



Κυτταρική Βιολογία

Ενότητα **13** : Πολυκυτταρική οργάνωση και διακυτταρικές
συνδέσεις

Παναγιωτίδης Χρήστος
Τμήμα Φαρμακευτικής ΑΠΘ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



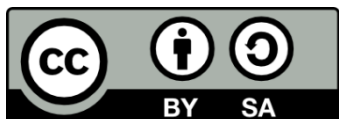
Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





Πολυκυτταρική οργάνωση και διακυτταρικές συνδέσεις



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

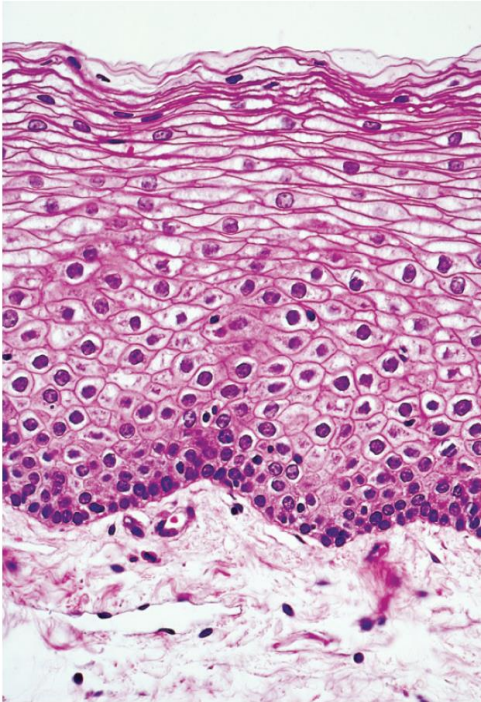
Σκοποί ενότητας

- Να τονισθεί πως τα κύτταρα των ευκαρυωτικών οργανισμών στην πλειοψηφία τους οργανώνονται σε ιστούς.
- Να περιγραφεί το κυτταρικό τοίχωμα των φυτικών κυττάρων και το εξωκυττάριο στρώμα των ζωικών κυττάρων.
- Να περιγραφεί ο τρόπος που συνδέονται μεταξύ τους τα κύτταρα.

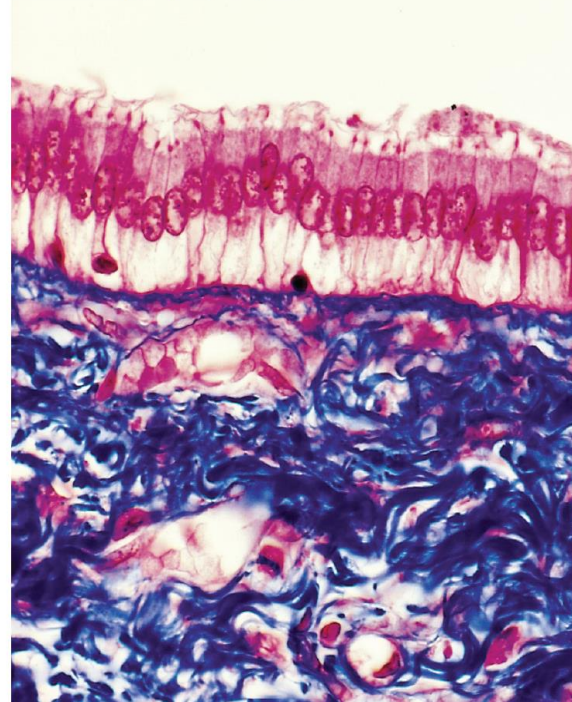


Τα κύτταρα οργάνωνονται επακριβώς σε ιστούς

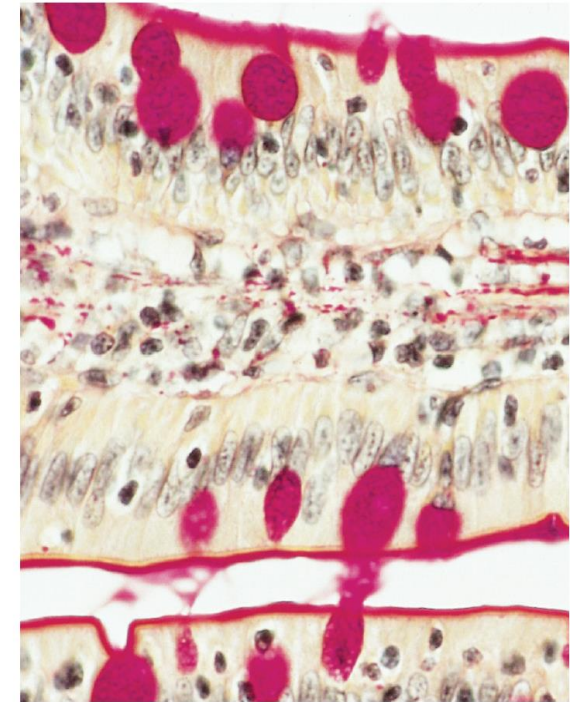
(A)i Στόμα



(A)ii Χοληφόρος πόρος



(A)iii Έντερο



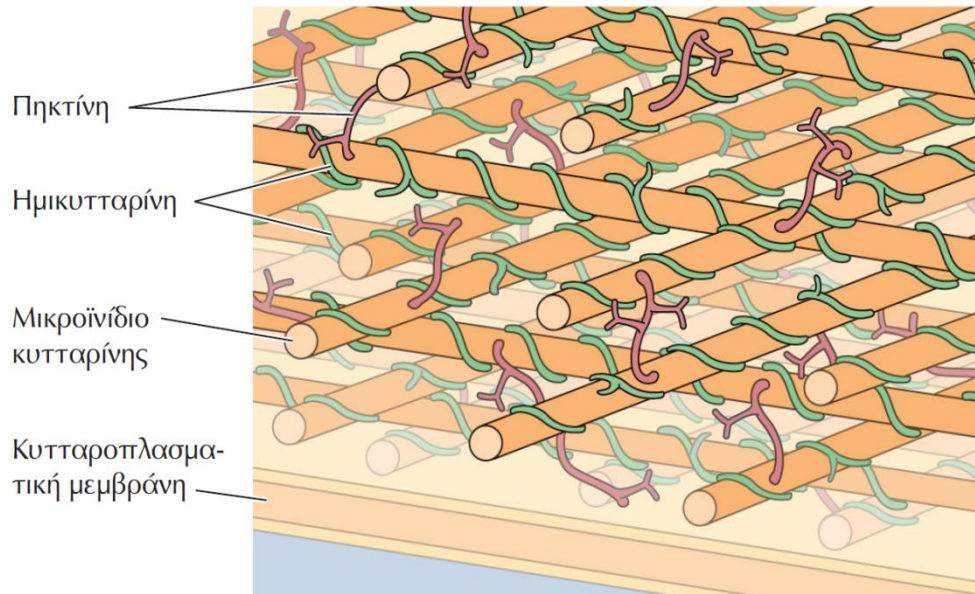
Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.

Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση

- Επιθηλιακά κύτταρα της στοματικής κοιλότητας, του χοληφόρου πόρου και του εντέρου.



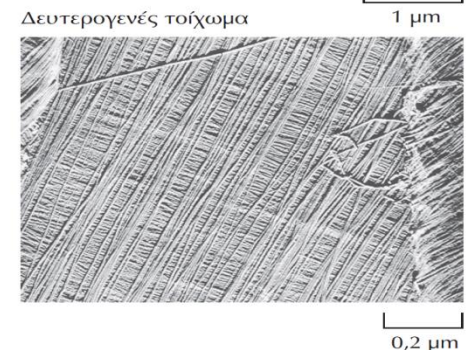
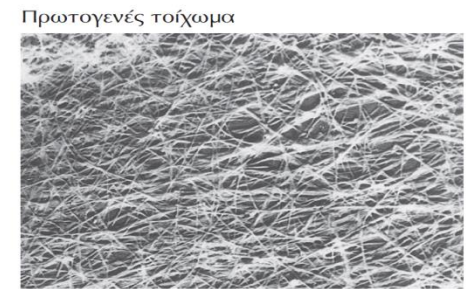
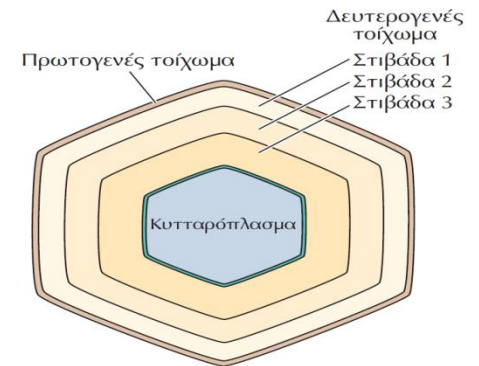
Το κυτταρικό τοίχωμα των φυτικών κυττάρων



Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.

Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση

- Στην παραπάνω εικόνα παρουσιάζεται το μοντέλο του φυτικού κυτταρικού τοιχώματος.
- Δεξιά παρουσιάζεται το πρωτογενές και δευτερογενές κυτταρικό τοίχωμα. Τα δευτερογενή κυτταρικά τοιχώματα δημιουργούνται ανάμεσα στο πρωτογενές κυτταρικό τοίχωμα και την κυτταροπλασματική μεμβράνη.



Τα ινίδια της κυτταρίνης του κυτταρικού τοιχώματος

- Τα ινίδια της κυτταρίνης του κυτταρικού τοιχώματος των φυτικών κυττάρων είναι προσανατολισμένα προς συγκεκριμένες κατευθύνσεις

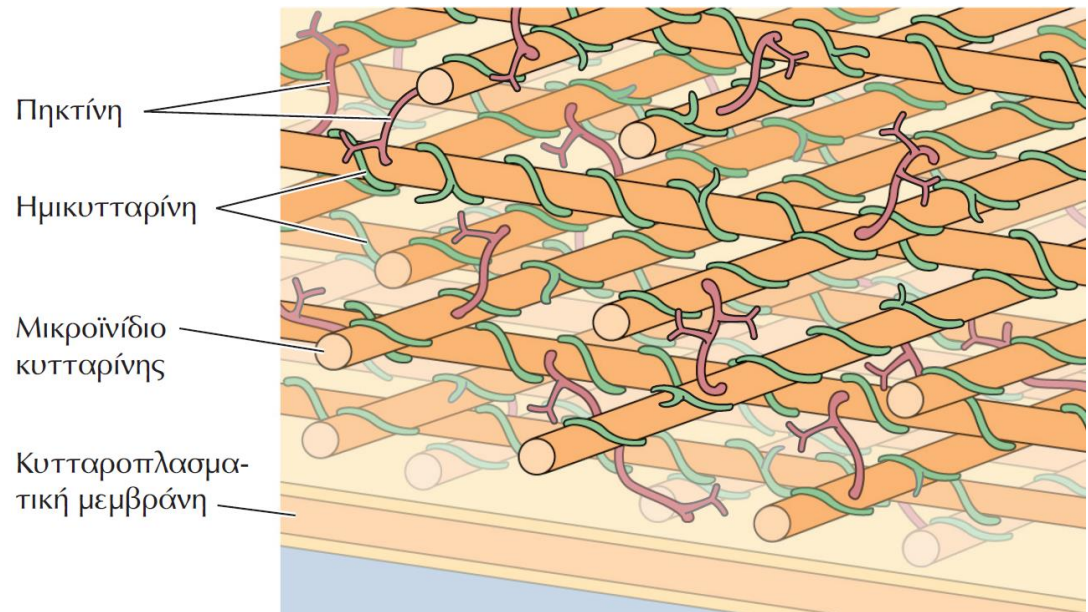


Η κυτταρίνη προσδίδει εκτατική ισχύ στο κυτταρικό τοίχωμα



Δομή του πρωτογενούς κυτταρικού τοιχώματος των φυτικών κυττάρων

- Η κυτταρίνη οργανώνεται σε μικροϊνίδια που είναι προσανατολισμένα σε στρώσεις.
- Οι ημικυτταρίνες (πράσινο) είναι στενά συνδεδεμένες με την επιφάνεια μικροϊνιδίων κυτταρίνης, τα οποία διασυνδέονται μεταξύ τους μέσω πηκτινών (κόκκινο).

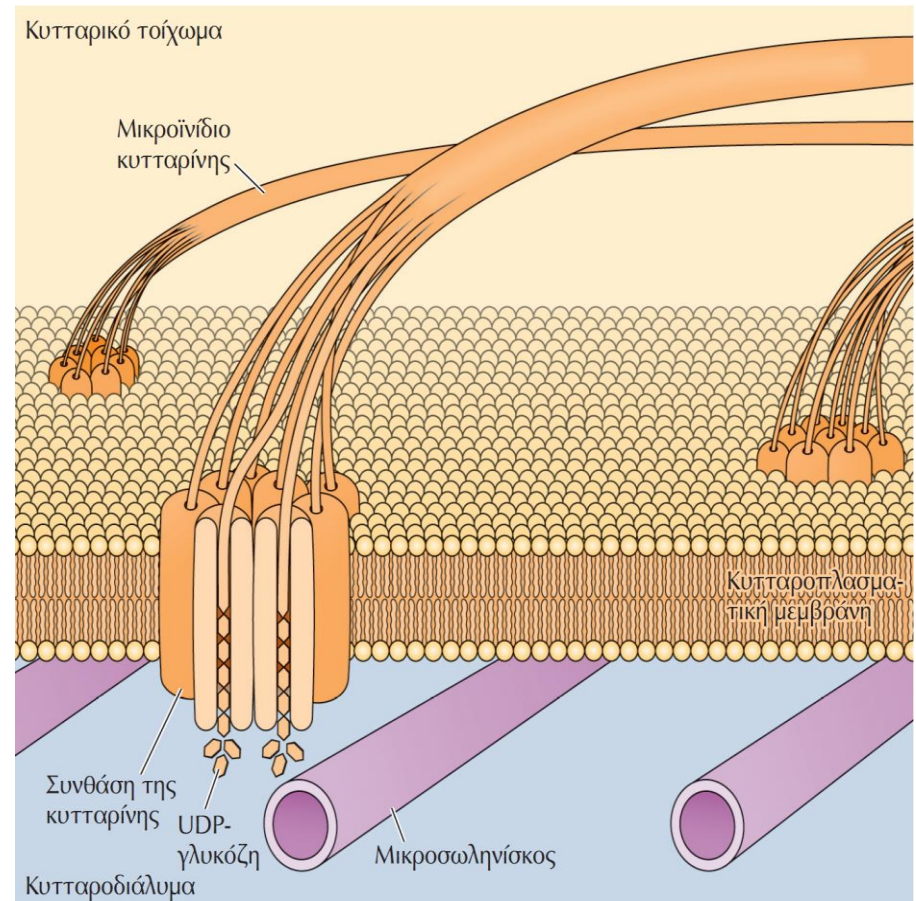


Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.
Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση



Το κυτταρικό τοίχωμα σχηματίζεται με κατευθυνομενη σύνθεση κυτταρίνης

- Η κυτταρίνη συντίθεται στο εξωτερικό του φυτικού κυττάρου από εξειδικευμένα ένζυμα που ονομάζονται συνθάσες της κυτταρίνης.
- Οι συνθάσες της κυτταρίνης είναι διαμεμβρανικά ένζυμα που συνθέτουν κυτταρίνη από UDP-γλυκόζη.
- Η UDP-γλυκόζη προσδένεται στην καταλυτική επικράτεια της συνθάσης της κυτταρίνης στο κυτταροδιάλυμα και η αυξανόμενη αλυσίδα της κυτταρίνης μεταφέρεται στην εξωτερική πλευρά του κυττάρου μέσω ενός πόρου που δημιουργείται στην κυτταροπλασματική μεμβράνη από δύο υπομονάδες του ενζύμου.
- Σύμπλοκα που αποτελούνται από οκτώ έως δέκα διμερή συνθάσης της κυτταρίνης ακολουθούν κάτω από την κυτταροπλασματική μεμβράνη τους μικροσωληνίσκους (με τη βοήθεια κινητηρίων πρωτεϊνών), ώστε τα νεοσυντιθέμενα μικροϊνίδια κυτταρίνης να σχηματίζουν ορθή γωνία προς την κατεύθυνση επιμήκυνσης του κυττάρου.

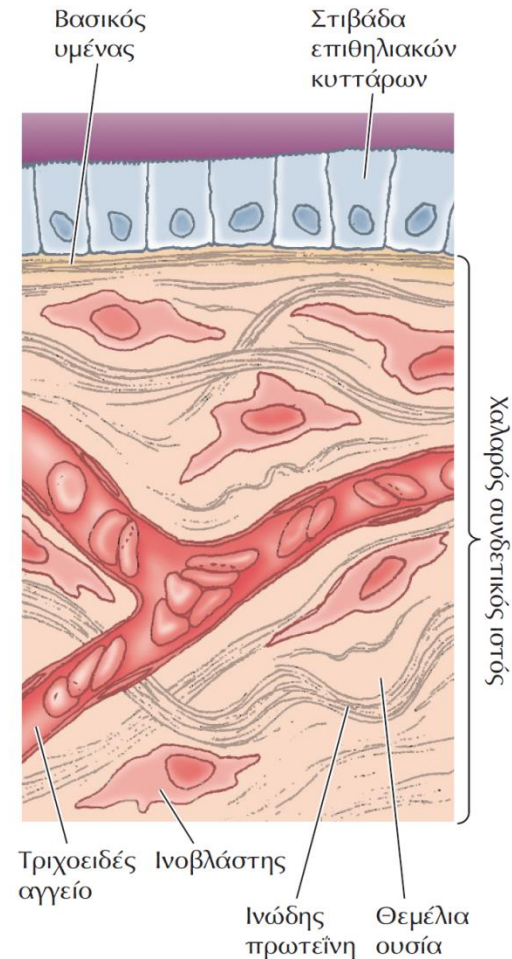


Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.
Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση



Τα ζωικά κύτταρα περιβάλλονται από εξωκυττάριο στρώμα

- Στιβάδες επιθηλιακών κυττάρων στηρίζονται σε μια λεπτή στιβάδα εξωκυτταρικού στρώματος που ονομάζεται βασικός υμένας.
- Κάτω από τον βασικό υμένα υπάρχει χαλαρός συνδετικός ιστός, ο οποίος αποτελείται κυρίως από εξωκυτταρικό στρώμα που εκκρίνεται από ινοβλάστες.
- Το εξωκυτταρικό στρώμα περιέχει ινώδεις δομικές πρωτεΐνες (κυρίως κολλαγόνο) ενσωματωμένες σε μια ζελατινώδη θεμέλια ουσία πολυσακχαριτικής σύστασης.



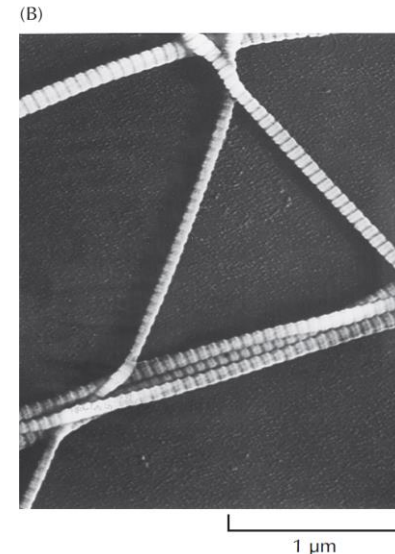
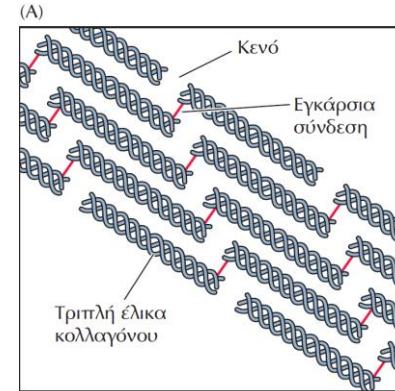
Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.

Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση



Το εξωκυττάριο στρώμα αποτελείται από κολλαγόνο και πρωτεογλυκάνες

- Τα μόρια κολλαγόνου συγκροτούνται σε τριπλές έλικες.
- Οι τριπλές έλικες κολλαγόνου συναρμολογούνται σε μια ομαλή κλιμακωτή διάταξη και σχηματίζουν ινίδια (A).
- Τα μόρια αυτά εμφανίζουν αλληλεπικάλυψη κατά το ένα τέταρτο του μήκους τους, αφήνοντας ένα μικρό κενό ανάμεσα στο αμινοτελικό άκρο του ενός μορίου και το καρβοξυτελικό άκρο του επόμενου. Η συγκρότηση ενισχύεται από ομοιοπολικές διασυνδέσεις ανάμεσα στις πλευρικές αλυσίδες των καταλοίπων λυσίνης ή υδροξυλυσίνης, κυρίως στα άκρα των μορίων.
- Φωτογραφία ηλεκτρονικού μικροσκοπίου που δείχνει ινίδια κολλαγόνου (B). Οι χαρακτηριστικές εγκάρσιες γραμμώσεις των ινιδίων οφείλονται στην κλιμακωτή διάταξη των μορίων κολλαγόνου και στα κενά που υπάρχουν ανάμεσά τους.

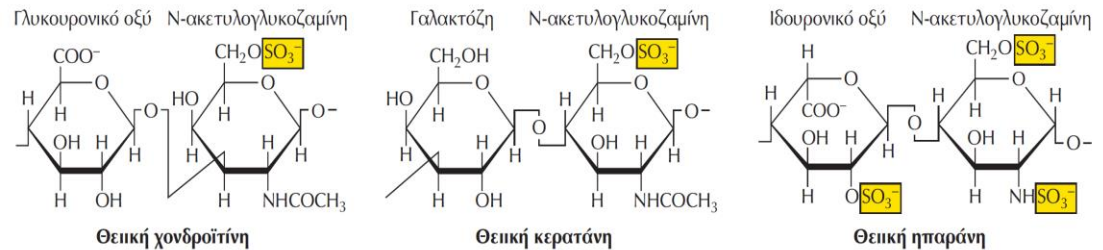
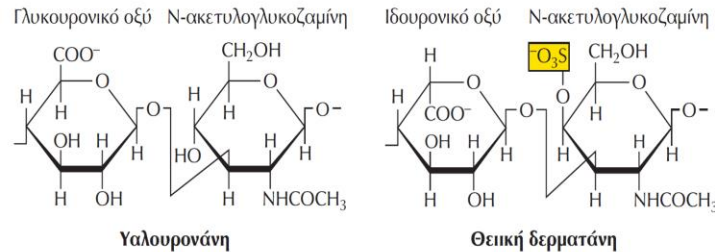


Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.
Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση



Οι πρωτεογλυκάνες σχηματίζουν σύμπλοκα με GAGs

- Οι πρωτεογλυκάνες είναι εκτεταμένα γλυκοζυλιωμένες πρωτεΐνες του εξωκυτταρίου στρώματος.
- Οι πρωτεογλυκάνες συνδέονται ομοιολικά με πολλαπλά μόρια γλυκοζαμινογλυκανών (GAGs).
- Οι γλυκοζαμινογλυκάνες (GAGs) αποτελούνται από επαναλαμβανόμενες μονάδες δισακχαριτών (π.χ. Η υαλουρονάνη (υαλουρονικό οξύ) περιέχει επαναλαμβανόμενα διμερή γλυκουρονικού οξέως και N-ακέτυλο-γλυκοζαμίνης).
- Με εξαίρεση την παραπάνω αναφερθείσα υαλουρονάνη, οι δισακχαρίτες αυτοί περιέχουν συχνά και μία θειική ομάδα (π.χ. στην θειική ηπαράνη, θειική κερατάνη κλπ).

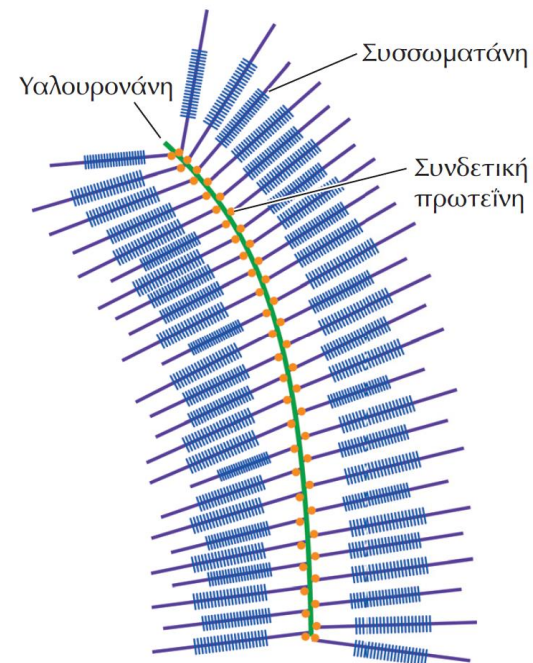
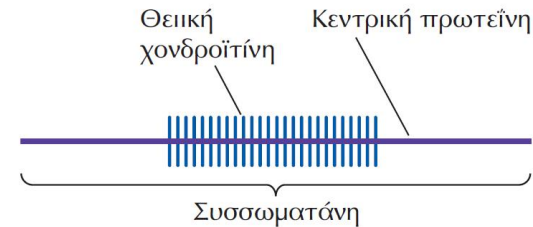


Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.
Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση



Οι πρωτεογλυκάνες αυξάνουν την αντοχή των ιστών στη συμπίεση

- Η συσσωματάνη είναι μια μεγάλη πρωτεογλυκάνη που αποτελείται από περισσότερες από 100 αλυσίδες θειικής χονδροϊτίνης (GAG) ενωμένες με μια κεντρική πρωτεΐνη.
- Πολυάριθμα μόρια συσσωματάνης προσδένονται σε μακριές αλυσίδες υαλουρονάνης, σχηματίζοντας μεγάλα σύμπλοκα στο εξωκυτταρικό στρώμα των χόνδρων.
- Αυτή η σύνδεση σταθεροποιείται από συνδετικές πρωτεΐνες.
- Η εκτεταμένη ενυδάτωση των σακχάρων της παραπάνω πρωτεογλυκάνης οδηγεί στον σχηματισμό ζελατινώδους στρώματος (στον εξωκυττάριο χώρο) το οποίο προσδίδει αντοχή των ιστών στην συμπίεση.



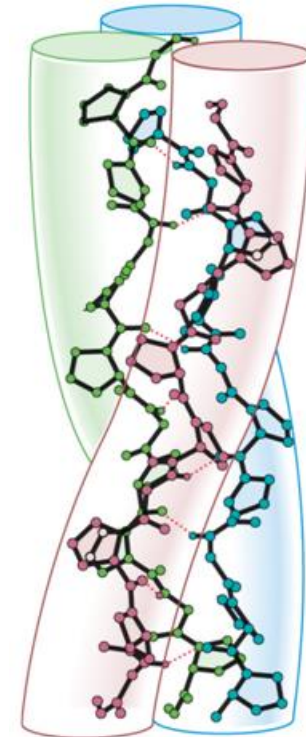
Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.

Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση



Οργάνωση και δομή του κολλαγόνου

- Υπάρχουν περίπου 20 γονίδια κολλαγόνων στα γονιδιώματα των θηλαστικών
- Οι ινοβλάστες είναι τα κύτταρα τα οποία βιοσυνθέτουν το κολλαγόνο.
- Η σύνθεση του κολλαγόνου γίνεται υπό μορφή ενός προδρόμου μορίου, του προκολλαγόνου.
- Το προκολλαγόνο συντίθεται στο εσωτερικό των ινοβλαστών και κατόπιν οδηγείται στον εξωκυττάριο χώρο με εξωκυττάρωση.
- Το προκολλαγόνο μετατρέπεται σε ώριμο κολλαγόνο στον εξωκυττάριο χώρο μέσω της κολλαγονάσης.
- Μετά την δράση της κολλαγονάσης, το ώριμο κολλαγόνο σχηματίζει τριπλές έλικες.
- Η δομή του κολλαγόνου: Τρεις πολυπεπτιδικές αλυσίδες τυλίγονται η μία γύρω από την άλλη σχηματίζοντας μια χαρακτηριστική δομή τριπλής έλικας.
- Οι τριπλές έλικες του κολλαγόνου οργανώνονται σε ινίδια, όπως έχει αναφερθεί παραπάνω.

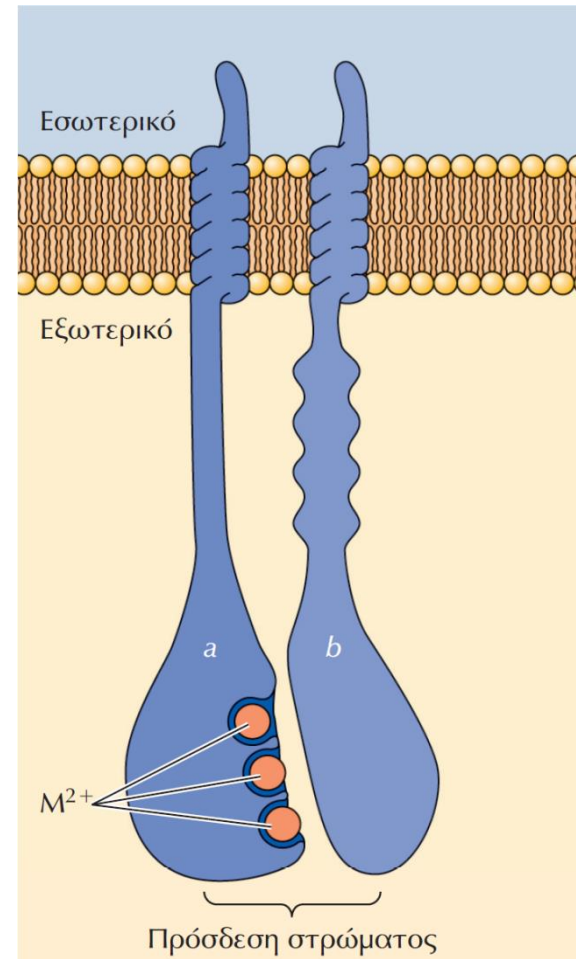


Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.
Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση



Η δομή και οι συνδέσεις των ΙΝΤΕΓΚΡΙΝΩΝ

- Οι ιντεγκρίνες είναι διμερικές διαμεμβρανικές πρωτεΐνες.
- Πιό συγκεκριμένα είναι ετεροδιμερή αποτελούμενα από δύο διαμεμβρανικές υπομονάδες, τις α και β.
- Το εξωκυττάριο μέρος της υπομονάδας α δεσμεύει δισθενή κατιόντα, τα οποία συμβολίζονται με M^{2+} .
- Το εξωκυττάριο μέρος των ιντεγκρινών, αποτελούμενο από τμήματα και των δύο υπομονάδων, προσδένεται έμμεσα (με τη βοήθεια άλλων πρωτεϊνών) στο κολλαγόνο του εξωκυττάρου στρώματος ή του βασικού υμένα.



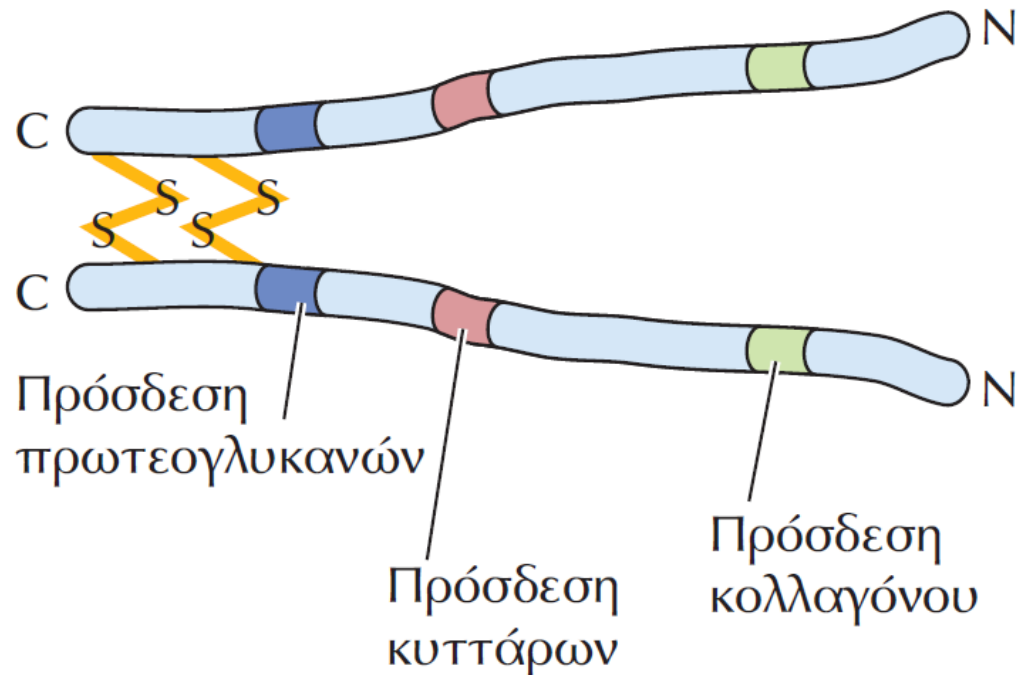
Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.

Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση



Οι ιντεγκρίνες προσδένουν τα ζωικά κύτταρα στις θέσεις εστιακής επαφής

- Οι ιντεγκρίνες προσδένουν τους ινοβλάστες με τον εξωκυττάριο χώρο (κυρίως το κολλαγόνο του εξωκυτταρίου χώρου) στις θέσεις εστιακής επαφής.
- Η σύνδεση είναι έμμεση και απαιτεί την ύπαρξη της ινωδονεκτίνης (φιμπρονεκτίνη).
- Η ινωδονεκτίνη είναι μία διμερής γλυκοπρωτεΐνη που αποτελείται από δύο όμοιες πολυπεπτιδικές αλυσίδες ενωμένες μεταξύ τους μέσω δισουλφιδικών δεσμών κοντά στο καρβοξυτελικό τους άκρο.
- Η ινωδονεκτίνη αποτελεί γέφυρα μεταξύ της ιντεγκρίνης και των συστατικών του εξωκυτταρίου χώρου καθώς προσδένεται τόσο στην ιντεγκρίνη όσο και στο κολλαγόνο και τις πρωτεογλυκάνες του εξωκυτταρίου χώρου.

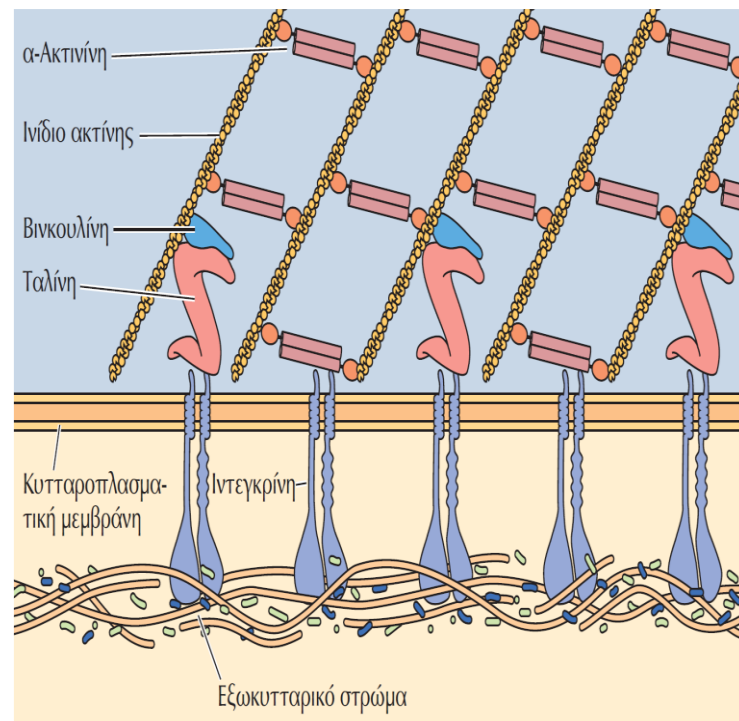


Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.
Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση



Οι ιντεγκρίνες προσδένουν τα ινίδια ακτίνης στο εξωκυττάριο στρώμα

- Οι θέσεις εστιακής επαφής σχηματίζονται μέσω της πρόσδεσης της εξωκυτταρίου επικράτειας των ιντεγκρινών σε πρωτεΐνες του εξωκυτταρίου στρώματος (όπως ήδη αναφέρθηκε).
- Η κυτταροπλασματική επικράτεια των ιντεγκρινών συνδέεται έμμεσα με τα δεμάτια ινιδίων ακτίνης του κυτταροσκελετού (ινίδια ακτίνης που διασυνδέονται μέσω της α -ακτινίνης).
- Η έμμεση σύνδεση ιντεγκρίνης με το δίκτυο ινιδίων ακτίνης μπορεί να γίνει μέσω σύνθετων συνδέσεων που απαιτούν τη συμμετοχή ενός αριθμού πρωτεϊνών.
- Στην εικόνα φαίνονται δύο από τις συνδέσεις που μπορεί να γίνουν:
- (1) πρόσδεση της ταλίνης τόσο στην ιντεγκρίνη όσο και στη βινκουλίνη και πρόσδεση του συμπλόκου ταλίνης και βινκουλίνης στην ακτίνη και
- (2) πρόσδεση της ιντεγκρίνης στην α -ακτινίνη.
- Στις θέσεις εστιακής επαφής υπάρχουν επίσης αρκετές άλλες πρωτεΐνες (που δε φαίνονται στην εικόνα), οι οποίες μπορεί να συμμετέχουν στη διεργασία αγκυροβόλησης των ινιδίων απόκρισης σε μηχανικό στρες στην κυτταροπλασματική μεμβράνη.

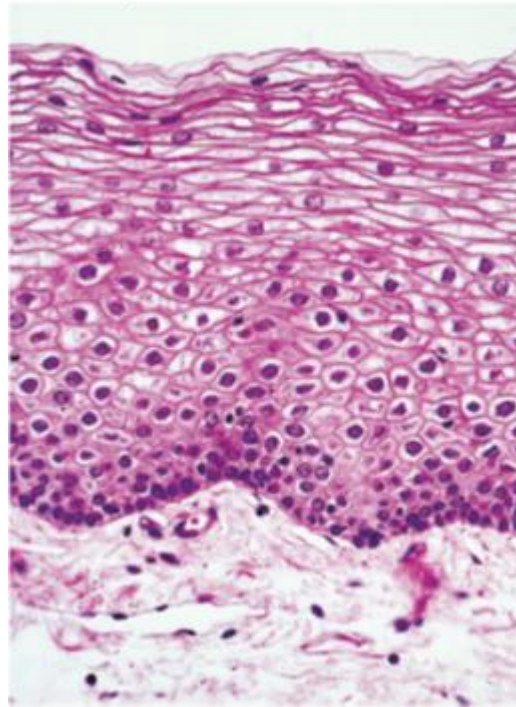


Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.
Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση



Τα επιθηλιακά φύλλα και η πολωμένη οργάνωσή τους

(Α) Στόμα



Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.
Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση

- Επιθηλιακά κύτταρα της στοματικής κοιλότητας (ένα παχύ στρώμα πολλαπλών στιβάδων).



Τα κύρια είδη των επιθηλιακών διακυττάρων συνδέσμων

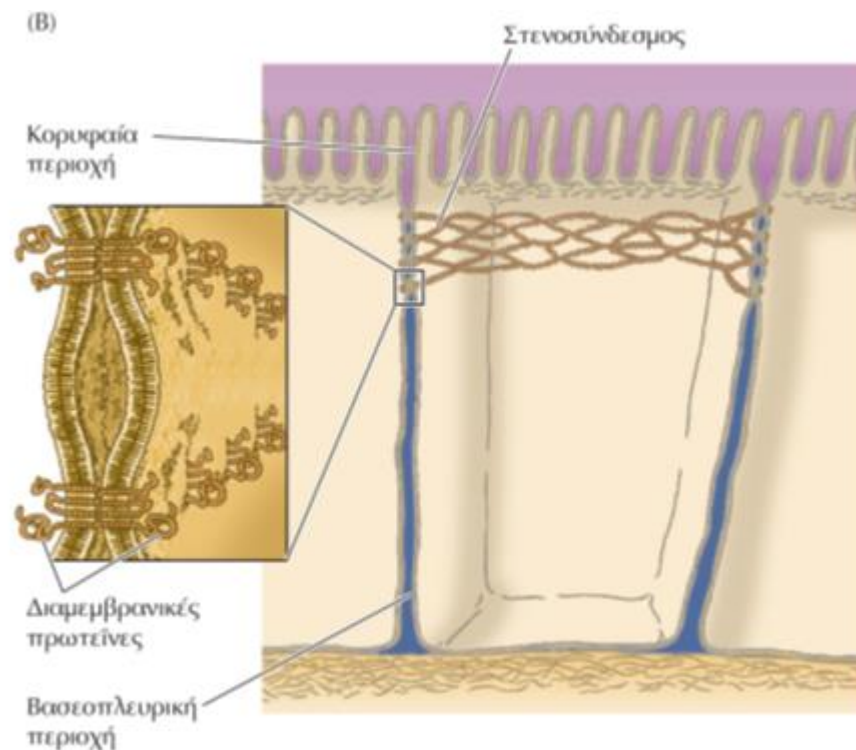
- Στεγανός σύνδεσμος: Συγκολλά γειτονικά κύτταρα σε επιθηλιακή στιβάδα παρεμποδίζοντας τη διαρροή μορίων ανάμεσα από τα κύτταρα αυτά.
- Σύνδεση προσκόλλησης: Ενώνει ένα δεμάτιο ακτίνης ενός κυττάρου με ένα δεμάτιο ακτίνης ενός γειτονικού κυττάρου.
- Δεσμοσωμάτιο: Ισχυρή σημειακή συγκόλληση που προσκολλά τα ανθεκτικά ενδιάμεσα ινίδια του ενός κυττάρου με τα ενδιάμεσα ινίδια ενός γειτονικού κυττάρου.
- Χασμοσύνδεσμος: Ένωση μεταξύ δύο κυττάρων που δημιουργεί έναν αυλό επικοινωνίας ανάμεσα τους και επιτρέπει τη δίοδο μικρών μορίων και ιόντων ανάμεσα στα κυτταροπλάσματα τους.
- Ημιδεσμοσωμάτιο: Συγκόλληση που αγκυροδετεί τα ενδιάμεσα ινίδια ενός κυττάρου στον βασικό υμένα.



Οι στεγανοί σύνδεσμοι

στεγανοποιούν τα κυτταρικά φύλλα

- Οι στεγανοί σύνδεσμοι (στενοσύνδεσμοι) είναι στενές επαφές των κορυφαίων βασεοπλευρικών τμημάτων γειτονικών επιθηλιακών κυττάρων.
- Σχηματίζονται με πολύ στενές αλληλεπιδράσεις μεταξύ πρωτεϊνών που ανήκουν στις οικογένειες των κλωντινών και οκλουντινών, οι οποίες σχηματίζουν ένα είδος πρωτεϊνικού «φερμουάρ».
- Ο ρόλος των στεγανών συνδέσμων είναι να στεγανοποιήσουν τα επιθηλιακά φύλλα, δηλ. να μην επιτρέπουν την διαρροή υγρών και βιομορίων μεταξύ των κυττάρων που σχηματίζουν ένα επιθήλιο.
- Οι στεγανοί σύνδεσμοι είναι οι πιο στενές επαφές μεταξύ παρακειμένων κυττάρων που γνωρίζουμε και αρχικά θεωρείτο ότι πρόκειται για σημεία όπου τα γειτονικά κύτταρα «συντήκονται».

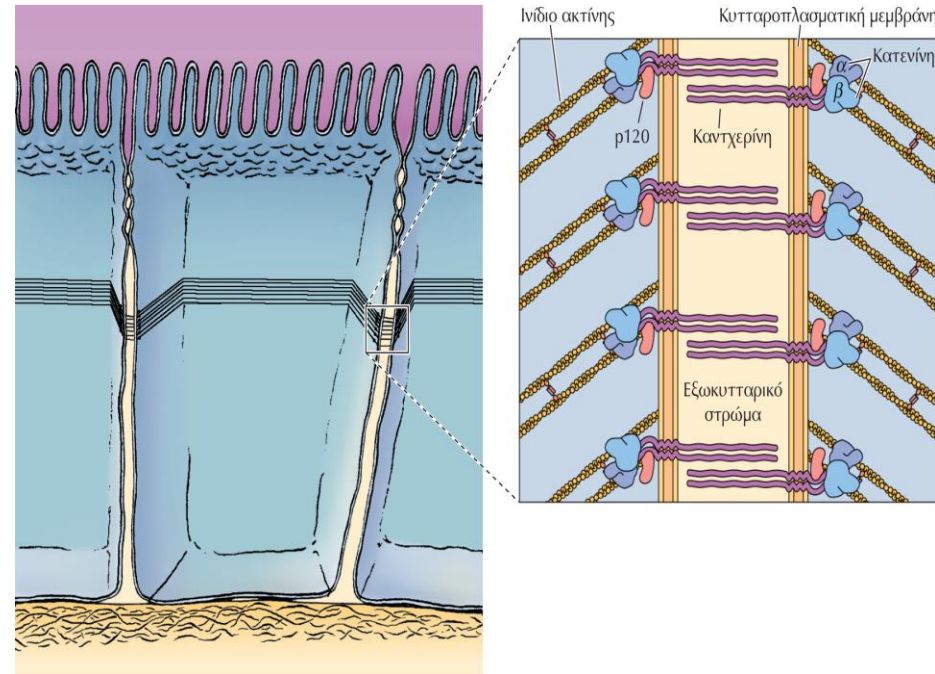


Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.
Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση



Οι συνδέσεις προσκόλλησης

- Οι επαφές μεταξύ κυττάρων στις συνδέσεις προσκόλλησης σχηματίζονται μέσω καντερινών.
- Οι καντερίνες είναι διαμεμβρανικές πρωτεΐνες οι οποίες σχηματίζουν ομόφιλες αλληλεπιδράσεις (καντερίνη με καντερίνη) μέσω των εξωκυττάρων επικρατειών τους.
- Παράλληλα, οι ενδοκυτταρικές επικράτειες των καντερινών λειτουργούν ως θέσεις πρόσδεσης των ινιδίων ακτίνης.
- Η πρόσδεση των διαμεμβρανικών καντερινών με το δίκτυο ινιδίων ακτίνης γίνεται μέσω της πρόσδεσης β-κατενίνης και p120.
- Στις στιβάδες των επιθηλιακών κυττάρων, οι συνδέσεις αυτές σχηματίζουν μια συνεχή ζώνη ινιδίων ακτίνης γύρω από κάθε κύτταρο.

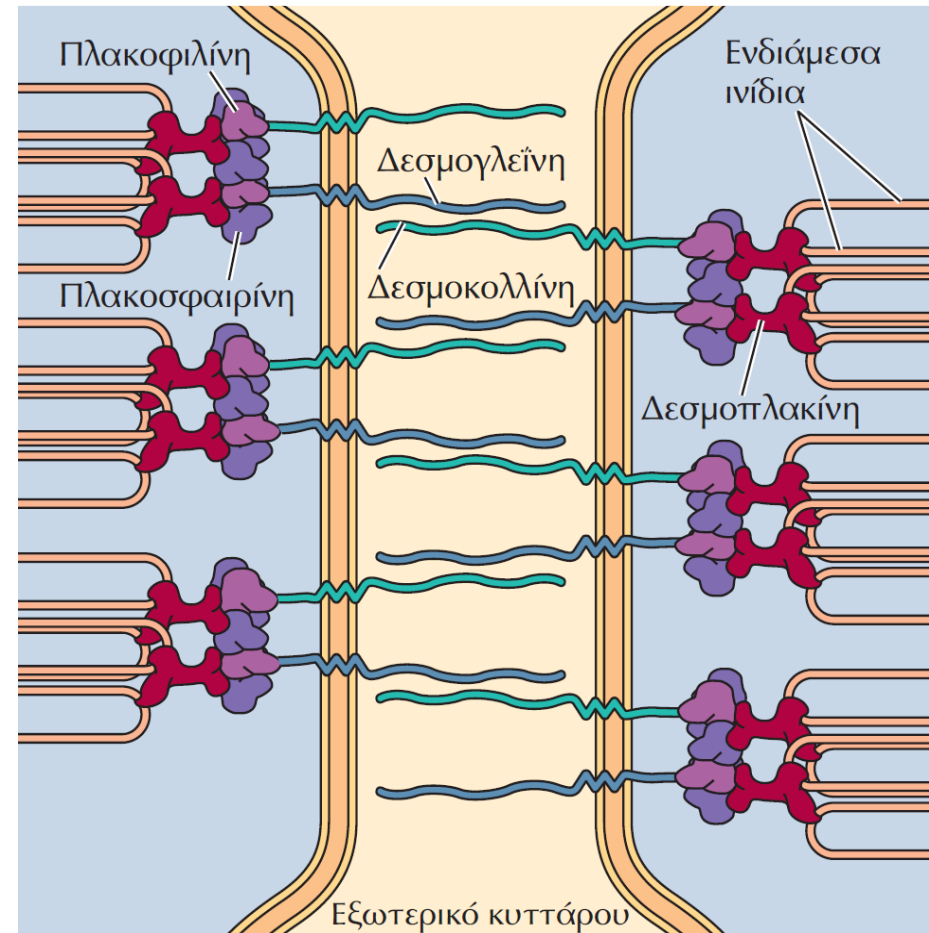


Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.
Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση



Τα δεσμοσωμάτια διασυνδέουν έμμεσα τα γειτονικά κύτταρα

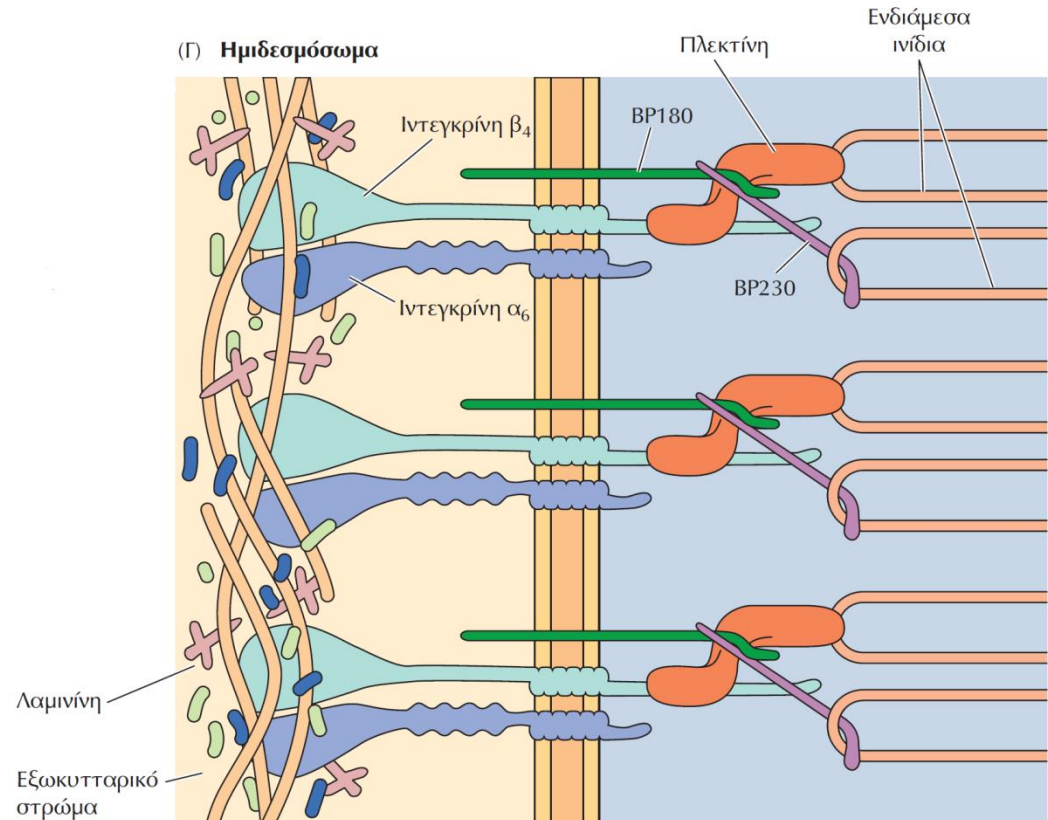
- Τα δεσμοσωμάτια είναι οι διακυττάρειες συνδέσεις που ενώνουν έμμεσα τα δίκτυα των ενδιάμεσων ινιδίων γειτονικών επιθηλιακών κυττάρων.
- Στα δεσμοσωμάτια, οι δεσμοσωμικές καντερίνες (π.χ. Οι διαμεμβρανικές πρωτεΐνες δεσμογλεΐνη και δεσμοκολλίνη) σχηματίζουν ομόφιλες αλληλεπιδράσεις μέσω των εξωκυττάρων επικρατειών τους, ενώ παράλληλα δημιουργούν συνδέσεις με ενδιάμεσα ινίδια μέσω των ενδοκυττάρων επικρατειών τους.
- Οι πρωτεΐνες πλακοσφαιρίνη και πλακοφιλίνη προσδένονται στις κυτταροπλασματικές ουρές των καντερινών και τις ενώνουν με το δίκτυο των ενδιάμεσων ινιδίων με τη βοήθεια και άλλων πρωτεϊνών (π.χ. δεσμοπλακίνη).



Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.
Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση

Τα ημιδεσμοσώματα προσδένουν τα ενδιάμεσα ινίδια στο βασικό υμένιο

- Τα ημιδεσμοσώματα αγκυροδετούν τα επιθηλιακά κύτταρα στο βασικό υμένιο.
- Η αγκυροδέτηση γίνεται μέσω της διαμεμβρανικής ιντεγκρίνης (ετεροδιμερές).
- Για παράδειγμα, η ενδοκυττάρια επικράτεια της ιντεγκρίνης $\alpha_6\beta_4$ συνδέεται στα ενδιάμεσα ινίδια μέσω της πλεκτίνης.
- Η εξωκυττάρια επικράτεια της ιντεγκρίνης συνδέεται έμμεσα με το κολλαγόνο IV του βασικού υμένιου, με τη βοήθεια της πρωτεΐνης λαμινίνη.

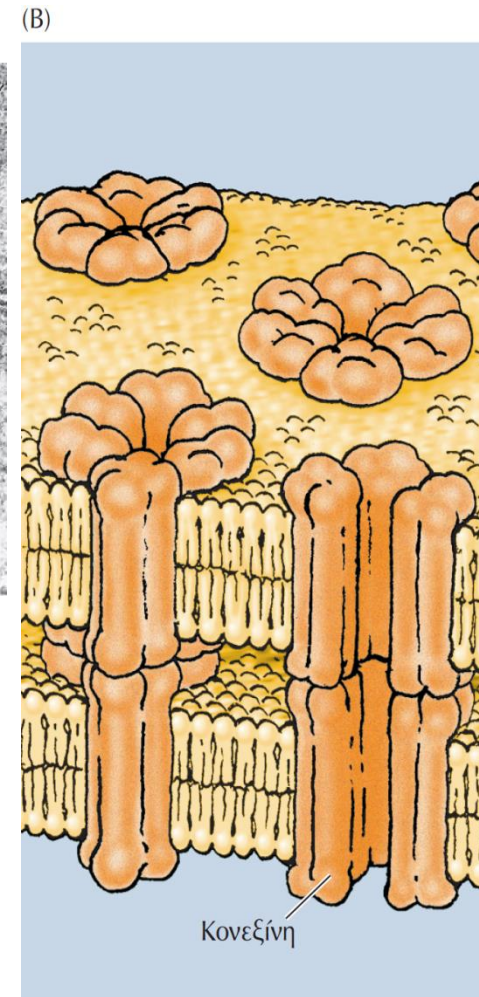
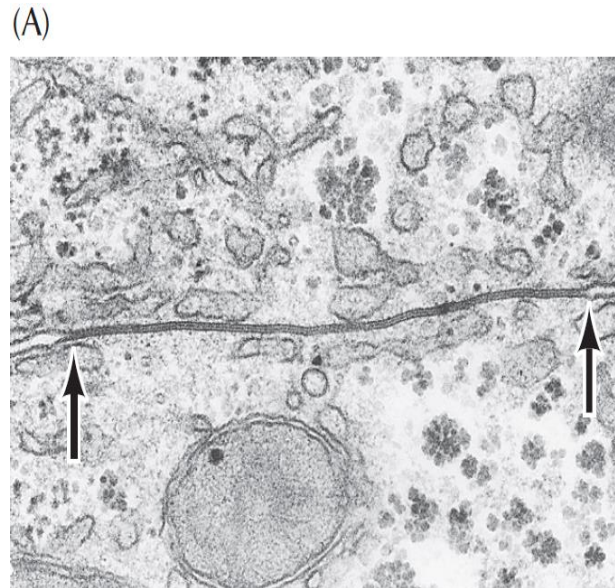


Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.
Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση



Οι χασμοσύνδεσμοι

- Οι χασμοσύνδεσμοι είναι πόροι που επιτρέπουν την ανταλλαγή ιόντων και μικρών μορίων μεταξύ των κυτταροπλασμάτων γειτονικών επιθηλιακών κυττάρων των ζώων.
- Φωτογραφία ηλεκτρονικού μικροσκοπίου που δείχνει έναν χασμοσύνδεσμο (βέλη) ο οποίος σχηματίζεται μεταξύ δύο ηπατικών κυττάρων (A) .
- Κάθε χασμοσύνδεσμος αποτελείται από συγκροτήματα έξι κονεξινών (κονεξόνια), τα οποία σχηματίζουν συνεχόμενους ανοικτούς διαύλους πρωτεϊνικής φύσης μέσα από τις κυτταροπλασματικές μεμβράνες των γειτονικών κυττάρων (B) .

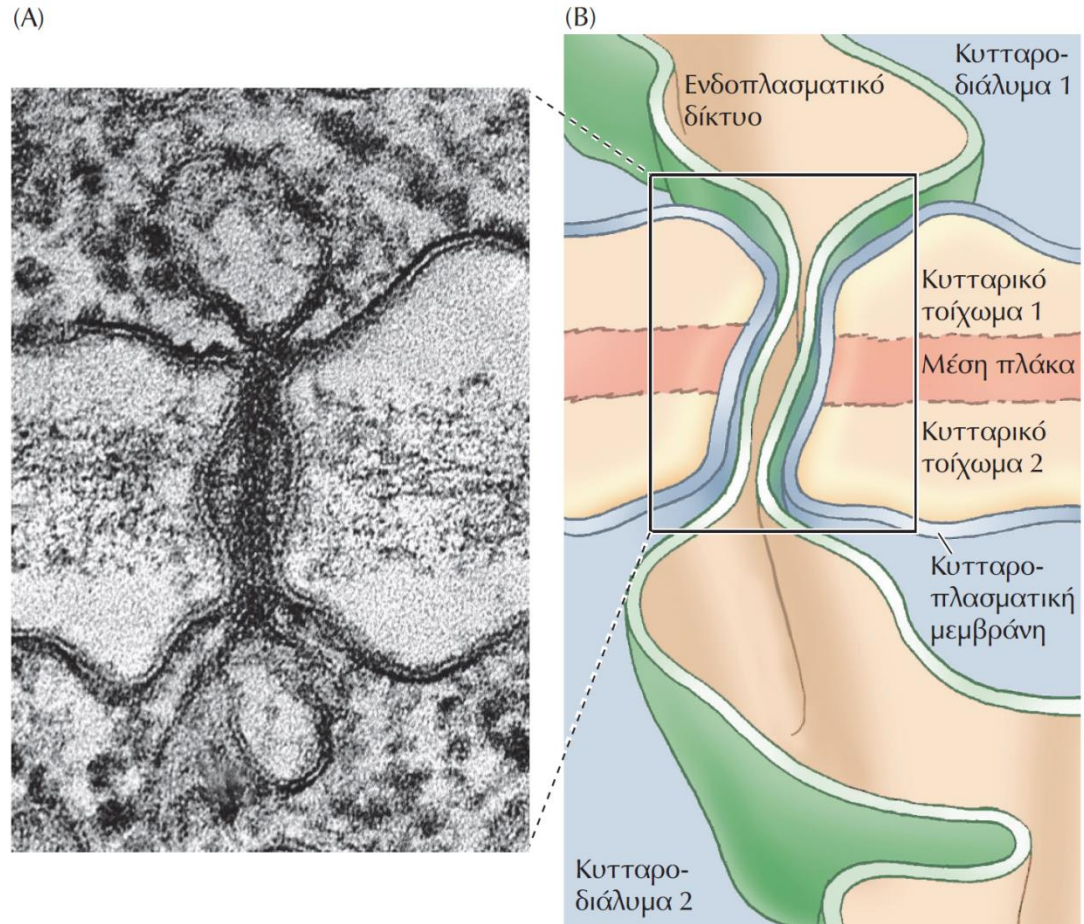


Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.
Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση



Τα πλασμοδέσματα

- Τα πλασμοδέσματα επιτρέπουν την επικοινωνία των κυτταροπλασμάτων γειτονικών φυτικών κυττάρων.
- Σε ένα πλασμόδεσμα, οι κυτταροπλασματικές μεμβράνες των γειτονικών κυττάρων είναι συνεχείς, με αποτέλεσμα να σχηματίζουν κυτταροπλασματικούς διαύλους που διαπερνούν τα κυτταρικά τοιχώματα των δύο κυττάρων.
- Συνήθως από έναν τέτοιο διάυλο περνά μια προέκταση του ενδοπλασματικού δικτύου.



Ακαδημαϊκές Εκδόσεις 2011.
Το Κύτταρο-Μία Μοριακή Προσέγγιση



Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Τσαχουρίδου Βασιλική
Θεσσαλονίκη, Εαρινό Εξάμηνο 2013-2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ