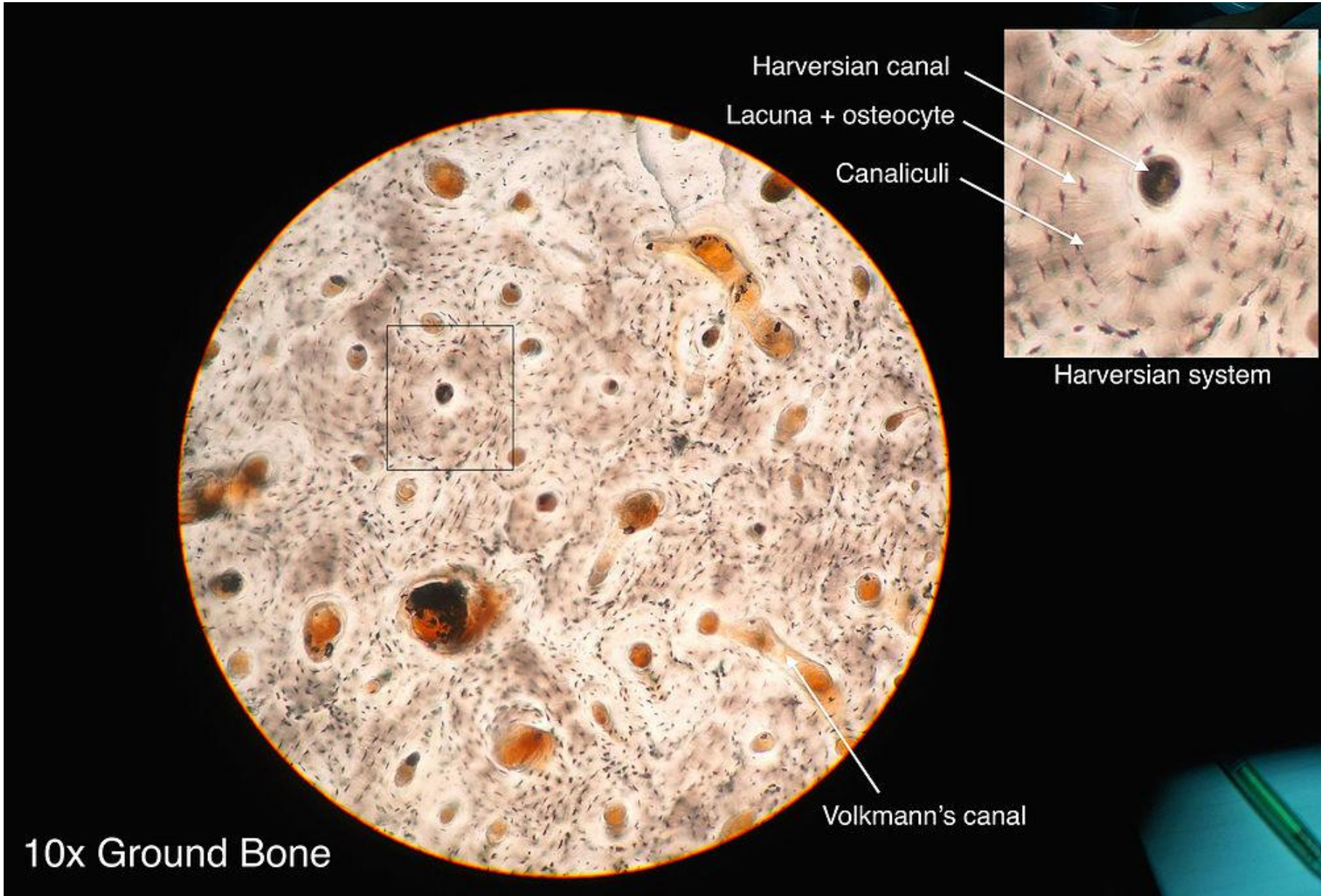
Το **δικτυωτό οστό** είναι το πρώτο που φτιάχνει ο οργανισμός είτε κατά την **εμβρυική** ανάπτυξη, είτε στην **αποκατάσταση** καταγμάτων και σταδιακά αντικαθίσταται από πεταλιώδες

Τα αγγειακά κανάλια επικοινωνούν με λοξά κανάλια (Volkmann)

Οι οστέωνες **επαναοργανώνονται** ανάλογα των εφαρμοζόμενων τάσεων

Τα οστά **τρέφονται** από το **περίοστεο** και ο **ΜΟ** από **τροφοφόρες αρτηρίες.**

- Το πεταλιώδες οστό αποτελείται από πετάλια διατεταγμένα παράλληλα ή συγκεντρικά γύρω από αγγειακούς άξονες, σε δομικές μονάδες, που ονομάζονται οστεώνες ή συστήματα Havers .
- Ο οστεώνας αποτελείται από:
- τον κεντρικό **σωλήνα του Havers** : με αιμοφόρα αγγεία, νεύρα και χαλαρό συνδετικό ιστό, που περιβάλλεται από
- ομόκεντρα συγκεντρικά πετάλια οστίτη ιστού, με **οστικά βοθρία** που περιέχουν **οστεοκύτταρα**, τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους με **μικροσωληνίσκους**.



ΚΕΝΟΤΟΠΙΑ ΜΕ ΟΣΤΕΟΚ.

ΠΕΤΑΛΙΑ

ΣΩΛΗΝΙΣΚΟΙ

ΟΣΤΕΩΝΑΣ

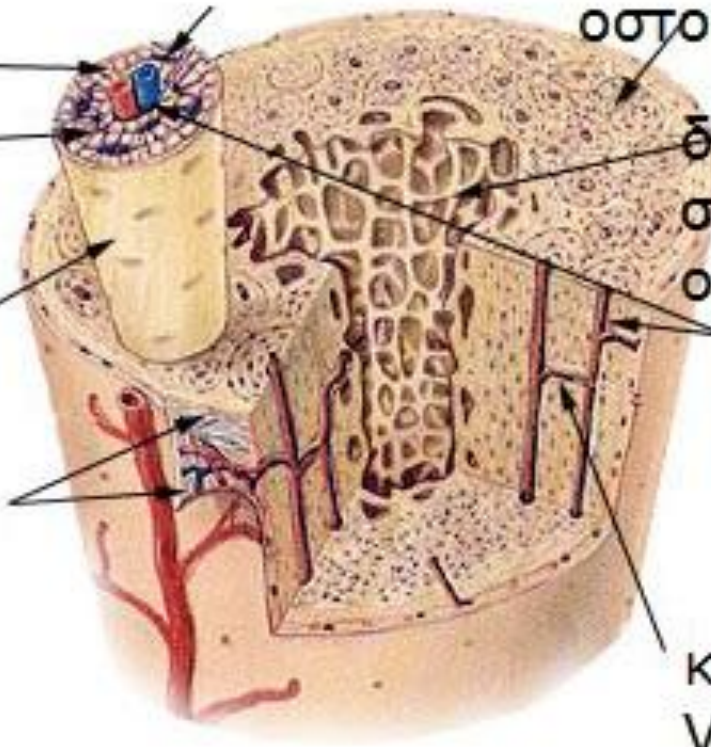
ΠΕΡΙΟΣΤΕΟ

ΟΣΤΕΩΝΑΣ ΣΥΜΠΑΓΟΥΣ
ΟΣΤΟΥ

ΘΟΚΙΔΕΣ
ΣΠΟΓΓΩΔΟΥΣ
ΟΣΤΟΥ

ΚΑΝΑΛΙ
HAVERS

ΚΑΝΑΛΙ
VOLKMANN

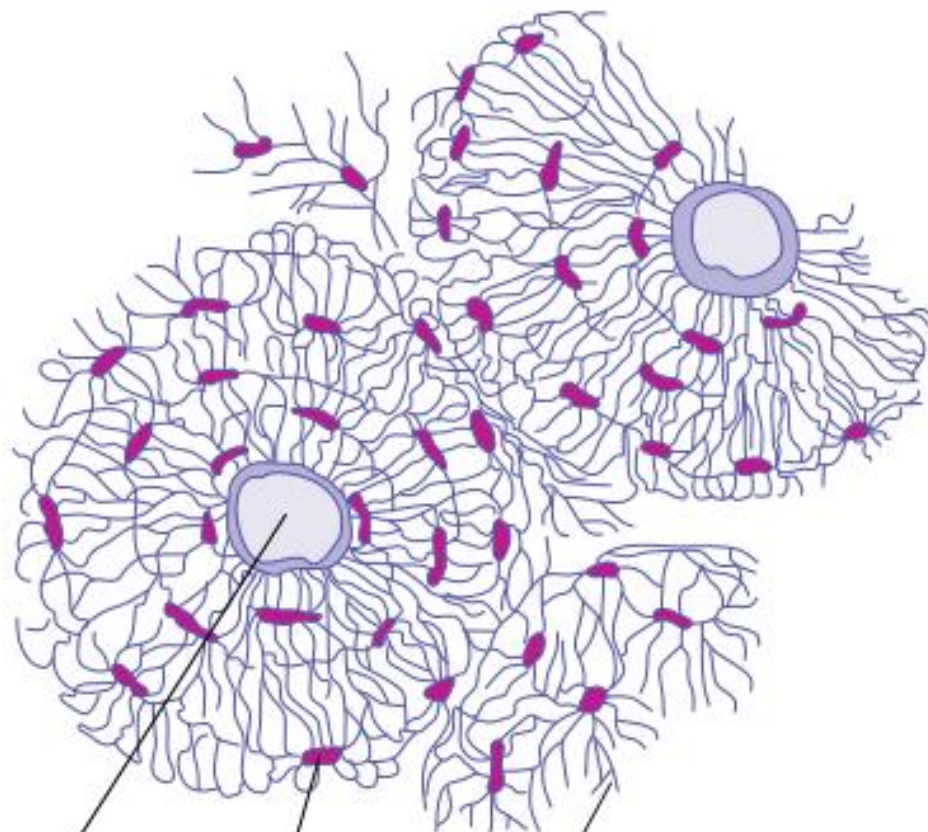


ΟΣΤΕΩΝΑΣ

**ΚΑΝΑΛΙ
HAVERSIAN**

ΟΣΤΕΟΚΥΤΤΑΡΑ

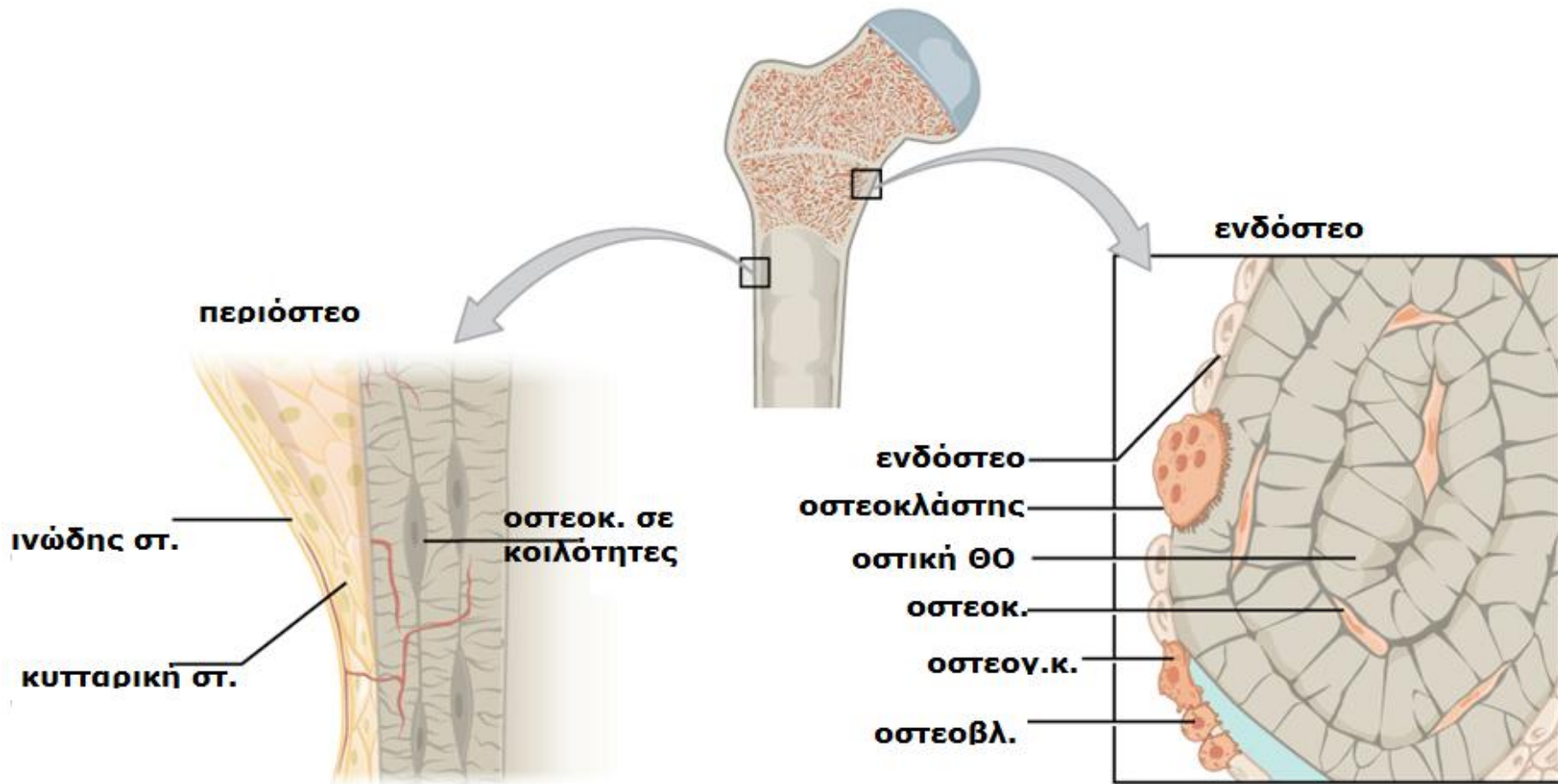
ΣΩΛΗΝΙΣΚΟΙ



Μακροσκοπικές Μορφές Οστίτη Ιστού

Σε τομή οστού διακρίνουμε :

- εξωτερικά το **συμπαγές ή φλοιώδες οστό** , που αποτελείται από συμπαγείς περιοχές χωρίς κοιλότητες και
- εσωτερικά το **σπογγώδες ή δικτυωτό οστό**, που αποτελείται από διαπλεκόμενες δοκίδες και επικοινωνούσες κοιλότητες.
Ιστολογικά, τόσο το συμπαγές όσο και το σπογγώδες οστό έχουν την ίδια δομή.
Παθολογία
- Τα οστά εμφανίζουν :
- **περιόστεο**: συνδετικό ιστό που περιβάλλει εξωτερικά το οστό και περιέχει αγγεία, νεύρα και οστεοπρογονικά κύτταρα και
- **ενδόστεο**: συνδετικό ιστό που περιβάλλει εσωτερικά το οστό και περιέχει οστεοπρογονικά κύτταρα.
-
- **Παθολογία**: Στην οστεοπόρωση, η φλοιώδης μοίρα είναι στενότερη, η δε δοκιδώδης λεπτότερη, με μικρότερο αριθμό δοκίδων, με αποτέλεσμα αυξημένα κατάγματα οστών, κυρίως συμπιεστικά σπονδύλων.



περιόστεο

ινώδης στ.

**οστεοκ. σε
κοιλότητες**

κυτταρική στ.

ενδόστεο

ενδόστεο

οστεοκλάστης

οστική θο

οστεοκ.

οστεογ.κ.

οστεοβλ.

Αναδόμηση Οστίτη Ιστού

Ο οστίτης είναι ιστός που αναδομείται συνεχώς, υπό την επίδραση φυσικών δυνάμεων και ορμονικών παραγόντων. Κυριότερες ορμόνες είναι η παραθορμόνη και η καλσιτονίνη.

- Η **παραθορμόνη** (παράγεται από τους παραθυρεοειδείς αδένες) προκαλεί
 - ενεργοποίηση των οστεοκλαστών,
 - μείωση της απέκκρισης Ca^{++} από τα νεφρά,
 - αύξηση της απορρόφησης Ca^{++} από το έντερο, με αποτέλεσμα την **αύξηση του Ca^{++} στο αίμα**.
- Η **καλσιτονίνη** (παράγεται από τα κύτταρα C του θυρεοειδούς) προκαλεί :
 - απενεργοποίηση των οστεοκλαστών,
 - αύξηση της απέκκρισης από τα νεφρά Ca^{++} και PO_4^- , με αποτέλεσμα την **μείωση Ca^{++} και PO_4^- στο αίμα**.

ΜΥΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

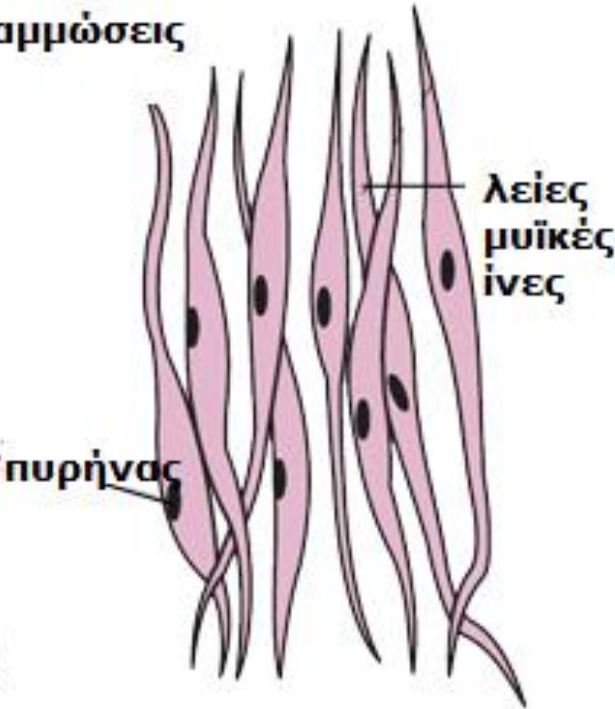
- Το πρωτόπλασμα των κυττάρων έχει μεταπλαστεί σε συσταλά ινίδια και τα κύτταρα έχουν επιμηκυνθεί (mm-10cm).
- Σε συνεργασία με το νευρικό σύστημα (ΑΝΣ και ΖΝΣ) συσπάται και προκαλεί μηχανικές κινήσεις οστών στις αρθρώσεις, και την τονικότητα και κινητικότητα τοιχώματος στα κοίλα σπλάγχνα.

Ανάλογα με λειτουργία, μορφολογία και διάταξη διακρίνονται σε

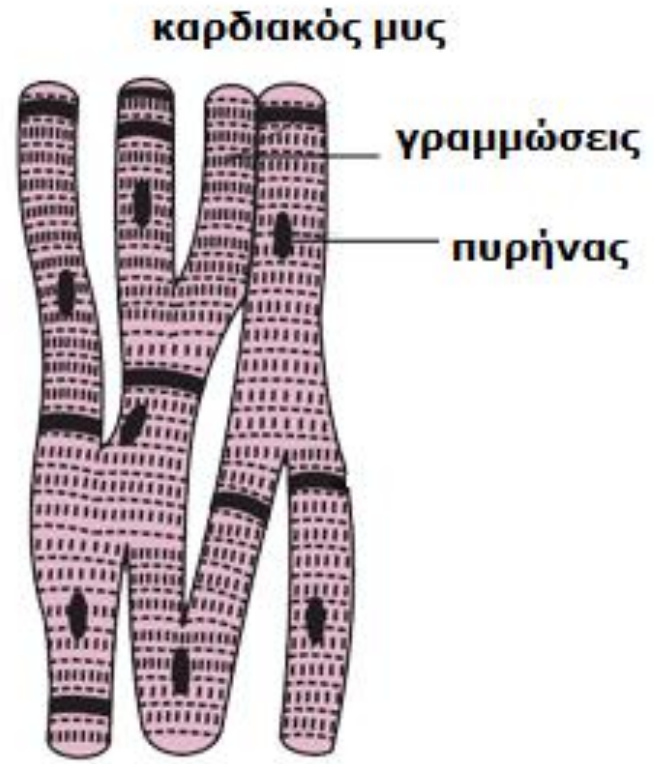
- **Λείες μυϊκές ίνες: ακούσιος έλεγχος, όχι γραμμωτός, στο τοίχωμα οισοφάγου, στομάχου, εντέρου, βρόγχων, μήτρας, ουρήθρας, αγγείων και ανορθωτήρες τριχών**
- **Γραμμωτές μυϊκές ίνες: (42% σώματος άνδρες, 36% γυναίκες): υπό εκούσιο έλεγχο, προσφύονται με τένοντες στα οστά, και εξυπηρετούν την μετακίνηση και τη διατήρηση της στάσης.**
- **Ίνες καρδιακού μυός (μόνο στα σπονδυλωτά), γραμμωτές**
 - *Γραμμωτός μυς: περιέχει σαρκομέρια (οργάνωση συσταλών μυοϊνιδίων)*



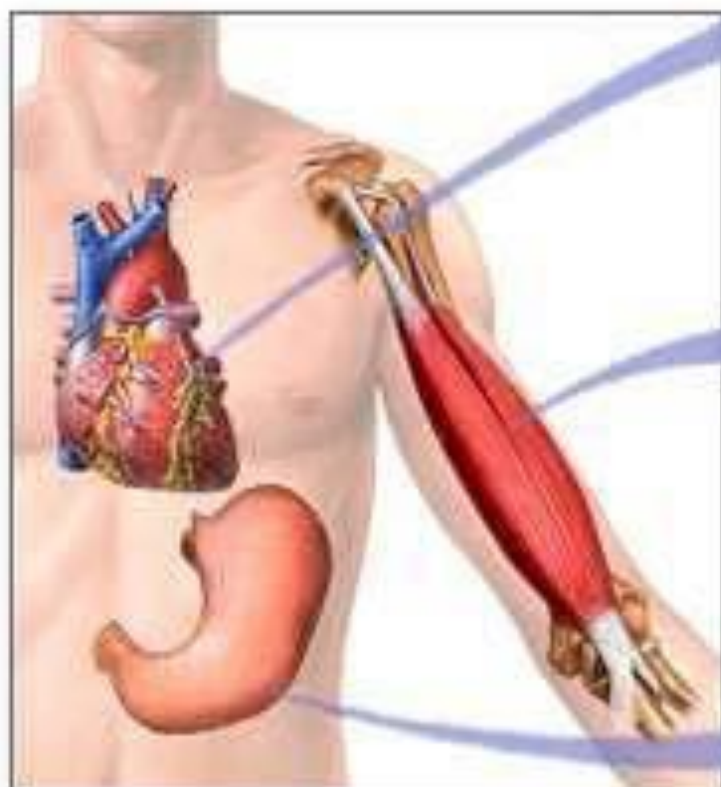
(a)



(b)



(c)



μυοκάρδιο

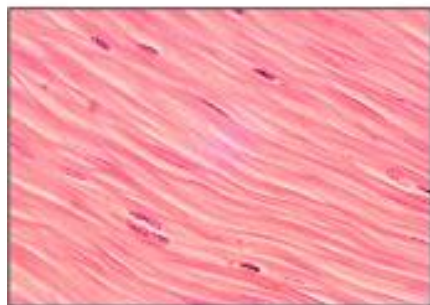


γραμμωτός μυς



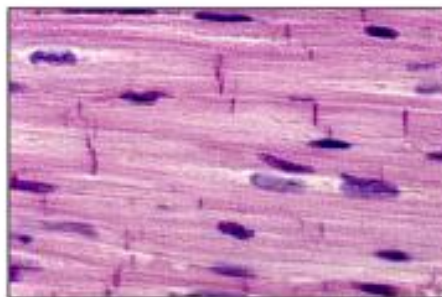
Λείες μυϊκές ίνες

Λείες μυϊκές ίνες



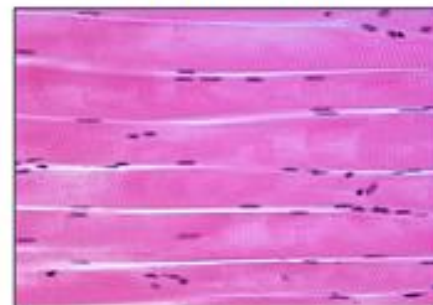
**αυτόνομη
Λειτουργία**

μυοκάρδιο



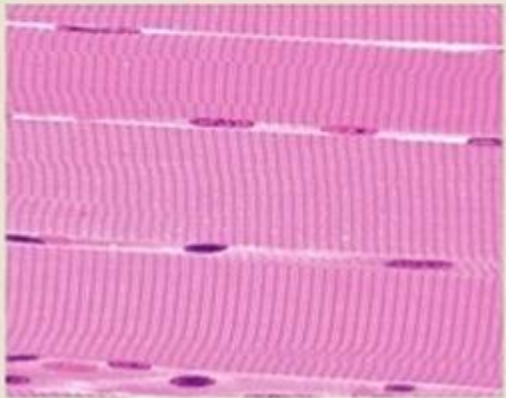
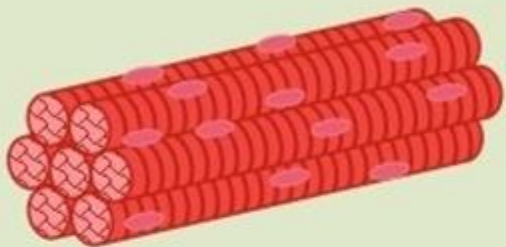
**αυτόνομη
Λειτουργία**

σκελετικός μυς

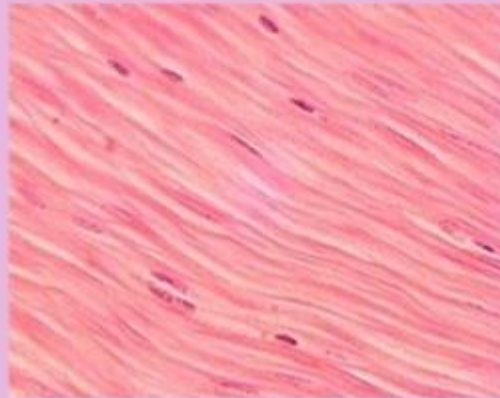
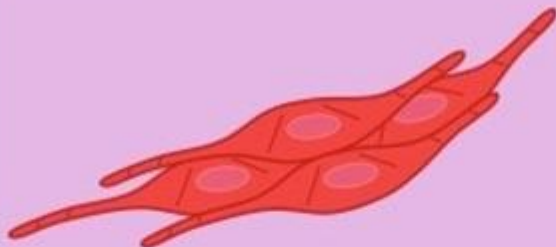


**εκούσια
Λειτουργία**

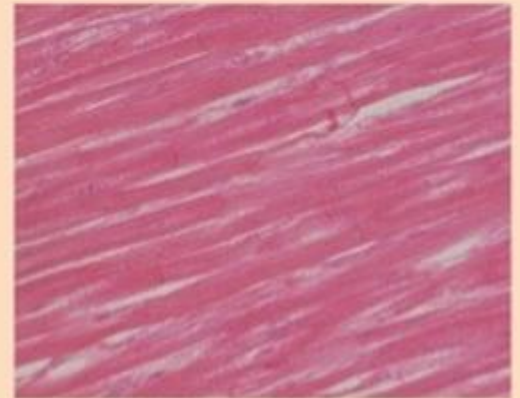
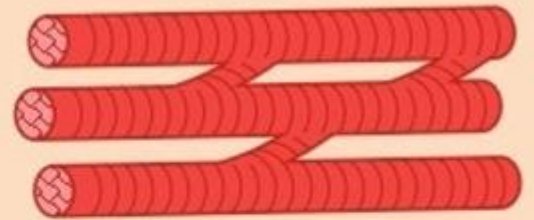
γραμμωτός μυς



λείες μυϊκές ίνες



καρδιακός μυς



	ΕΝΤΟΠΙΣΗ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	ΕΜΦΑΝΙΣΗ	ΕΛΕΓΧΟΣ
	σκελετός	στάση, κίνηση	γραμμωτοί παράλληλες ίνες πολλοί έκκεντροι πυρήνες	εκούσια
	καρδιά	αντλία αίματος	γραμμωτοί, ένας κεντρικός πυρήνας	αυτόνομη
	γ.εντ. ουροποιητικό οφθαλμός αγγεία γεννητικό	περισταλτικότητα αρτ. πίεση κόρη τρίχες	μη γραμμωτοί, ένας κεντρικός πυρήνας	αυτόνομη

ΛΕΙΟΣ ΜΥΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

Ατρακτοειδή κύτταρα, 40-200 μ m μήκος και 4-20 μ m πάχος.

Έχουν ένα κεντρικό πυρήνα και διατηρούν την ικανότητα διαίρεσης.

Μυοϊνίδια δεν έχουν γραμμώσεις. Έχουν παχιά νημάτια μυοσίνης (1/3 σκελετικού) και λεπτά ακτίνης (χ2 σκελετικού) που δεν είναι οργανωμένα σε μυοϊνίδια, ούτε ευθυγραμμισμένα.

Υπάρχει τροπομυοσίνη **άλλα όχι τροπονίνη**.

Τα λεπτά νημάτια αγκυροβολούν στη μεμβράνη πλάσματος ή σε ενδοκ. δομές (πυκνά σωμάτια) που λειτουργικά μοιάζουν με γραμμές Z. Τα νημάτια είναι προσανατολισμένα **διαγώνια**. Όταν η ίνα βραχύνεται η μεμβράνη μέσω ολίσθησης νηματίων (Z) διογκώνεται.

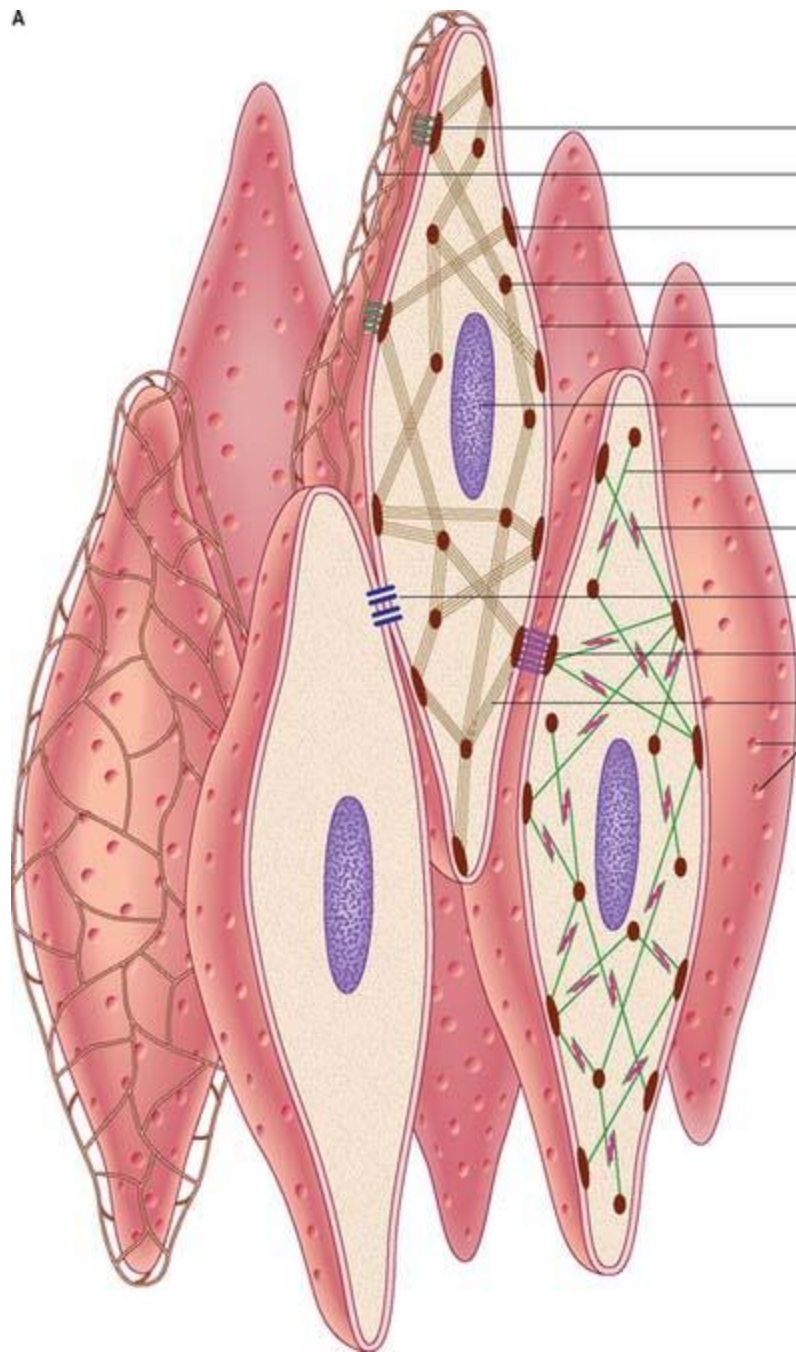
Εγκάρσιες ίνες συνδέουν γειτονικά κύτταρα και τα ενώνουν σε λειτουργικές μονάδες. Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες (ορμονικές επιδράσεις) τα κύτταρα μπορούν να αυξηθούν σε μήκος (πχ λμι μήτρας κατά την εγκυμοσύνη φτάνουν σε μήκος 800 μ m).

Νημάτια και πυκνά σωμάτια

Η συστολή της λείας μυϊκής ίνας επιτυγχάνεται με την ολίσθηση των λεπτών νηματίων ακτίνης επί των παχέων νηματίων μυοσίνης. Τα λεπτά νημάτια, σε αντίθεση με το γραμμωτό μυ, αποτελούνται **μόνο από ακτίνη και τροπομυοσίνη**. Τα παχιά νημάτια αποτελούνται από μόρια-κεφαλές μυοσίνης, που καταλαμβάνουν όλο το μήκος του νηματίου. Έτσι είναι δυνατό να υπάρξει **μεγαλύτερο ποσοστό επικάλυψης** μεταξύ λεπτών και παχέων νηματίων σε σχέση με το σκελετικό μυ, γεγονός που συντελεί και σε **μεγαλύτερο βαθμό συστολής**. Τα νημάτια ακτίνης και μυοσίνης διατάσσονται σε **δεσμίδες, οι οποίες διασταυρώνονται λοξά διαμέσου** του κυττάρου σχηματίζοντας ένα δικτυωτό πλέγμα, με αποτέλεσμα την **απουσία εγκάρσιων γραμμώσεων** στα λεία μυϊκά κύτταρα.

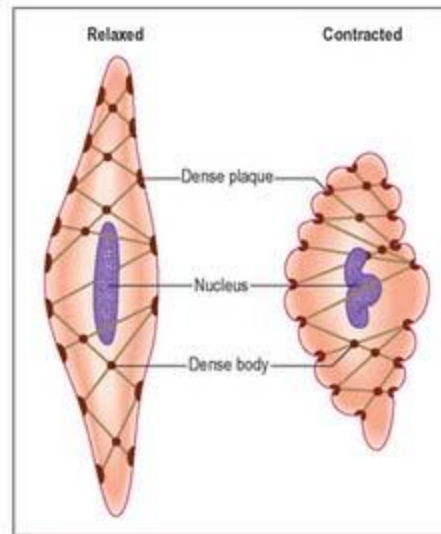
- Μετά τη διασταύρωση τους τα νημάτια ακτίνης προσφύονται σε στηρικτικές θέσεις, τα **πυκνά σωμάτια** ή **εστιακές πυκνότητες**. Ουσιαστικά αποτελούν τις αντίστοιχες δομές της γραμμής Z των σαρκομερίων των γραμμωτών και καρδιακών μυϊκών κυττάρων.

A

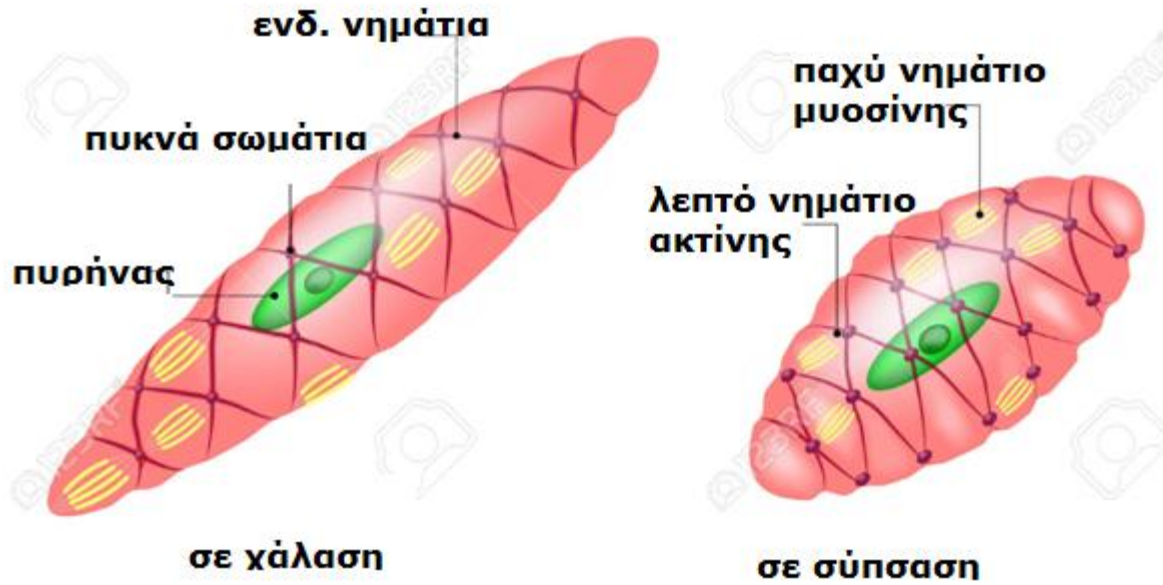


- πυκνές πλάκες
- ελαστικές, δικτυωτές, ίνες κολλαγόνου
- πυκνές πλάκες
- πυκνά σώματα
- σαρκείλημα
- πυρήνας
- ακτίνη
- μυοσίνη
- χασματοσύνδεση
- δεσμοσώματα
- ενδ. νημάτια

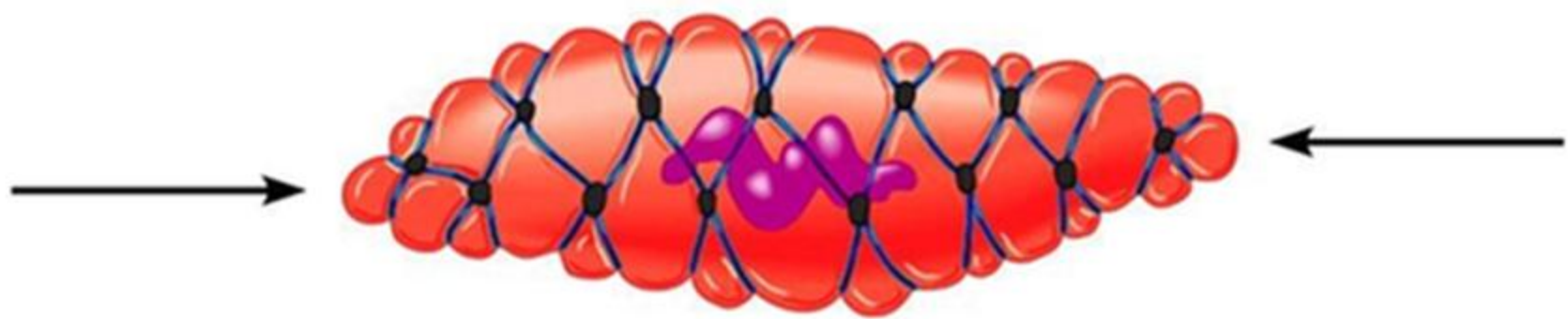
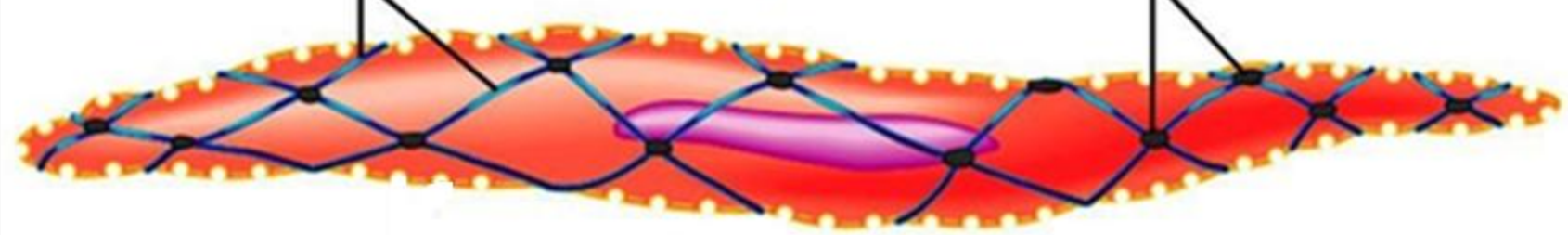
B

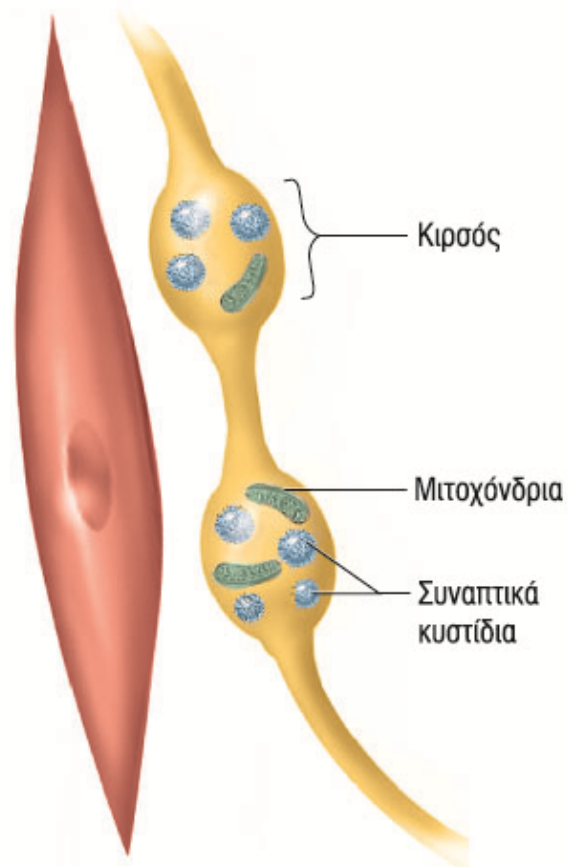
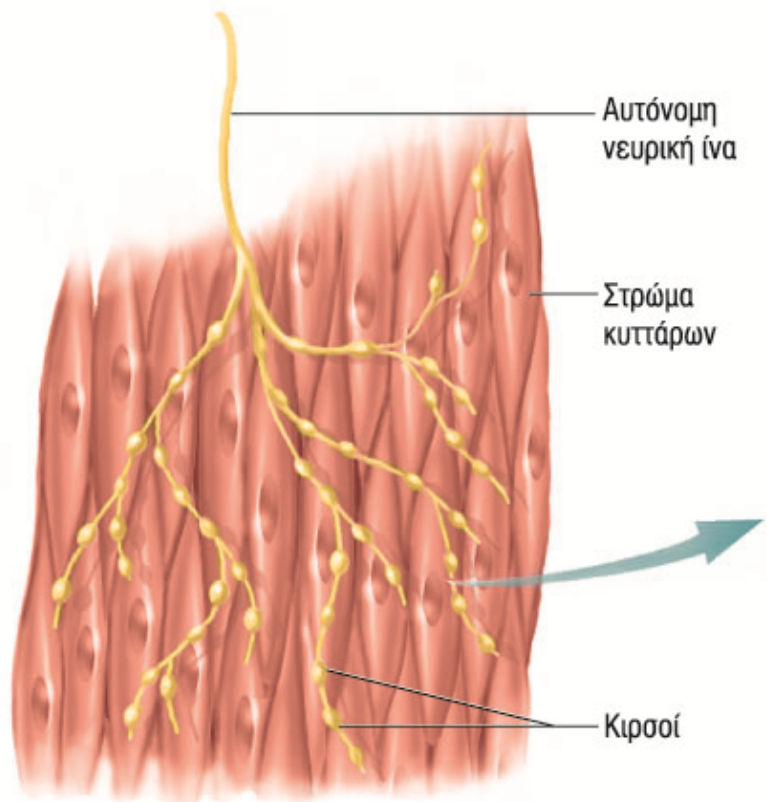


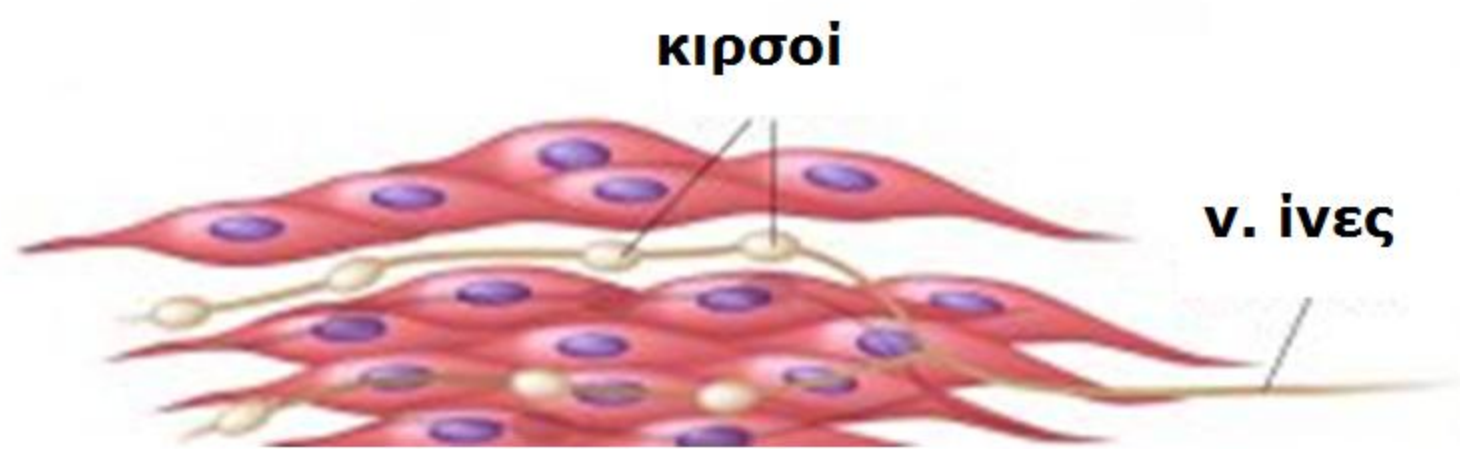
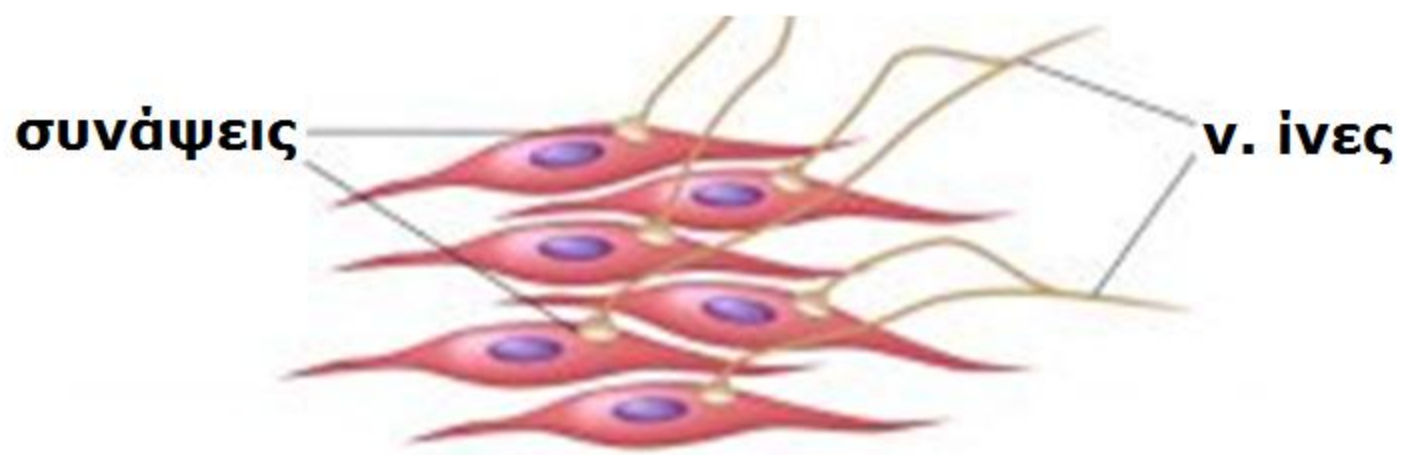
ΛΜΙ



ενδ. νημάτια προσδεδεμένα
στα πυκνά σώματα







ΚΑΡΔΙΑΚΟΣ ΓΡΑΜΜΩΤΟΣ ΜΥΣ

120μm μήκος και 20 μm πάχος.

Έχουν διακλαδώσεις και σχηματίζουν τελικοτελικές συνδέσεις με παρακείμενα κύτταρα και ταξινομούνται σε δεμάτια σχηματίζοντας μία **σύνθετη τρισδιάστατη** μορφή. Οι συνδέσεις αυτές σχηματίζουν ένα τρισδιάστατο πλέγμα, που επιτρέπει στον καρδιακό μυ να συστέλλεται **κυματοειδώς**, με αποτέλεσμα την προώθηση του αίματος και την κένωση των καρδιακών κοιλοτήτων.

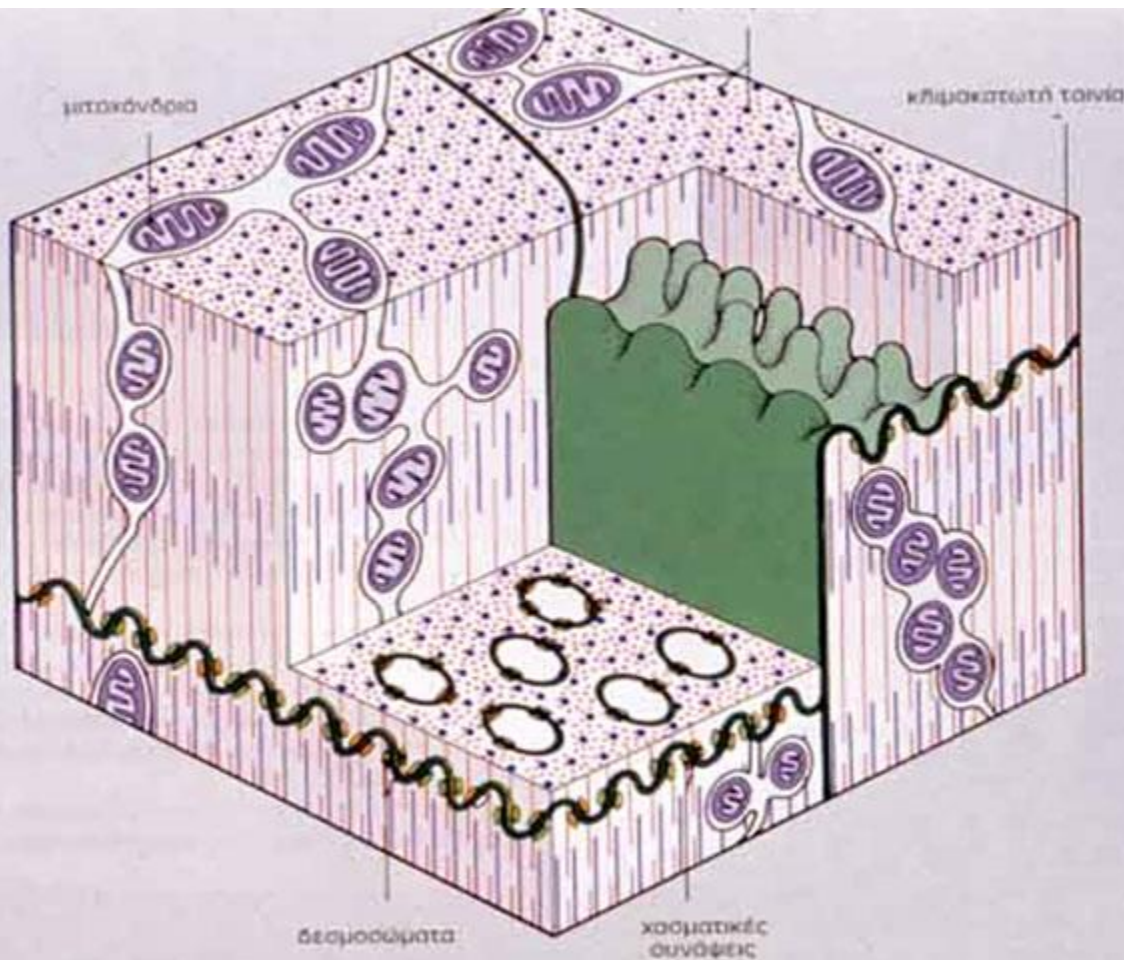
Οι μ. ίνες περιέχουν πολύ σαρκόπλασμα και σχηματίζουν δίκτυα. Παρατηρούνται **εγκάρσιες γραμμώσεις** γιατί ευθυγραμμίζονται τα νημάτια αλλά τα σαρκομέρια είναι βραχύτερα και η I ζώνη στενότερη.
Υπάρχει τροπονίνη και τροπομυοσίνη

Οι πυρήνες έχουν κεντρική θέση και μία περιπυρηνική ζώνη που στερείται μυοϊνιδίων.

Έχουν περισσότερα μιτοχόνδρια από τις σκελετικές ίνες.

Τα εγκάρσια κυτταρικά όρια όπου τα καρδιακά μυϊκά κύτταρα ακουμπούν μεταξύ τους αναφέρονται ως **εμβόλιμοι δίσκοι**. Εντός τους υπάρχουν **δεσμοσώματα** που συγκρατούντα κύτταρα και προσδέονται τα **μυοϊνίδια**. Δίπλα στους εμβόλιμους δίσκους βρίσκονται **χασματικές** συνδέσεις.

Σχηματικό παράσταση καρδιακής ίνας.

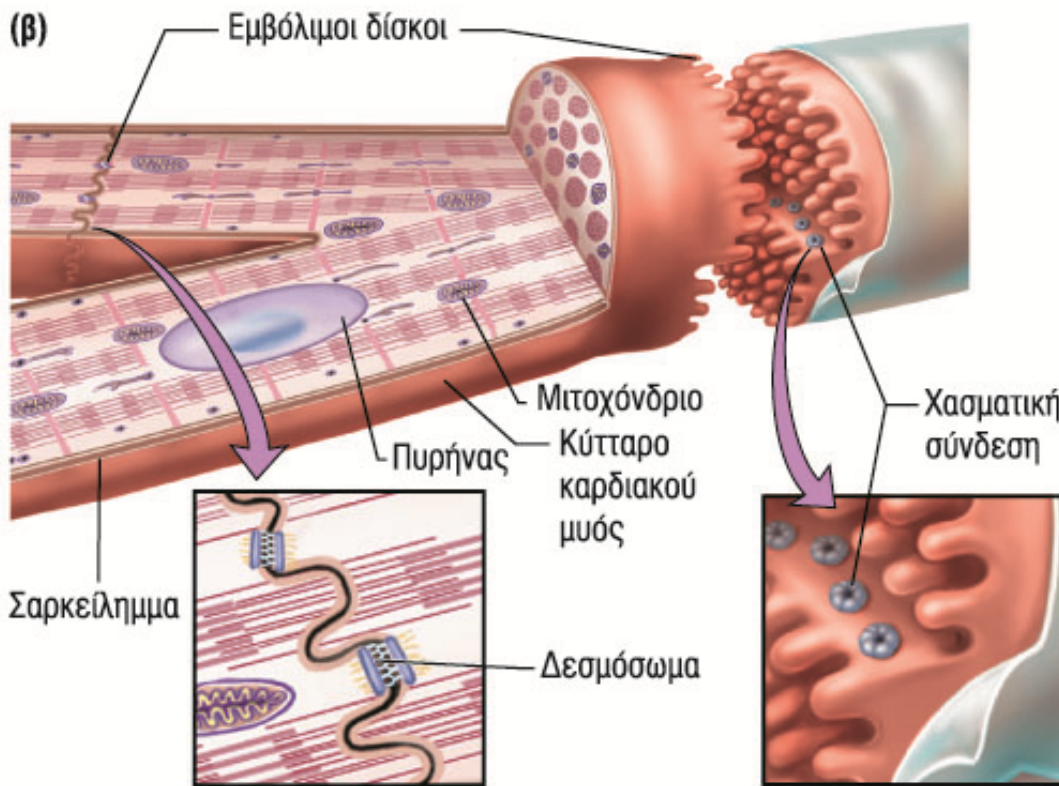
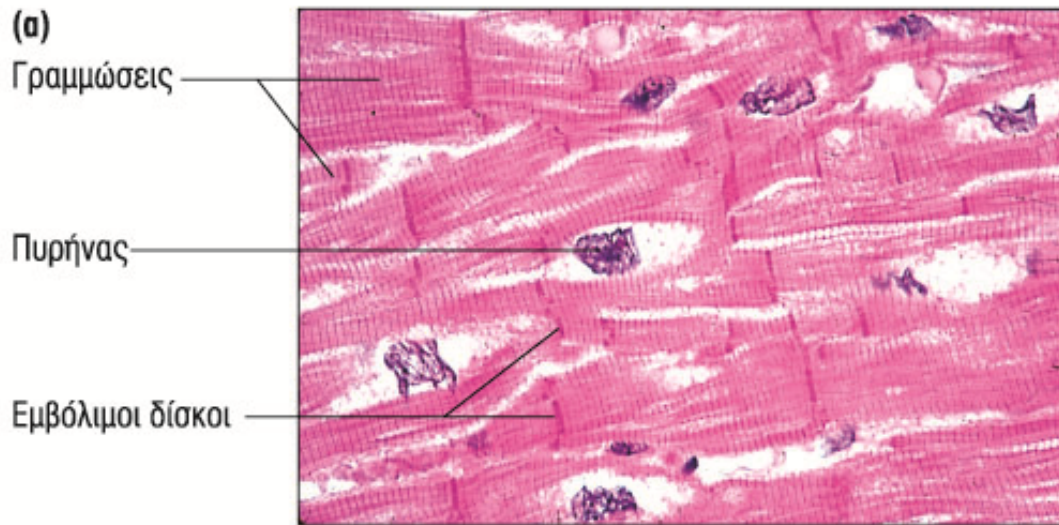


Η καρδιακή ίνα είναι ένα κυλινδρικό, διακλαδιζόμενο και συνήθως μονοπύρηνο κύτταρο. Εξωτερικά περιβάλλεται από το σαρκίλημα. Το σαρκόπλασμα της έχει το ίδιο πρότυπο γράμμωσης με τις γραμμωτές ίνες, παρουσιάζοντας ωστόσο μεγαλύτερη ασάφεια. Στα όρια κάθε ίνας παρατηρούνται οι **κλιμακωτές ταινίες**, που αποτελούν μοναδικό χαρακτηριστικό του καρδιακού μυός. Αυτές εμφανίζονται ως σκοτεινές και εγκάρσιες γραμμώσεις, που διασχίζουν τις αλυσίδες των καρδιακών κυττάρων, δίνοντας την εικόνα σκαλοπατιών

Οι **κλιμακωτές ταινίες**, που εμφανίζονται σαν ανοιχτόχρωμες γραμμές, είναι οι θέσεις ένωσης δύο συνεχόμενων καρδιακών ινών.

Κλιμακωτές ταινίες

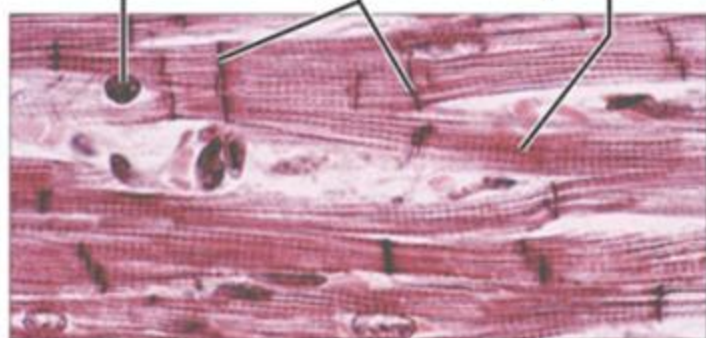
- Οι κλιμακωτές ταινίες αποτελούν εξειδικευμένα συναπτικά συμπλέγματα στις περιοχές σύνδεσης γειτονικών καρδιακών κυττάρων. Συμβάλλουν στη ισχυρή **συνοχή** των ινών και στη **μετάδοση** του ερεθίσματος για συστολή μεταξύ τους. Κάθε κλιμακωτή ταινία εμφανίζει δυο επιφάνειες: το **εγκάρσιο τμήμα**, που διασχίζει κάθετα τις ίνες και το **πλάγιο τμήμα**, που πορεύεται παράλληλα με τα μυονημάτια. Διακρίνεται στα εξής τμήματα:
- **Μεμβράνη πρόσφυσης ή συνάψεις τύπου πρόσφυσης**: Συμβάλλει στη στενή σύνδεση των καρδιακών ινών μέσω των **διαμεμβρανικών γλυκοπρωτεϊνών A - CA** και **πλακοσφαιρίνης**. Στη σαρκοπλασματική επιφάνεια φέρει πρωτεΐνες, όπως η **α-ακτινίνη** και **βινκουλίνη**, που συμβάλλουν στην **αγκυροβόληση των νηματίων ακτίνης των τελικών σαρκομερίων**. Συνεπώς η μεμβράνη πρόσφυσης εμφανίζει λειτουργική ομοιότητα με τη γραμμή Z και αναφέρεται ως **μισή γραμμή Z**.
- **Κηλίδες πρόσφυσης ή συνάψεις τύπου δεσμοσωμάτων**: **Ενώνουν ισχυρά** τα καρδιακά κύτταρα. Τα δεσμοσώματα προσδένουν τη **δεσμίνη**, με αποτέλεσμα την ισοκατανομή των μηχανικών πιέσεων, που δέχεται το κύτταρο και τη μετάδοση αυτών και στα παρακείμενα κύτταρα.
- **Χασματικές συνάψεις**: Μεταδίδουν το συστολικό ερέθισμα από κάθε καρδιακή ίνα στη γειτονική, ώστε να δημιουργείται ένα συστολικό κύμα.



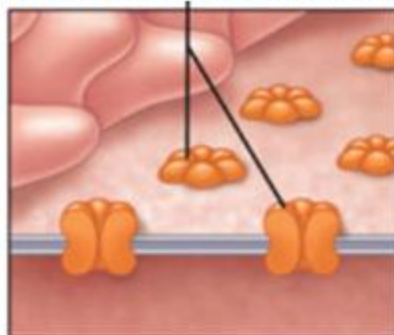
ΚΑΡΔΙΑΚΟΣ ΓΡΑΜΜΩΤΟΣ ΜΥΣ

- Στο σημείο επαφής, **στους εμβόλιμους δίσκους**, οι κυτταρικές μεμβράνες, σαρκόλειμμα σχηματίζουν κυτταρικές επαφές.
 - Δεσμοσώματα
 - Χασματοσυνδέσεις: μετάδοση ηλεκτρικών σωμάτων
 - Μεμβράνη πρόσφυσης (Συνδετικές ενώσεις) όπου συνδέονται νημάτια ακτίνης (ζώνη Z)

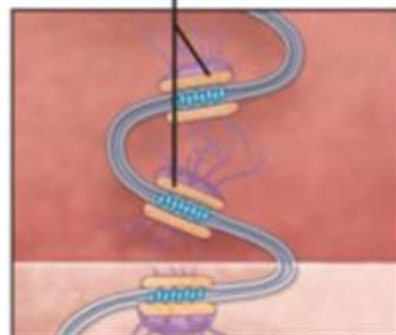
πυρήνας εμβ. δίσκος μυοκ.κ.



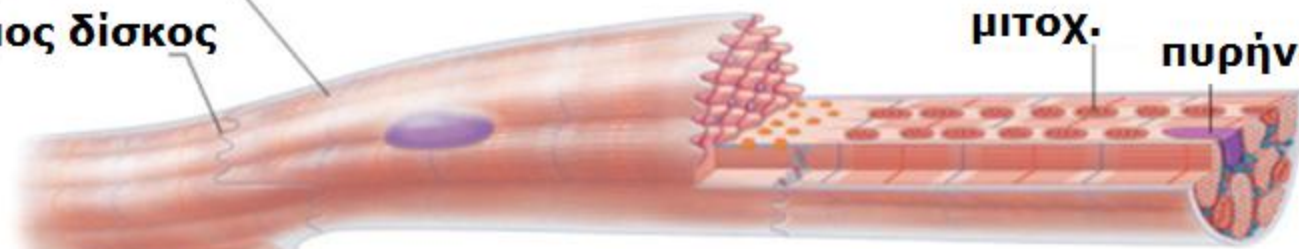
χασματοσυνδέσεις



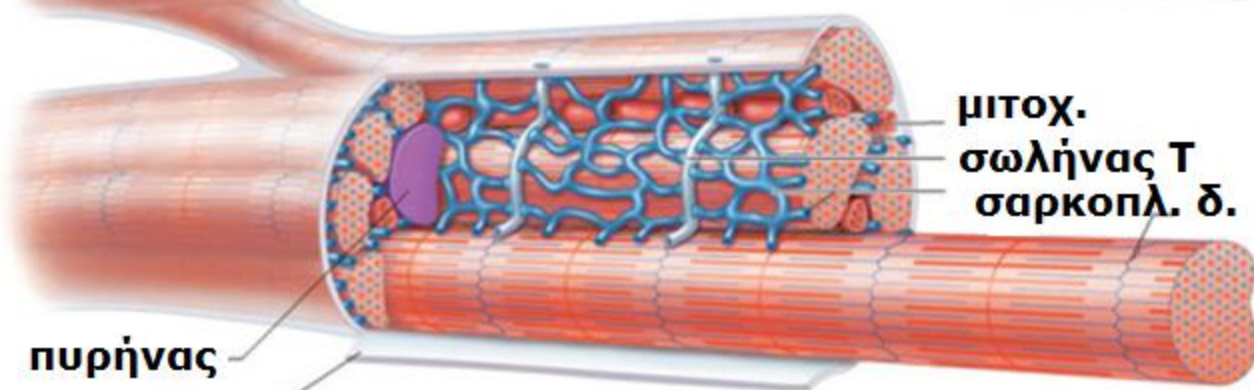
δεσμοσώματα



μυοκ. κ.
εμβόλιμος δίσκος

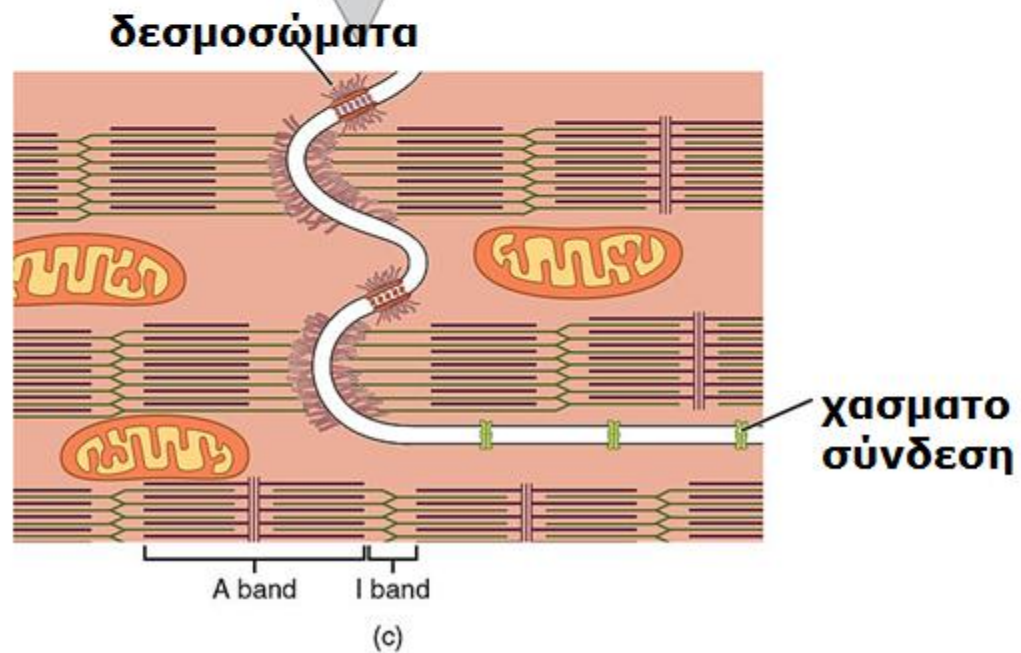
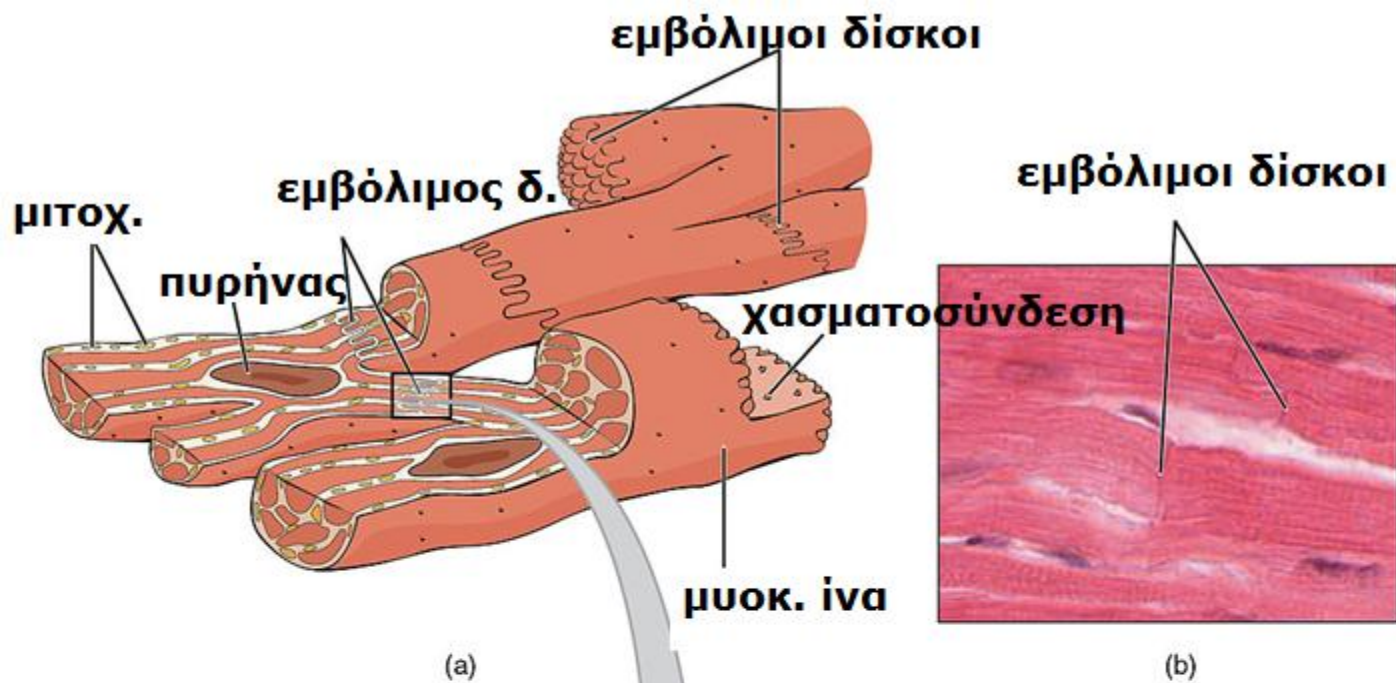


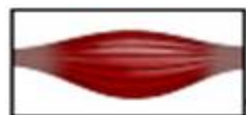
μιτοχ. πυρήνας



μιτοχ.
σωλήνας Τ
σαρκοπλ. δ.

πυρήνας
σαρκείλημα

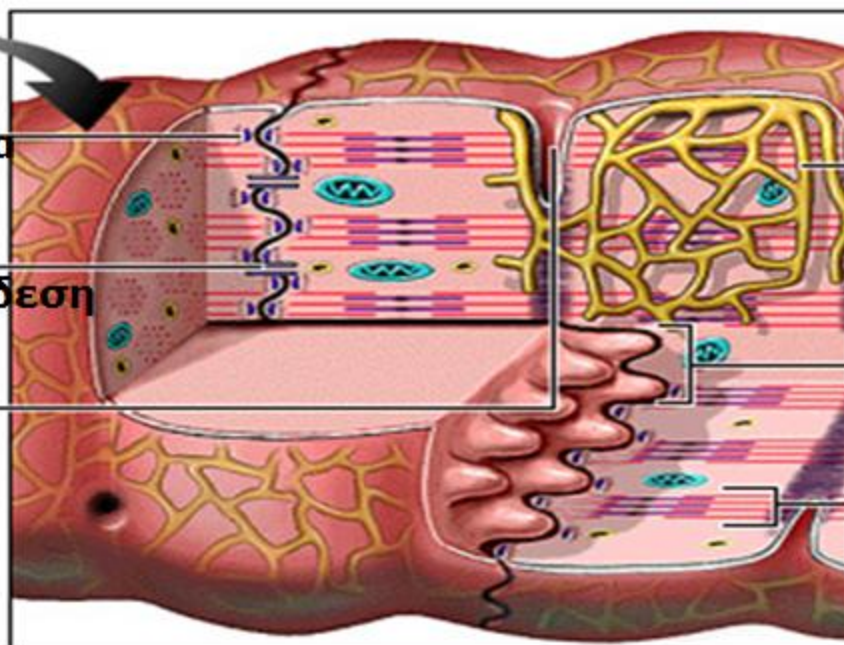




δεσμοσώματα

χασματοσύνδεση

σωλήνας T

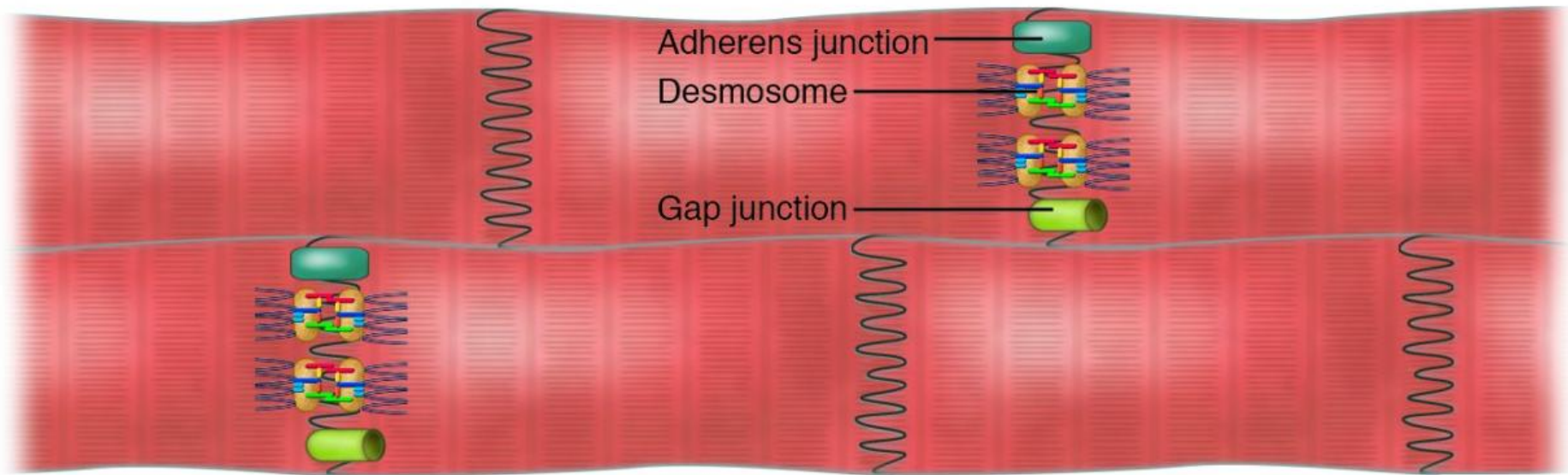


σαρκοπλ. δ.

εμβόλιμος
δίσκος

μυοϊνίδια

Συνάψεις τύπου πρόσφυσης
Δεσμοσώματα
χασματοσυνδέσεις



ΓΡΑΜΜΩΤΟΣ ΜΥΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

10-100μm πάχος και **15 cm μήκος.**

Οι **πυρήνες** είναι κάτω από την επιφάνεια με κατεύθυνση προς τον επιμήκη άξονα.

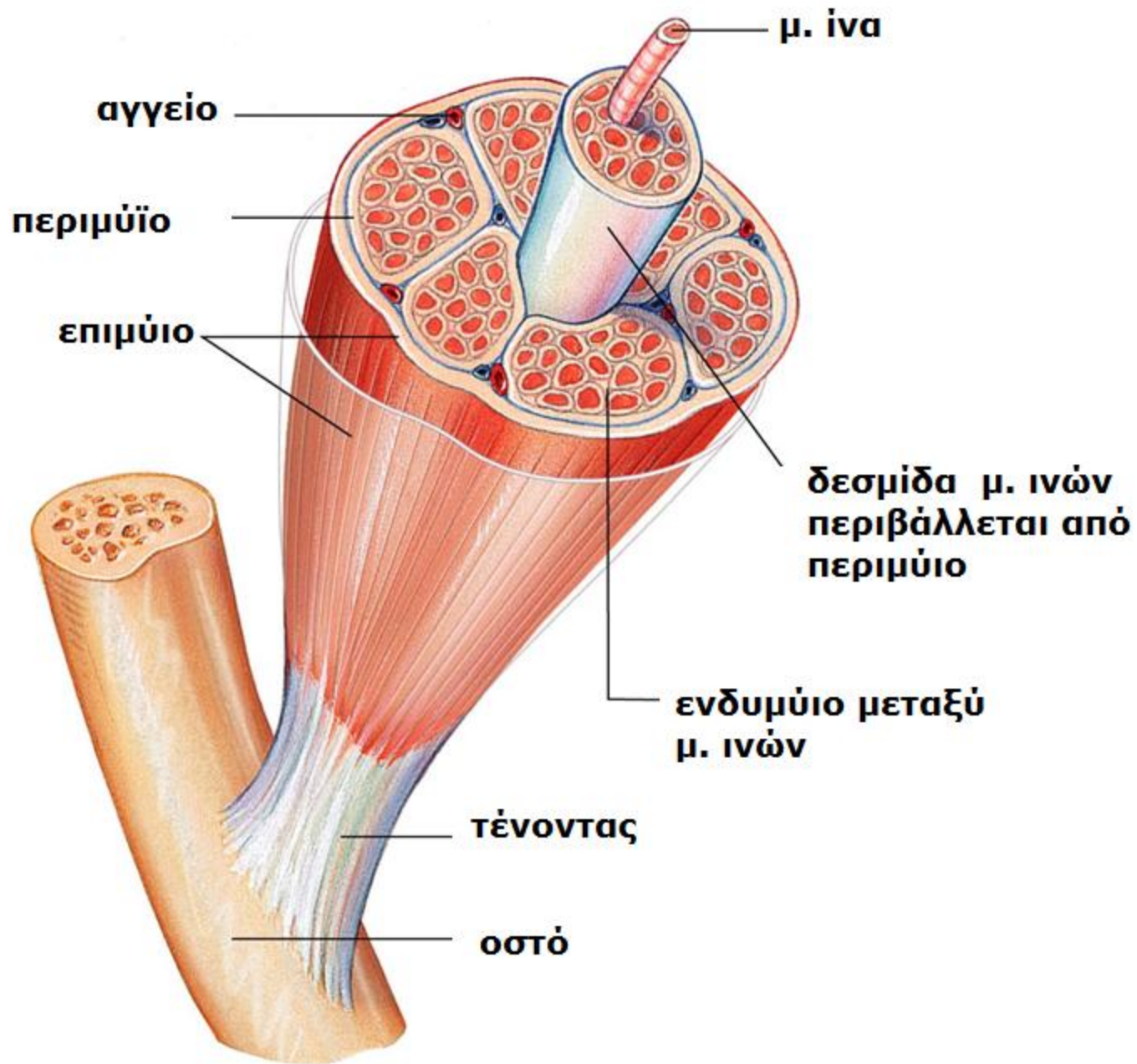
Τα μυοϊνίδια διακρίνονται και δημιουργούν εγκάρσιες γραμμώσεις (εναλλαγή ανοιχτόχρωμων-ισότροπων **ζωνών I** και σκουρόχρωμων ανισότροπων **ζωνών A.**

Πολλά μιτοχόνδρια στις αργές τύπου I ίνες.

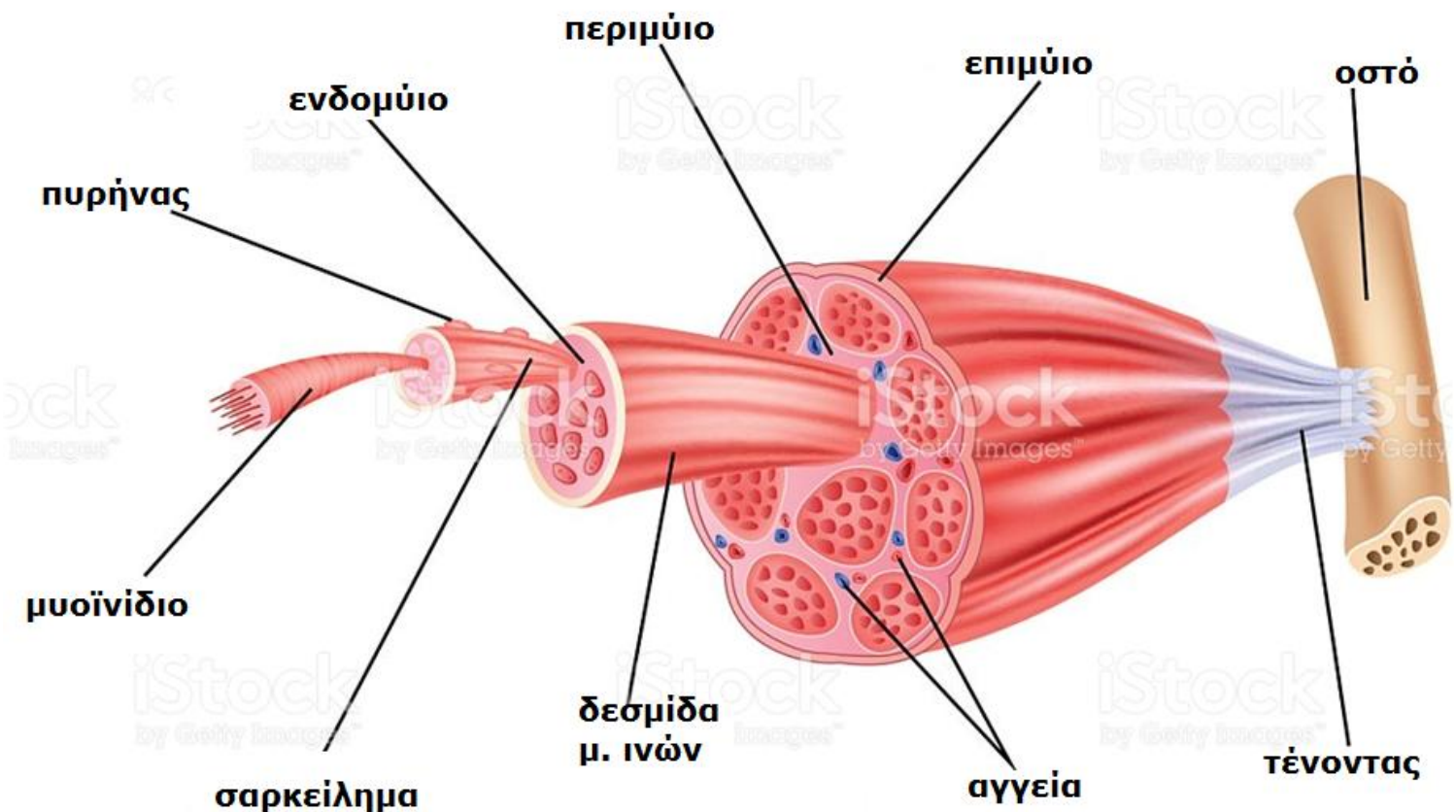
Πολλά μυοϊνίδια στις ταχείες τύπου II ίνες.

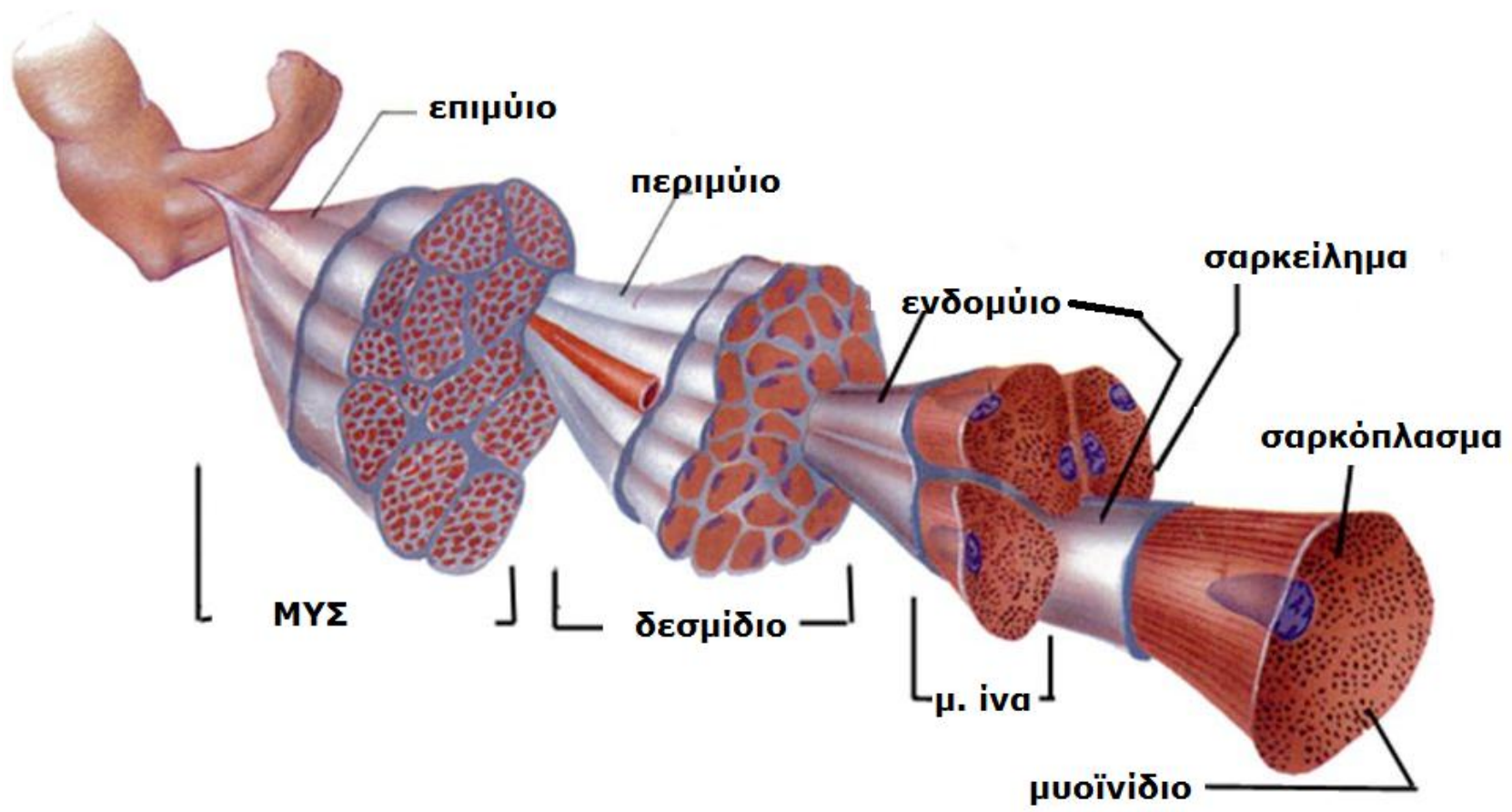
Σαρκείλημμα περιβάλλει μυϊκές ίνες.

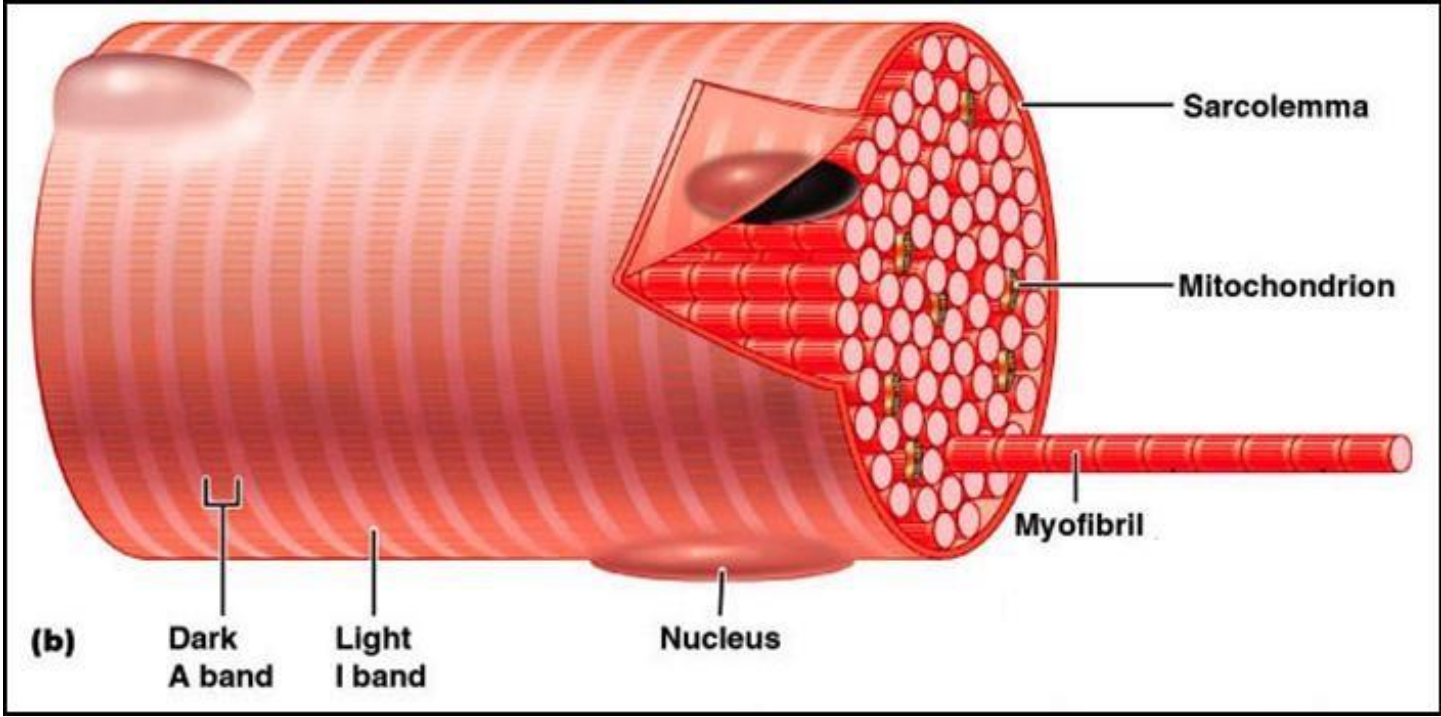
Ενδομυϊο μεταξύ ινών.

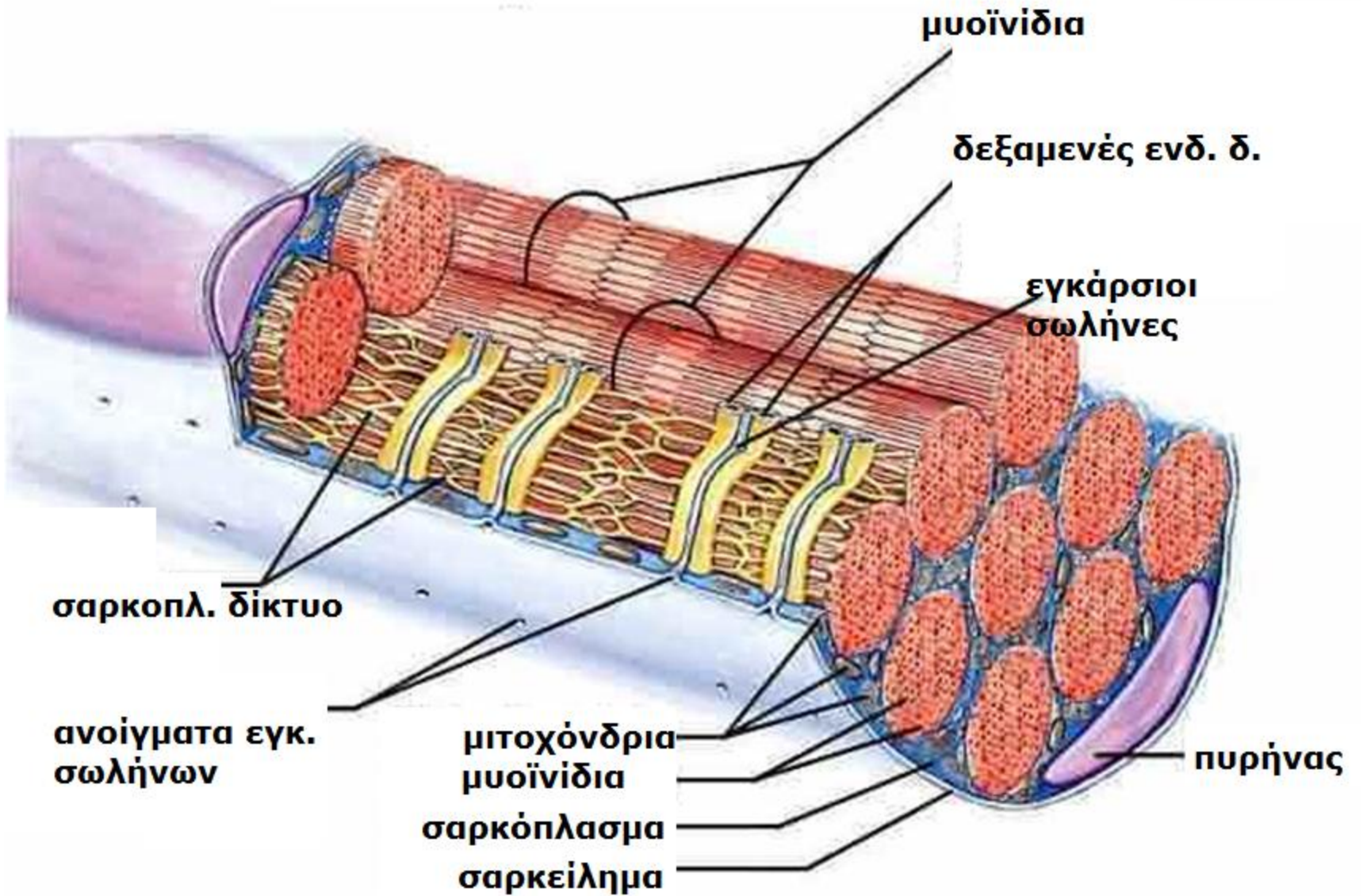


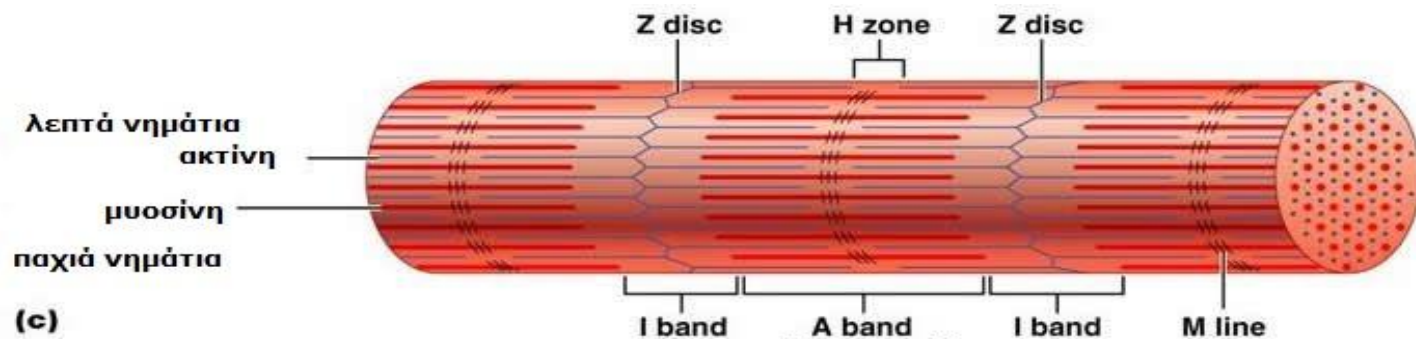
ock Images™ iStock by Getty Images™ iStock by Getty Images™ iStock by Getty Images™



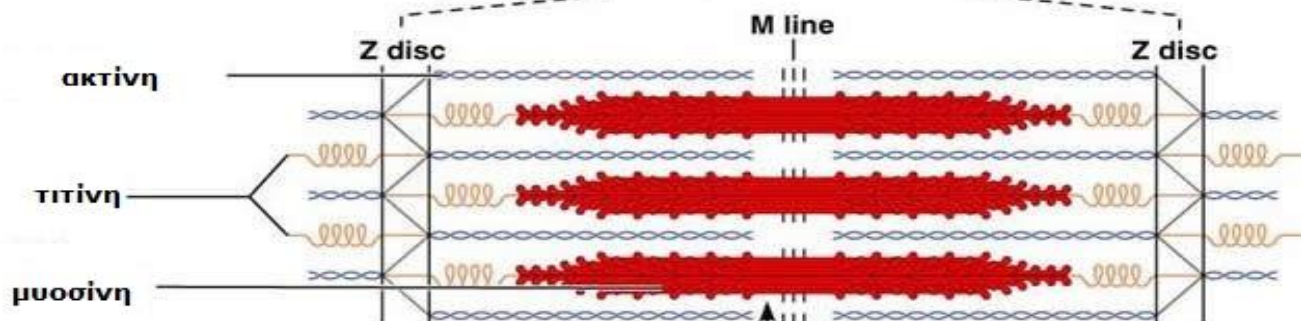




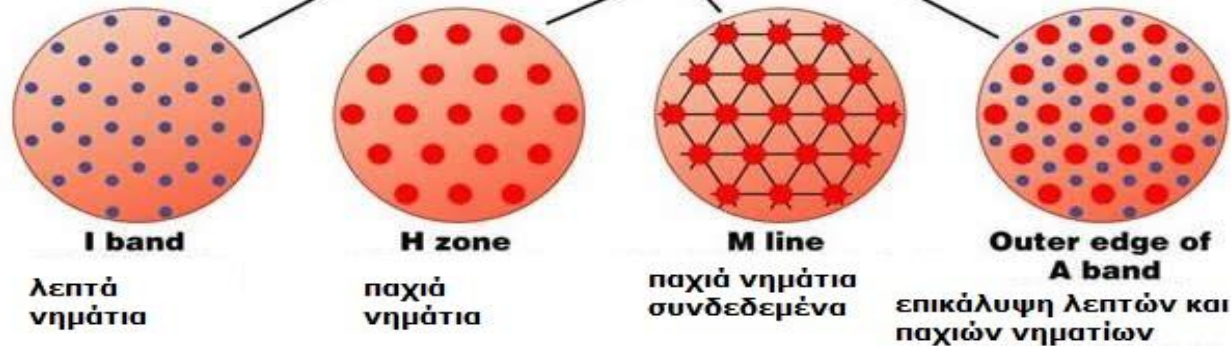




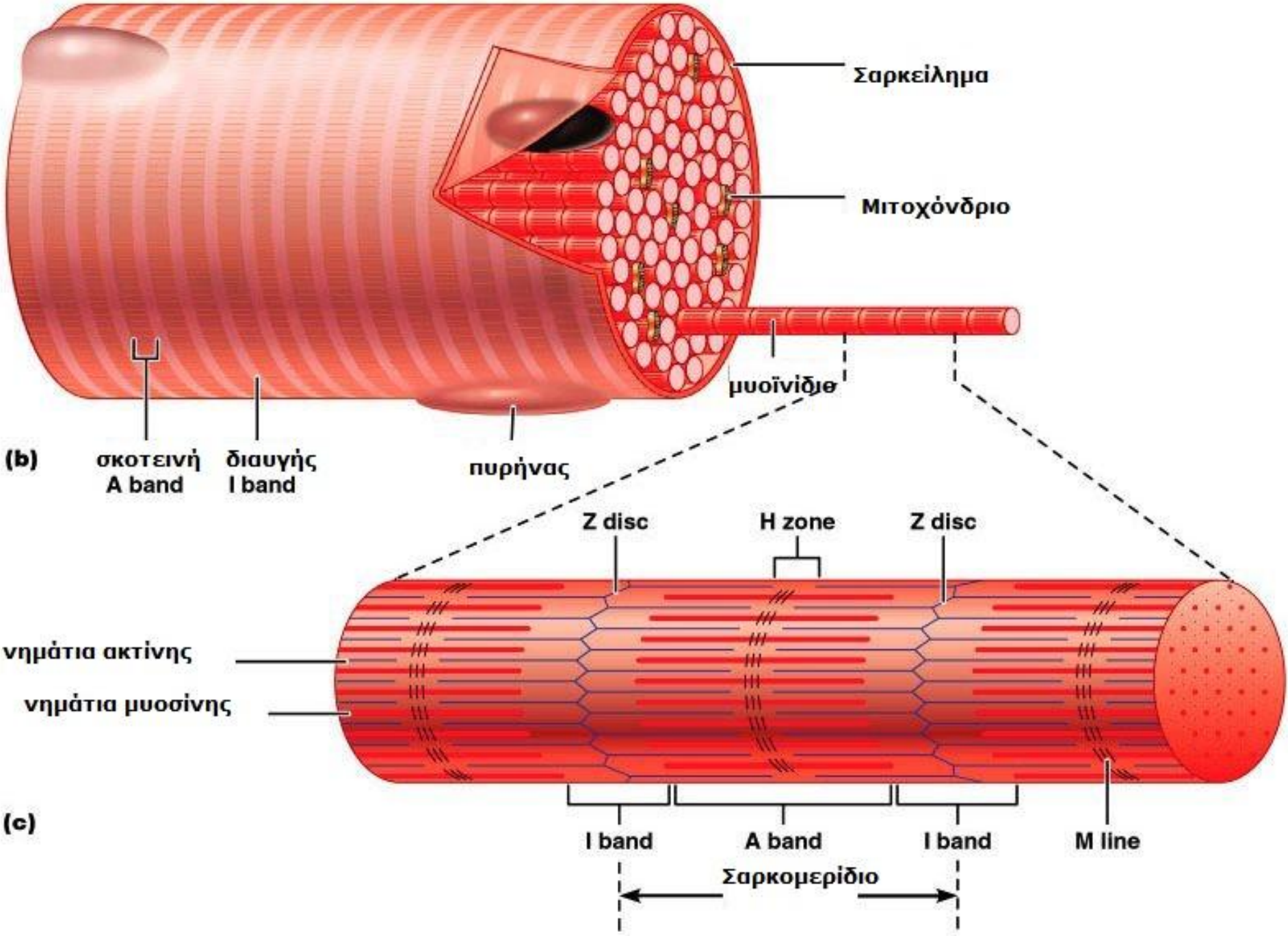
(c)



(d)



(e)



ΓΡΑΜΜΩΤΕΣ-ΣΚΕΛΕΤΙΚΕΣ ΜΥΙΚΕΣ ΪΝΕΣ

- Τύπου I: αργές, ερυθρός μυς πλούσιος σε τριχοειδή, μιτοχόνδρια και μυοσφαιρίνη. Διατηρεί αερόβια άσκηση.
- Τύπου II: γρήγορες ίνες
 - Α-αερόβιες, πλούσια σε μιτοχόνδρια, και τριχοειδή, ερυθρές
 - χ-οι πιο γρήγορες ίνες, διατηρούν για λίγο αναερόβια άσκηση, επέρχεται πόνος μετά
 - Β-αναερόβιες, γλυκολυτικές, λευκές, πολύ λιγότερα μιτοχόνδρια και τριχοειδή και μυοσφαιρίνη

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.3**Χαρακτηριστικά των τριών τύπων σκελετικών μυϊκών ινών**

	Βραδείες οξειδωτικές ίνες (Τύπος I)	Ταχείες οξειδογλυκολυτικές ίνες (Τύπος IIα)	Ταχείες γλυκολυτικές ίνες (Τύπος IIβ)*
Κύρια πηγή παραγωγής ATP	Οξειδωτική φωσφορυλίωση	Οξειδωτική φωσφορυλίωση	Γλυκόλυση
Μιτοχόνδρια	Πολλά	Πολλά	Λίγα
Τριχοειδή	Πολλά	Πολλά	Λίγα
Περιεκτικότητα μυοσφαιρίνης	Υψηλή (ερυθρός μυς)	Υψηλή (ερυθρός μυς)	Χαμηλή (λευκός μυς)
Δραστηριότητα γλυκολυτικών ενζύμων	Χαμηλή	Ενδιάμεση	Υψηλή
Περιεκτικότητα γλυκογόνου	Χαμηλή	Ενδιάμεση	Υψηλή
Ρυθμός ανάπτυξης κάματου	Αργός	Ενδιάμεσος	Γρήγορος
Δραστηριότητα μυοσινικής ATPάσης	Χαμηλή	Υψηλή	Υψηλή
Ταχύτητα συστολής	Αργή	Γρήγορη	Γρήγορη
Διάμετρος ινών	Μικρή	Μεγάλη	Μεγάλη
Μέγεθος κινητικών μονάδων	Μικρό	Ενδιάμεσο	Μεγάλο
Μέγεθος κινητικών νεύρων	Μικρό	Ενδιάμεσο	Μεγάλο

*Οι ίνες τύπου IIβ αναφέρονται πολλές φορές στη βιβλιογραφία σαν IIx.

ΤΥΠΟΙ ΜΥΙΚΩΝ ΙΝΩΝ

Type I	TYPE IIA	TYPE II B
αργές (τονικές) ερυθρές-οξειδωτικές	ταχείες ενδιάμεσες οξειδωτικές	ταχείες, λευκές, γλυκολυτικές
πολλά μιτοχόνδρια άφθονη μυοσφαιρίνη Fe O ₂ αερόβια οξ. φωσφ λιπαρών οξέων	πολλά μοτοχόνδρια αερόβια οξ. φωσφ αναερόβια γλυκόλυση	λίγα μιτοχόνδρια, λίγη μυοσφαιρίνη πολύ γλυκογόνο αναερόβια γλυκόλυση
προσαρμοσμένος για αργή σύσπαση για πολύ χρόνο	προσαρμοσμένος για βραχείες ακρήξεις άσκησης	ταχεία σύσπαση εύκολη κόπωση σε μικρούς μυς (οφθαλμοί, δάχτυλα)

Differences In Skeletal Muscle Fiber Types

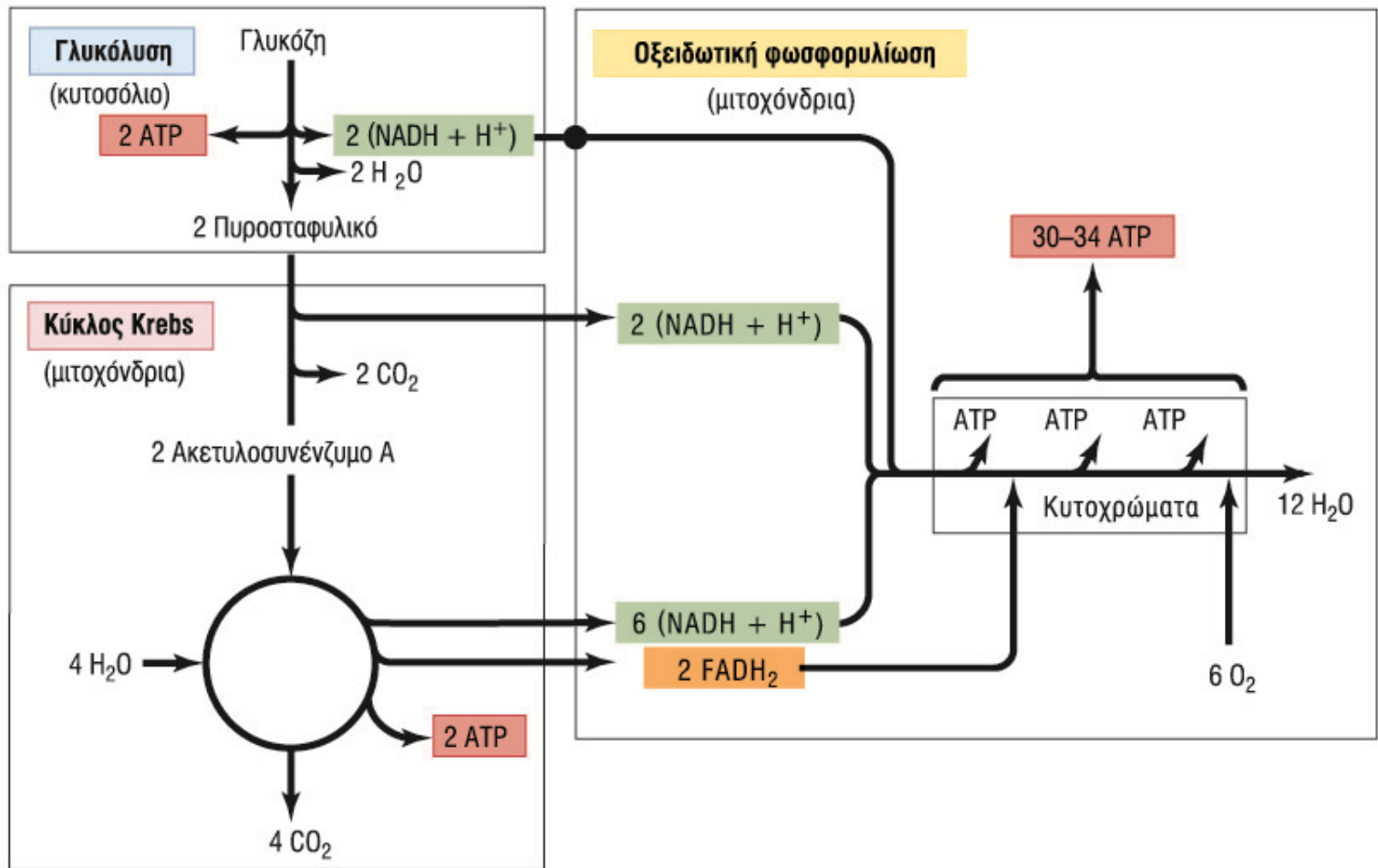
	Type I fibers	Type II a fibers	Type II x fibers	Type II b fibers
Contraction time	Slow	Moderately Fast	Fast	Very fast
Resistance to fatigue	High	Fairly high	Moderate	Low
Activity Used for	Aerobic activity	Long-term anaerobic activity	Short-term anaerobic activity	Short-term anaerobic activity
Maximum duration of use	Hours	Less than 30 minutes	Less than 5 minutes	Less than 1 minute
Power produced	Low	Medium	High	Very high
Mitochondrial density	Very High	High	Medium	Low
Capillary density	High	Intermediate	Low	Low
Oxidative capacity	High	High	Moderate	Low
Major storage fuel	Triglycerides	Creatine phosphate, glycogen	ATP, Creatine phosphate, glycogen (little)	ATP, Creatine phosphate
Properties	Consumes lactic acid	Produce lactic acid and Creatine phosphate	Consume Creatine phosphate	Consume Creatine phosphate

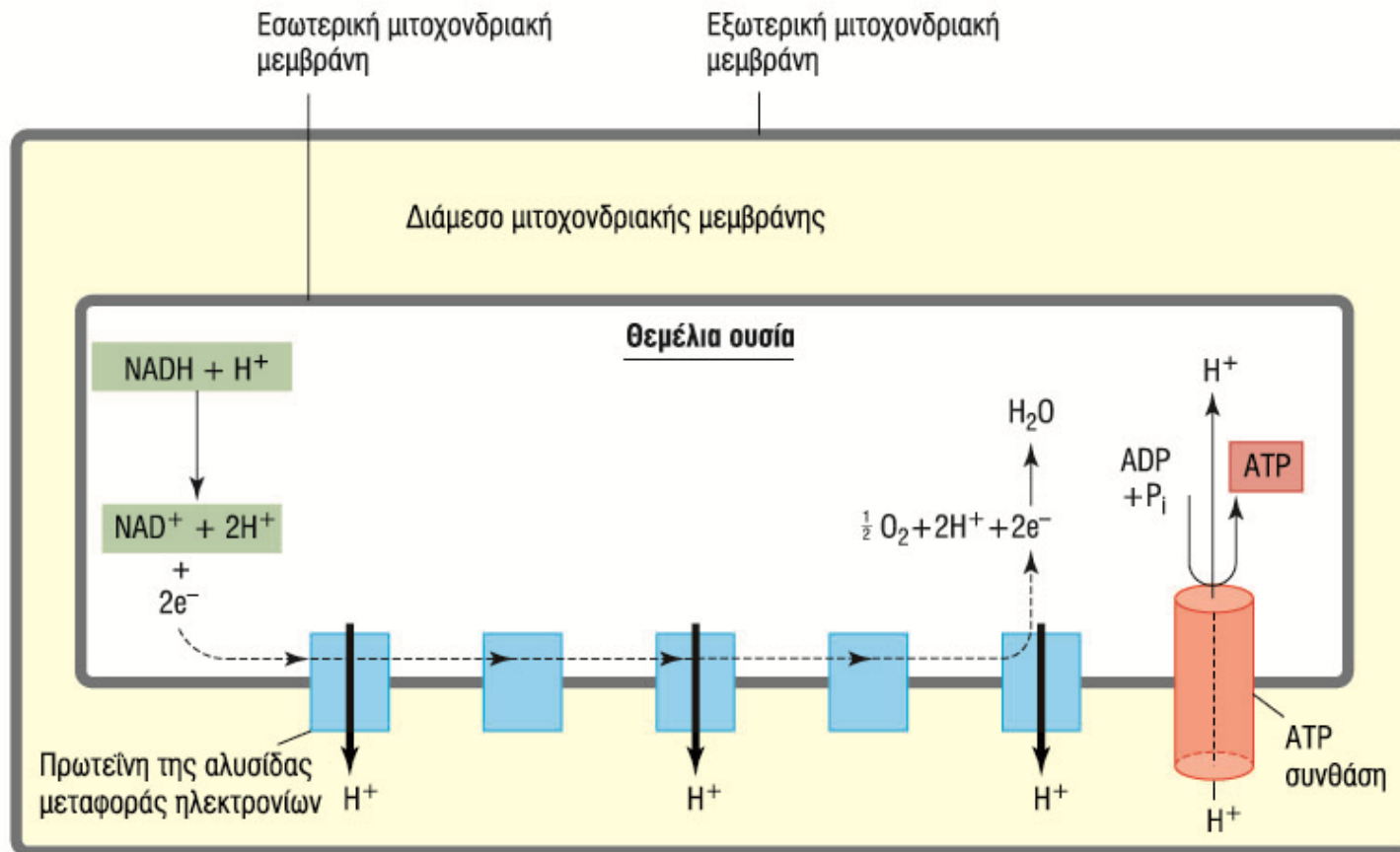
Υποκνημίδιος μυς: σημαντικός στη διατήρηση στάσης αλλά και στην κίνηση κάτω άκρου. Είναι αργός (φτάνει στη μέγιστη σύσπαση σε 80-200 ms) και περιέχει κυρίως **τύπου I ίνες**. Οι **εξωφθάλμιοι** μυς ελέγχουν κίνηση ματιού και ο **ανεκκτήρας βλεφάρου** το βλέφαρο. Παράγουν διακοπτόμενες ταχείες κινήσεις, δεν χρειάζεται να διατηρήσουν σύσπαση για μακρές περιόδους. Περιέχουν κυρίως **τύπου II ίνες**. Φτάνουν τη μέγιστη σύσπαση σε 7-8 ms. Άλλοι μυς χρειάζονται συνδυασμό ταχέως ανταποκρινόμενων μυών και διατήρησης επί μακρόν σύσπασης. Και έχουν ένα συνδυασμό από ταχείες και βραδείες μυϊκές ίνες.

- Οι ταχείες τύπου II ίνες διαφέρουν όσον αφορά στην ανοχή στην κόπωση. Αυτό εξαρτάται από το πόσο αποτελεσματικά οι μυϊκές ίνες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε ενέργεια που απαιτείται για τη συστολή. Η άμεση πηγή ενέργειας για τη μυϊκή σύσπαση είναι η ATP που απελευθερώνει ενέργεια από τη διάσπαση της σε ADP και Pi. Είναι σημαντικό οι μύς να αποκαθιστούν το ATP που χρησιμοποιούν.
- Οι κεφαλές μυοσίνης περιέχουν το ένζυμο ATPάση, μία καταλάση που επιταχύνει τη διάσπαση ATP.
- Η **οξειδωτική φωσφορυλίωση**, είναι η τελική οδός σύνθεσης ATP από αερόβιο κυτταρική αναπνοή, που είναι πολύ αποτελεσματική μέθοδος παραγωγής ATP και που μπορεί να διατηρηθεί για μακρές περιόδους (όπως σε έναν αγώνα δρόμου). Απαιτεί οξυγόνο. Πραγματοποιείται στα μιτοχόνδρια.

<p>Τύπου I-αργές, ερυθρές, οξειδωτικές αερόβιες, μικρής διαμέτρου Περπάτημα για 30 λεπτά Μυς ράχης</p>	<p>Τύπου IIa γρήγορες, ερυθρές, οξειδωτικές αερόβιες και αναερόβιες, μεσαίας διαμέτρου Γρήγορο τρέξιμο 400 μέτρα μυς κάτω άκρων</p>	<p>Τύπου IIb πολύ γρήγορες, λευκές, αναερόβιες γλυκολυτικές, μεγάλης διαμέτρου Δρόμος ταχύτητας 100 μέτρα μυς άνω άκρων</p>
<p>Χαμηλή δράση ΑΤΡασης</p>	<p>Υψηλότερη δράση ΑΤΡασης</p>	<p>Υψηλότερη δράση ΑΤΡασης</p>
<p>Υψηλή ικανότητα παραγωγής ΑΤΡ μέσω οξ. Φωσφορυλίωσης, μεγάλη ανοχή στην κόπωση, μικρή παραγωγή δύναμης</p>	<p>Υψηλή ικανότητα παραγωγής ΑΤΡ μέσω οξ. Φωσφορυλίωσης, μέτρια ανοχή στην κόπωση Μέτρια παραγωγή δύναμης</p>	<p>Χαμηλή ικανότητα παραγωγής ΑΤΡ μέσω οξ. Φωσφορυλίωσης, χαμηλή ανοχή στην κόπωση Υψηλή παραγωγή δύναμης</p>
<p>Πολλά τριχοειδή, πολλά μιτοχόνδρια</p>	<p>Αρκετά τριχοειδή, πολλά μιτοχόνδρια</p>	<p>Λίγα τριχοειδή, λίγα μιτοχόνδρια</p>
<p>Υψηλή πυκνότητα μυοσφαιρίνης (δεσμεύει O₂)</p>	<p>Υψηλή πυκνότητα μυοσφαιρίνης</p>	<p>Καθόλου μυοσφαιρίνης</p>
<p>Χαμηλή αποθήκη γλυκογόνου</p>	<p>Μέτρια αποθήκη γλυκογόνου</p>	<p>Υψηλή αποθήκη γλυκογόνου</p>
<p>Παράγεται ΑΤΡ μέσω αερόβιας κυτταρικής αναπνοής – οξ. Φωσφορυλίωσης.</p>	<p>Παράγεται ΑΤΡ μέσω αερόβιας κυτταρικής αναπνοής – οξ. Φωσφορυλίωσης</p>	<p>Παράγεται ΑΤΡ μέσω αναερόβιας γλυκόλυσης, που είναι γρήγορη αλλά όχι διατηρήσιμη για τόσο όσο η αερόβια αναπνοή</p>

- Οι περισσότεροι μυς περιέχουν μείγμα και των τριών τύπων μυϊκών ινών, με διαφορετική αναλογία.
- Η αναερόβια γλυκόλυση δε μπορεί να διατηρηθεί επί μακρόν, εξ ου και μικρή ανοχή στην κόπωση των τύπου IIb ινών.
- Μόνο μικρή ποσότητα ATP είναι αποθηκευμένη στα μυϊκά κύτταρα, που επαρκεί για συσπάσεις λίγων δευτερολέπτων. Το ATP πρέπει συνεχεία να αναγεννάται.

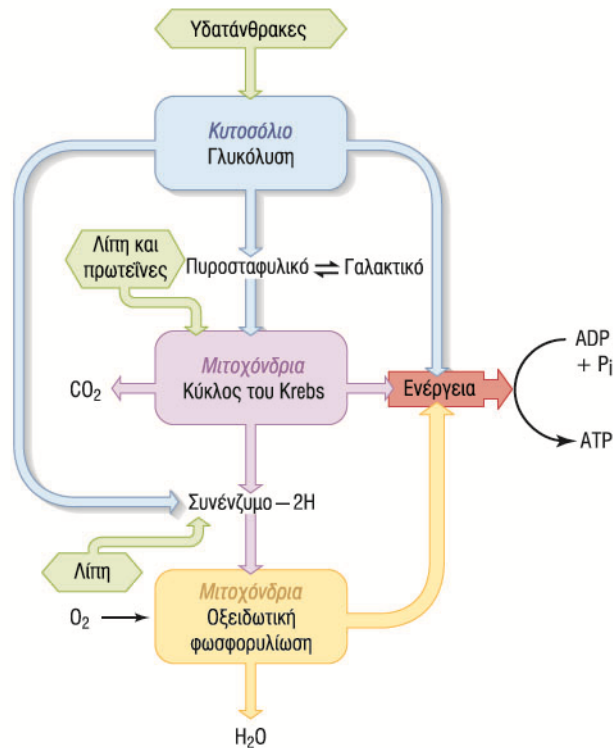




Ζεύγος η παράγει 2-3 ATP

ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ: 1 μόριο γλυκόζης σε 2 μόρια πυροσταφυλικού +2 ATP +4H

ΑΕΡΟΒΙΑ: το πυροσταφυλικό εισέρχεται στον κύκλο KREBS και διασπάται σε CO₂, Παράγεται μόνο 1 ATP αλλά και 2 H που εισέρχονται στην αναπνευστική αλυσίδα
Οξειδωτική φωσφορυλίωση: H₂ + O = H₂O και ATP (απελευθερώνεται από την ένωση 2 μορίων H). Τα H προέρχονται από τον Κύκλο KREBS και μεταβολισμό λιπαρών οξέων.



ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ ΑΤΡ

1. αναερόβια από το σύστημα Creatine Phosphate (προσφέρει υψηλής ενέργειας φωσφορικό οξύ). Η αντίδραση καταλύεται από την CPK.

– $ADP + CP = ATP + C + Energy$

– Το σύστημα απελευθερώνει ΑΤΡ και άρα ενεργεία για μυϊκή σύσπαση διάρκειας 15 sec –μετά εξαντλούνται τα αποθέματα CP- όσο για να τρέξεις μικρή απόσταση. Δεν απαιτεί O₂. Όταν ο μυς είναι σε ηρεμία, και υπάρχει περίσσεια ΑΤΡ, η εξίσωση λειτουργεί από ΔΕ προς ΑΡ.

ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ ΑΤΡ

2. Γλυκόλυση. Παράγει 2 μόρια ΑΤΡ μετατρέποντας ένα μόριο γλυκόζης σε πυρουβικό οξύ, νερό και NADH. Συμβαίνει στο κυτταρόπλασμα όλων των κυττάρων. Περιλαμβάνει σειρά από 10 αναερόβιες αντιδράσεις

$$\text{Glucose} + \text{P1} + 2\text{ADP} = 2 \text{Lactate} + 2\text{ATP} + 2\text{H}_2\text{O}$$

Η γλυκόζη παρέχεται από το αίμα ή από το γλυκογόνο που είναι αποθηκευμένο στους μυς

Απελευθερώνει ενέργεια για μέγιστη σύσπαση διάρκειας 30-40 sec. Δεν απαιτείται O₂ αλλά μπορεί να γίνει και παρουσία O₂ με άλλα τελικά προϊόντα.

Πλεονέκτημα: δεν απαιτεί O₂ και είναι γρήγορη, (2-3 φορές γρηγορότερη από κυτταρική αναπνοή) αλλά παράγει μόνο **2** μόρια ΑΤΡ από 1 μόριο γλυκόζης και επιπλέον παράγει γαλακτικό οξύ.

ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ ΑΤΡ

3. Αερόβια κυτταρική αναπνοή.

Απαιτεί O_2 . Ξεκινά ως γλυκόλυση που συμβαίνει στο κυτταρόπλασμα και έχει τα ίδια 10 βήματα με την αναερόβια γλυκόλυση. Συνεχίζεται στα μιτοχόνδρια μέσω του κύκλου τρικαρβοξυλικού οξέος (TCA) παράγοντας ακόμα περισσότερα μόρια ΑΤΡ (**36**) ανά μόριο γλυκόζης. Η αερόβια κυτταρική αναπνοή παρέχει την απαιτούμενη ποσότητα ΑΤΡ για τους μυς που είναι διαρκώς σε σύσπαση.

- **Βραχείας διάρκειας άσκηση** εμπλέκει κυρίως αναερόβιους μηχανισμούς, ενώ μικρής έντασης άσκηση που **διαρκεί περισσότερο** χρησιμοποιεί αερόβιους μηχανισμούς παραγωγής ATP. Η αερόβια οδός είναι η standard οδός αλλά κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης, η κυκλοφορία δεν επαρκεί να παρέχει O₂ αρκετά γρήγορα και το επιπλέον ATP παράγεται γρήγορα από αναερόβιες διαδικασίες.