

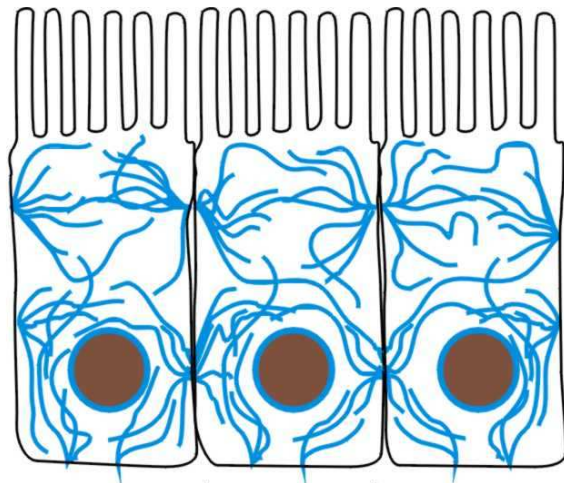
# CYTOSKELET

Cytosol: gelová hmota vyplňující prostor uvnitř buňky  
mezi organelami

Ve světelném mikroskopu se jeví jako amorfní matrix

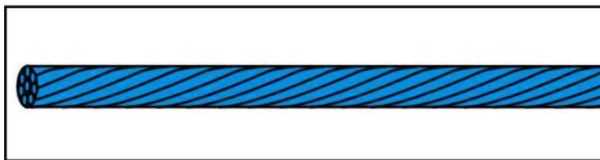
Techniky elektronové mikroskopie a imunofluorescence  
odhalily, že cytosol je vysoce strukturovaný:  
soustava vláken - cytoskelet

# Strukturální elementy cytoskeletu

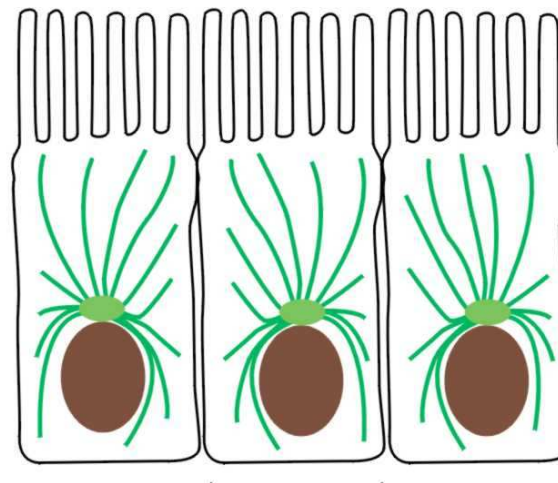


25 μm

střední filamenta

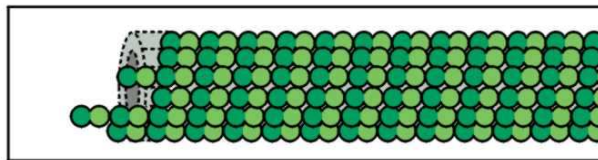
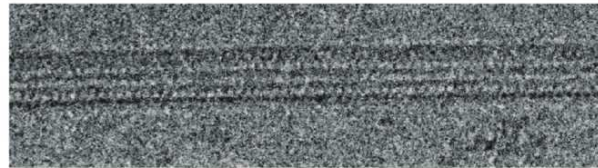


25 nm

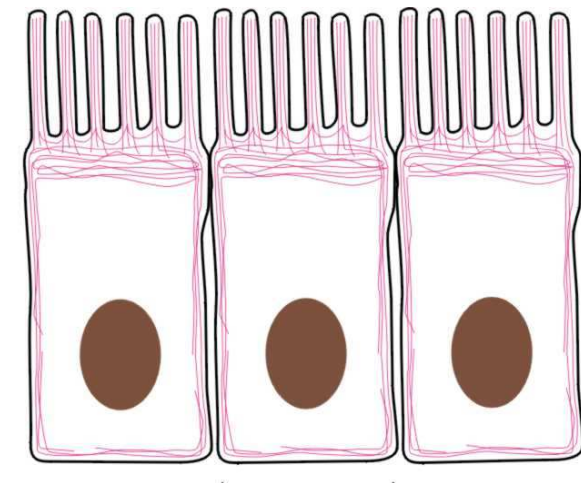


25 μm

mikrotubuly

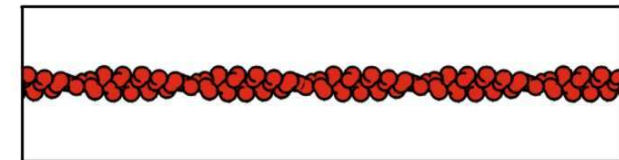
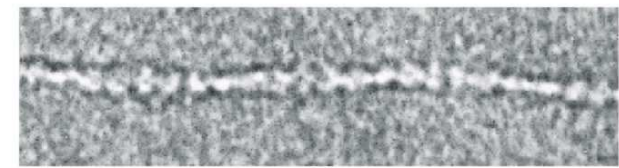


25 nm



25 μm

aktinová filamenta



25 nm

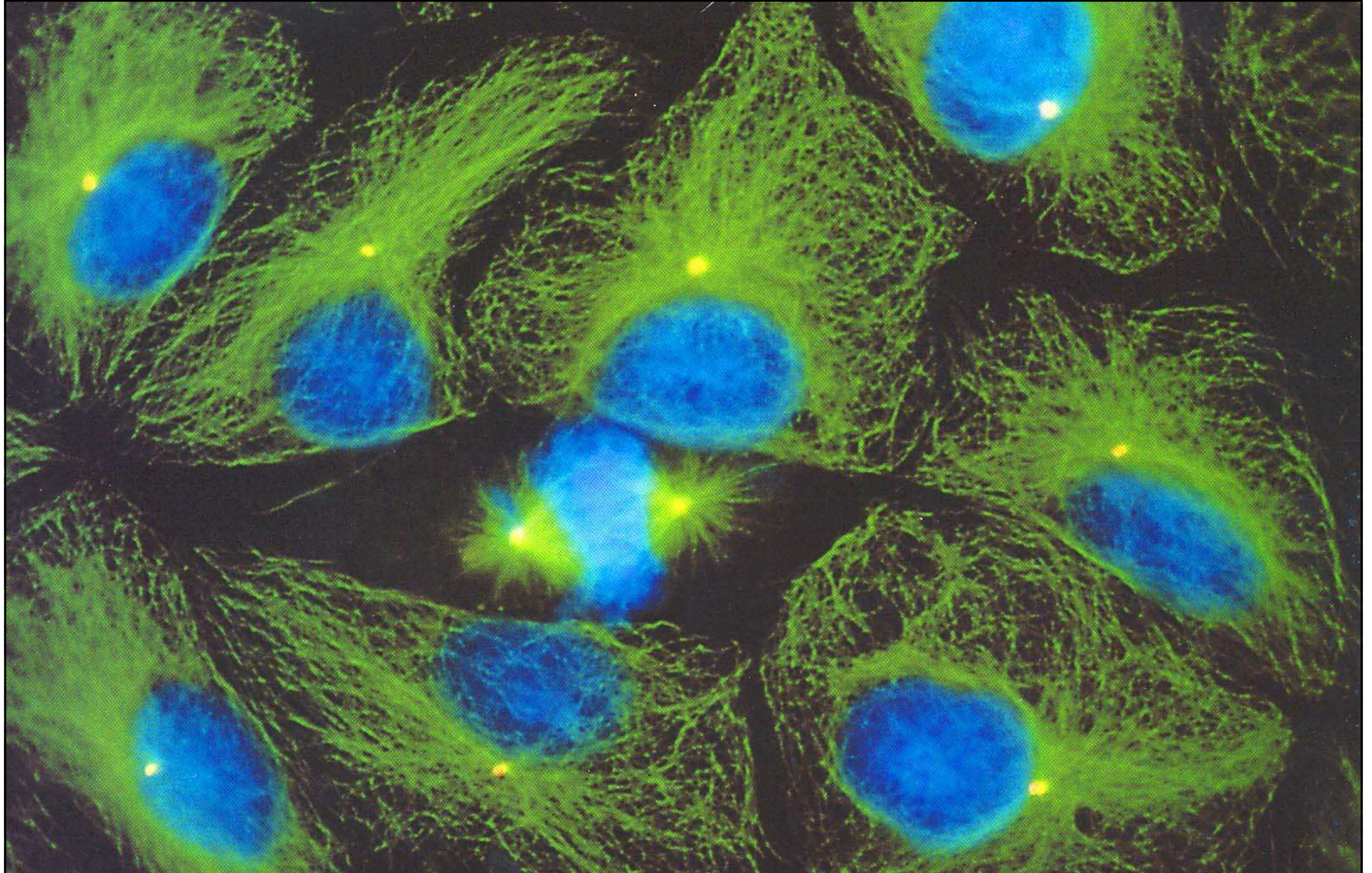
© Espero Publishing, s.r.o.

Střední filamenta

Mikrotubuly

Mikrofilamenta





**Mikrotubuly ve fluorescenčním mikroskopu**

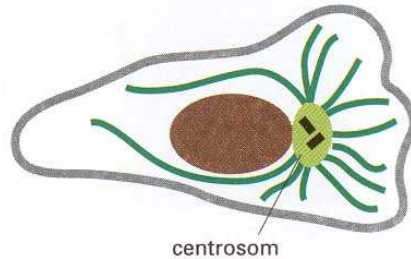


# Lokalizace mikrotubulů

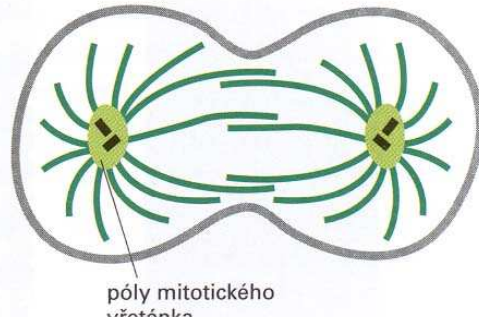
## Sylabus lékařské biologie 2008

### Přednášky v buňce

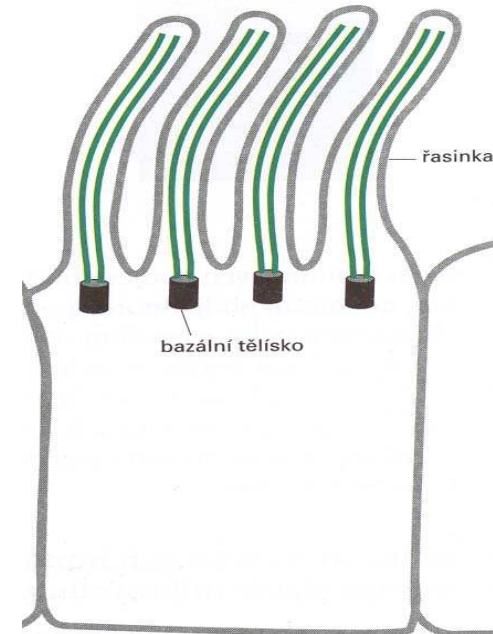
(A) buňka v interfázi



(B) dělicí se buňka



buňka s řasinkami

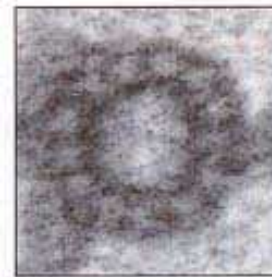


obrázek 16-8. Tři typická místa výskytu

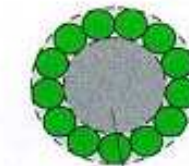
**Funkce mikrotubulů:** udržování struktury buňky, topologie organel, segregace chromosomů při mitóze a meióze, pohyb řasinek a bičíků

# Vlastnosti a ultrastruktura mikrotubulů

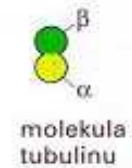
- Struktura: duté trubičky se stěnou, která se skládá ze 13 protofilament
- Průměr: vnější 25 nm  
vnitřní 15 nm
- Monomery:  $\alpha$ -tubulin  
 $\beta$ -tubulin  
( $\gamma$ -tubulin)
- Funkce:  
pohyb buňky (řasinky a bičíky)  
Organizace a udržování tvaru buňky  
Pohyb chromosomů  
Topologie a pohyb organel



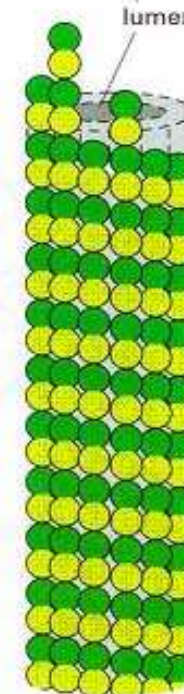
(A)



(C)



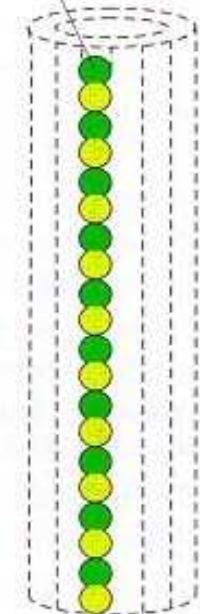
molekula tubulinu



mikrotubulus

(D)

protofilamentum



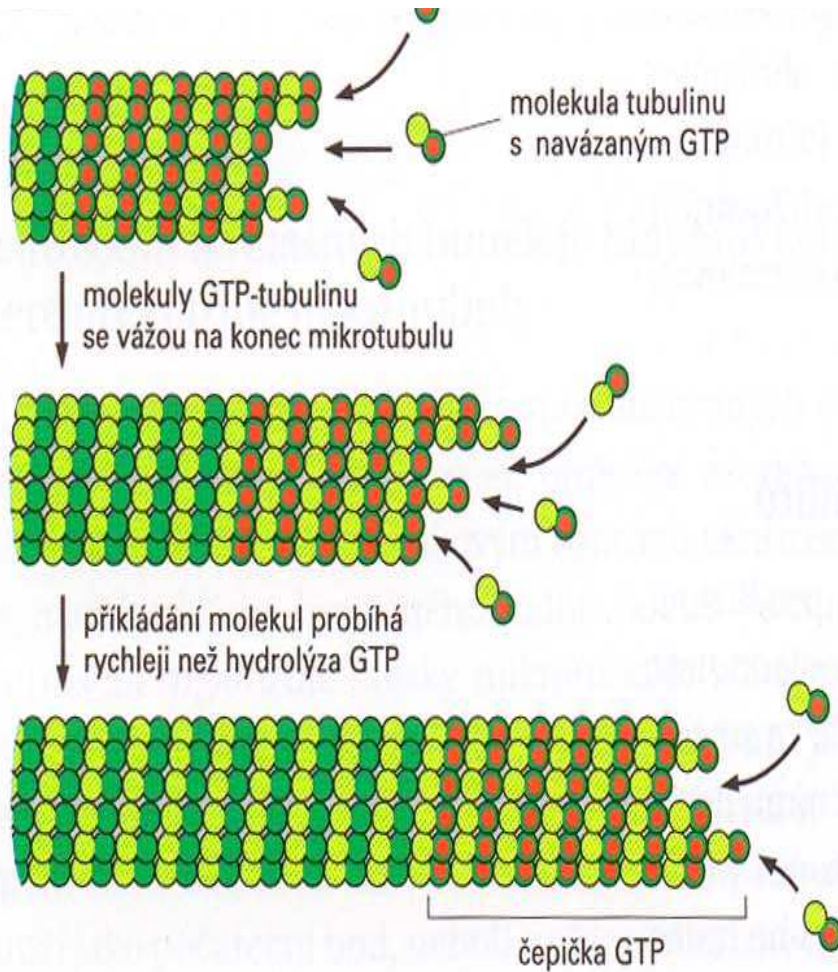
(+)-konec

(-)-konec

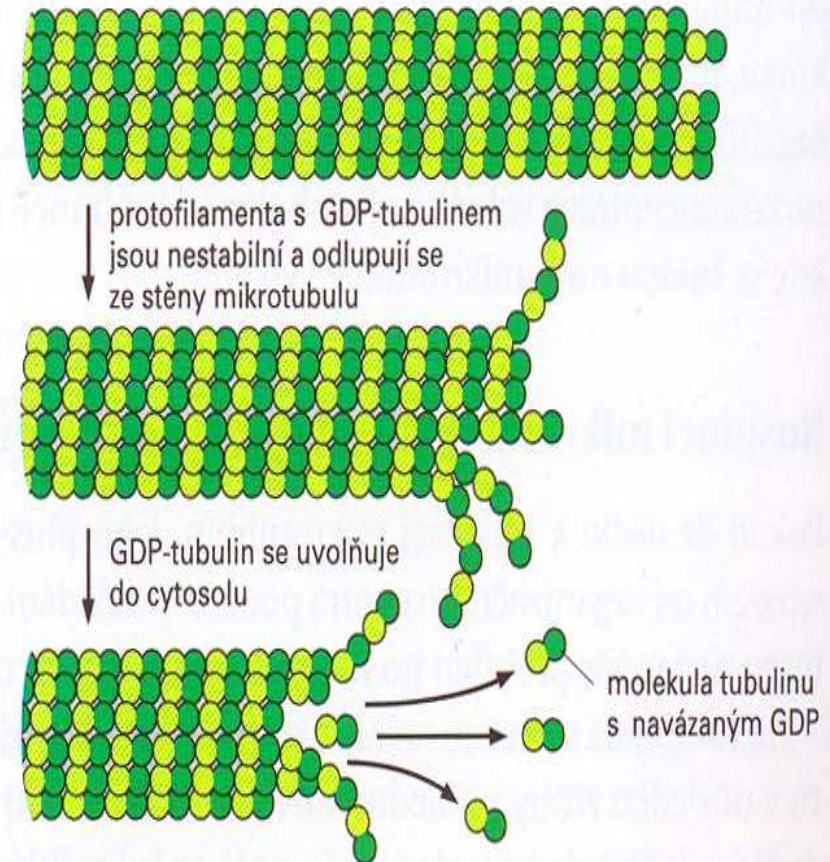
(E)



# Dynamická instabilita mikrotubulů a polarizace MT



rostoucí mikrotubulus



zkracující se mikrotubulus

# Proteiny asociované s mikrotubuly:

## Nemotorové:

MAP1 – 4

neurity a dendrity

polymerace MT

elongace MT

Tau

neurity

## Motorové:

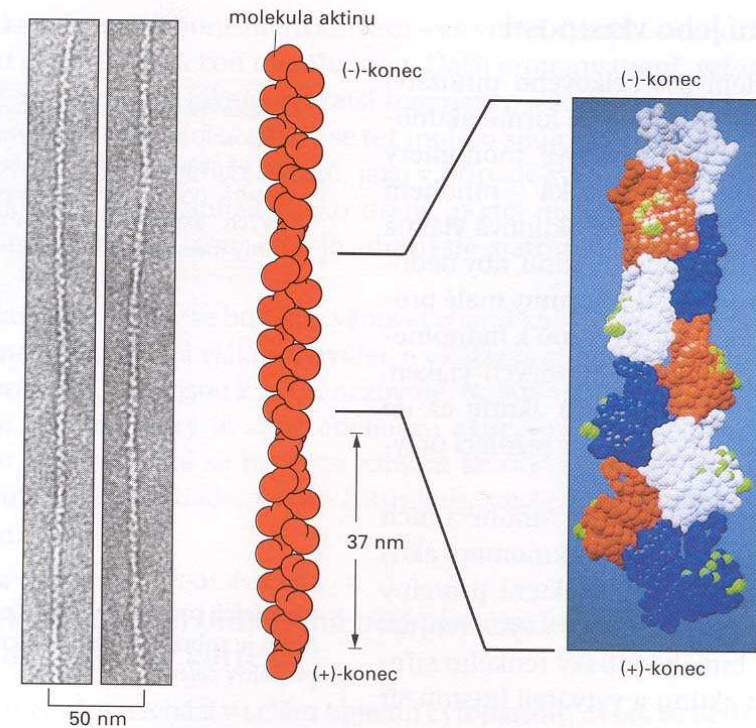
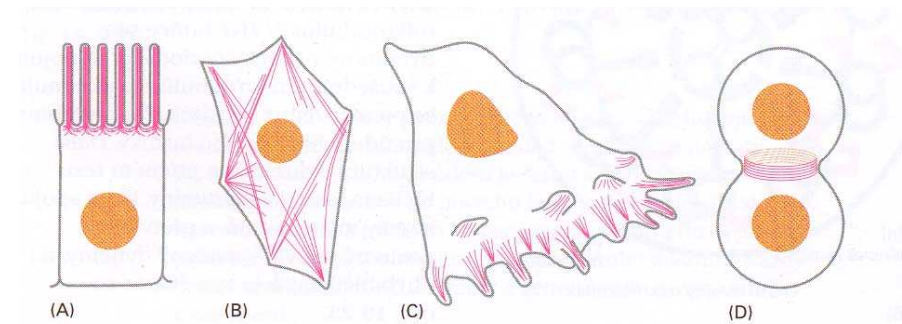
kinesin → +

dynein → -



# Aktinová mikrofilamenta

## lokalizace v buňce a ultrastruktura



Vlastnosti mikrofilament:  
Struktura: dva šroubovitě vinuté  
řetězce F-aktinu  
Průměr: 7 nm  
Monomery: G-aktin



# Funkce mikrofilament:

svalová kontrakce

améboidní pohyb

pohyb částí buňky

proudění cytoplasmy

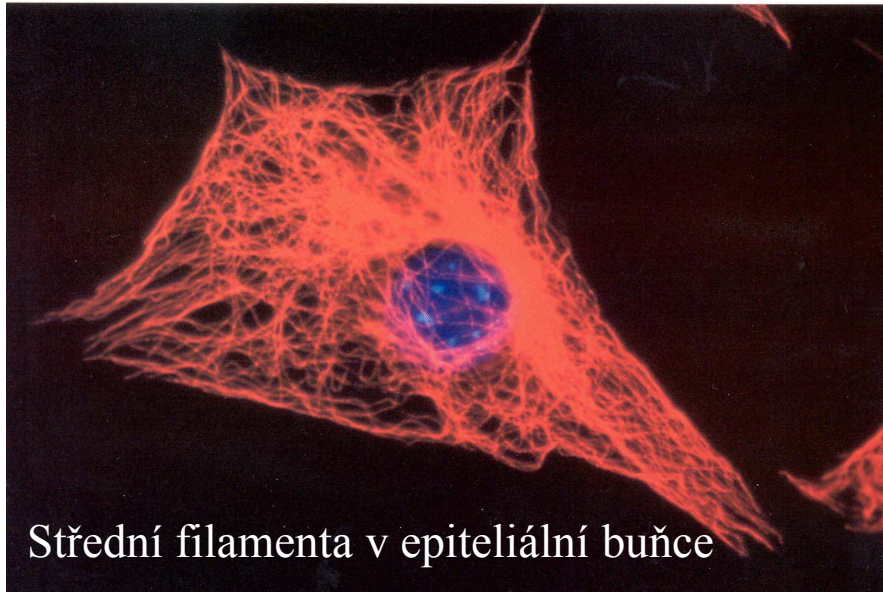
cytokineze dělení cytoplasmy

# Proteiny vázající se s aktinem:

<b>Fragmin</b>	fragmentuje aktinová filamenta
<b>Gelsolin</b>	fragmentuje aktinová filamenta, tvoří příčné vazby
<b>Profilin</b>	umožňuje výměnu navázaného ATP za ADP
<b><math>\alpha</math>-aktinin</b>	tvoří kontraktilní prstence aktinu
<b>Filamin</b>	spojuje aktinová filamenta do gelové struktury
<b>Myosin I</b>	pohyb měchýřků podél aktinových filament
<b>Myosin II</b>	vzájemné klouzání aktinových vláken
<b>Spektrin</b>	připojuje aktin k plasmatické membráně
<b>Talin</b>	připojuje aktin k transmembr. proteinům
<b>Tropomyosin</b>	vazba aktinu a myosinu ve svalových vláknech
<b>Vinculin</b>	připojuje aktin k plasmatické membráně



# Střední (intermediální) filamenta

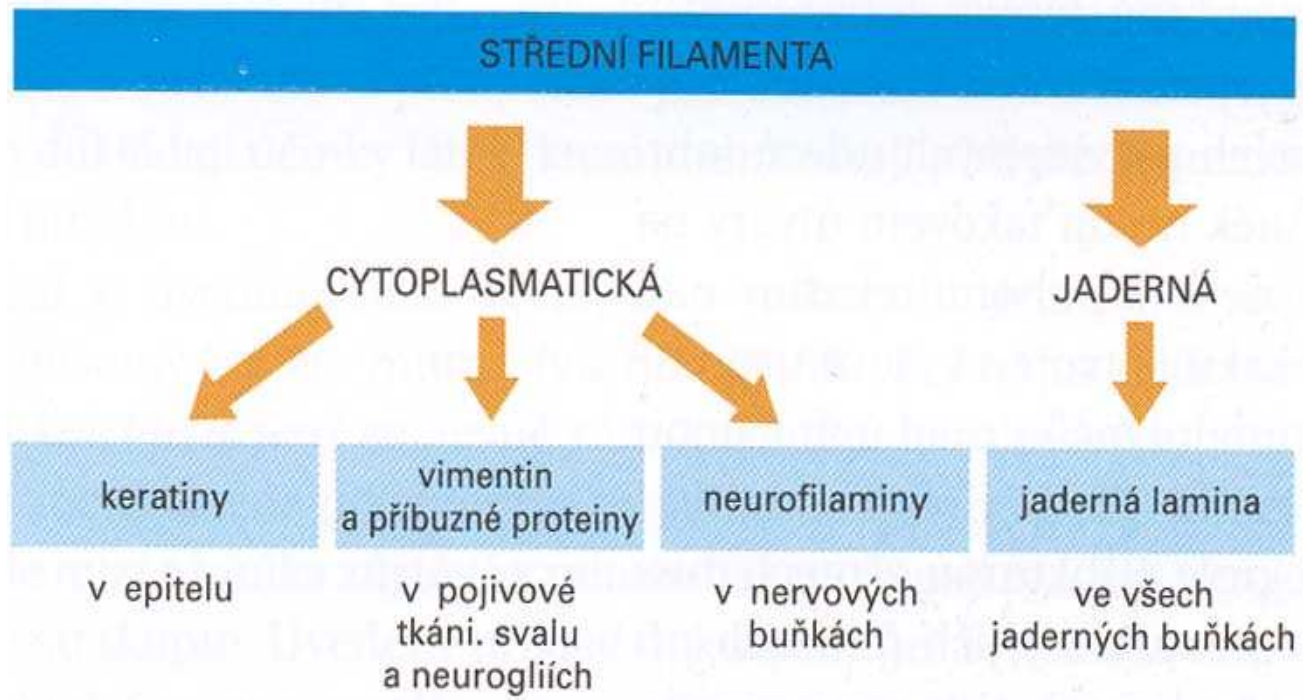


## Vlastnosti středních filament:

Struktura: 8 protofilament spojených end-to-end

Průměr: 8 – 12 nm

Monomery: různé proteiny

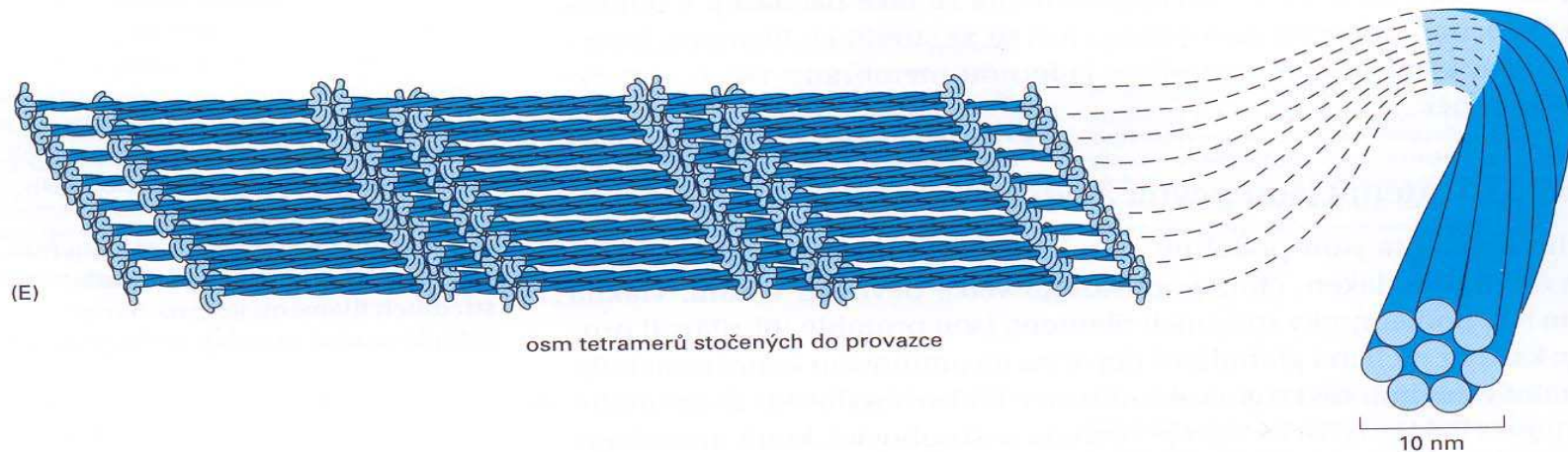
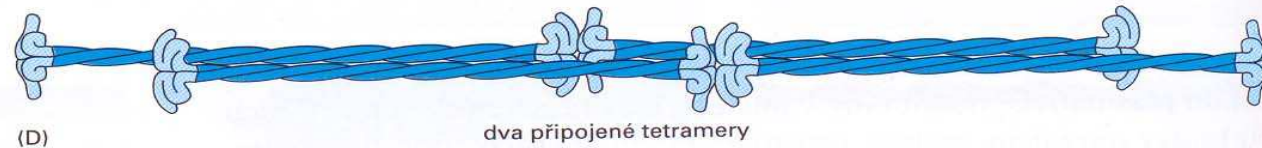
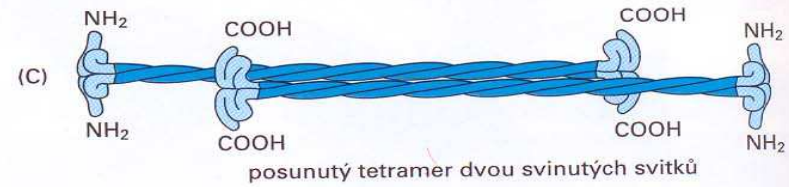
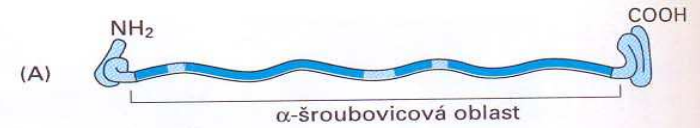
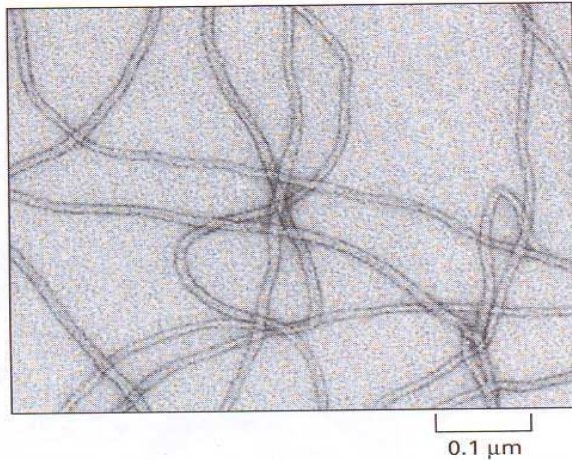


# Třídy intermediárních filament:

Cytokeratiny	epiteliální buňky	mechanické vlastnosti
Vimentin	fibroblasty	udržování tvaru buňky
Desmin	svalové buňky	strukturální podpora kontraktilních vláken
Neurofilaminy	neurony	zpevnování axonů nervové buňky
Lamin A,B,C	jaderný obal	zajišťování pevnosti jádra a jaderného obalu

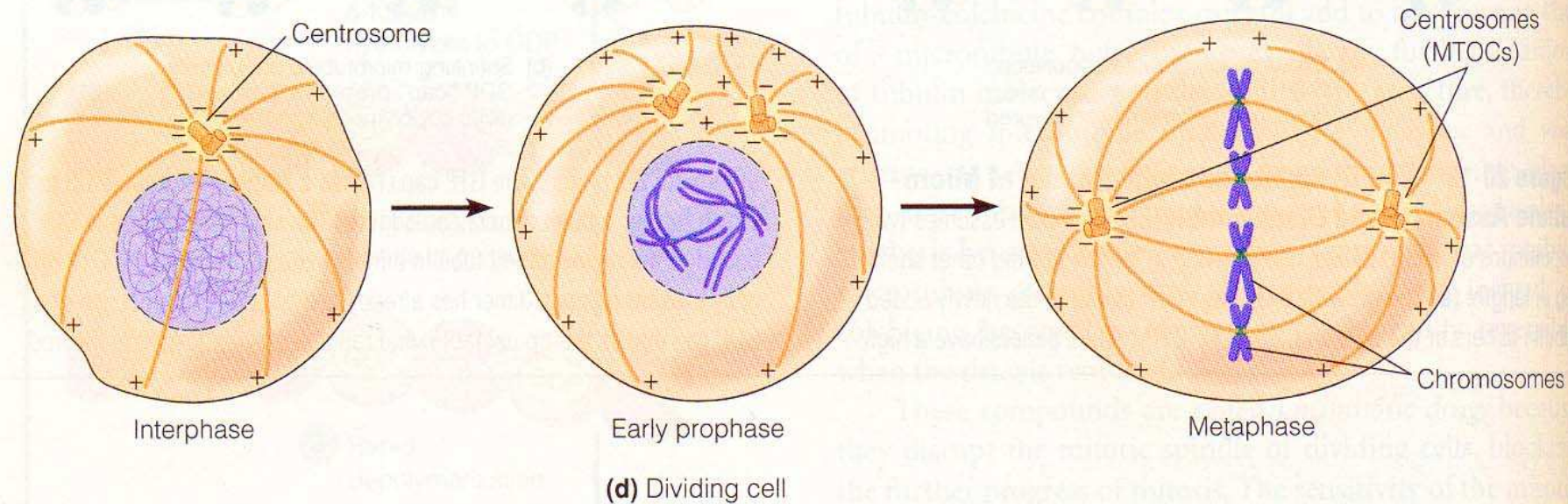
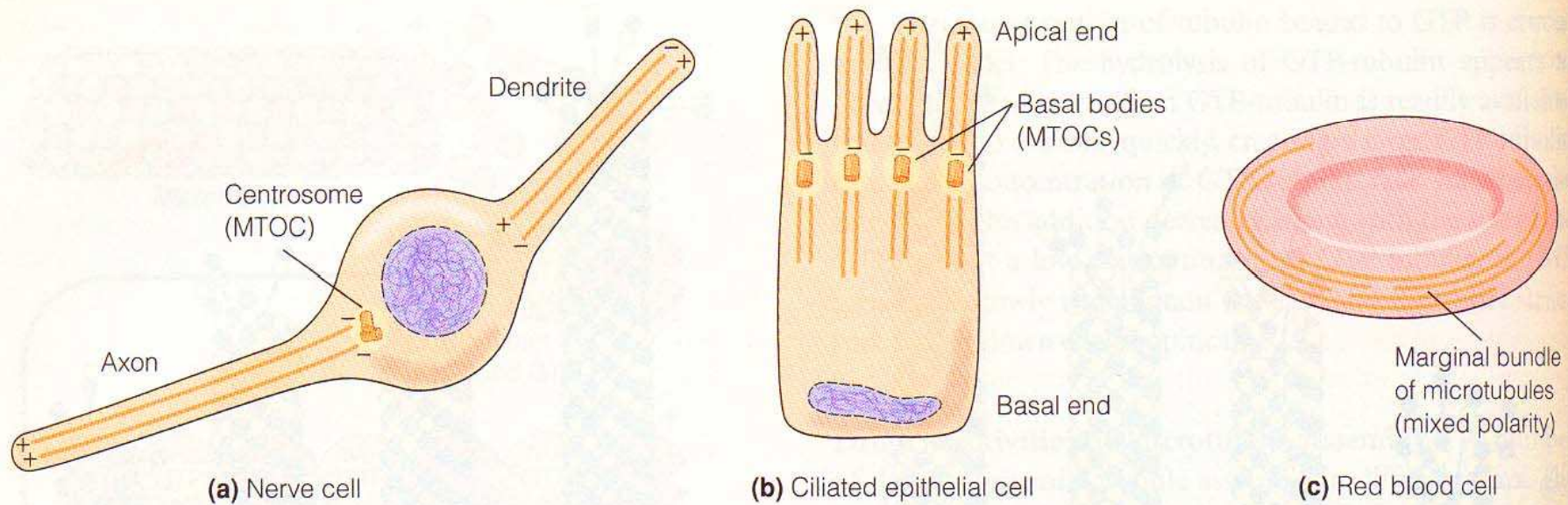


# Organizace a skládání intermediárních filament





# Polarizace mikrotubulů v buňce



**Figure 20-14 The Effects of Microtubule Polarity on MT Orientation in Animal Cells.** In the cell, the distribution of most

with their plus ends toward the tip of the cilia. (c) Mature human red blood cells have no nucleus or MTOC. However, microtubules of mixed



# Mikrotubulární struktury v buňce:

9 + 2 homology

centriol

řasinky

bičíky

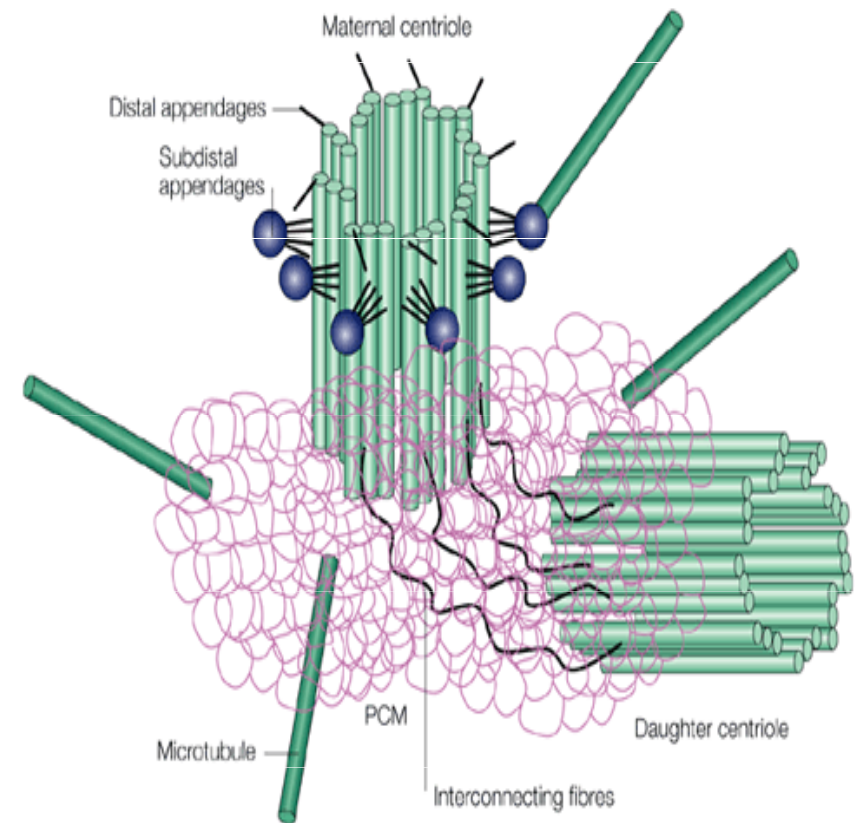
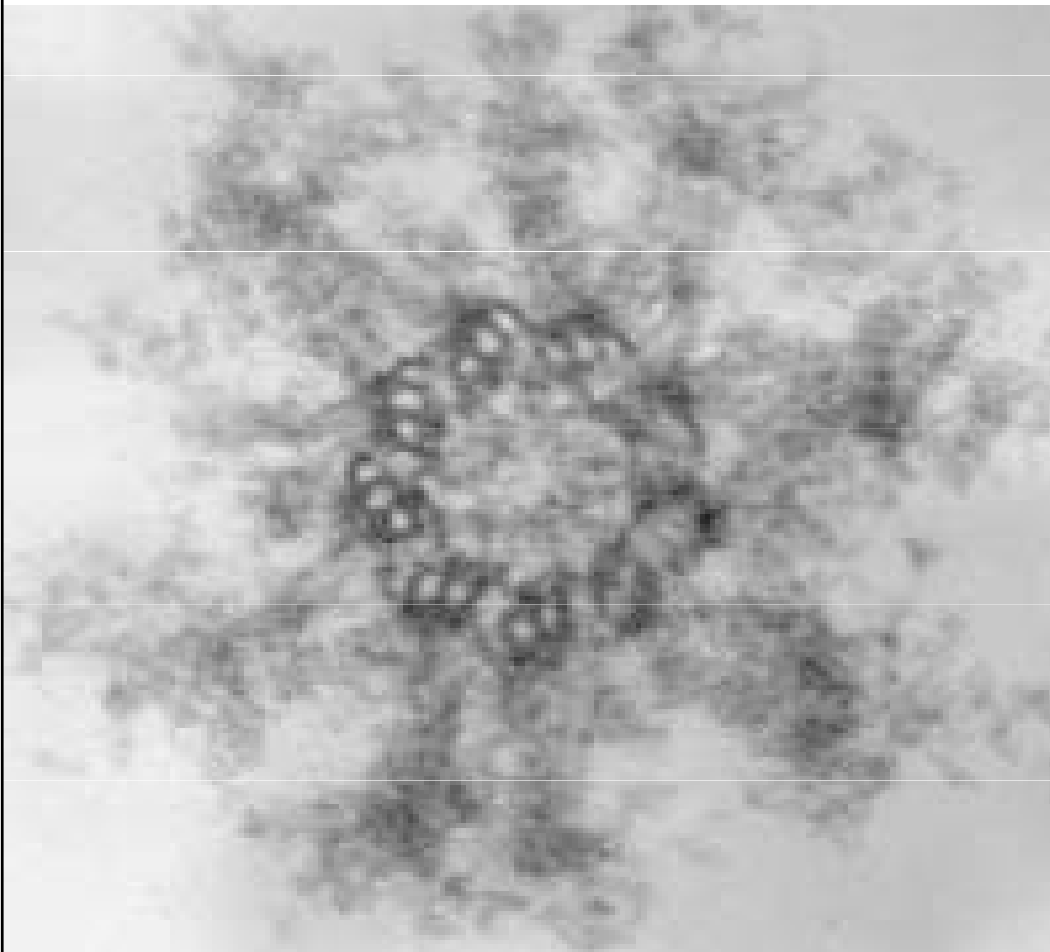
bazální tělísko

dělicí vřeténko

preprofázický svazek

# Centrosom

ultratenký řez a schema uspořádání





# MOLEKULOVÉ MOTORY

molekuly asociované s mikrotubuly a aktinovými mikrofilamenty. Které mají schopnost konat práci – zpravidla pohyb jiných struktur podél cytoskeletálních vláken

Mikrofilamenta

**myozin**

ATP

Mikrotubuly

**kinezin**

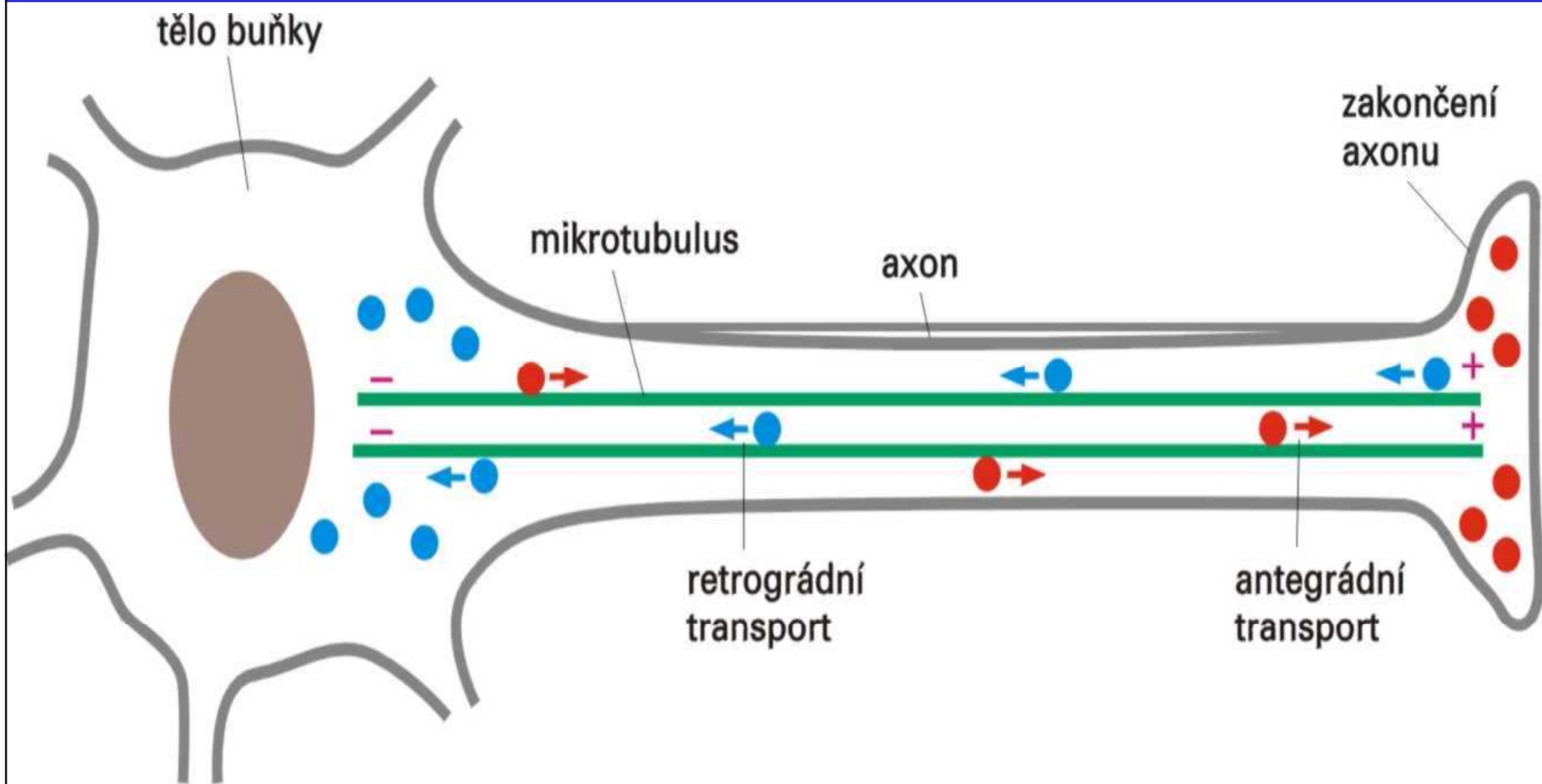
ATP

**dynein**

ATP

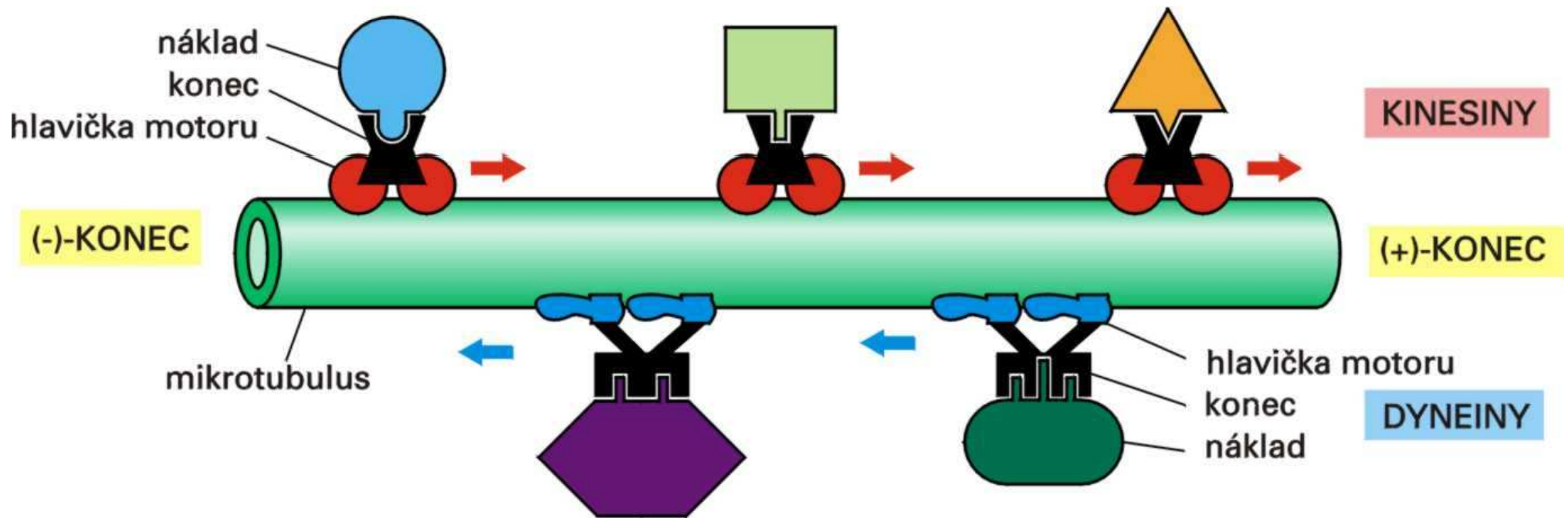
# Transport podél mikrotubulů axonu nervové buňky

v

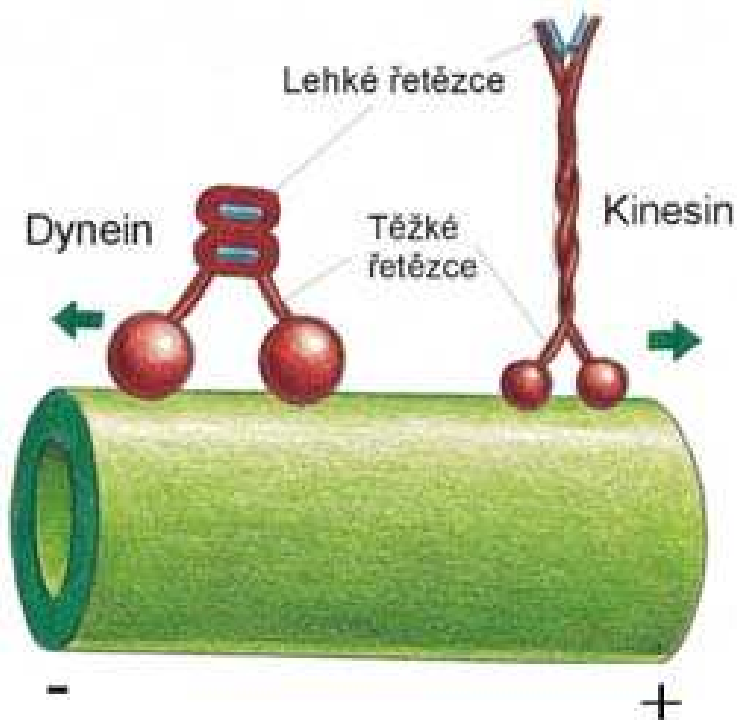




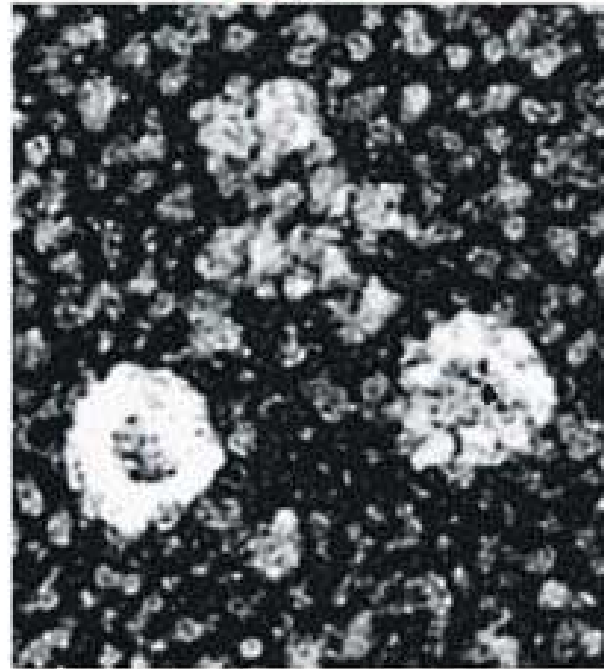
# Molekulové motory, transportující náklady podél mikrotubulů



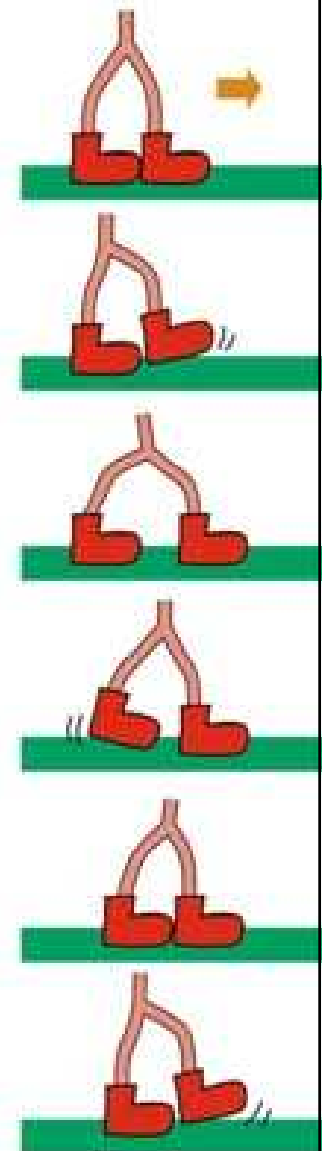
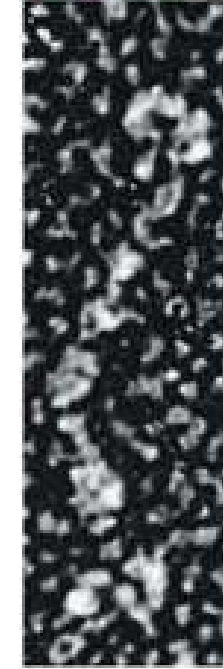
# Molekulové motory spojené s mikrotubuly



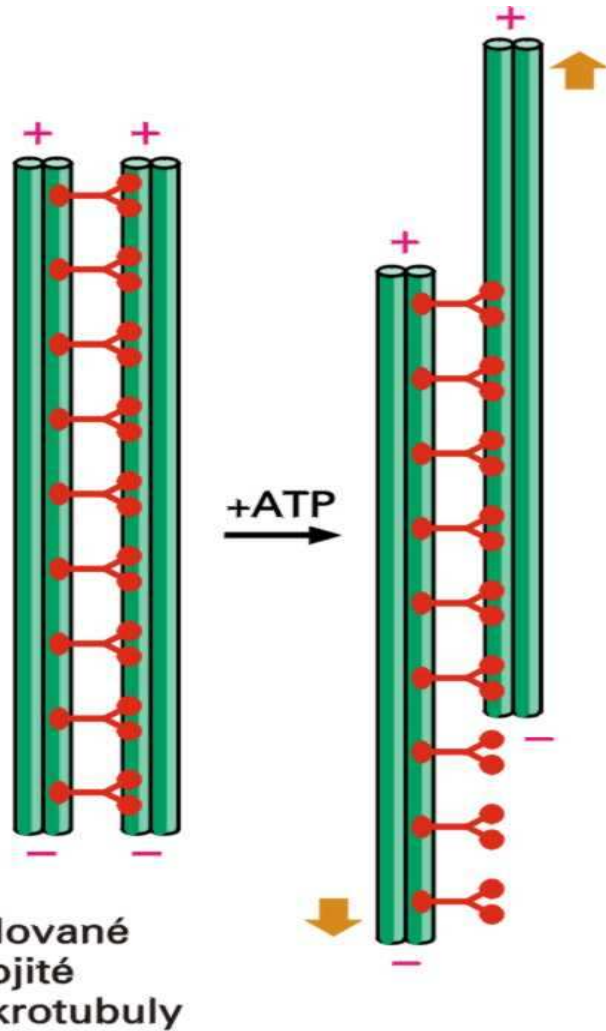
Dynein



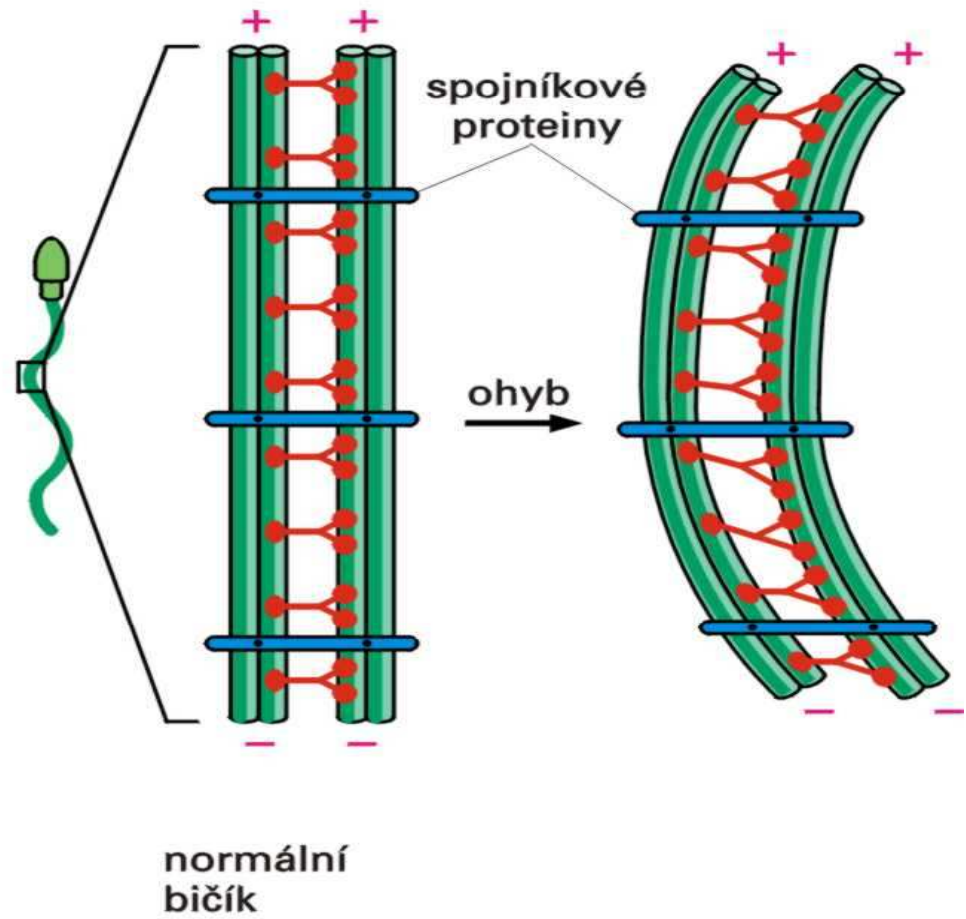
Kinesin



# Pohyb dyneinu podél MT způsobuje ohyb bičíku



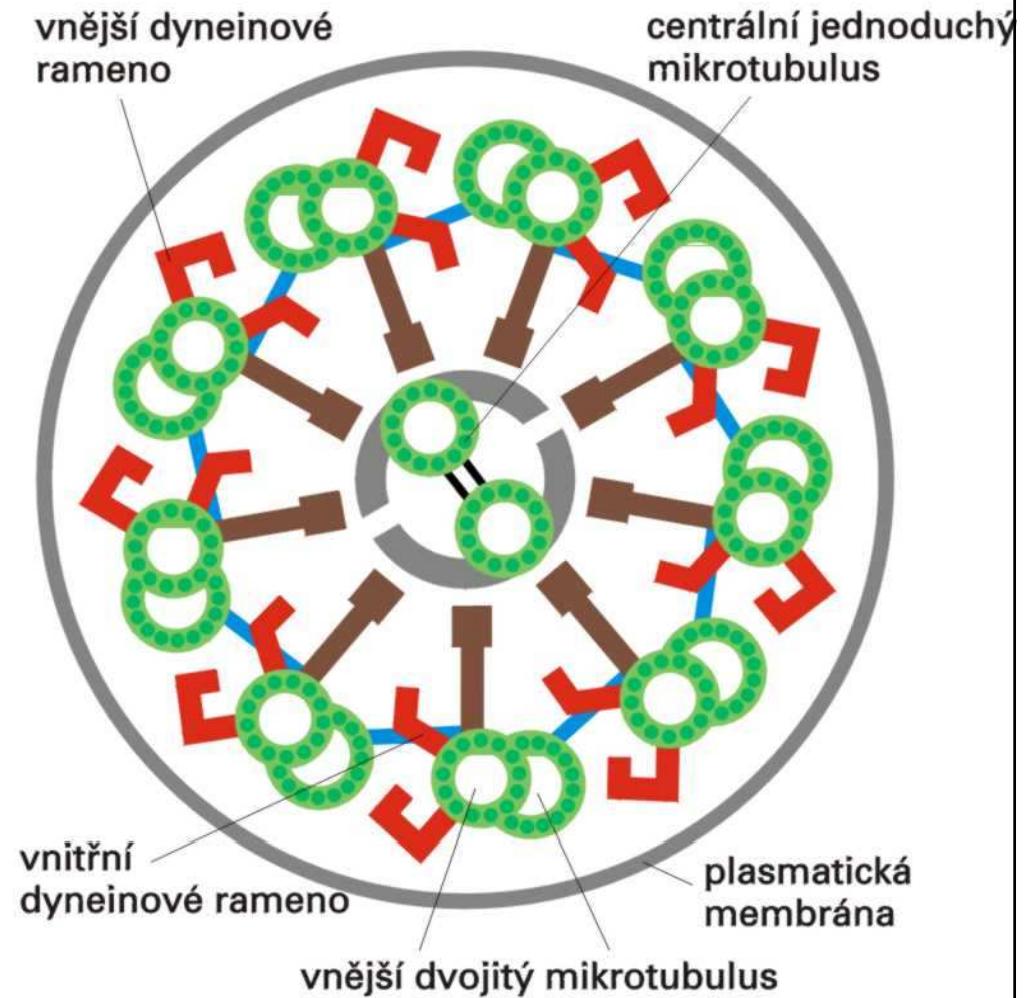
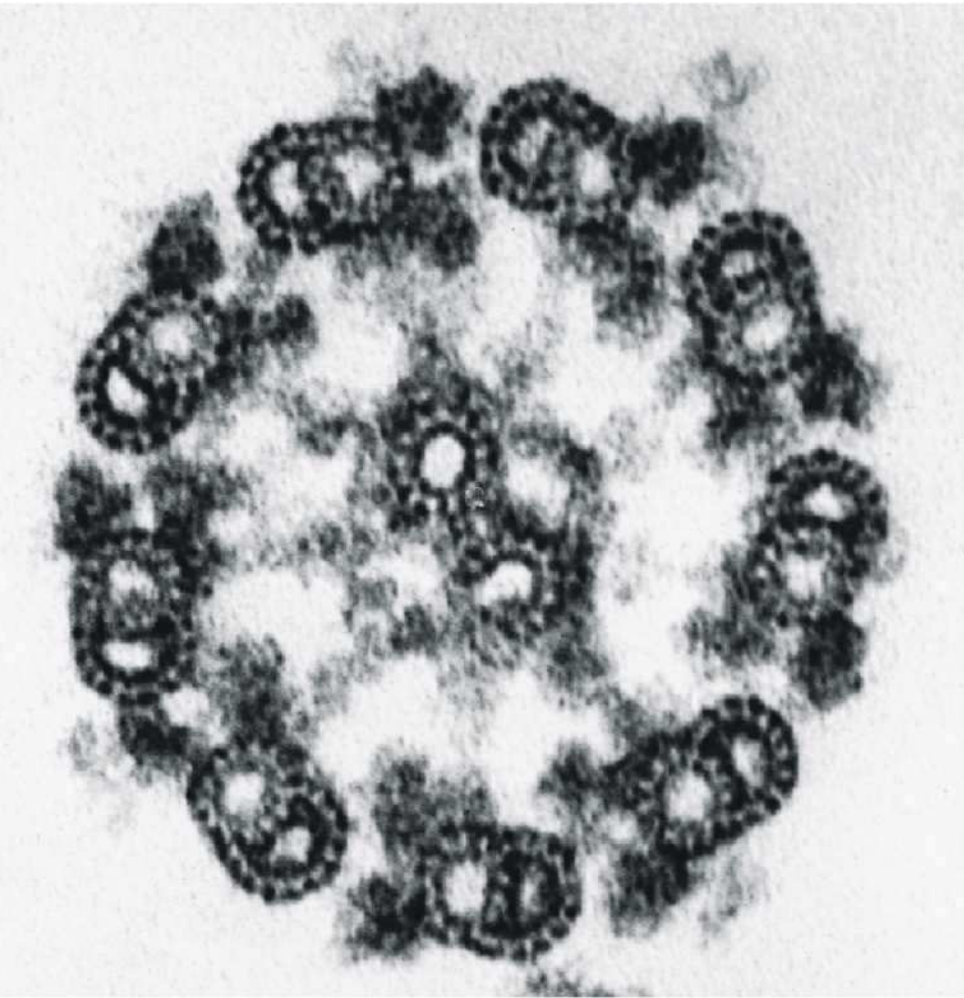
(A) dynein způsobuje klouzáni mikrotubulů



(B) dynein způsobuje ohýbání mikrotubulů



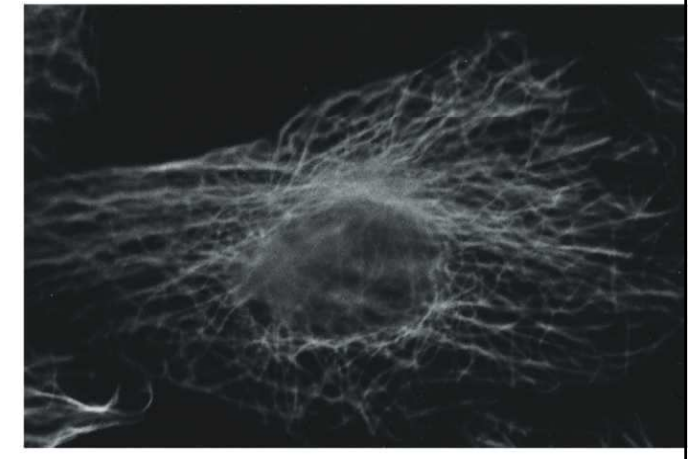
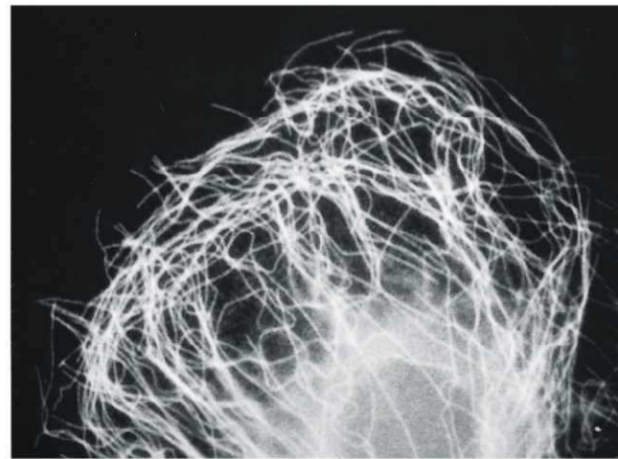
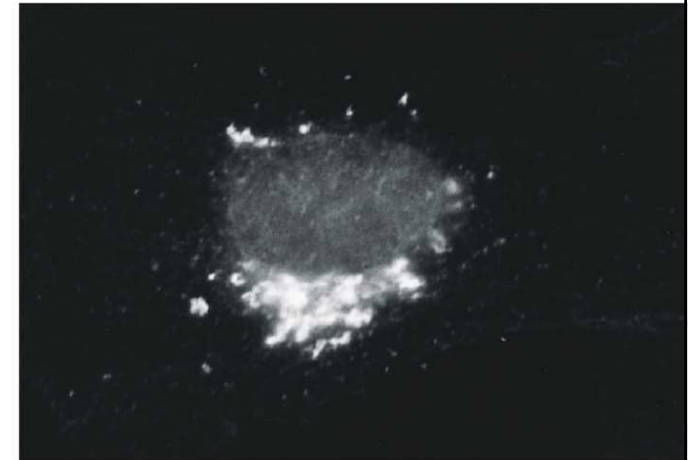
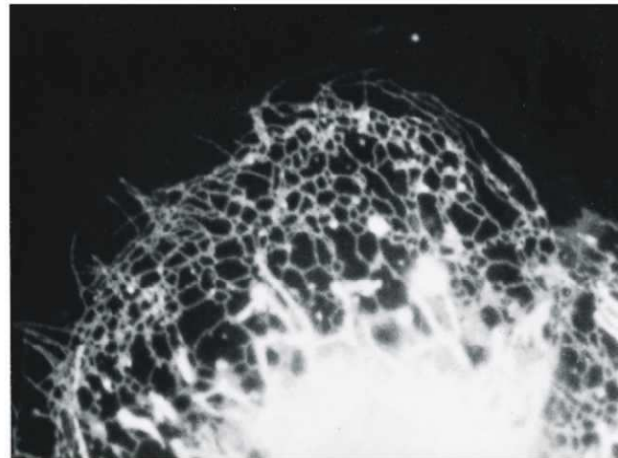
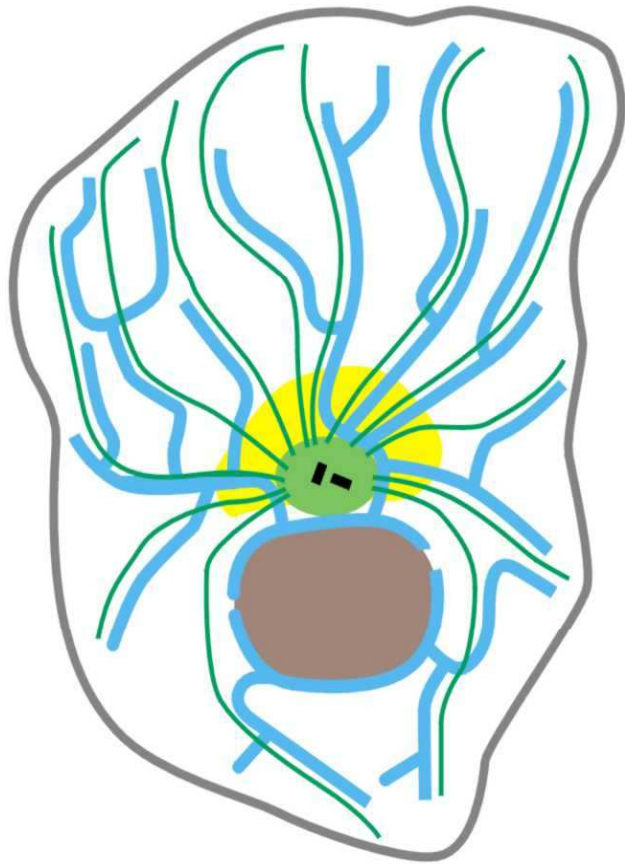
# Uspořádání mikrotubulů v řasince a bičíku



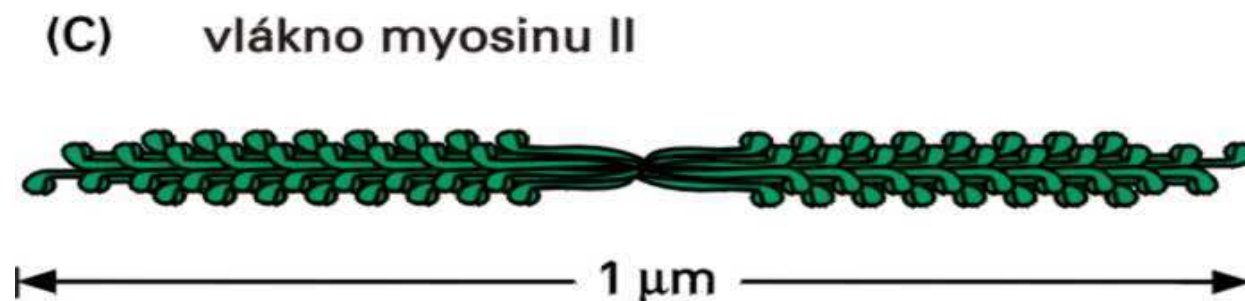
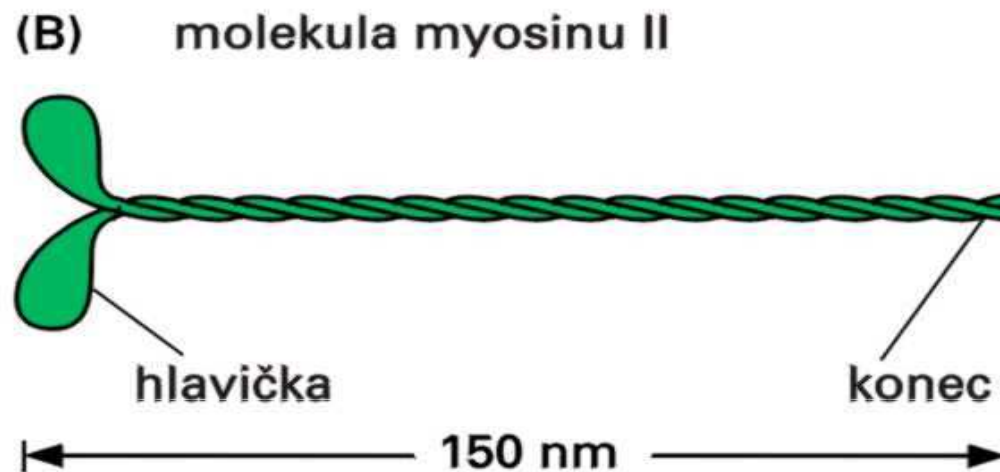
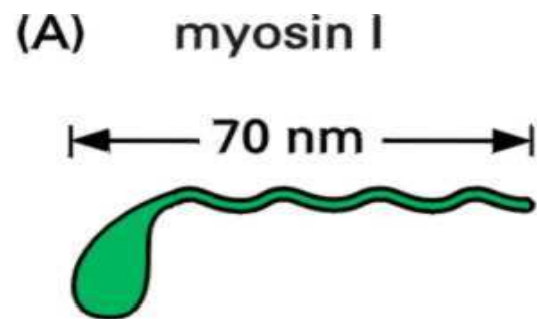
# Topologie organel je udržována pomocí mikrotubulů

ER

GA

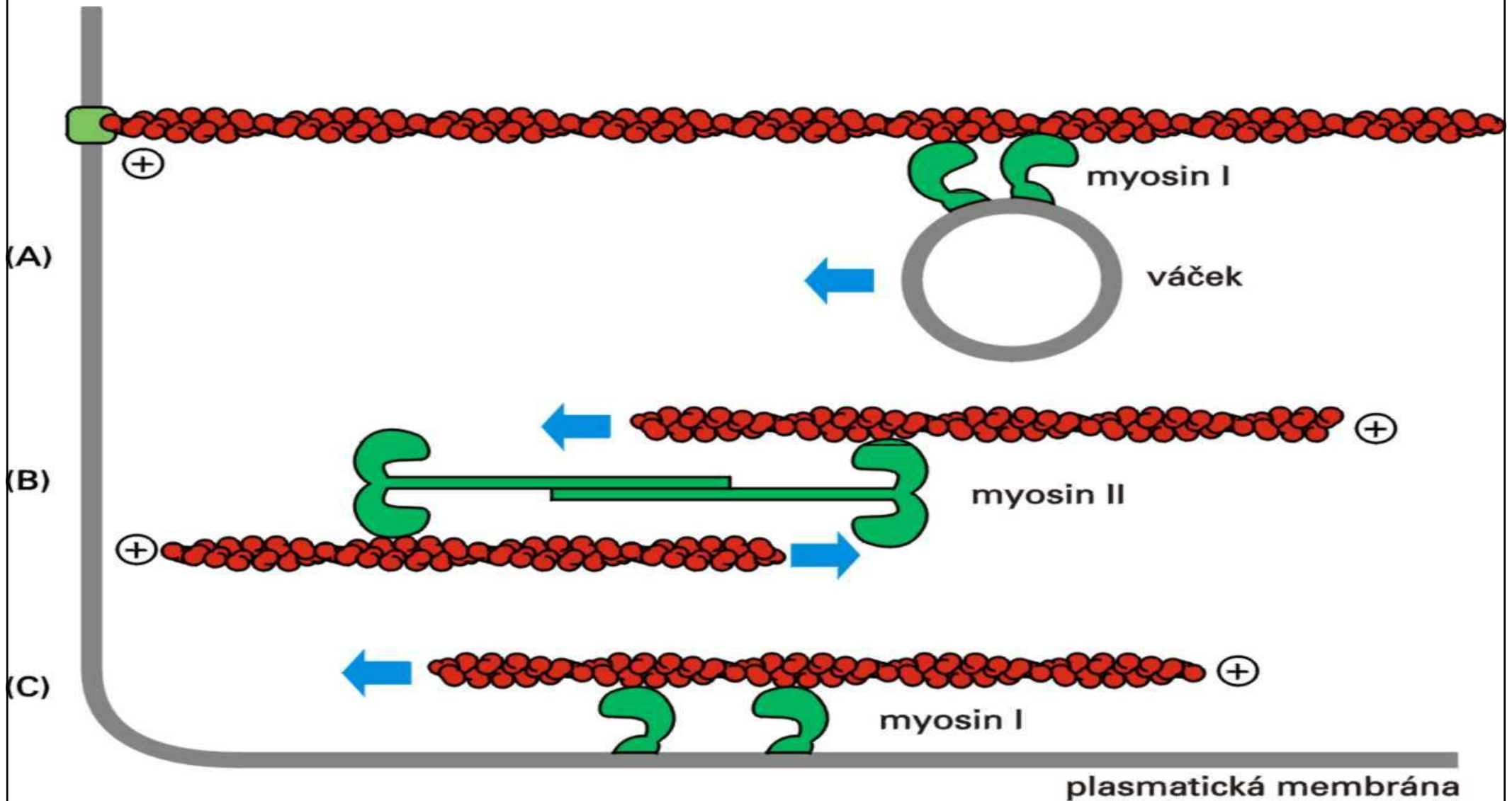


- Myosiny

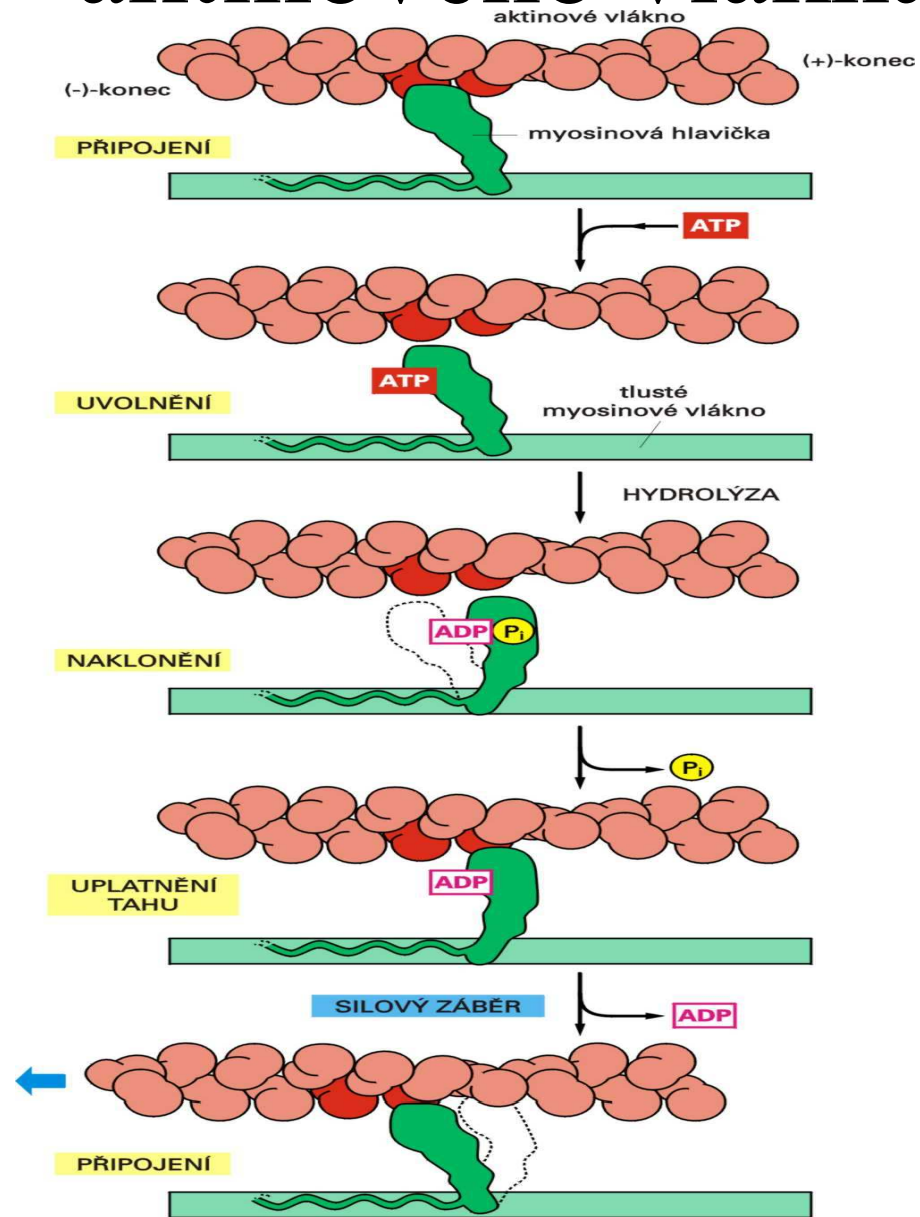




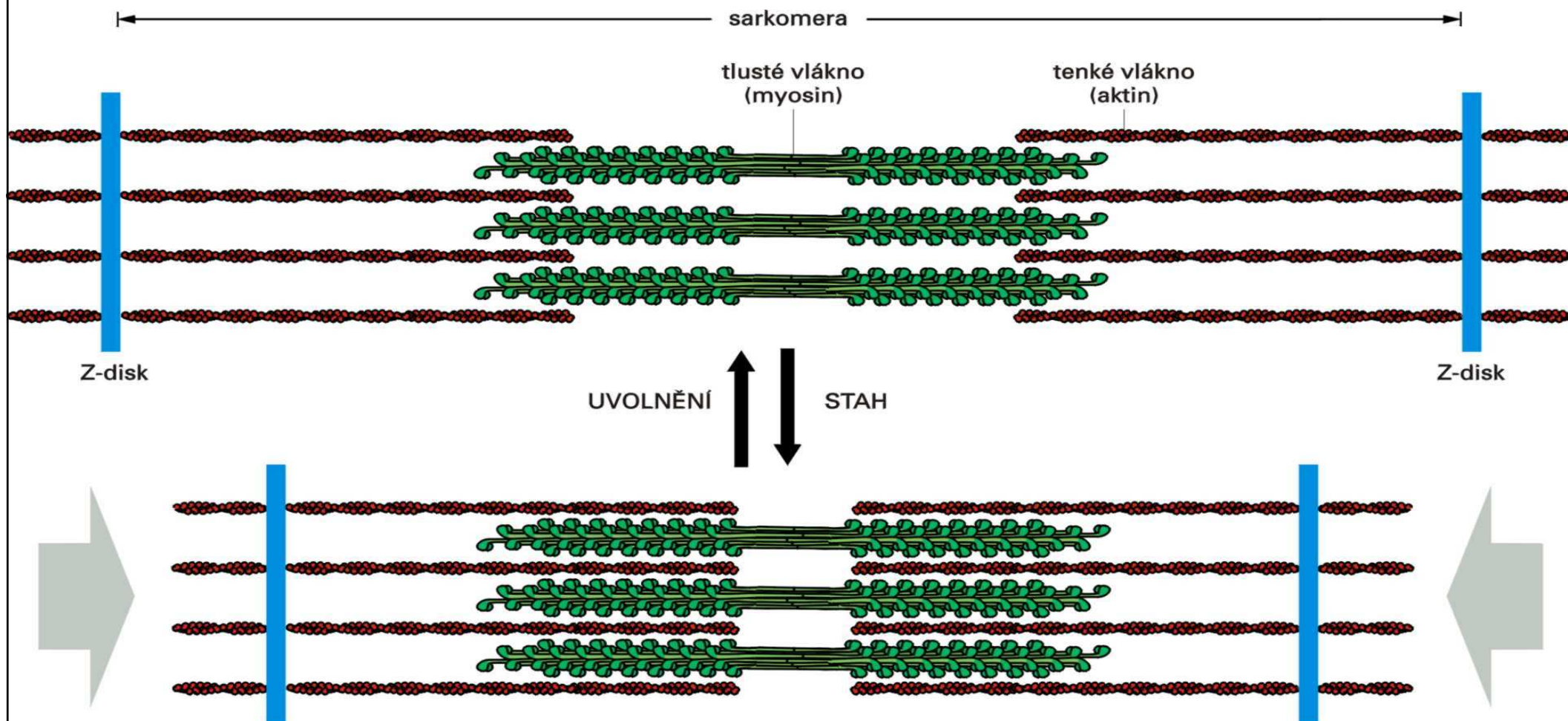
# Některé funkce myosinu I a myosinu II v eukaryontních buňkách



# „Kráčeni“ molekuly myosinu podél aktinového vlákna



# Vysvětlení svalového stahu





A number of **diseases** have been attributed to defects in transport along microtubules.

- ◆ Defects in protein subunits of **particles** (rafts) that carry cargo proteins to the tips of cilia & flagella lead to **polycystic kidney disease & retinal degeneration** in mammals.
  - A non-motile primary cilia in kidney epithelial cells fails to develop in this disease.
  - Development of retinal rod & cone photoreceptors from non-motile cilia is also impaired.

◆ **Kinesin defects:**

- Some **neurodegenerative diseases** are associated with defects in kinesin-mediated long distance transport of materials along microtubules.
- Some types of **cancer** are associated with abnormalities of kinesins involved in mitosis.
- **Ciliary and flagellar defects** can also arise from deficiency of kinesins involved in transport of cargo to the tips of cilia and flagella.

