

# ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΥΤΤΑΡΟΣΚΕΛΕΤΟΥ: ΜΙΚΡΟΪΝΙΔΙΑ- ΕΝΔΙΑΜΕΣΑ ΙΝΙΔΙΑ- ΜΙΚΡΟΣΩΛΗΝΙΣΚΟΙ

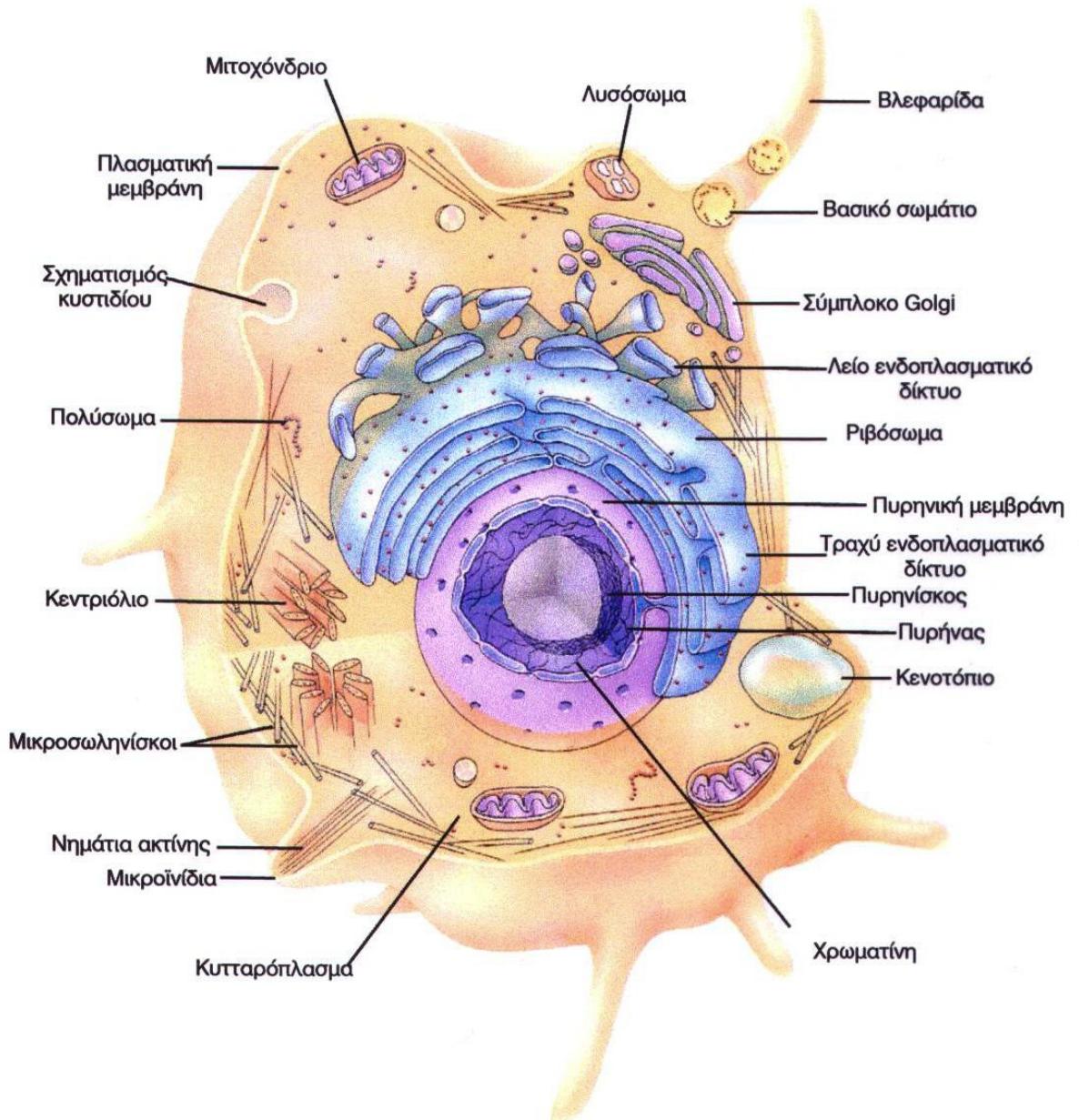
## Η δομή και η λειτουργία του κυτταροσκελετού:

- Ο κυτταροσκελετός είναι ένα δίκτυο από ινίδια που εκτείνονται σε όλο το κυτταρόπλασμα και σχηματίζουν ένα δυναμικό σκελετό που χρησιμεύει στη στήριξη και την κίνηση του κυττάρου.
- Παρέχει μηχανική στήριξη του κυττάρου.
- Δίνει τη δυνατότητα στο κύτταρο να αλλάζει σχήμα.
- Σε συνεργασία με τις συσταλτές πρωτεΐνες επιτελείται η κίνηση.
- Αποτελείται από τουλάχιστον τρία είδη ινιδίων.

## Τα στοιχεία του κυτταροσκελετού:

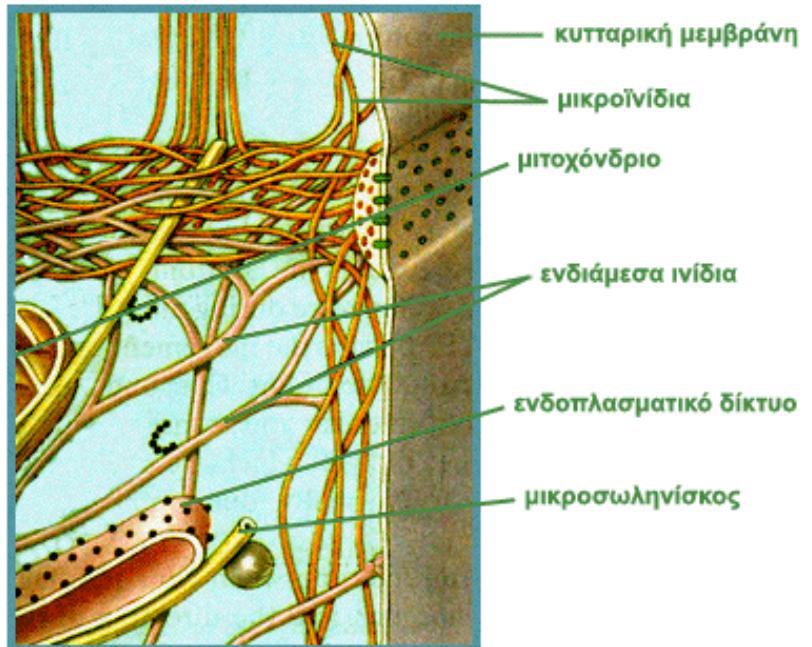
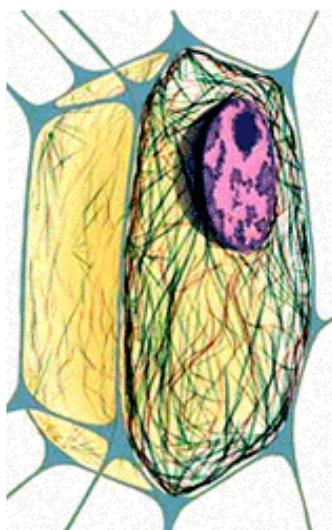
- Μικροσωληνίσκοι
- Μικροϊνίδια
- Ενδιάμεσα ινίδια.

# Σκελετός του κυττάρου



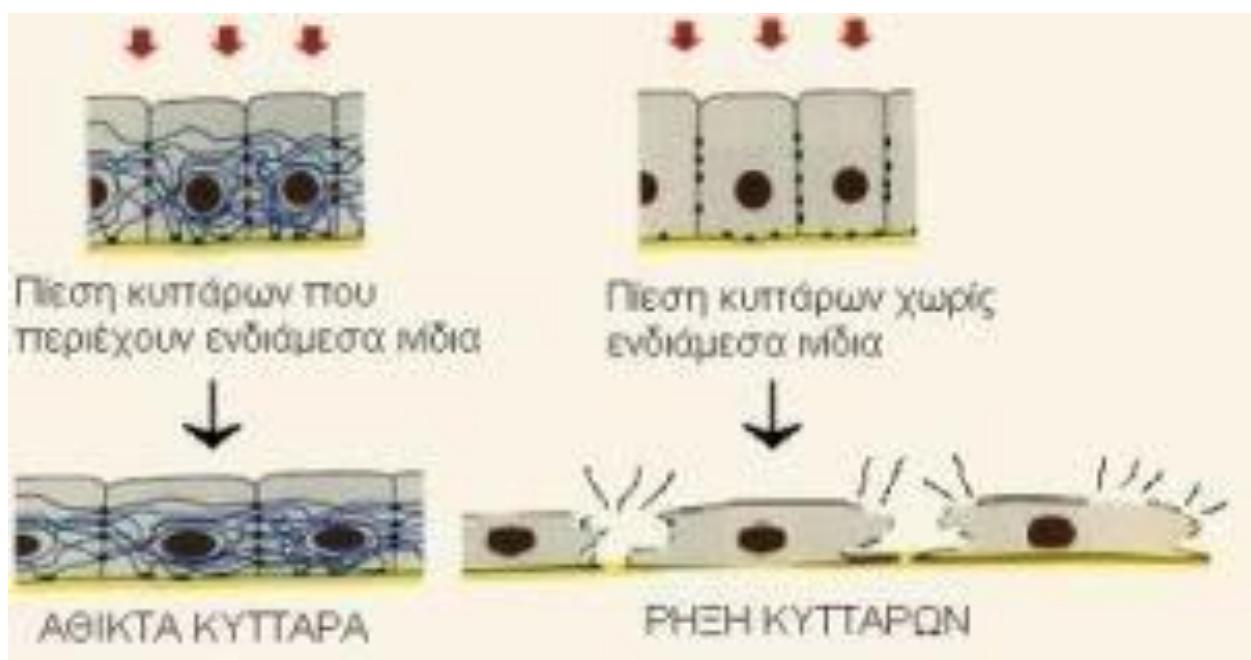
# Μικροϊνίδια

Τα **μικροϊνίδια** είναι ινίδια που σχηματίζουν ένα λεπτό δίκτυο στο κυτταρόπλασμα και αποτελούνται από την πρωτεΐνη ακτίνη.



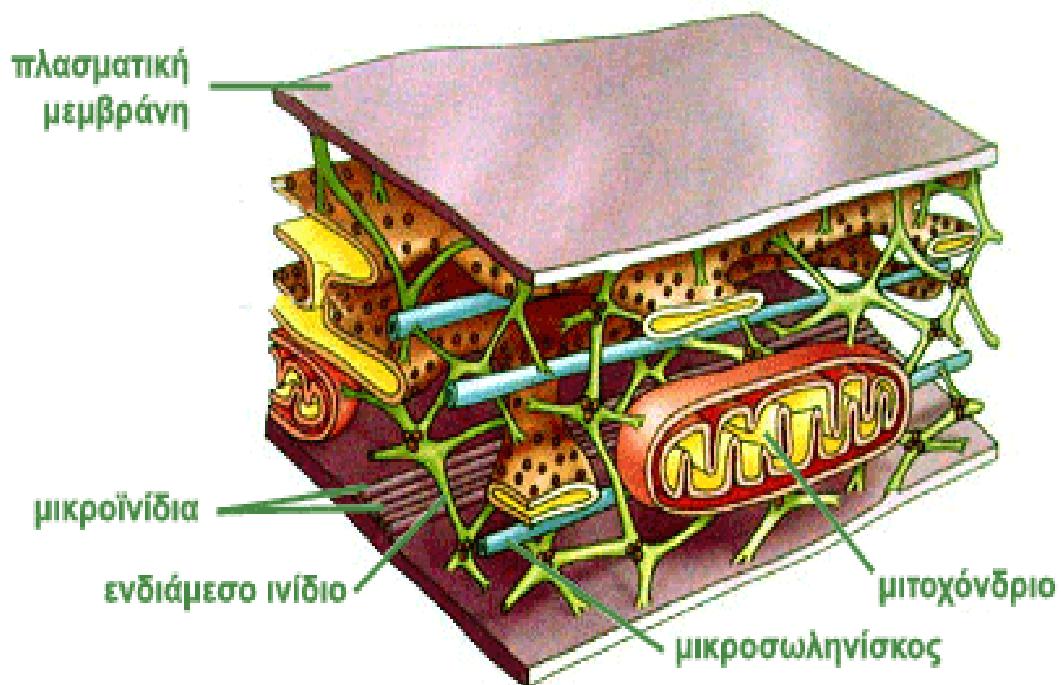
## Ενδιάμεσα ινίδια

Τα ενδιάμεσα ινίδια είναι ινίδια που μοιάζουν με σχοινιά και έχουν διάμετρο περίπου 10 νανόμετρα. Έχουν μεγάλη ελαστική δύναμη και προσδίδουν στο κύτταρο μηχανική αντοχή στην πίεση. Είναι τα σκληρότερα και ανθεκτικότερα από τα τρία είδη ινιδίων. Ένα είδος ενδιάμεσων ινιδίων σχηματίζει ένα δίκτυο που ονομάζεται πυρηνικός υμένας και βρίσκεται κάτω από την εσωτερική μεμβράνη του πυρήνα. Άλλα είδη ινιδίων εκτείνονται διαμέσου του κυτταροπλάσματος, όπου και σχηματίζουν ένα δίκτυο, και παρέχουν στο κύτταρο μηχανική ισχύ. Συχνά στην περιφέρεια του κυττάρου αγκυροβολούν σε σημεία σύνδεσης μεταξύ δύο κυττάρων, όπως τα δεσμοσωμάτια.



## Δομή εδνιάμεσων ινιδίων

Τα ενδιάμεσα ινίδια αποτελούνται από επιμήκεις ινώδεις πρωτεΐνες που αποτελούνται από μία αμινοτελική σφαιρική κεφαλή, μία καρβοξυτελική σφαιρική κεφαλή και μια κεντρική ραβδόμορφη περιοχή. Η ραβδόμορφη περιοχή αποτελείται από μια εκτεταμένη αέλικα που επιτρέπει σε ζεύγη πρωτεΐνων των ενδιάμεσων ινιδίων να σχηματίσουν σταθερά διμερή επειδή τυλίγονται το ένα γύρω από το άλλο. Δύο από αυτά τα διμερή συνδέονται με μη ομοιοπολικούς δεσμούς και σχηματίζουν ένα τετραμερές. Τα δύο διμερή έχουν αντίθετο προσανατολισμό. Στη συνέχεια τα τετραμερή ενώνονται μεταξύ τους εν σειρά ή πλάι-πλάι και τελικά δημιουργούν ένα σκοινοειδές ινίδιο.



## **Τύποι ενδιάμεσων ινιδίων**

Τα ενδιάμεσα ινίδια ταξινομούνται ανάλογα με τη θέση τους στο κύτταρο σε κυτταροπλασματικά και πυρηνικά.

### **1.Κυτταροπλασματικά**

Τα ενδιάμεσα ινίδια του κυτταροπλάσματος μπορεί να ομαδοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες:

1. ινίδια κερατίνης, σε επιθηλιακά κύτταρα
2. ινίδια βιμεντίνης και ινίδια συναφή της βιμεντίνης, σε μυϊκά κύτταρα και στηρικτικά κύτταρα του νευρικού συστήματος
3. νευροϊνίδια, σε νευρικά κύτταρα.

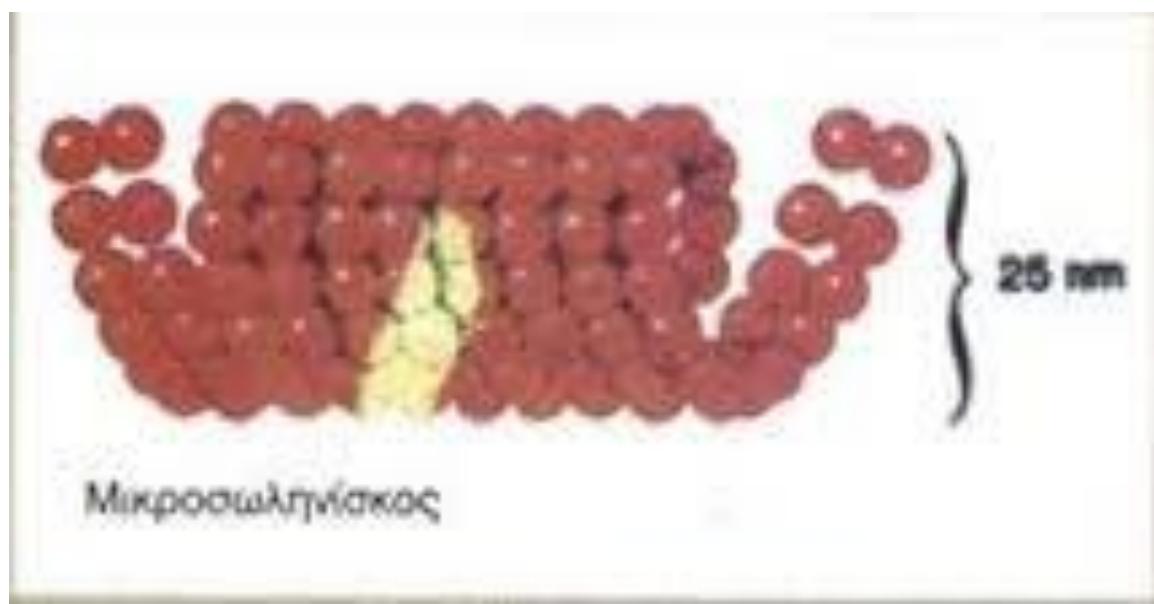
Η πιο ετερογενής ομάδα είναι η οικογένεια των κερατινών. Σε διαφορετικά επιθηλιακά κύτταρα υπάρχουν διαφορετικές ομάδες κερατινών. Ειδικές κερατίνες βρίσκονται στα μαλλιά, τα φτερά και στα νύχια. Σε κάθε περίπτωση, τα ινίδια κερατίνης σχηματίζονται από ένα μείγμα διαφορετικών υπομονάδων κερατίνης. Συνήθως, τα ινίδια χρωματίνης διασχίζουν το κύτταρο και το συνδέουν έμμεσα με τα άλλα κύτταρα μέσω των δεσμοσωμάτιων. Τα ινίδια κερατίνης συνδέονται επίσης πλευρικά με τις κεφαλές και τις ουρές με άλλα συστατικά του κυττάρου. Αυτή η δικτύωση κατανέμει την πίεση που εφαρμόζεται στο δέρμα όταν τεντώνεται.

Πολλά από τα ενδιάμεσα ινίδια σταθεροποιούνται περαιτέρω και ισχυροποιούνται από επικουρικές πρωτεΐνες που διασυνδέουν τις δέσμες των ινιδίων σε ισχυρά αρθροίσματα. Μια ιδιαίτερη πρωτεΐνη αυτής της κατηγορίας είναι η πλεκτίνη, η οποία συγκρατεί τις δέσμες ινιδίων (ιδίως της βιμεντίνης) και επιπλέον συνδέει τα ενδιάμεσα ινίδια με τους μικροσωληνίσκους και τα ινίδια ακτίνης.

## **2.Πυρηνικά**

Ενώ τα ινίδια του κυτταροπλάσματος είναι ραβδόμορφα, τα ενδιάμεσα ινίδια του καλύπτουν την εσωτερική μεμβράνη του πυρήνα είναι οργανωμένα σ' ένα δισδιάστατο δίκτυο. Τα ενδιάμεσα αυτά ινίδια κατασκευάζονται από μια κατηγορία πρωτεϊνών των ινιδίων που ονομάζονται λαμίνες. Σε αντίθεση με τα κυτταροπλασματικά ενδιάμεσα ινίδια που είναι σταθερά, τα ινίδια του πυρηνικού υμένα αποσυνδέονται και ανασχηματίζονται σε κάθε κυτταρική διαίρεση, όταν το πυρηνικό κάλυμμα σπάει σε κομμάτια κατά τη διάρκεια της μίτωσης και επανασυνδέονται στο θυγατρικό κύτταρο. Αυτή η διαδικασία γίνεται με τη φωσφορυλίωση και αποφωσφορυλίωση των λαμινών.

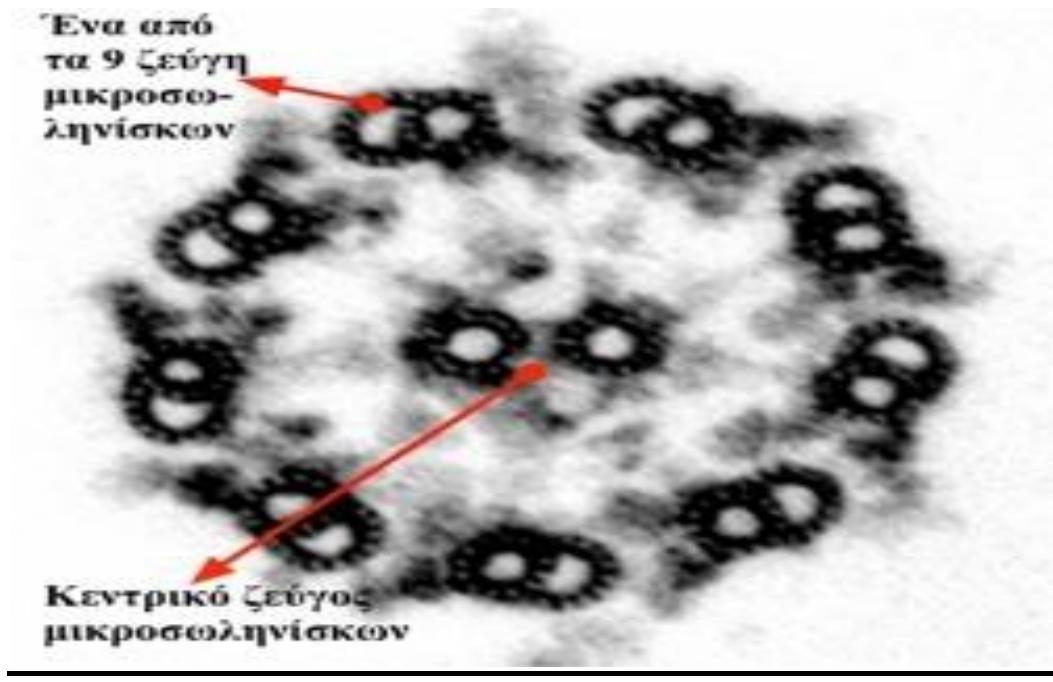
## **Μικροσωληνίσκος**



Οι μικροσωληνίσκοι είναι οι μεγαλύτερες δομές του κυτταρικού σκελετού. Εντοπίστηκαν το 1963 από τους Πόρτερ και Λεντμπέτερ (Keith R. Porter & Myron C. Ledbetter). Είναι σωληνοειδείς δομές με διάμετρο 250 Å, οι οποίες συγκρατούνται από υπομονάδες τουμπουλίνης. Οι μικροσωληνίσκοι είναι πολωμένοι, με αποτέλεσμα το ένα άκρο (+) να πολυμερίζεται και να απολυμερίζεται ταχύτερα, παρουσιάζοντας δυναμική αστάθεια.

### Δομή μικροσωληνίσκων

- σωλήνες διαμέτρου 25nm
- αποτελούνται από τουμπουλίνη, μια εταιροδιμερή πρωτεΐνη που αποτελείται από δυο ισχυρά συνδεδεμένες σφαιρικές υπομονάδες.
- κάθε υπομονάδα αποτελείται από περίπου 450 αμινοξέα
- οι δυο υπομονάδες είναι η α-τουμπουλίνη και η β-τουμπουλίνη.
- η μεγαλύτερη συγκέντρωση μικροσωληνίσκων βρίσκεται στους άξονες και τους δενδρίτες του εγκέφαλου.



## Δυναμική αστάθεια μικροσωληνίσκων

Μόλις ο μικροσωληνίσκος εμπυρηνωθεί, το συν άκρο αρχίζει να πολυμερίζεται ταχύτατα με προσθήκη υπομονάδων. Μετά, ξαφνικά, ο μικροσωληνίσκος υφίσταται μια αλλαγή που προκαλεί τη γρήγορη συρρίκνωσή του και την απώλεια πολλών υπομονάδων από το συν άκρο. Στη συνέχεια, το ίδιο ξαφνικά μπορεί να αρχίσει ξανά ο πολυμερισμός. Αυτή η αξιοσημείωτη συμπεριφορά, γνωστή ως **δυναμική αστάθεια**, είναι αποτέλεσμα της εγγενούς ικανότητας της τουμπουλίνης να υδρολύει GTP. Κάθε διμερές τουμπουλίνης είναι συνδεδεμένο με GTP και συνδέεται ισχυρά με τα άλλα μόρια τουμπουλίνης, ενώ όσα έχουν υδρολύσει το GTP σε GDP έχουν διαφορετική διαμόρφωση και συνδέονται λιγότερο σταθερά. Αν ο πολυμερισμός γίνει γρήγορα τότε τα διμερή με GTP που προστίθεται σχηματίζουν ένα κάλυμμα στο άκρο του μικροσωληνίσκου, γνωστό ως κάλυμμα GTP. Αν όμως τα διμερή σε αυτό το άκρο υδρολύσουν το GTP σε GDP προτού προστεθούν καινούργια διμερή θα αρχίσει η αποσυναρμολόγηση των διμερών και η συρρίκνωση του μικροσωληνίσκου.

Αυτή η ιδιότητα είναι σημαντική για τη λειτουργία τους και αποτελεί στόχο για πολλά φάρμακα, εξαιτίας της σημασίας που έχουν οι μικροσωληνίσκοι για το σχηματισμό της μιτωτικής ατράκτου, το δίκτυο μικροσωληνίσκων που καθοδηγεί τα

χρωμοσώματα κατά τη διάρκεια της μίτωσης. Για παράδειγμα η κολχικίνη προσδένεται ισχυρά στην ελεύθερη τουμπουλίνη και εμποδίζει τον πολυμερισμό των μικροσωληνίσκων με αποτέλεσμα η μιτωτική άτρακτος να καταστρέφεται και η μείωση να σταματά. Ένα άλλο φάρμακο, η ταξόλη, η οποία απομονώνεται από το δέντρο τάξος, έχει αντίθετη δράση, εμποδίζοντας των αποπολυμερισμό των μικροσωληνίσκων, με αποτέλεσμα η μίτωση επίσης να σταματά στο διαιρούμενο κύτταρο. Αυτά τα αντιμιτωτικά φάρμακα χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση του καρκίνου.

### **Λειτουργία μικροσωληνίσκων**

- σ' αυτούς οφείλεται η κίνηση των κυττάρων και των κυτταρικών οργανιδίων
- στήριξη του κυττάρου, ενίσχυση της δομής του κυττάρου.
- αποτελεί τις «ράγες» για την κίνηση των οργανιδίων
- διαχωρίζουν τα χρωμοσώματα κατά τη μείωση
- συστατικά των κεντριδίων
- συχνά απαντώνται σε χαρακτηριστικούς σχηματισμούς
- συστατικά των βλεφαρίδων και μαστιγίων (9+2 δομή)

**Μαρία Ρίζου**

**Κωνσταντίνα Ράπτη**

**B'4**