

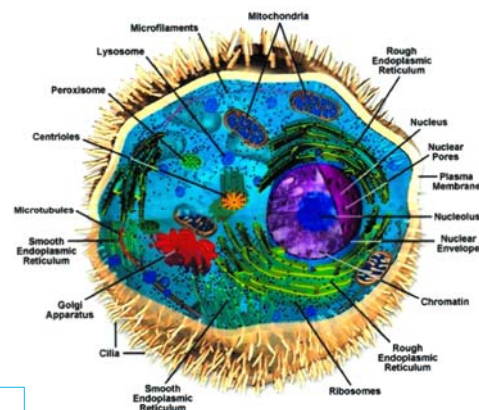
## Introduzione al Citoscheletro

### Biotechnologie

<http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu/galleries/cells/index.html>

- Le **cellule animali** sono cellule eucariotiche caratteristiche, racchiuse da una membrana plasmatica e contenenti un nucleo circondato da una membrana e organelli.
- Al contrario delle cellule degli altri regni eucarioti (piante e funghi) **le cellule animali NON** contengono una parete cellulare.

### La struttura della cellula animale - [1]



<http://micro.magnet.fsu.edu/cells/animalcell.html>

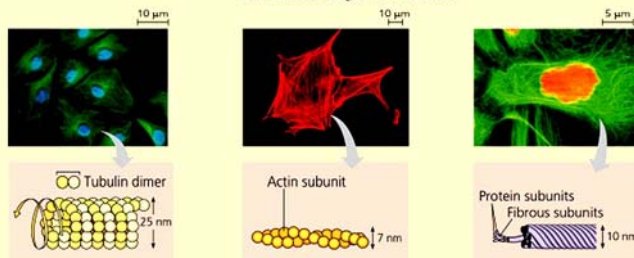
## La struttura della cellula animale – [2]

- ✚ La mancanza di una parte cellulare rigida ha permesso agli animali di sviluppare una **maggiore diversità di tipi cellulari e organi**.
- ✚ Cellule specializzate che formano i nervi e i muscoli – tessuti che le piante non sono state in grado di sviluppare – hanno dato a questi organismi la **mobilità**.
- ✚ La capacità di muoversi mediante l'uso di tessuti muscolari specializzati è il marchio caratteristico del regno animale.
- ✚ I Protozoi (organismi eucarioti unicellulari) si muovono, ma non tramite strutture muscolari, bensì mediante **cilia, flagelli o pseudopodi**.

<http://micro.magnet.fsu.edu/cells/animalcell.html>

**Table 7.2 The Structure and Function of the Cytoskeleton**

Property	Microtubules	Microfilaments (Actin Filaments)	Intermediate Filaments
Structure	Hollow tubes; wall consists of 13 columns of tubulin molecules	Two intertwined strands of actin	Fibrous proteins supercoiled into thicker cables
Diameter	25 nm with 15-nm lumen	7 nm	8–12 nm
Protein subunits	Tubulin, consisting of $\alpha$ -tubulin and $\beta$ -tubulin	Actin	One of several different proteins of the keratin family, depending on cell type
Main functions	Maintenance of cell shape (compression-resisting "girders") Cell motility (as in cilia or flagella) Chromosome movements in cell division Organelle movements	Maintenance of cell shape (tension-bearing elements) Changes in cell shape Muscle contraction Cytoplasmic streaming Cell motility (as in pseudopodia) Cell division (cleavage furrow formation)	Maintenance of cell shape (tension-bearing elements) Anchorage of nucleus and certain other organelles Formation of nuclear lamina



SOURCE: Adapted from W. M. Becker, L. I. Kleinsmith, and I. Hardin, *The World of the Cell*, 4th ed. (San Francisco, CA: Benjamin Cummings, 2000), p. 753.

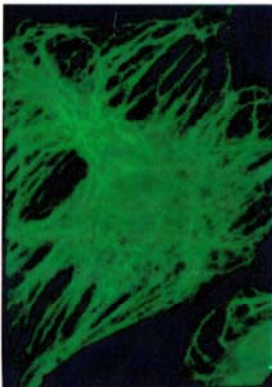
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

## Citoscheletro

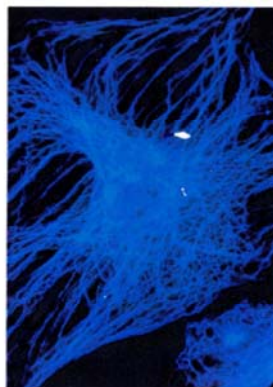
✚ Rete proteica complessa e dinamica formata da tre strutture filamentose distinte ma interconnesse strutturalmente e funzionalmente:

- Microfilamenti
- Microtubuli
- Filamenti intermedi

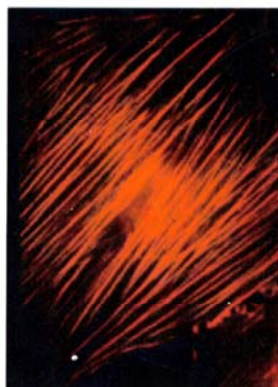
(a) Intermediate filaments (vimentin)



(b) Microtubules (tubulin)



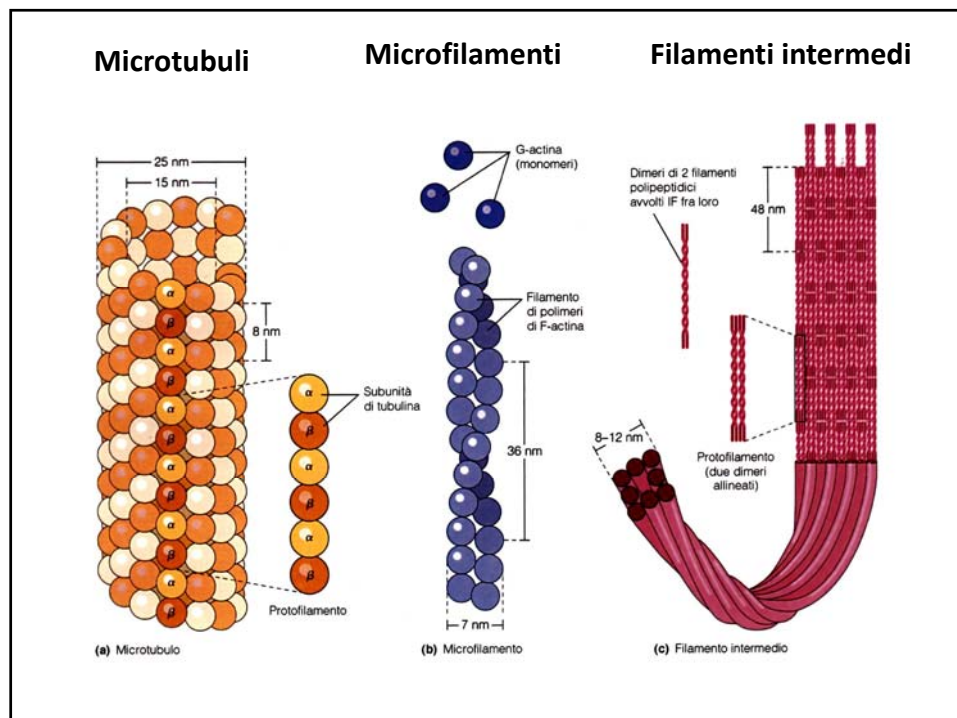
(c) Microfilaments (actin)



La distribuzione cellulare dei filamenti intermedi e dei microtubuli è simile

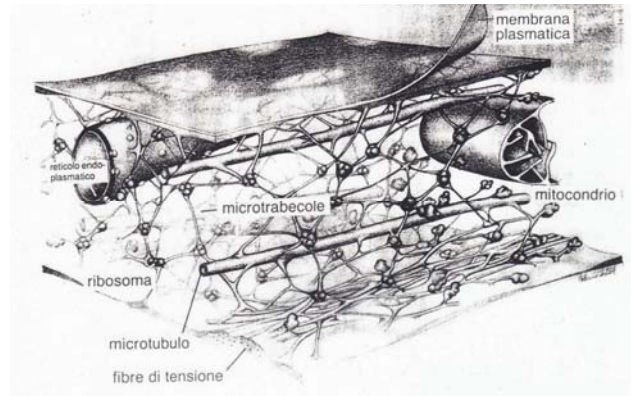
## Note sulla dinamica del citoscheletro

- ✚ **Proteine**: polimeri di amminoacidi legati covalentemente (**legami** peptidici; **forti, molto stabili**).
- ✚ Citoscheletro: polimeri di proteine (sintetizzate in ribosomi liberi nel citosol) collegate da legami **non-covalenti** (**più deboli, maggiore possibilità di riorganizzazione rapida e di flessibilità**).



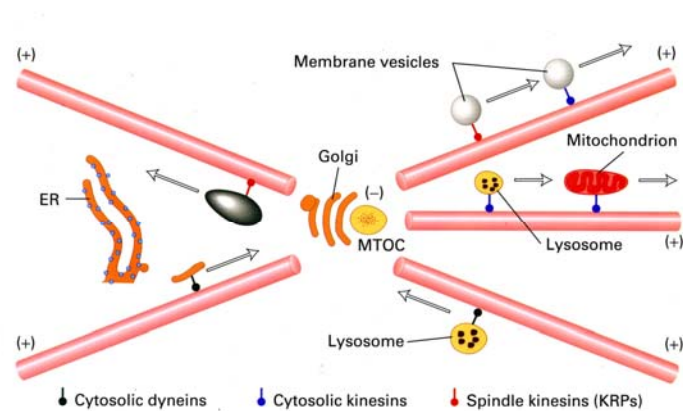
## Funzioni del citoscheletro – [1]

- ✚ Fornire un **supporto strutturale**
- ✚ Fornire una **impalcatura interna** che **determina la posizione dei vari organelli all'interno della cellula.**



## Funzioni del citoscheletro – [2]

- ✚ Collaborare ai meccanismi necessari al **movimento di organelli e vescicole nelle cellule.**





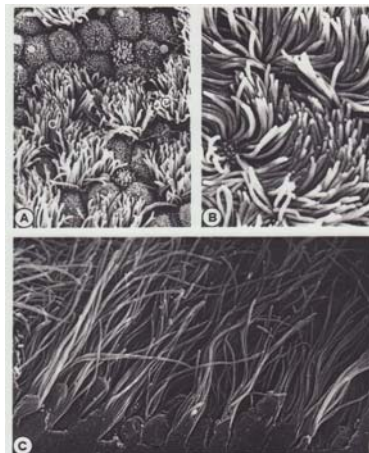
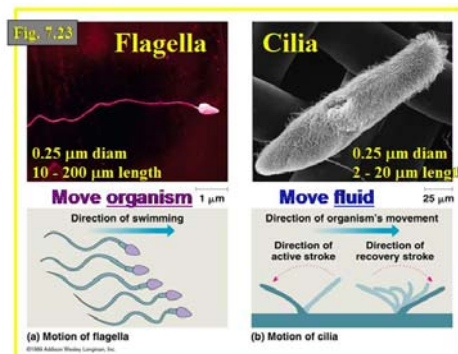
«Il citoplasma è incredibilmente dinamico e simile ad un'autostrada organizzata ma molto occupata con motori attivamente traghettando componenti in tutte le direzioni»



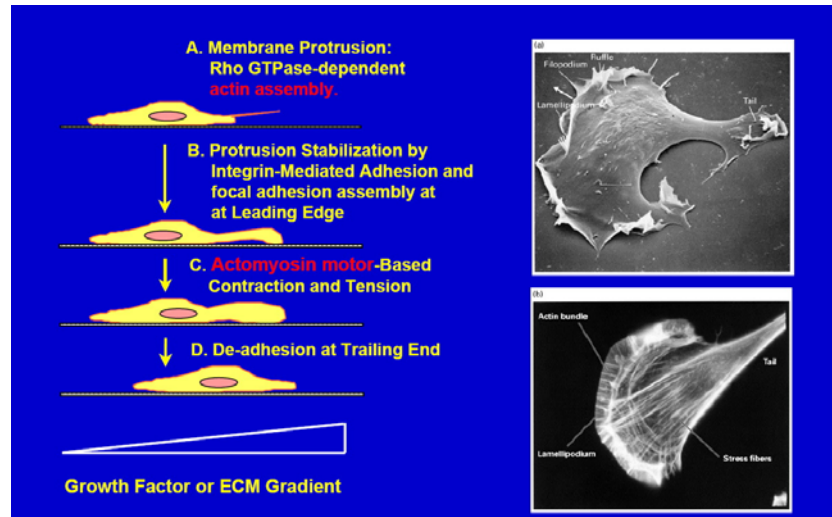
Lodish et al., 7<sup>a</sup> ed

## Funzioni del citoscheletro – [3]

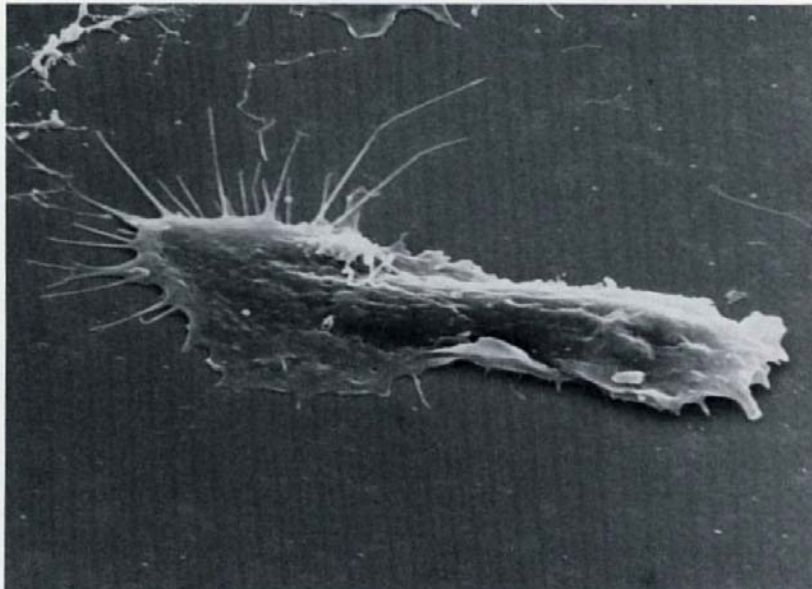
- Agire come elementi **generatori di forza** che determinano il **movimento dell'intera cellula** o di **alcune regioni di una cellula**.

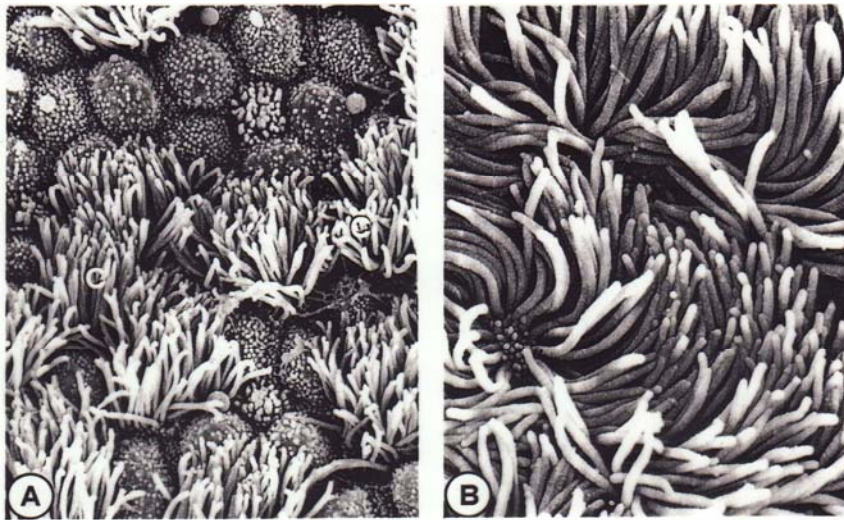


## Filamenti di actina e movimento cellulare



**Figure 42.** A human neutrophil crawling across a glass surface, from left to right (SEM).



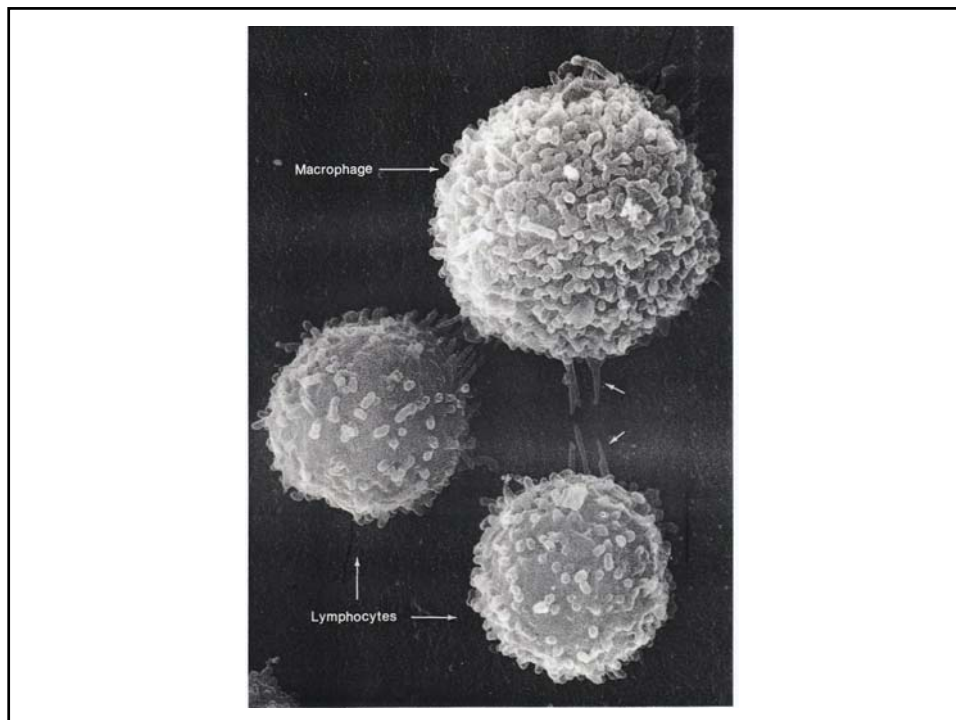


**Cilia**, trachea (sostegno interno che permette alle cilia di muoversi: **assonema di microtubuli, dineina**, ecc,)



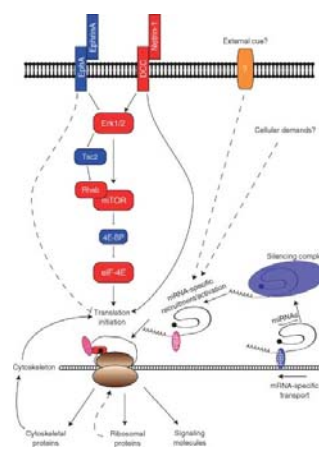
**Stereocilia** nelle cellule «capellute» dell'orecchio interno (sostegno interno: **microfilamenti di actina**)





## Funzioni del citoscheletro – [4]

- ✚ Servire come **sito di ancoraggio per gli RNA messaggeri**, facilitandone la traduzione in polipeptidi.



Jung H, Holt CE. Local translation of mRNAs in neural development. *Wiley Interdiscip Rev RNA*. 2:153-165, 2011.

## RUOLO DELLE PROTEINE ASSOCIATE AL CITOSCHELETRO – [1]

- ✚ All'interno delle cellule, centinaia di **proteine accessorie associate al citoscheletro** regolano la **distribuzione spaziale** e il **comportamento dinamico** dei filamenti.
- ✚ Queste proteine accessorie si legano ai filamenti oppure alle loro subunità per:
  - Determinare il **sito di assemblaggio** dei nuovi filamenti
  - Regolare la **ripartizione** delle proteine fra **filamenti polimerici** e **subunità monomeriche**
  - **Alterare la cinetica di assemblaggio e disassemblaggio** dei filamenti
  - Fornire **energia** per generare **forza**
  - **Collegare i filamenti gli uni agli altri o ad altre strutture cellulari** quali la membrana plasmatica o degli organelli

## RUOLO DELLE PROTEINE ASSOCIATE AL CITOSCHELETRO – [2]

- ✚ In questi processi le proteine accessorie portano le strutture citoscheletriche sotto il **controllo di segnali intracellulari o extracellulari**, ad es. dei segnali che scatenano le notevoli trasformazioni del citoscheletro durante il ciclo cellulare.
- ✚ Collaborando con diverse proteine accessorie permettono alle cellule eucariotiche di mantenere una **struttura interna altamente organizzata ma flessibile** e, in molti casi, di **muoversi**.

## MOVIMENTO CELLULARE

- ✚ Livelli subcellulare, cellulare e di organismo
- ✚ Richiede **ATP** (energia)
- ✚ Mediato dal **citoscheletro**
- ✚ **Assemblaggio** e **disassemblaggio** di fibre del citoscheletro (microfilamenti e microtubuli)
- ✚ **Proteine motore** usano le **fibre del citoscheletro** (microfilamenti e microtubuli) come **rotaie**

Mov\_1

[http://www.biology.arizona.edu/cell\\_bio/tutorials/cytoskeleton/page3.html](http://www.biology.arizona.edu/cell_bio/tutorials/cytoskeleton/page3.html)

### Movimenti interni alle cellule

#### Esempi:

Il citoscheletro funziona come delle “rotaie” sulle quali le cellule possono muovere organelli, cromosomi e altre strutture. Alcuni esempi sono:

- Movimento di vescicole fra organelli e la superficie cellulare, spesso studiati nell'assone gigante del calamaro.
- Correnti citoplasmatiche
- Movimento di vescicole di pigmento per la colorazione protettiva della pelle
- Discarica dei contenuti delle vescicole durante i processi di regolazione del contenuto in acqua nei protozoi
- Divisione cellulare – citocinesi
- Movimenti dei cromosomi durante la mitosi e la meiosi

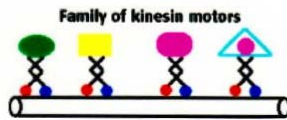
## Mov\_2

**Motori cellulari**

Le cellule possiedono motori fatti da proteine che legano due molecole e, usando l'ATP come energia, provocano il movimento di una delle molecole rispetto all'altra. Tipi di proteine motore:

- **Miosine**, che provocano movimenti associati all'actina
- **Dineine** o **chinesine**, che si muovono lungo i microtubuli

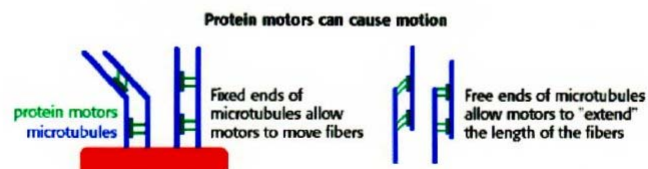
Queste famiglie di proteine hanno tutte un'estremità che fa da motore, ma possono legarsi dall'altra estremità a diversi tipi di strutture molecolari. Quando queste proteine si legano, possono provocare i movimenti di diversi organelli, molecole, ecc.



La famiglia delle chinesine ha la possibilità di trasportare diversi tipi di organelli

## Mov\_3

Quando si legano ad altri microtubuli, i motori proteici possono provocare movimento se le estremità sono fisse (ad es. Nelle ciglia o nei flagelli), oppure aumentare la lunghezza delle fibre se le loro estremità sono libere (es. Nel fuso mitotico, anafase e telofase).





Mov\_4

[http://www.biology.arizona.edu/cell\\_bio/tutorials/cytoskeleton/page2.html](http://www.biology.arizona.edu/cell_bio/tutorials/cytoskeleton/page2.html)

## MOVIMENTI ESTERNI DELLE CELLULE

### Movimento cellulare

- Il movimento delle cellule é svolto da **ciglia e flagelli**
- Le **ciglia** sono strutture somigliante a capelli che possono avere un battito in sincronia; questo provoca il movimento degli **organismi unicellulari eucarioti ciliati** come il paramecio.

## PROTEINE MOTORE

✚ “Caminano” o scivolano lungo le fibre del citoscheletro:

■ **Miosina** sui microfilamenti

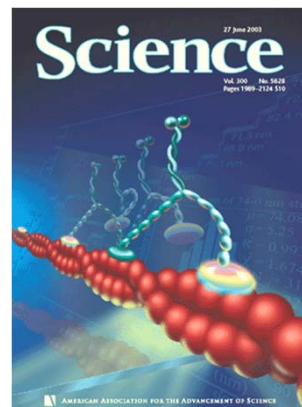
■ **Chinesina e dineina** sui microtubuli

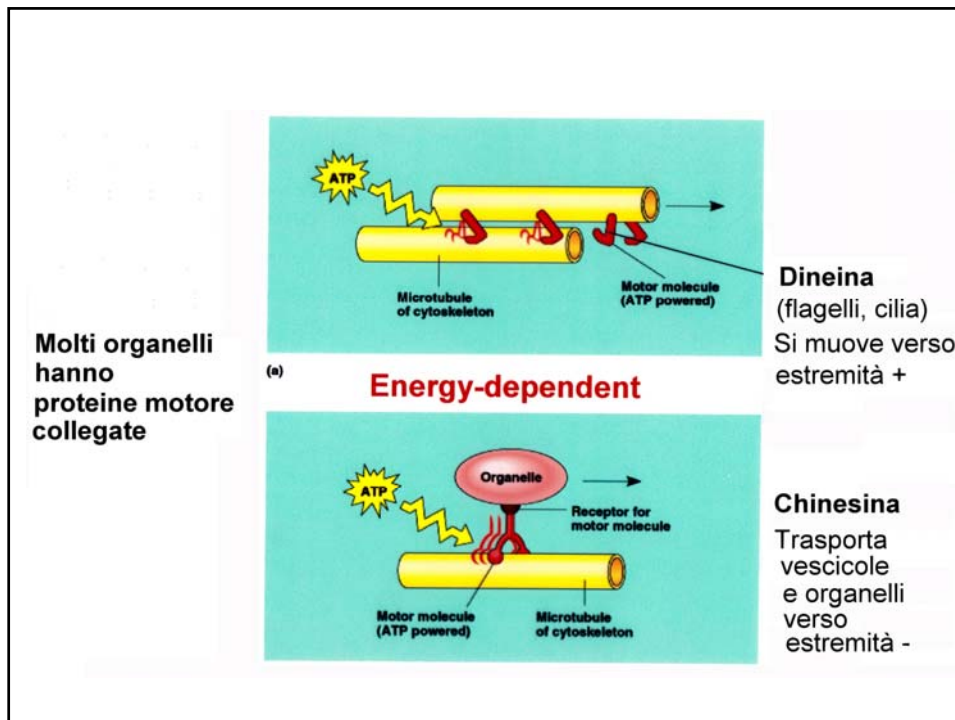
✚ Usano l'energia dell'idrolisi dell'ATP

✚ Fibre del citoscheletro:

■ Servono come rotaie per trasportare organelli o vescicole

■ Scivolano una rispetto all'altra





Membrana plasmatica & Citoscheletro

## ESTROFLESSIONI, PLASTICITA' E DINAMICITA'

