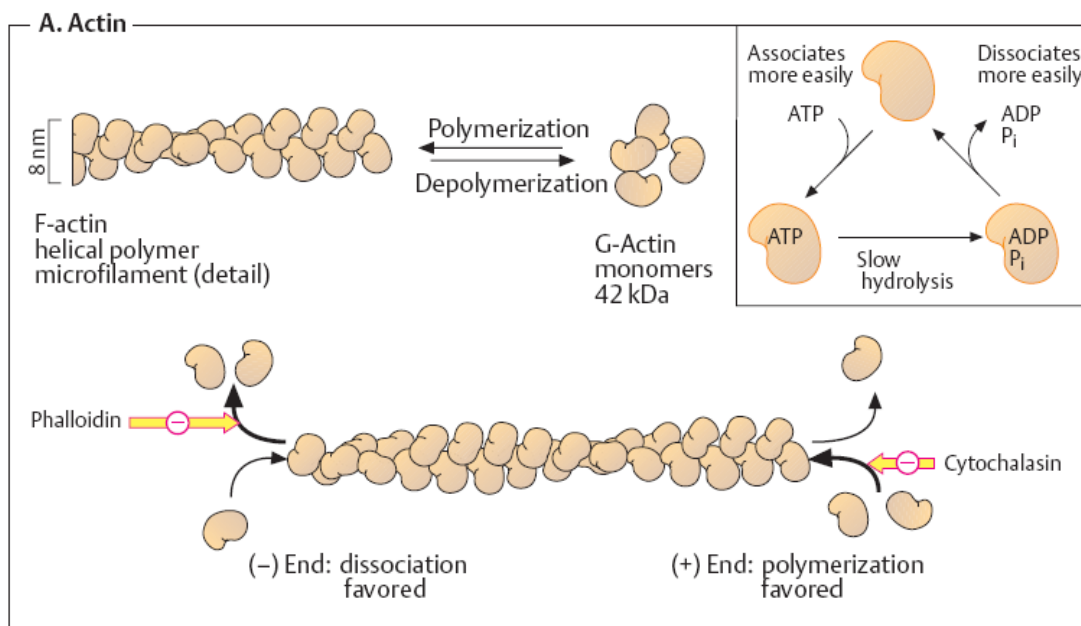


ΚΥΤΤΑΡΟΣΚΕΛΕΤΟΣ – ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Το κυτταρόπλασμα των ευκαρυωτικών κυττάρων, διασχίζεται από τρισδιάστατες κλιμακωτές δομές που συγκροτούνται από ινίδια (επιμήκεις πρωτεϊνικές ίνες), οι οποίες συνολικά σχηματίζουν τον **κυτταρικό σκελετό**. Αυτά τα ινίδια με βάση τη διάμετρό τους, υποδιαιρούνται σε τρεις ομάδες: **μικροϊνίδια** (6-8 nm), **ενδιάμεσα ινίδια** (≈10 nm) και **μικροσωληνίσκοι** (≈25 nm). Όλες αυτές οι κατηγορίες των ινιδίων, είναι πολυμερείς δομές που συγκροτούνται από πρωτεϊνικά συστατικά.

A. Ακτίνη



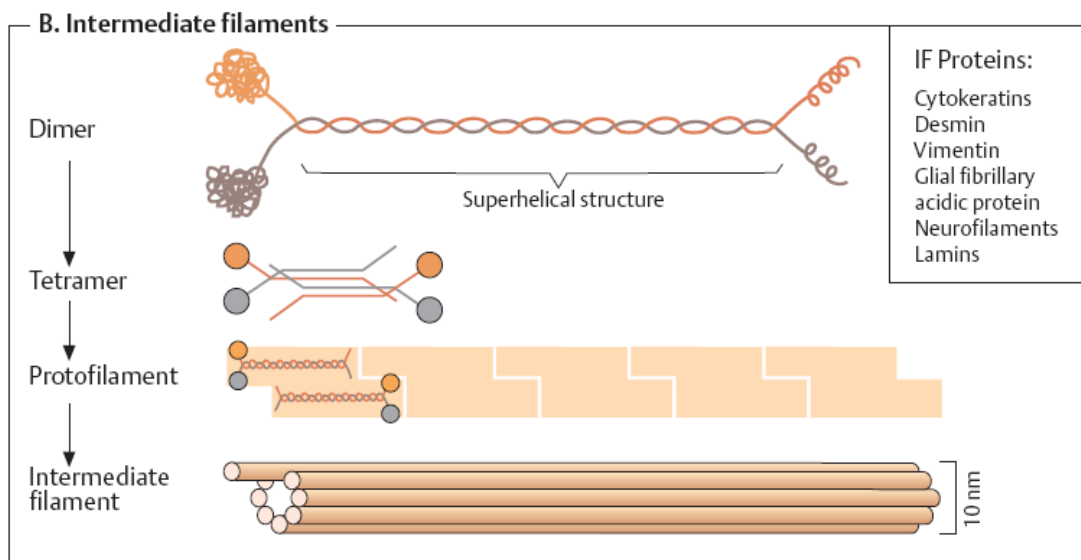
Η ακτίνη – η πιο άφθονη πρωτεΐνη των ευκαρυωτικών κυττάρων – είναι το πρωτεϊνικό συστατικό των **μικροϊνιδίων** (ινίδια ακτίνης). Η ακτίνη συναντάται σε δύο τύπους: ένας μονομοριακός τύπος η **G ακτίνη** (globular – σφαιρική ακτίνη) και ένας πολυμερής τύπος **F ακτίνη** (filamentous – ινώδης ακτίνη). Η G ακτίνη είναι ένα ασύμετρο μόριο με μάζα 42 KDa, που αποτελείται από δύο υπομονάδες. Καθώς η ιοντική ισχύς του μέσου αυξάνεται, η G ακτίνη συναθροίζεται αντιστρεπτά για να σχηματίσει F ακτίνη, ένα ελικοειδές ομοπολυμερές. Η G ακτίνη μεταφέρει ένα σταθερά δεσμευμένο μόριο ATP το οποίο υδρολύεται αργά σε F ακτίνη και σχηματισμό ADP. Συνεπώς η ακτίνη έχει και ενζυμικές ιδιότητες (δραστικότητα ATPασης).

Λόγω του ότι τα μοναδιαία μόρια ακτίνης είναι πάντοτε προσανατολισμένα στην ίδια κατεύθυνση, το ένα σε σχέση με το άλλο, Η F ακτίνη παρουσιάζει συνεπώς **πολικότητα**. Έχει δύο διαφορετικά άκρα στα οποία ο πολυμερισμός πραγματοποιείται με διαφορετικούς ρυθμούς. Εάν τα άκρα δεν σταθεροποιούνται με ειδικές πρωτεΐνες (όπως στα μυϊκά κύτταρα), τότε για μια κρίσιμη συγκέντρωση G ακτίνης, - το (+) άκρο της F ακτίνης σταθερά θα πολυμερίζεται (επιμηκύνεται), ενώ το (-) άκρο ταυτόχρονα θα αποπολυμερίζεται (αποικοδομείται). Αυτές οι επιμέρους διεργασίες μπορούν πειραματικά να

παρεμποδιστούν από τοξίνες μυκήτων. Η phalloidin (φαλοϊδίνη), μια τοξίνη που περιέχεται στο μανιτάρι *Amanita phalloides*, παρεμποδίζει τον αποπολυμερισμό δεσμευόμενη στο (-) άκρο. Αντίθετα οι cytochalasins (κυττοχალασίνες), τοξίνες ζύμης με κυτταροστατική δράση, παρεμποδίζουν τον πολυμερισμό δεσμευόμενες στο (+) άκρο.

Πρωτεΐνες που δεσμεύουν ακτίνη. Το κυτταρόπλασμα περιέχει περισσότερες από 50 διαφορετικές πρωτεΐνες, που συνδέονται εξειδικευμένα στην G ακτίνη και F ακτίνη. Η σύνδεσή τους με ακτίνη έχει ποικίλες και διαφορετικές λειτουργίες. Αυτό το είδος δέσμευσης μπορεί να εξυπηρετεί στο να ρυθμίζει τα αποθέματα της G – ακτίνης (*profilin*), να επηρεάζει το ρυθμό πολυμερισμού της G – ακτίνης (*villin*), να σταθεροποιεί τα άκρα των αλυσίδων της F – ακτίνης (*fragin*, *γ-actinine*), να συνδέει ινίδια μεταξύ τους ή με άλλα κυτταρικά συστατικά (*villin*, *α-actinine*, *spectrin*), ή να διακόπτει την ελικοειδή δομή της F ακτίνης (*gelsolin*). Η ενεργότητα αυτών των πρωτεϊνών ρυθμίζεται από πρωτεϊνικές κινάσες, μέσω Ca^{2+} και άλλων $2^{ωv}$ μηνυματοφόρων μορμών.

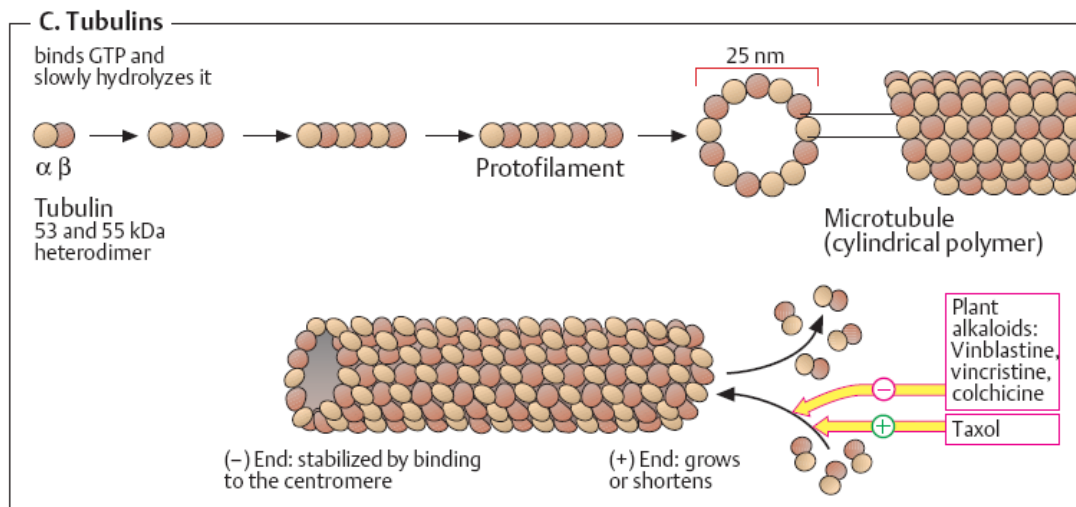
B. Ενδιάμεσα ινίδια



Τα συστατικά των ενδιάμεσων ινιδίων, ανήκουν σε πέντε συγγενείς πρωτεϊνικές οικογένειες. Είναι εξειδικευμένες για ιδιαίτερους κυτταρικούς τύπους. Τυπικοί αντιπρόσωποι αυτών περιλαμβάνουν τις, *cytokeratins*, *desmin*, *vimentin*, *glial fibrillary acidic protein (GFAP)*, και *neurofillament*. Όλες αυτές οι πρωτεΐνες έχουν μια βασική ραβδοειδούς σχήματος δομή, στο κέντρο η οποία είναι γνωστή ως υπερέλικα (superhelix). Τα διμερή διευθετούνται με αντιπαράλληλο τρόπο σχηματίζοντας τετραμερή. Μία κλιμακωτή κεφαλή προς κεφαλή διασύνδεση δημιουργεί **πρωτοϊνίδια**. Οκτώ πρωτοϊνίδια εν τέλει σχηματίζουν ένα ενδιάμεσο ινίδιο.

Ελεύθερα πρωτεϊνικά μονομερή των ενδιάμεσων ινιδίων, σπάνια συναντώνται στο κυτταρόπλασμα, σε αντίθεση με τα μικροϊνίδια και τους μικροσωληνίσκους. Ο πολυμερισμός τους οδηγεί σε σταθερά πολυμερή που δεν έχουν πολικότητα.

C. Τομπουλίνες (Tubulins)



Τα βασικά συστατικά των σωληνοειδών **μικροσωληνίσκων**, είναι η α - και β - **τομπουλίνη** (53 και 55 KDa). Αυτές σχηματίζουν α, β - ετεροδιμερή, τα οποία εν συνεχεία πολυμερίζονται προς σχηματισμό γραμμικών πρωτοϊνιδίων. Δεκατρία πρωτοϊνίδια σχηματίζουν ένα σωληνοειδούς σχήματος σύμπλεγμα, το οποίο κατόπιν αναπτύσσεται σε επιμήκη σωλήνα ως αποτέλεσμα του περαιτέρω πολυμερισμού.

Όπως και τα μικροϊνίδια, οι μικροσωληνίσκοι είναι δυναμικές δομές με (+) και (-) άκρα. Το (-) άκρο συνήθως σταθεροποιείται με δέσμευση στο κεντρόσωμα. Το (+) άκρο παρουσιάζει δυναμική αστάθεια. Μπορεί είτε να αναπτύσσεται αργά είτε να κονταίνει γρήγορα. Η GTP που δεσμεύεται από τους μικροσωληνίσκους, και βαθμιαία υδρολύεται σε GDP, παίζει ρόλο σε αυτό. Διάφορες πρωτεΐνες μπορούν να είναι συνδεδεμένες με τους μικροσωληνίσκους.

Η. Α. Γαβρίλης