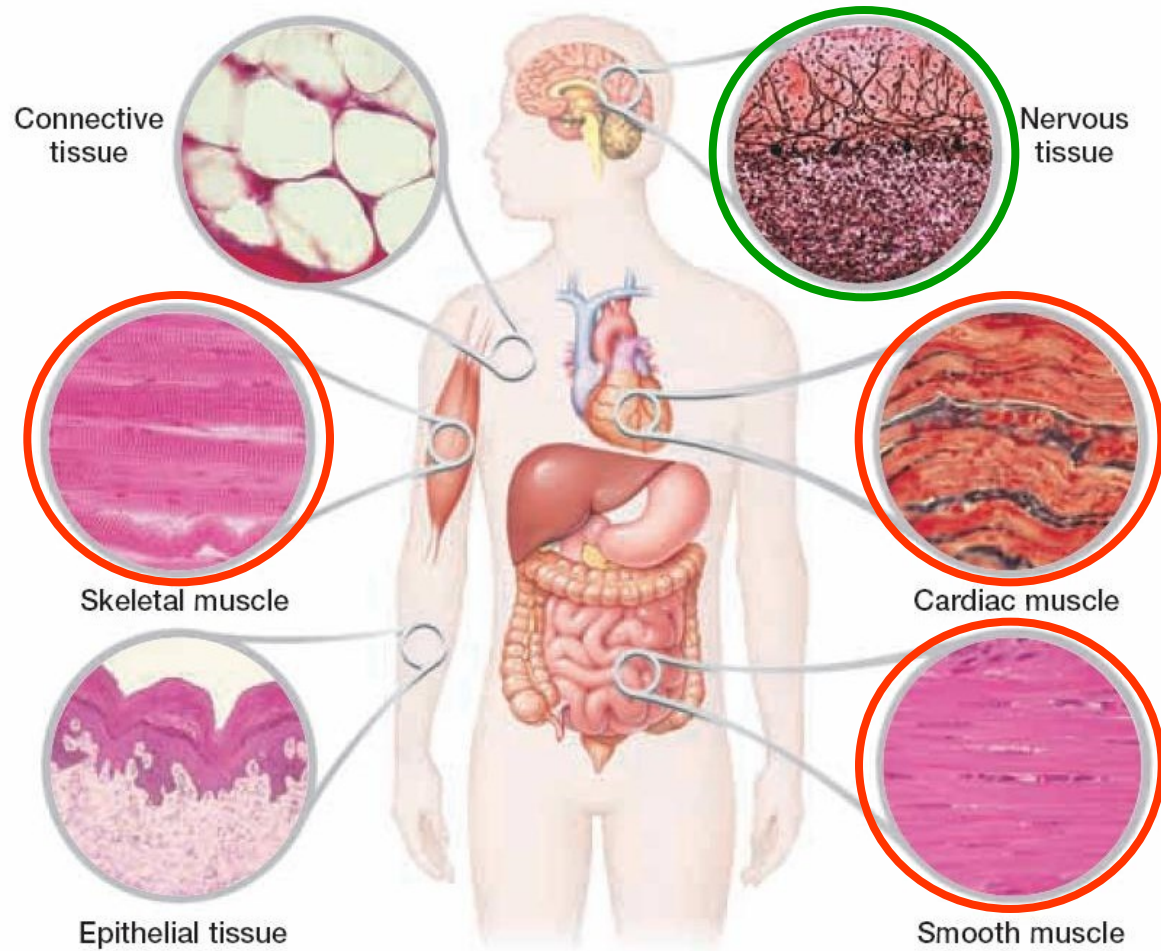


# Nervová a svalová tkáň



# Nervová tkáň

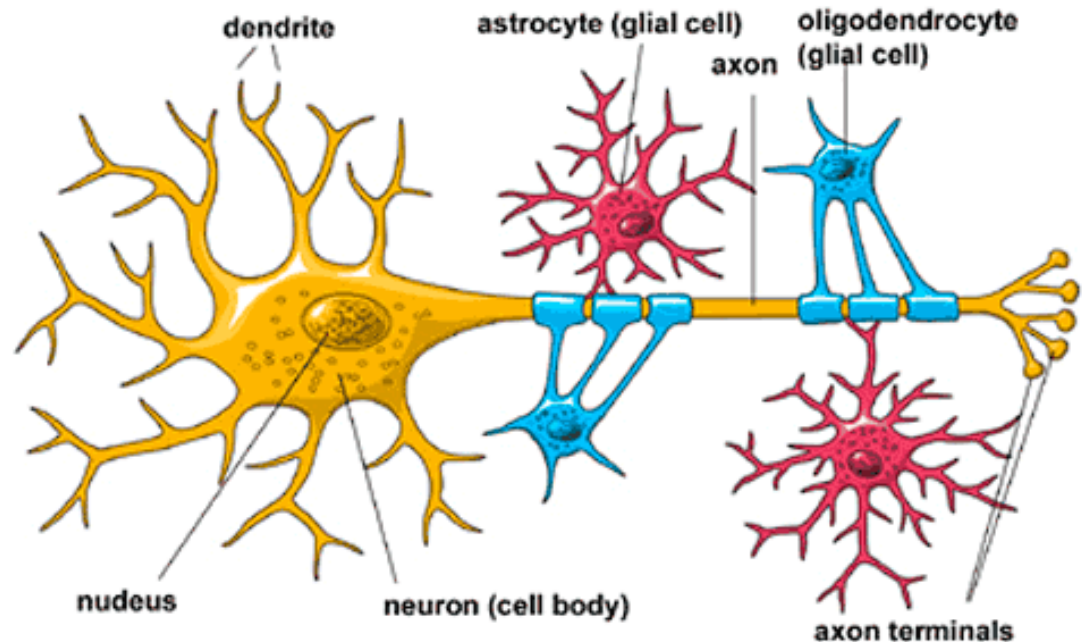
**Vlastnosti:** dráždivost (vznik AP) a vodivost (vedení vzruchu)

**Funkce:** řídicí funkce

- recepce změn
- rychlý převod informace do ústředí
- cílená a místně specifická odpověď

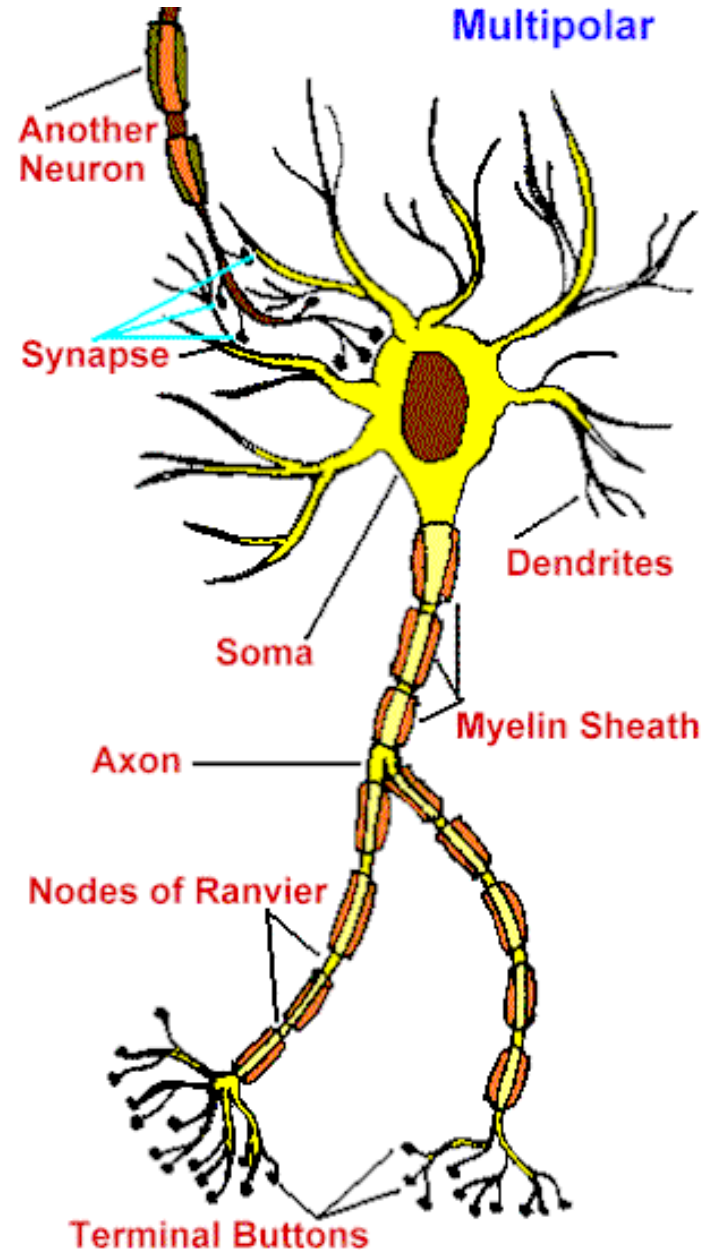
**Buňky:**

- neurony
- buňky podpůrné (glie)

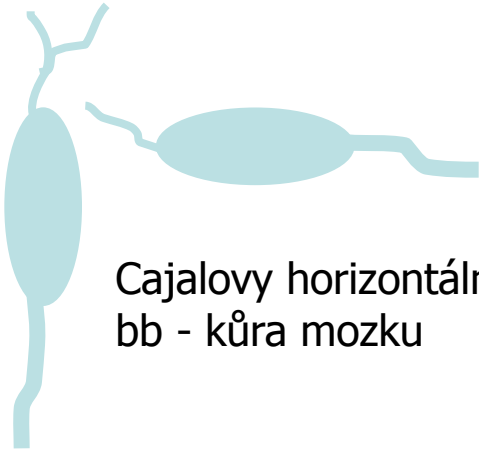


# Neuron

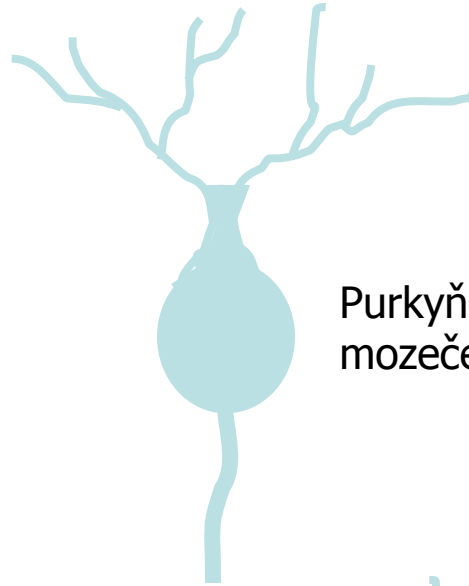
- **Perikaryon** /soma/ - tělo s jádrem, metabolické centrum
- **Dendrity** – výběžky příjem signálu
- **Axon** – vždy jeden  
- generování a vedení vzruchů



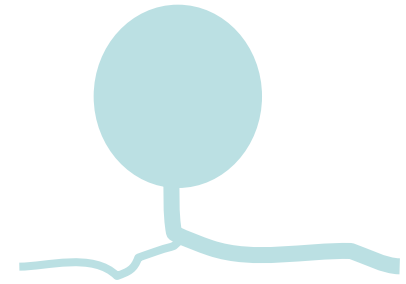
# Tvar perikarya



Cajalovy horizontální  
bb - kůra mozku



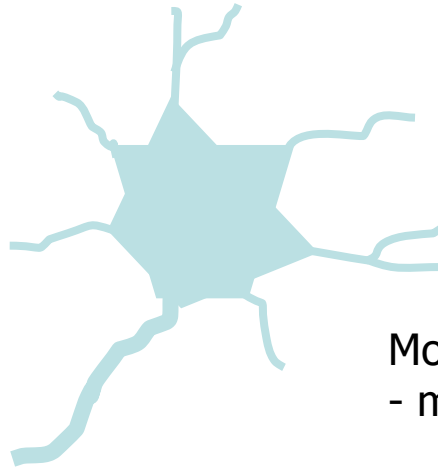
Purkyňovy bb  
mozeček



Neurony spinál.  
ganglií



Pyramidové bb  
- kůra mozku



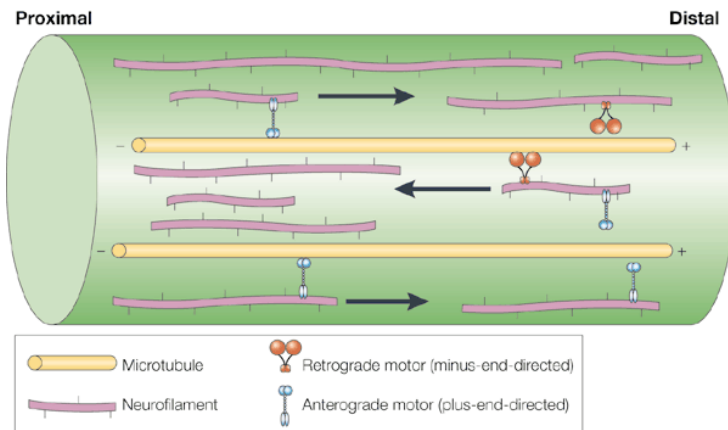
Motorické neurony  
- mícha

# Perikaryon

- Velikost 4 - 100  $\mu\text{m}$
- Jádro světlé, kompaktní jádérko
- Ribozomy a drsné endoplasmatické retikulum – Nisslova substance
- Lyzosomy- mohou obsahovat lipofuscin



www.shutterstock.com



Nature Reviews | Molecular Cell Biology

Fressinaud 2015

- Intermediární filamenta - **Neurofilamenta**
  - Mikrotubuly - **Neurotubuly**
- Agregací vznikají **Neurofibrily** – perikaryon i výběžky

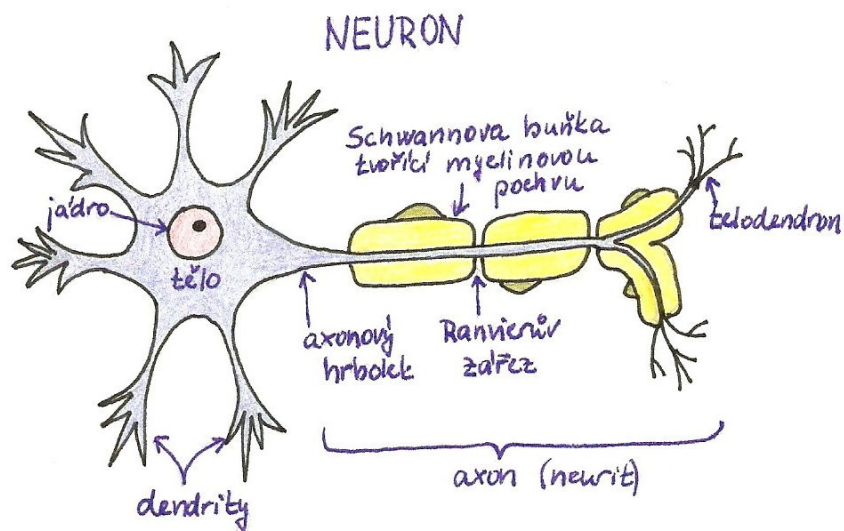
# Výběžky neuronu

**Dendrity** – bohaté rozvětvení – integrace signálů

- absence Golgiho komplexu
- dendritické ostny – výběžky v místě synapsí

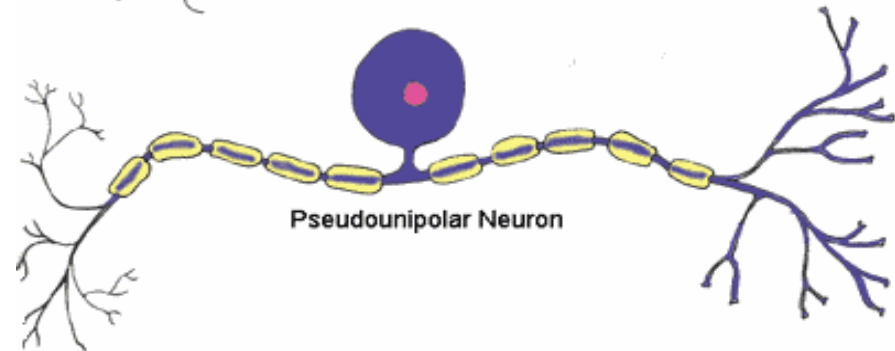
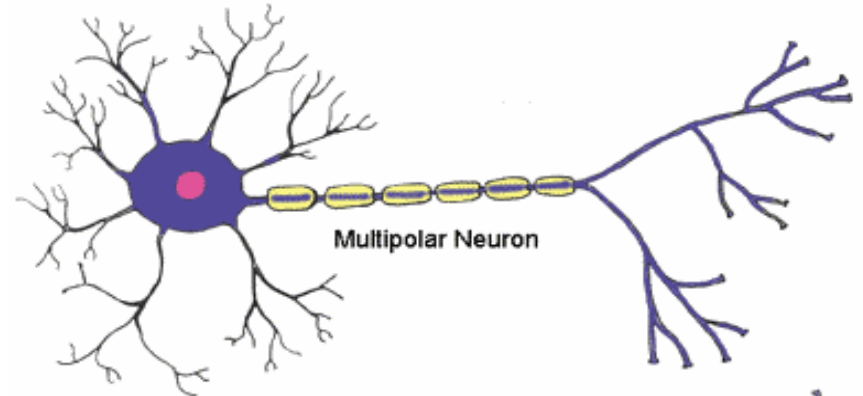
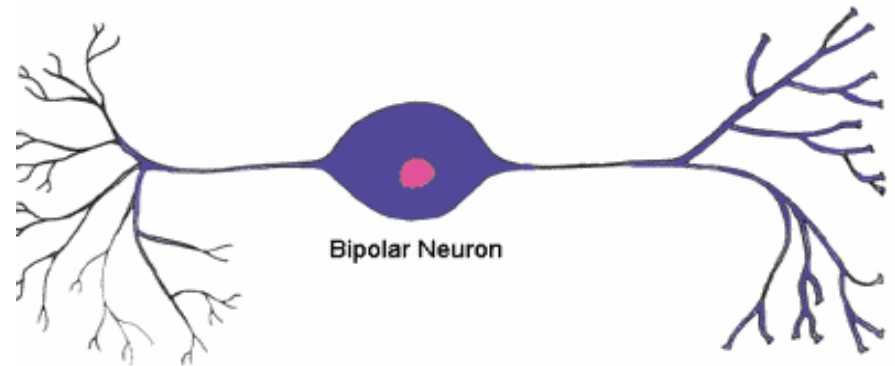
**Axony** (neurity) - bez Nisslovy substance

- Axolema, Axoplazma
- Axonový hrbol (odstupový konus)
- Iniciální segment (sčítání podnětů)
- Synaptická zakončení - terminální arborizace (telodendrie)  
(hojné mitochondrie, synaptické váčky)



# Klasifikace neuronů

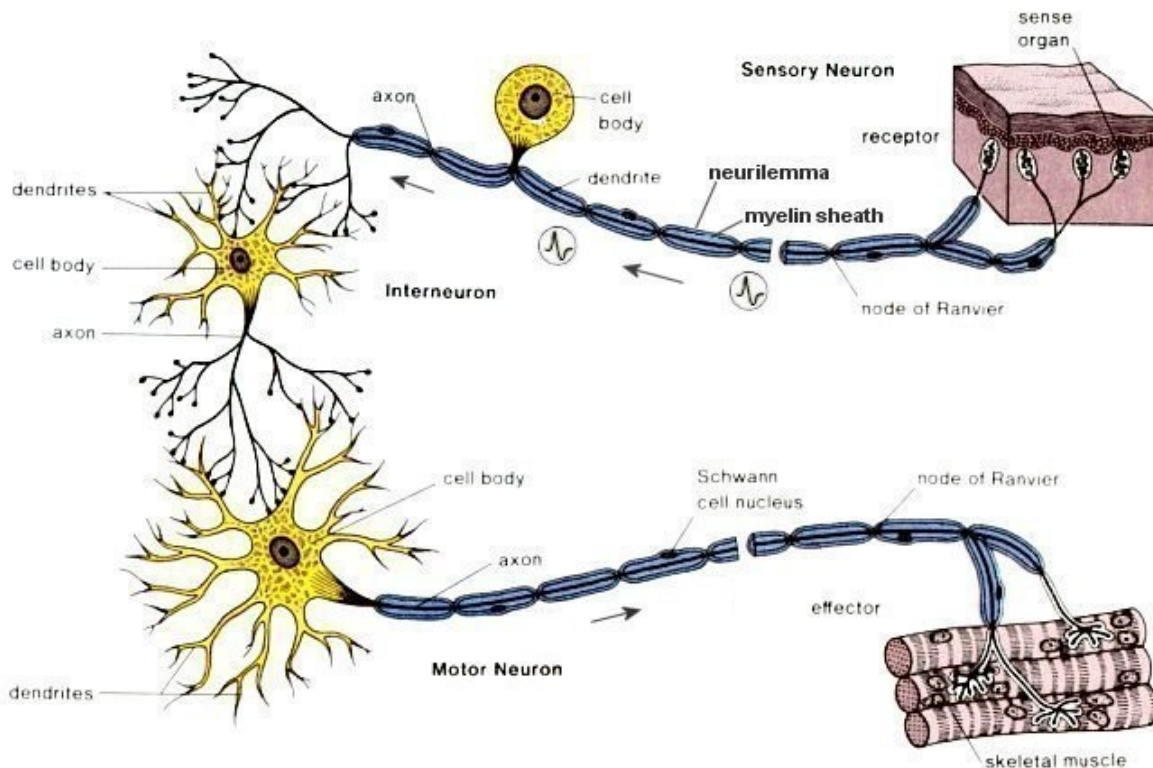
- podle **počtu výběžků**
  - unipolární
  - pseudounipolární
  - bipolární
  - multipolární
- podle **délky axonu**
  - Golgi typ I až 1 m
  - Golgi typ II s krátkým axonem



# Klasifikace neuronů

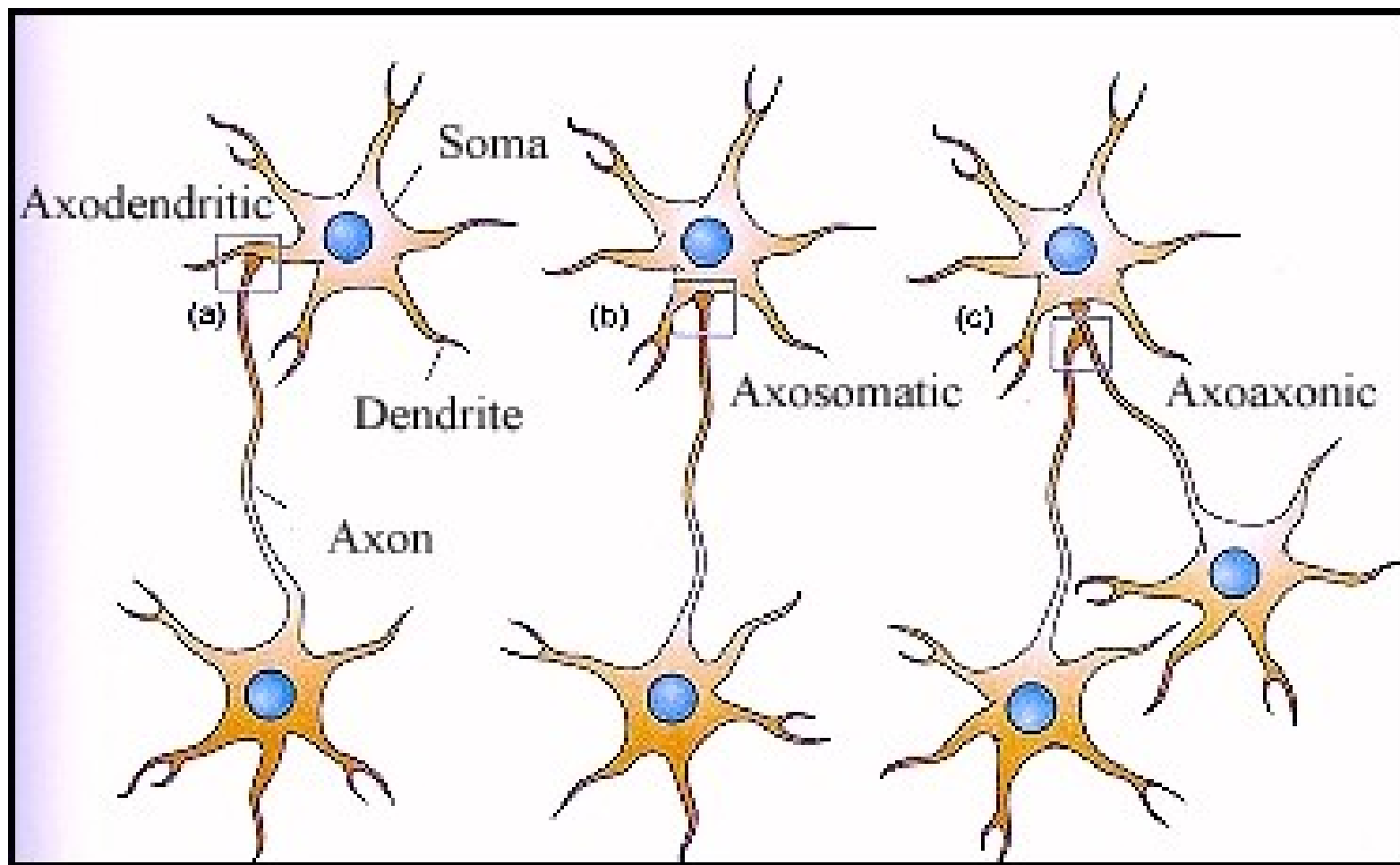
## podle funkce

- **sensitivní** (aferentní, centripetální) – somatosensitivní nebo viscerosensitivní
- **motorické** (eferentní, centrifugální) – vedou informace z CNS k efektorům (svaly, žlázy) - somatomotorické nebo visceromotorické
- **interneurony** (asociační) – představují asi 97% všech neuronů

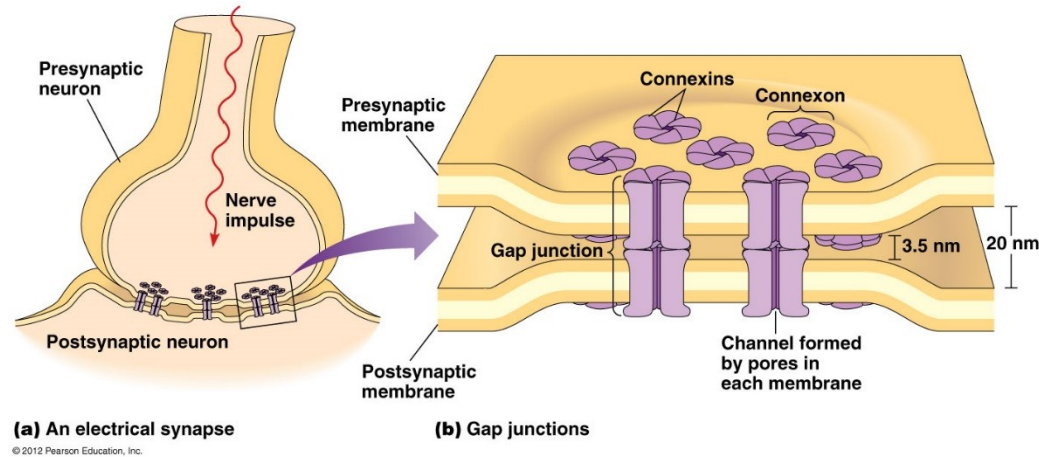




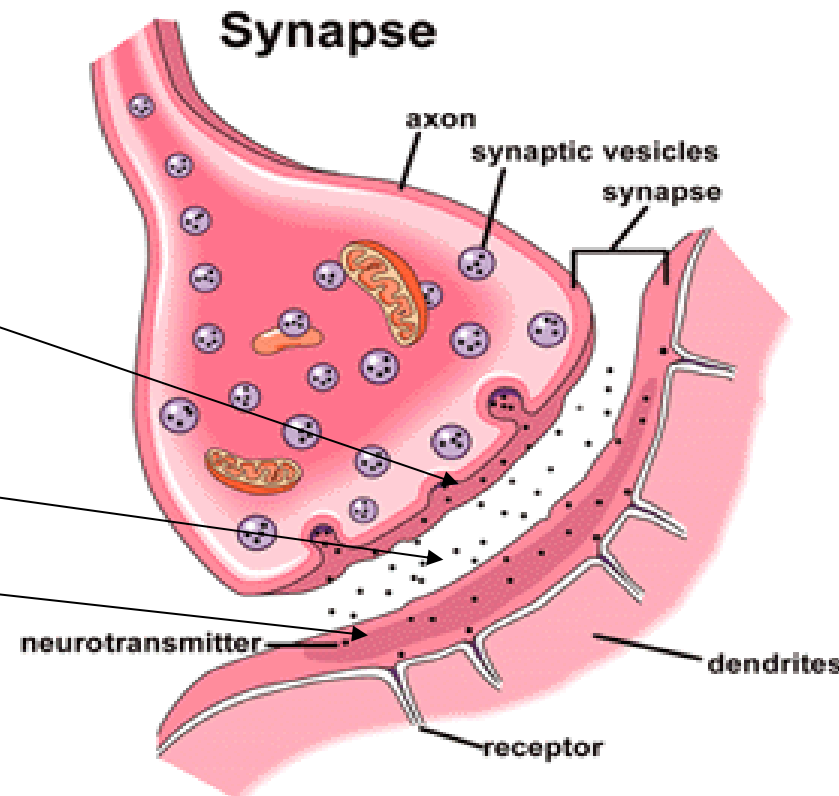
# Interneuronální synapse



# Synapse

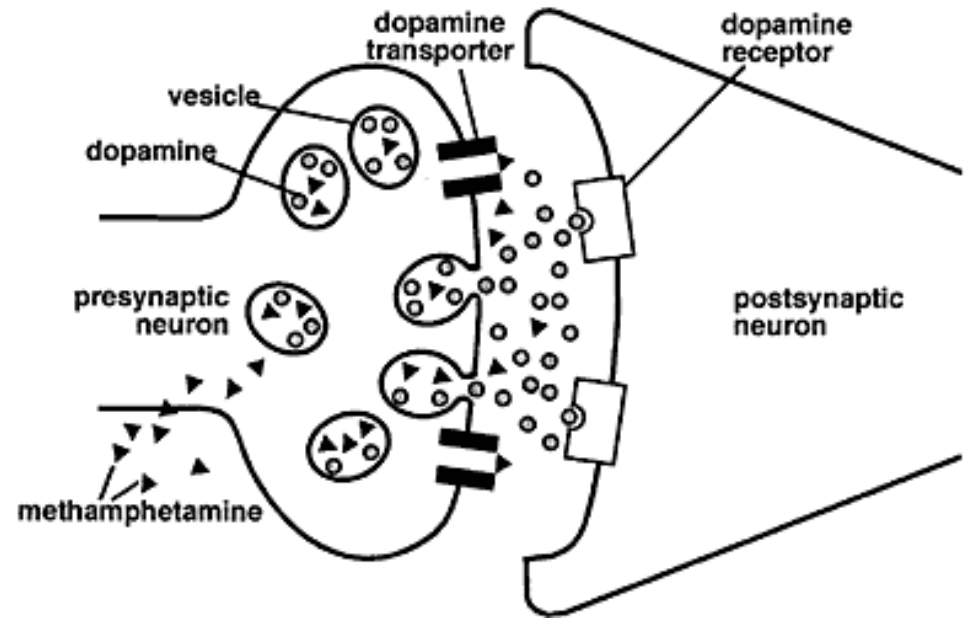


- pro převod vzruchu mezi dvěma neurony nebo neuronem a efektorovou b.,
- chemická nebo elektrická synapse (nexusy)
- úseky chem. synapse:
  - 1) presynaptické zakončení
    - váčky s mediátory
  - 2) synaptická štěrbina
  - 3) postsynaptická membrána(neuron, sval. b., žláznová b.)



## Synaptické váčky

- mediátory  
(Neurotransmitery):



-Acetylcholin – cholinergní synapse

-Katecholaminy (adrenalin, noradrenalin, dopamin)- aminergní

-Serotonin – serotoninergní

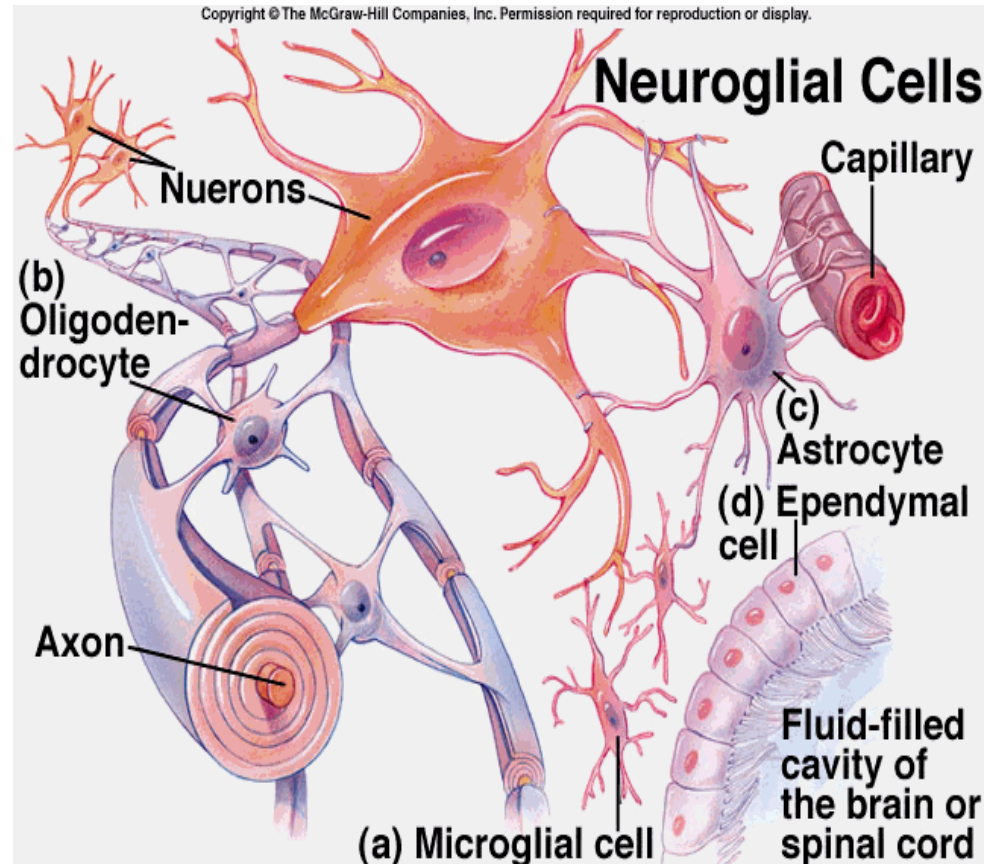
-GABA – gamaergní

-Glycin, glutamát, oxid dusnatý

-Peptidy (enkefaliny, endorfiny) – peptidergní synapse

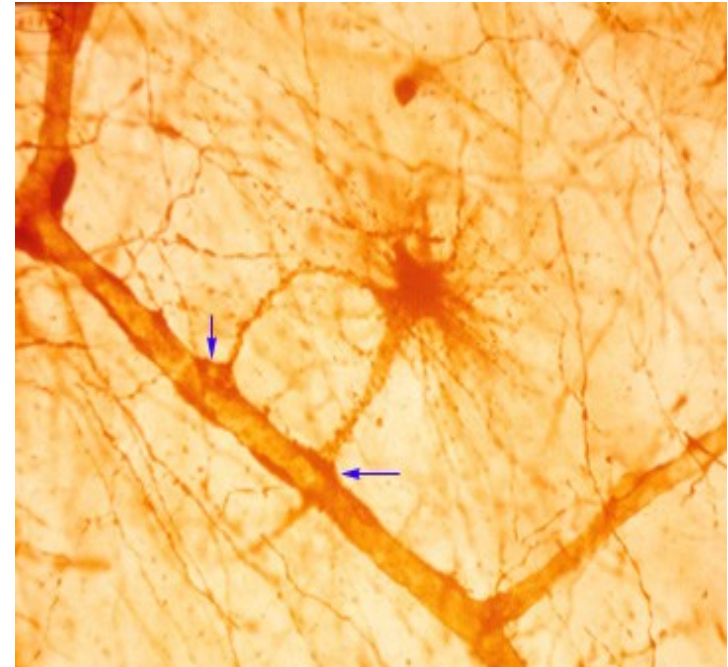
# Glie

- **Centrální**
  - Astrocyty plazmatické a vláknité /fibrilární/
  - Oligodendrocyty
  - Mikroglie (Hortegova)
  - Ependymové buňky
- **Periferní**
  - Schwannovy buňky
  - Plášťové buňky



# Astrocyty

- paprscitý vzhled, gliofilamenta (intermediární)
- bariéra:
  - membrana limitans gliae perivascularis
  - membrana limitans gliae superficialis
- vysoká schopnost regenerace



- **plazmatické** – kratší, silnější výběžky, hlavně v šedé hmotě
  - izolace, výměna látek mezi neurony a kapilárami
- **vláknité** – tenké, dlouhé výběžky, podpůrné
  - v šedé hmotě – rozbíhají se všemi směry
  - v bílé hmotě – svazečky

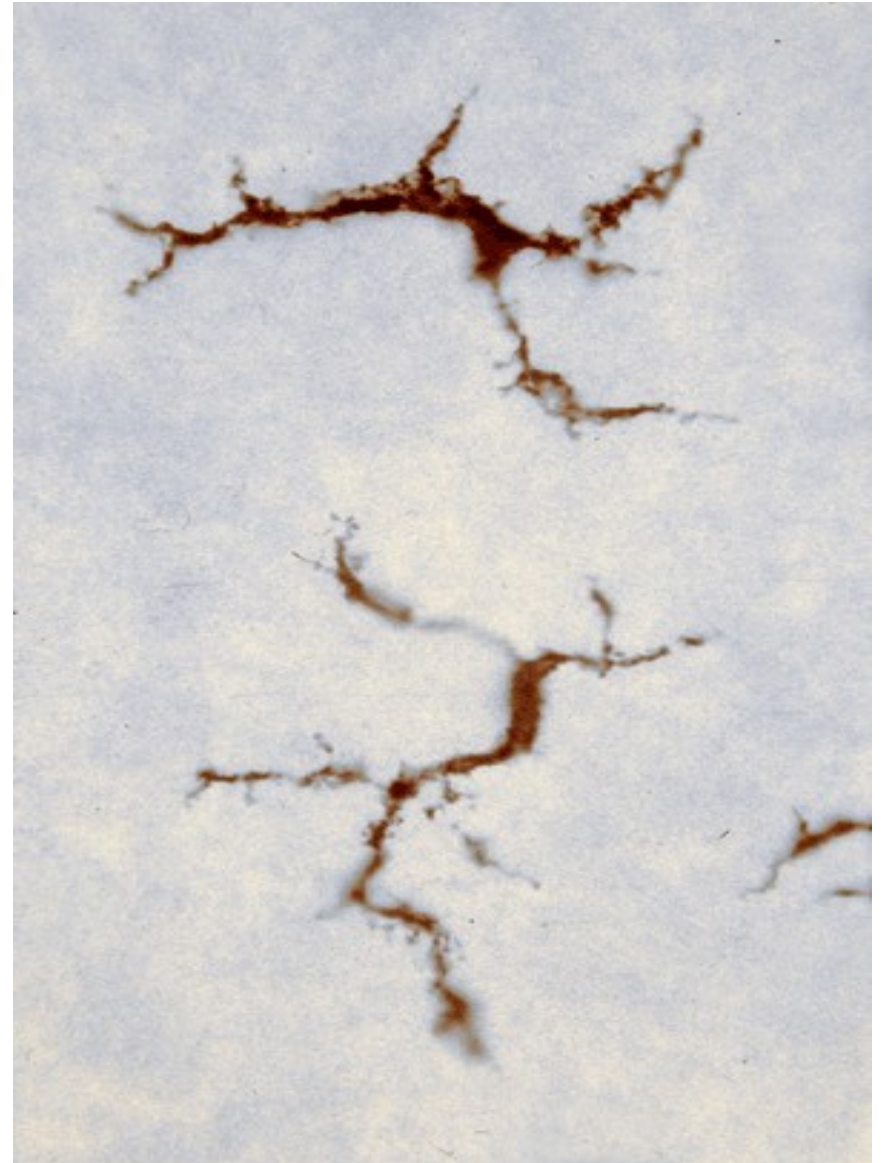
# Oligodendrocyty

- menší než astrocyty, hyperchromatická jádra
- hladké, málo větvené výběžky
- v šedé hmotě
  - izolují perikarya
- v bílé hmotě
  - tvorba myelinových pochev – na 1 oligodendrocyt připadá 3-50 axonů



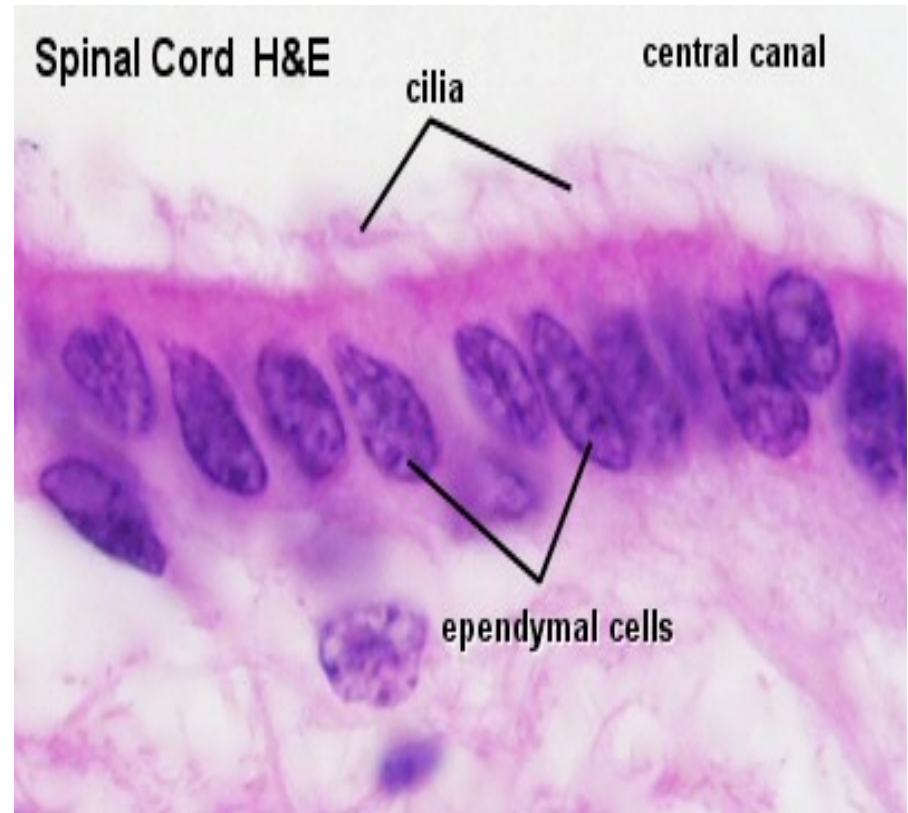
# Mikroglie

- nejmenší glie (Hortegova glie)– drobné, protáhlé buňky s tenkými krátkými, bohatě větvenými výběžky
- původ – mesenchym
- monocyto-makrofágový systém - schopnost fagocytózy
- hojněji v šedé hmotě než bílé, hlavně podél vlásečnic



# Ependymové buňky

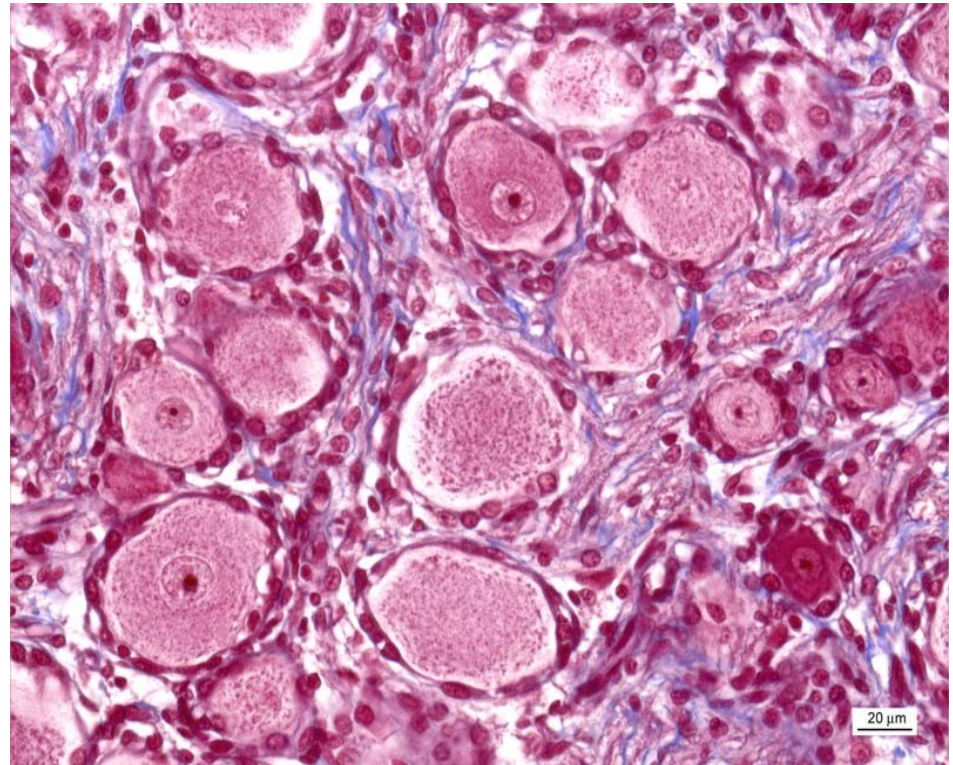
- připomínají 1-vrstevný epitel bez b.m.
  - apex – řasinky
  - baze – oploštělé nebo s výběžky = tanocyty (nasedají na kapiláry)
- vystylají centrální míšní kanál a mozkové dutiny





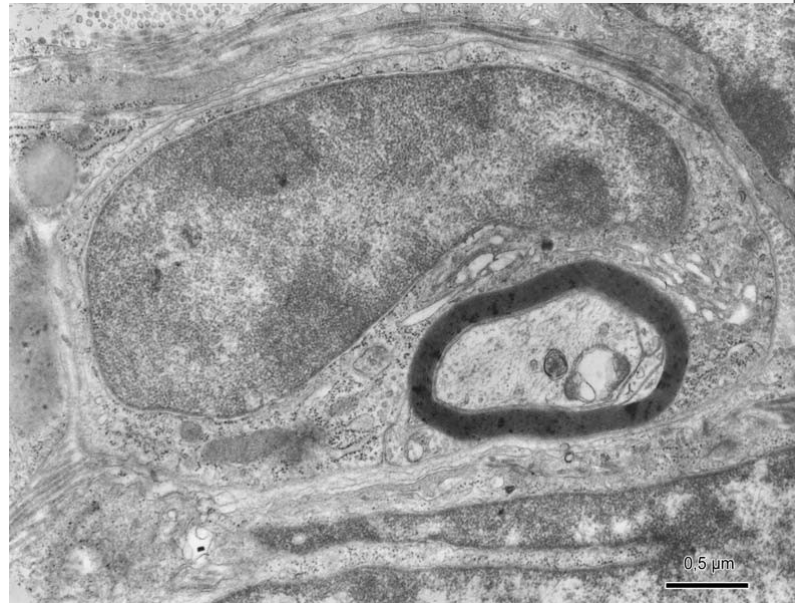
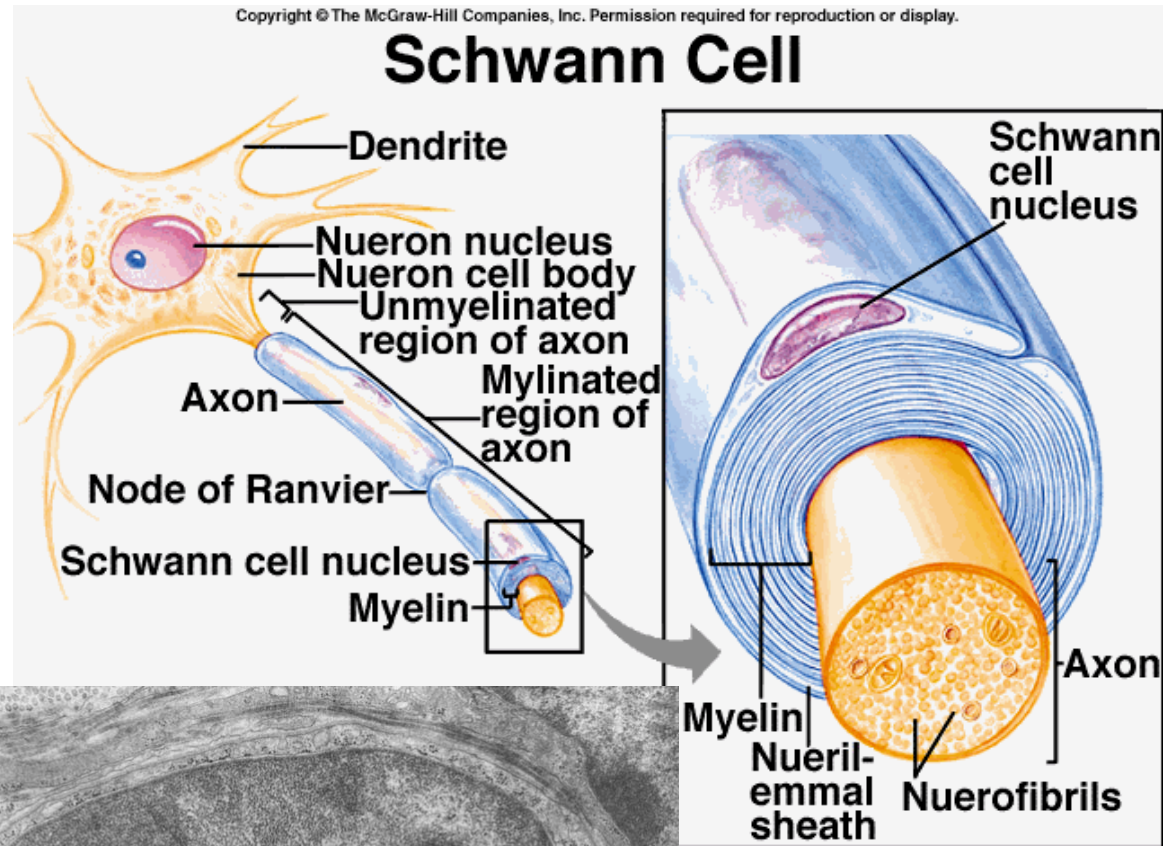
# Plášťové buňky

- v gangliích periferních nervů
- **satelitové** buňky /amficyty/ - ploché buňky
- oddělují perikarya neuronů od vaziva - obal /plášť/, transport látek mezi neurony a kapilárami



# Schwannovy buňky

- protáhlé, oploštělé buňky
- souvislý obal kolem axonů – neurilema
- tvoří myelinové pochvy



# Myelinizace

**Myelin** (lipoprotein) - vrstvy membrán buněk

Myelinizace v CNS

Oligodendrocyt - rotuje výběžek

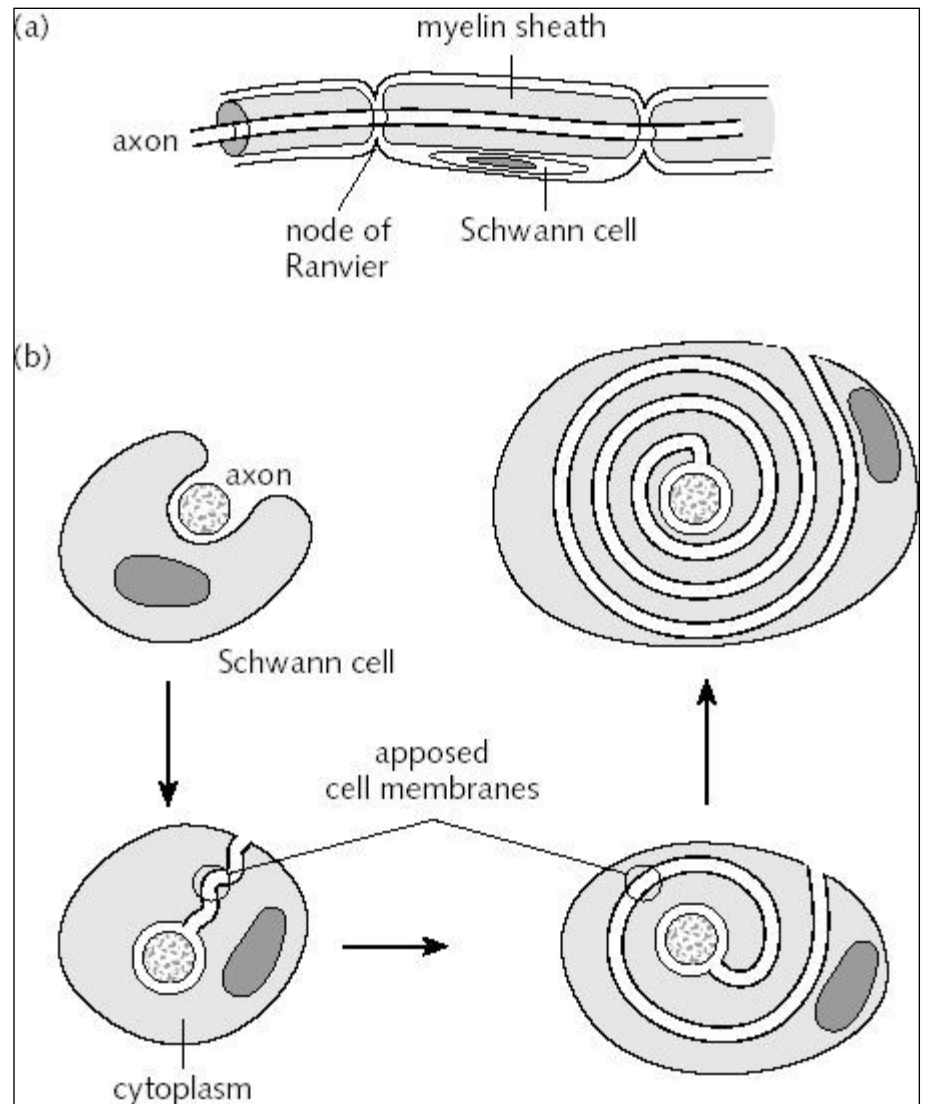
- jeden až pro 50 axonů

V PNS

Schwannova buňka

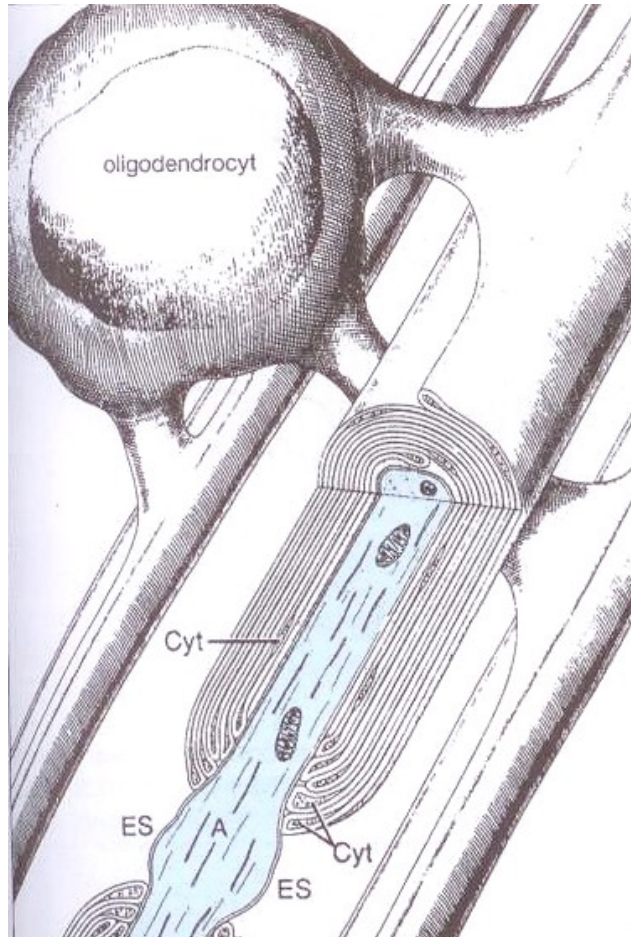
- vnoření axonů Schwannova pochva

- rotuje celá buňka → myelinová pochva

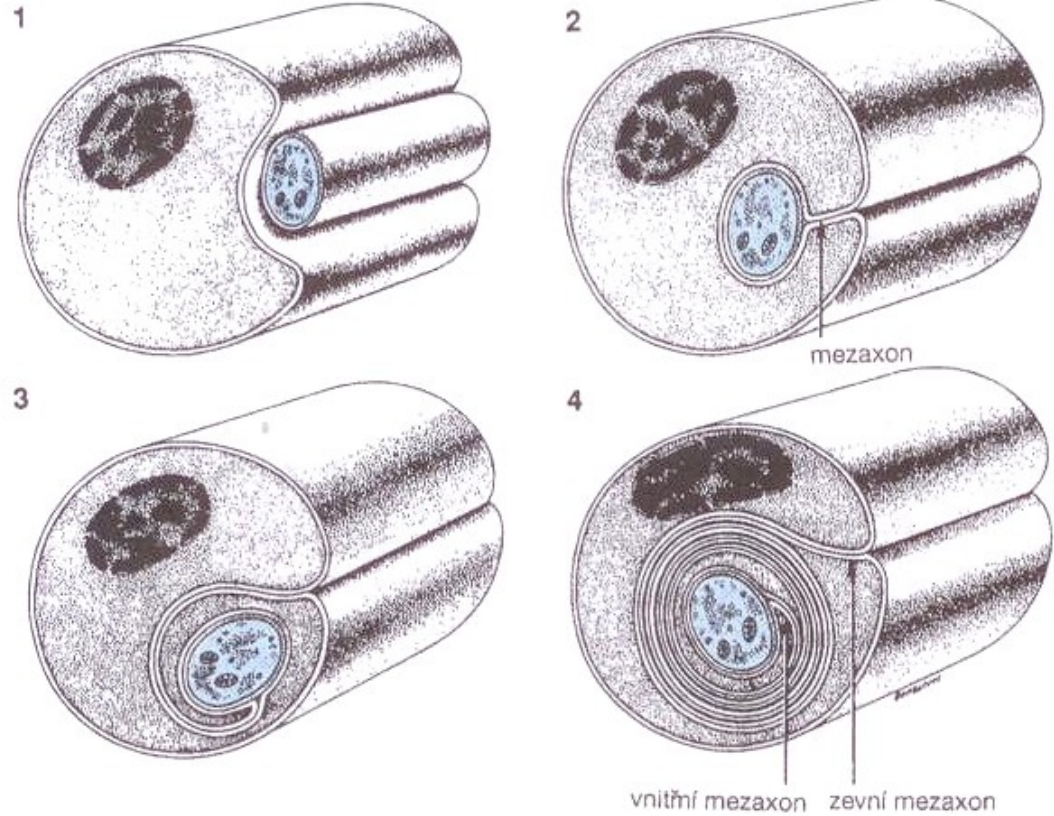


# Myelinizace

CNS

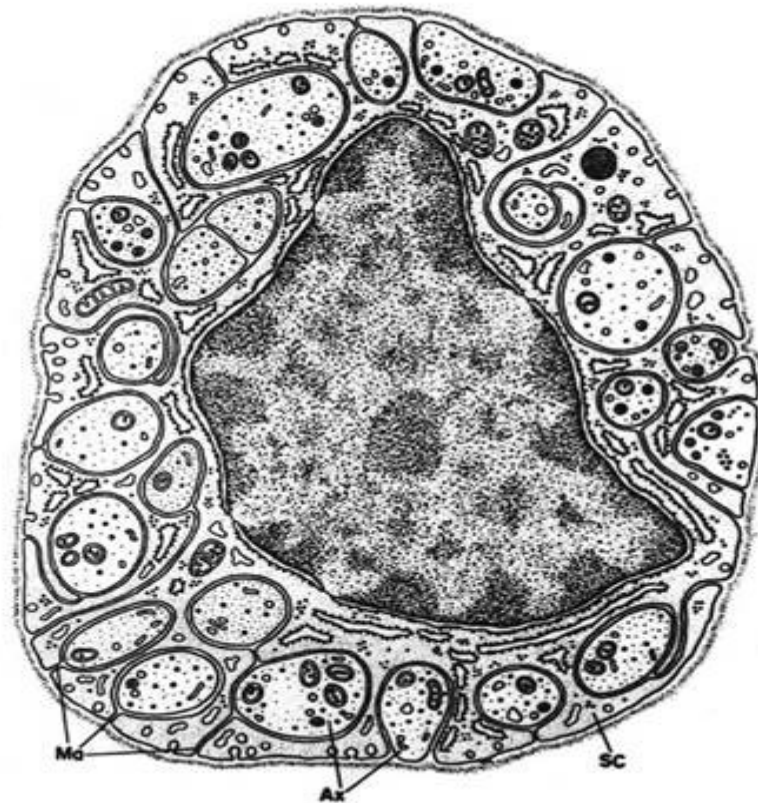


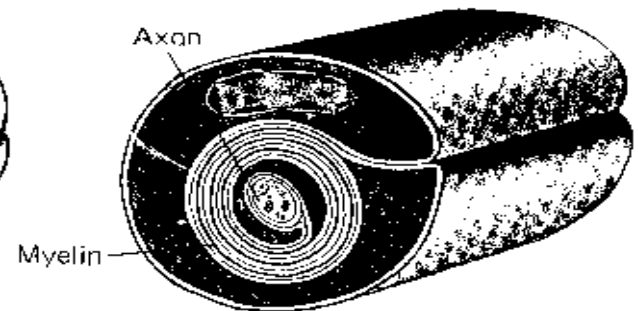
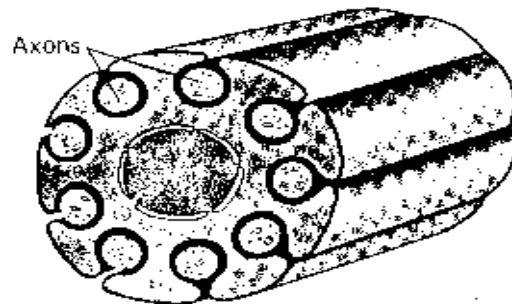
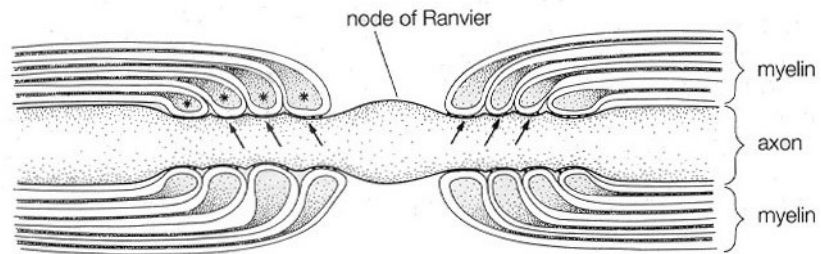
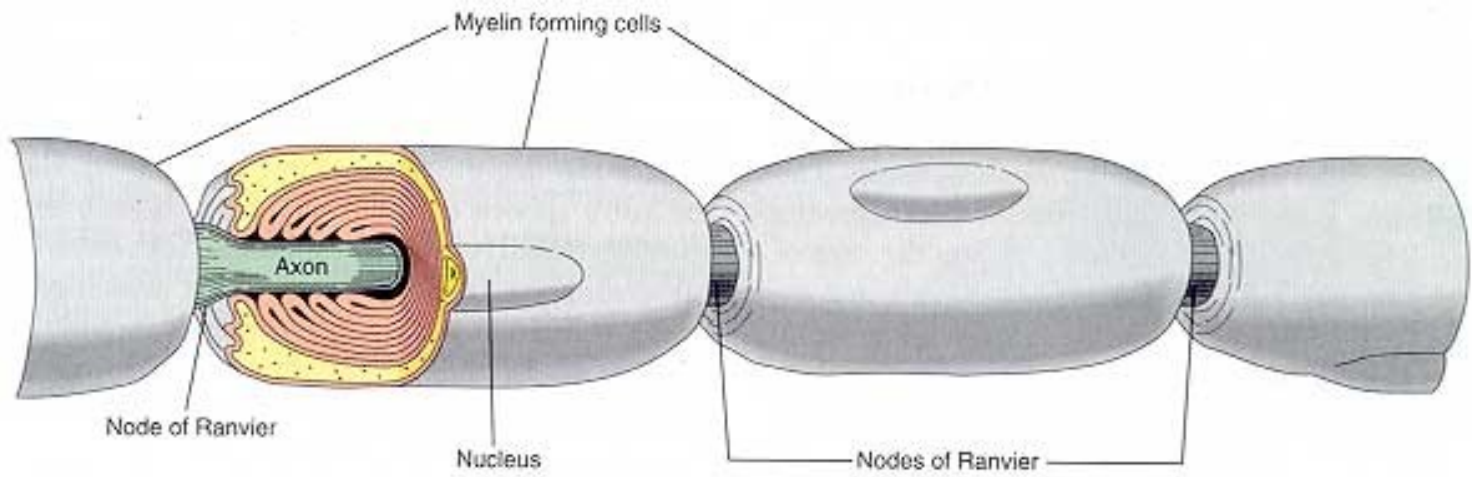
PNS



# Schwannova pochva

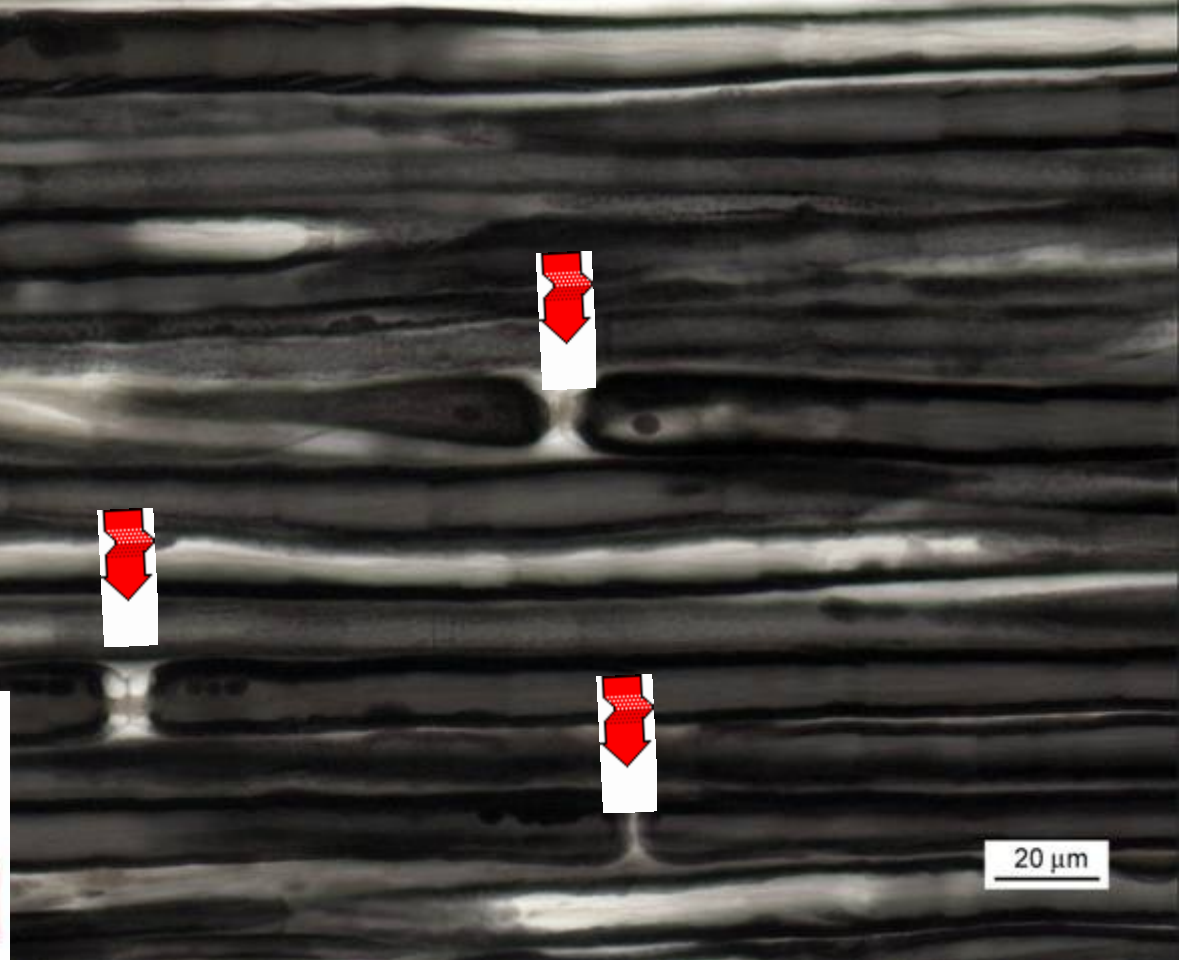
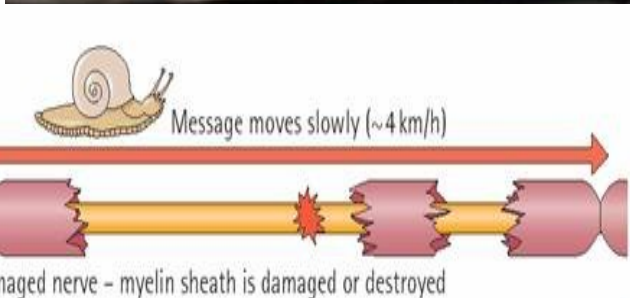
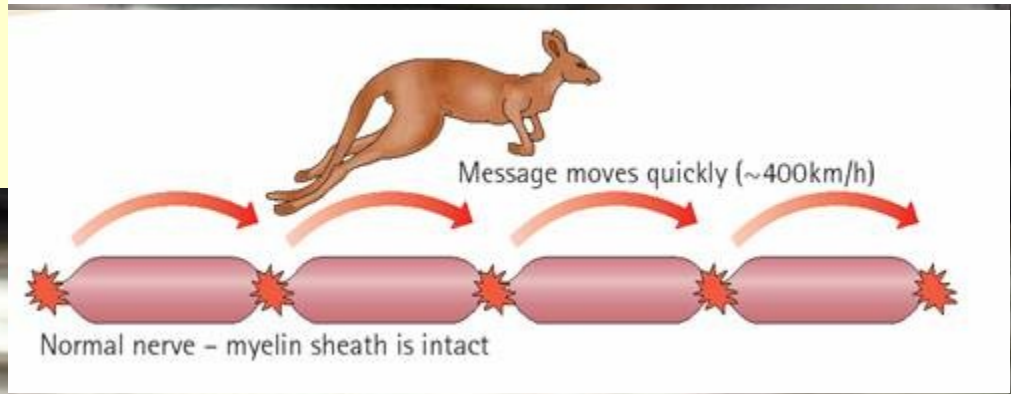
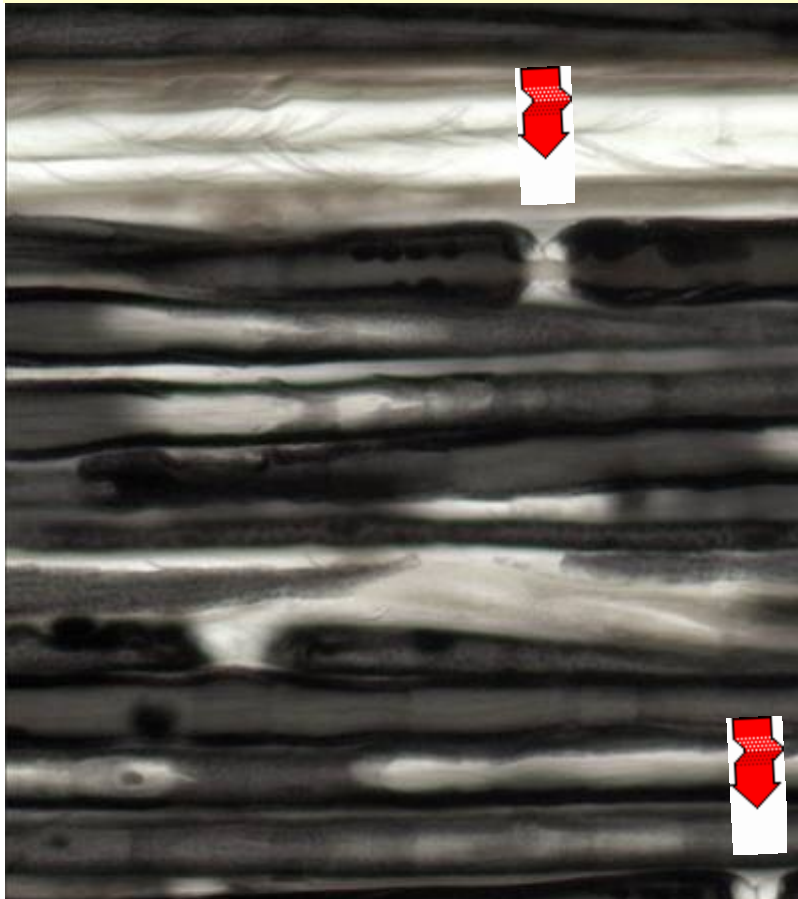
- vlákna bez myelininové pochvy – jen Schwannovy bb. kolem axonu





# Ranvierovy zářezy

- saltatorní vedení (skokem)



# CNS

## Hřbetní mícha

**Mozek** - Koncový mozek

- Mezimozek

- Mozkový kmen – střední mozek, Varolův most, prodloužená mícha

- Mozeček

## Histologie:

- Obaly – tvrdá plena, pavučnice, měkká plena

- Šedá hmota – perikarya neuronů, mikroglie, plazmatické astrocyty, kapiláry

- Bílá hmota – myelizované axony neuronů, oligodendrocyty, fibrilární astrocyty

- Komory, míšňní kanál – mozkomíšňní mok, vystlány ependymem

## Rozmístňění šedé a bílé hmoty:

Koncový mozek a mozeček – šedá hmota tvoří kůru a jádra

Mozkový kmen a hřbetňní mícha – bílá hmota na povrchu, šedá uvnitř



# PNS

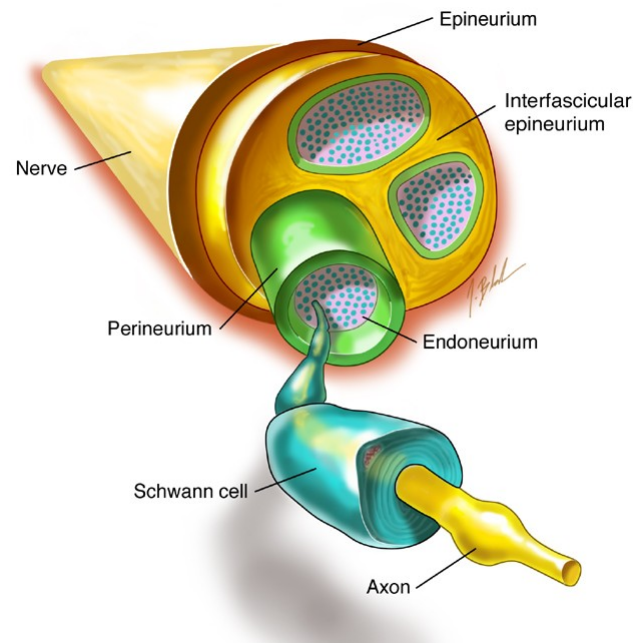
**Ganglia** – spinální, autonomní

– gangliové buňky (neurony), plášťové b. (glie), vazivo

**Periferní nervy** – výběžky neuronů spojené ve svazky (gangliových buněk, neuronů předních míšních rohů a sympatických či parasympatických neuronů),

- Schwannovy buňky

- vazivo – endoneurium, perineurium, epineurium



# Svalová tkáň

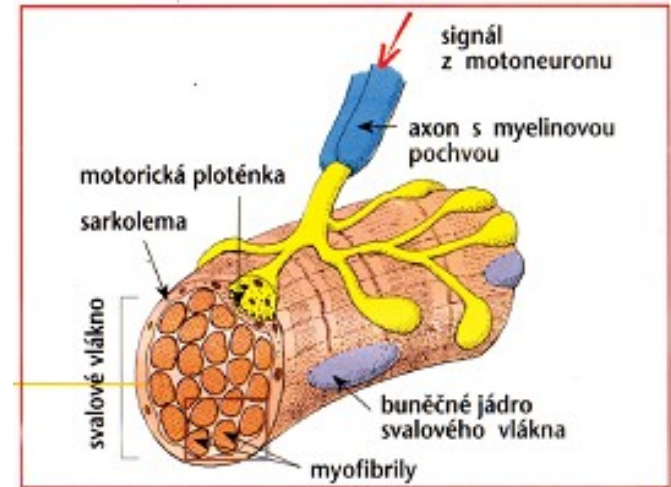
- Dráždivost
- Schopnost kontrakce

## Výskyt:

- Sval
- Součást stěny orgánů

## Význam:

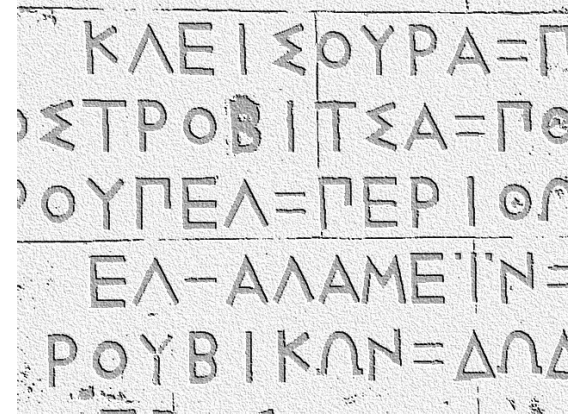
- Pohyb organismu nebo jeho částí
- Kontraktilita stěn orgánů (průsvit cév, peristaltika) atd.



# Terminologie

**mys/myos** (sval)

- myocyt (svalová buňka)

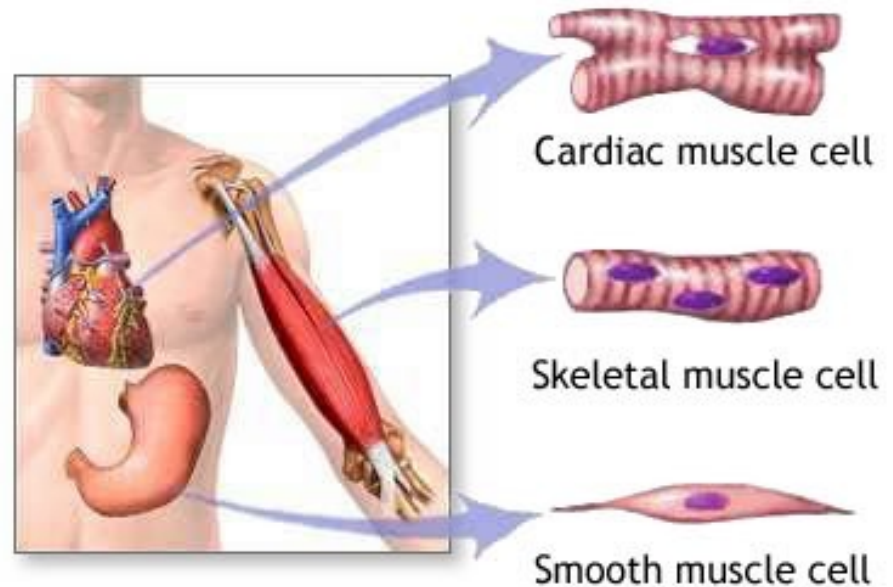


**sarx/sarkós** (maso)

- buněčná membrána = sarkolema
- cytoplazma = sarkoplazma
- hladké ER = sarkoplazmatické retikulum
- mitochondrie = sarkosom

## Typy svalové tkáně:

- Kosterní
- Srdeční
- Hladká



[www.nlm.nih.gov/medlineplus.htm](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus.htm)

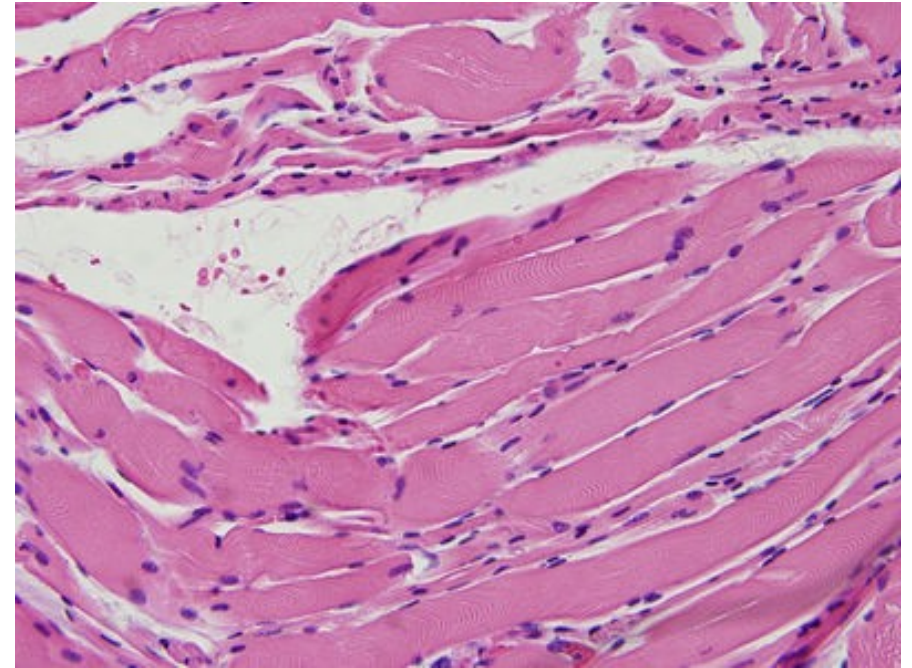
Kontraktilita - „kontraktilní“ proteiny (**aktin** a **myosin**) v buňkách

# Pamatuj!

Základní stavební a funkční jednotkou tkáně je **svalová buňka!**

- Svalové vlákno kosterní sv. - **rhabdomyocyt**
- Svalová buňka srdeční sv.- **kardiomyocyt**
- Svalová buňka hladké sv. - **leiomyocyt**

# Kosterní svalovina



## Rhabdomyocyt

- šířka 10-100  $\mu\text{m}$
- délka 1-15 cm
- Mnohojaderný (25-40/ mm)
- Sarkolema tvoří **T-tubuly**
- Sarkoplasma – myoglobin, **myofibrily**, organely, inkluze
- Sarkoplazmatické retikulum - zásoba  $\text{Ca}^{2+}$ 
  - sarkotubuly ústí do terminálních cisteren

**Triády** = 2 terminální cisterny probíhající společně s 1 T-tubulem

# Rhabdomyocyt = svalové vlákno

**Sval. vlákno** – morfol. a funkční jednotka koster. svalu  
(Ø 20 – 100 µm)

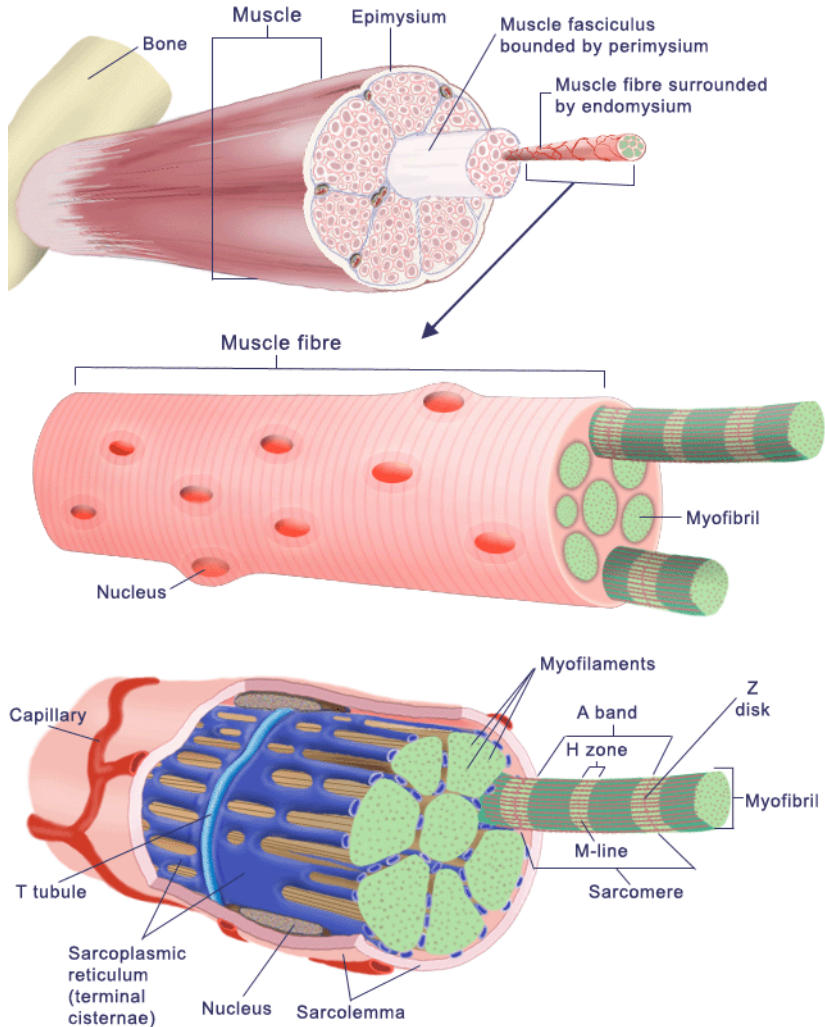
**Myofibrila** – strukturní složka sarkoplazmy (Ø 1 – 2 µm)

**Myofilamenta** – aktin (Ø 6 nm), myosin (Ø 15 nm)

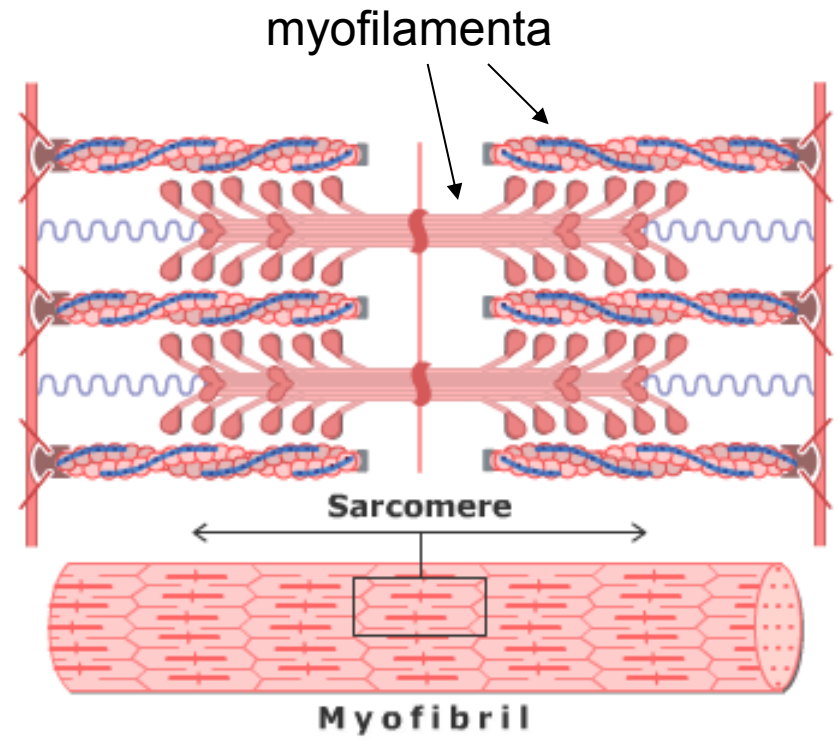
- uspořádané do sarkomer (několik v délce myofibrily)

- **Sarkomera** – nejmenší kontraktilní jednotka (2,5 - 4 µm)

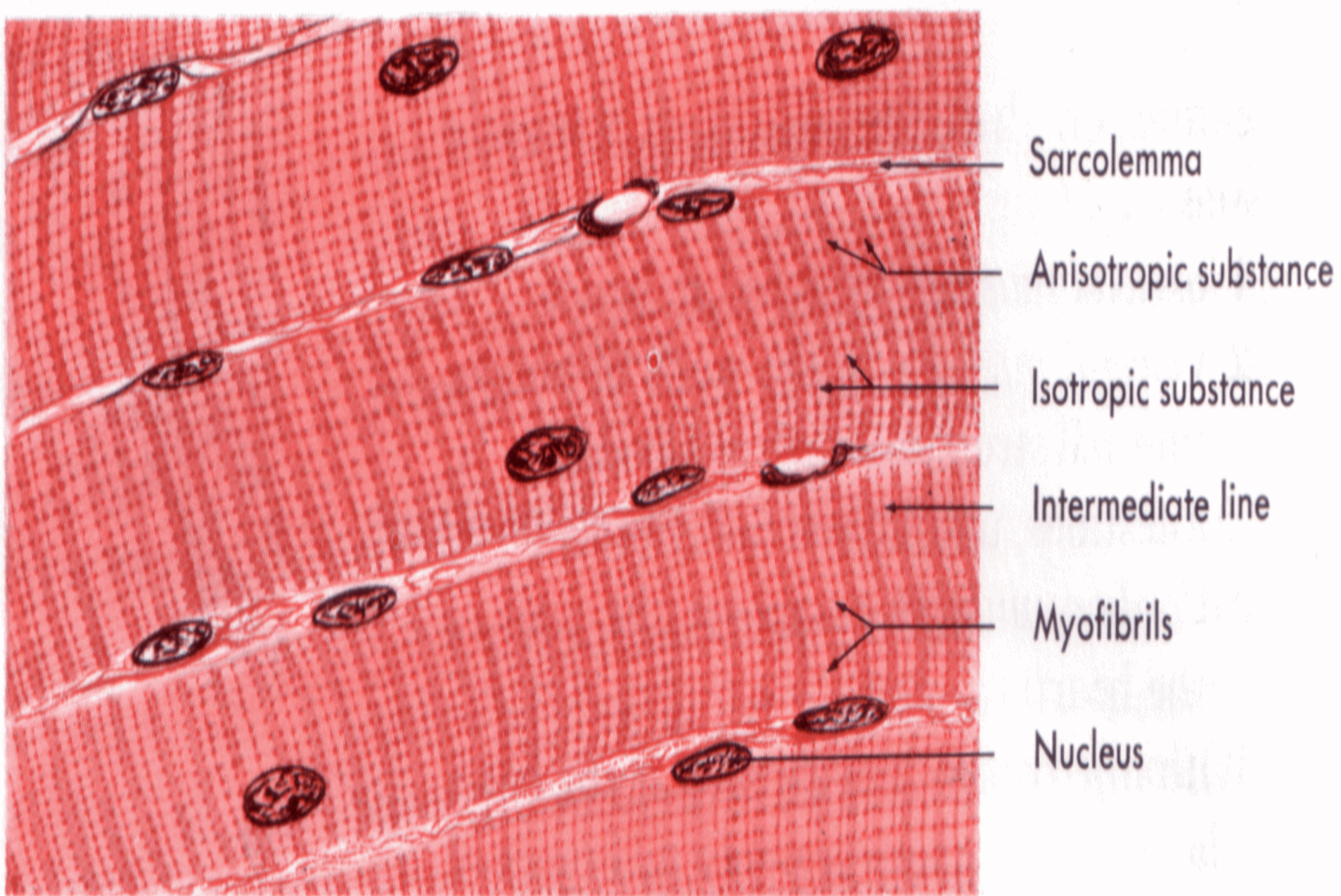
# rhabdomyocyt → myofibrily → myofilamenta



## sarkomera (funkční jednotka)







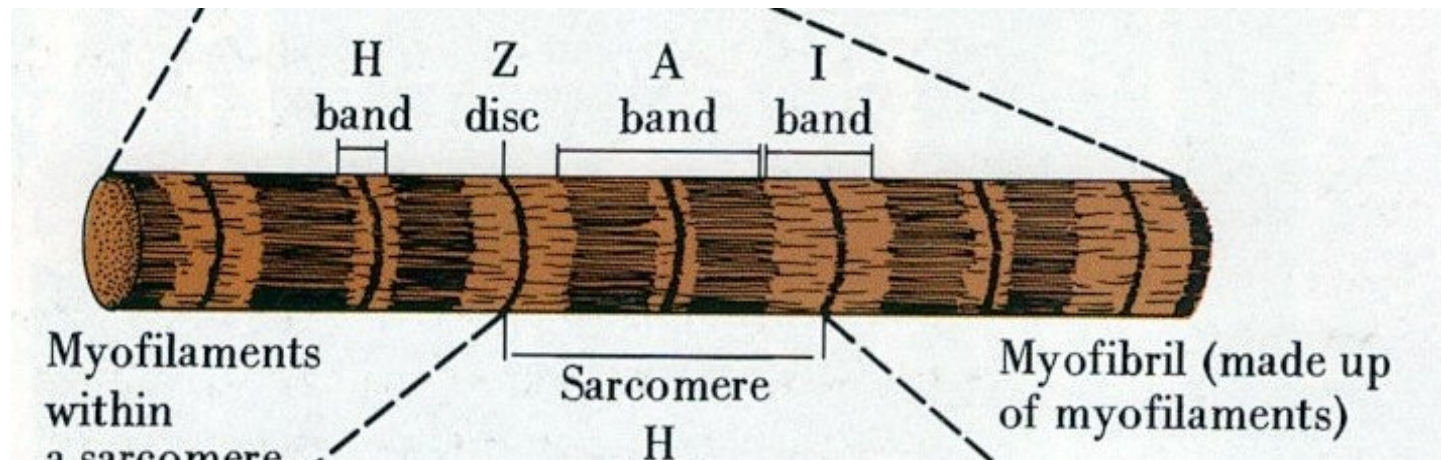
Skeletal or striated voluntary muscle tissue.

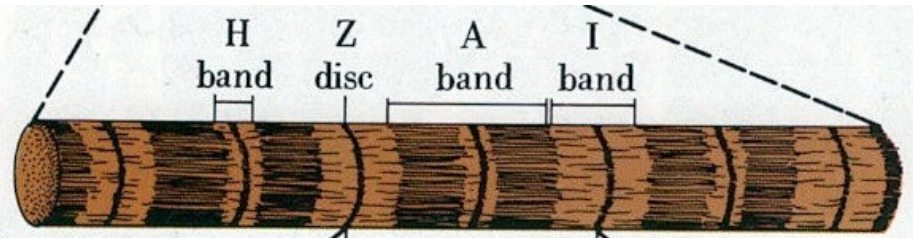
# Myofibrila

izotropní úseky (**I-proužky**) – světlé, Z-linie  
(telofragma)

anizotropní úseky (**A-proužky**) – tmavé, M-linie  
(mezofragma), H-proužek

**Sarkomera** – úsek mezi dvěma Z-liniemi

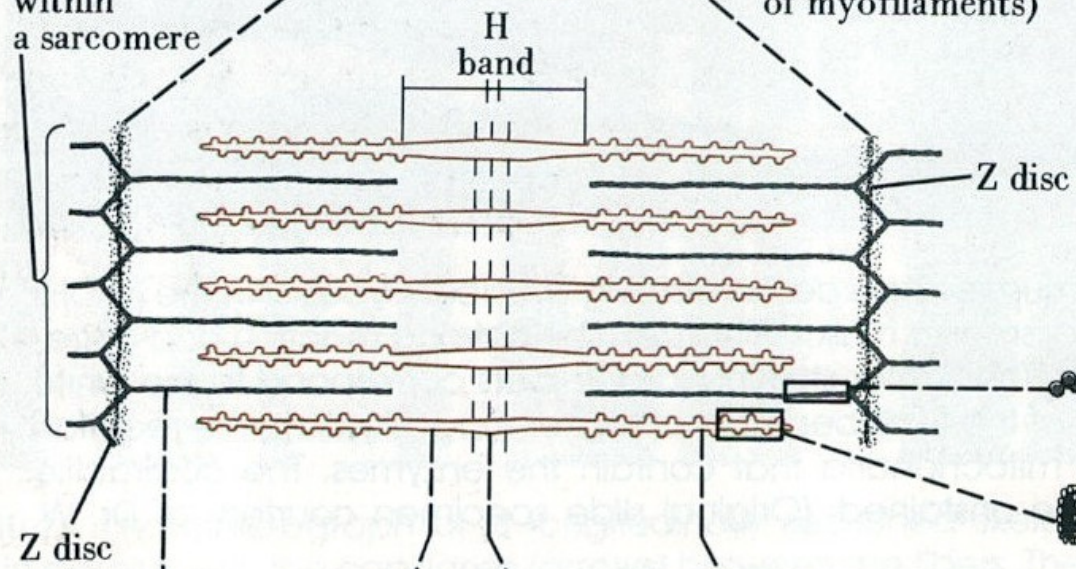




Myofilaments within a sarcomere

Sarcomere

Myofibril (made up of myofilaments)



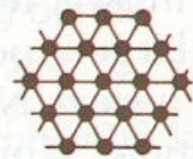
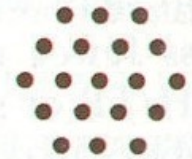
Z disc

①

②

③

④



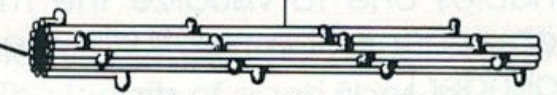
G-actin molecules



F-actin filament



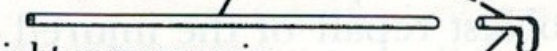
Myosin filament



Myosin



Light meromyosin



Heavy meromyosin (forms cross bridges)

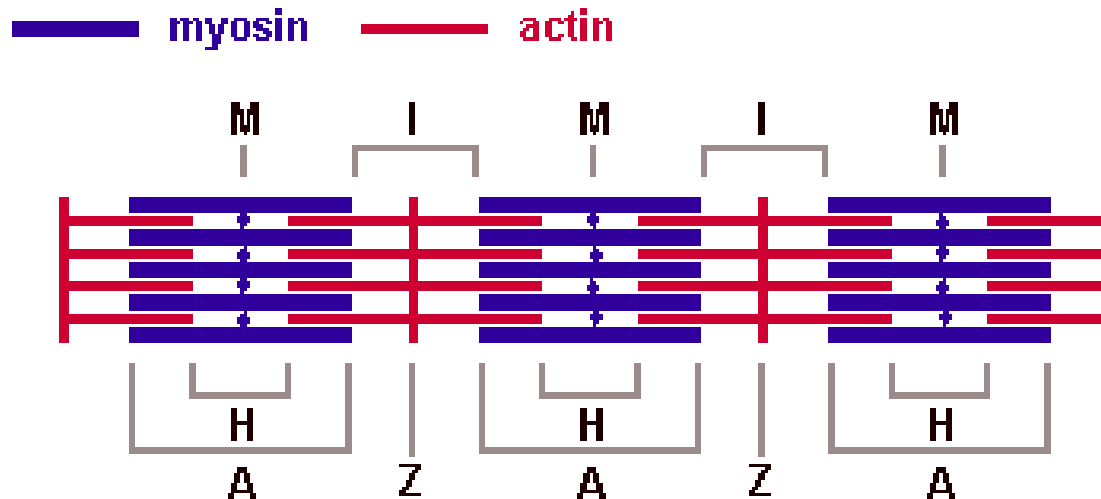


# Myofilamenta

**tlustá:** výlučně v rozsahu A-proužku, **myozin**, tloušťka 15 nm, délka 1,6–1,8  $\mu\text{m}$

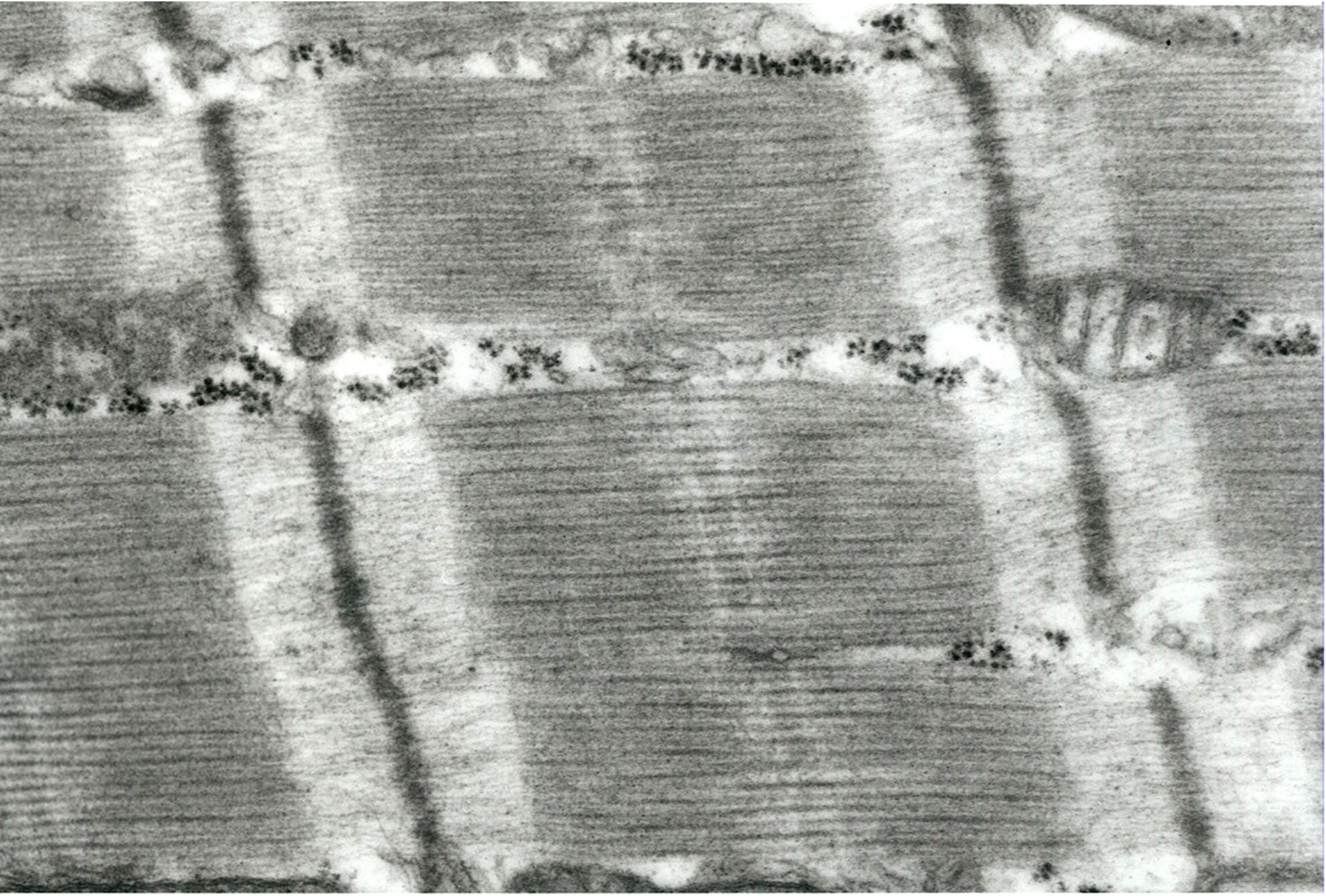
**tenká:** v rozsahu I-proužku (zasahují i do anizotropních úseků), **F-aktin a regulační proteiny**, tloušťka 6-7 nm, délka 1,5  $\mu\text{m}$

zkrácení myofibril při svalovém stahu se děje na principu posuvného mechanismu

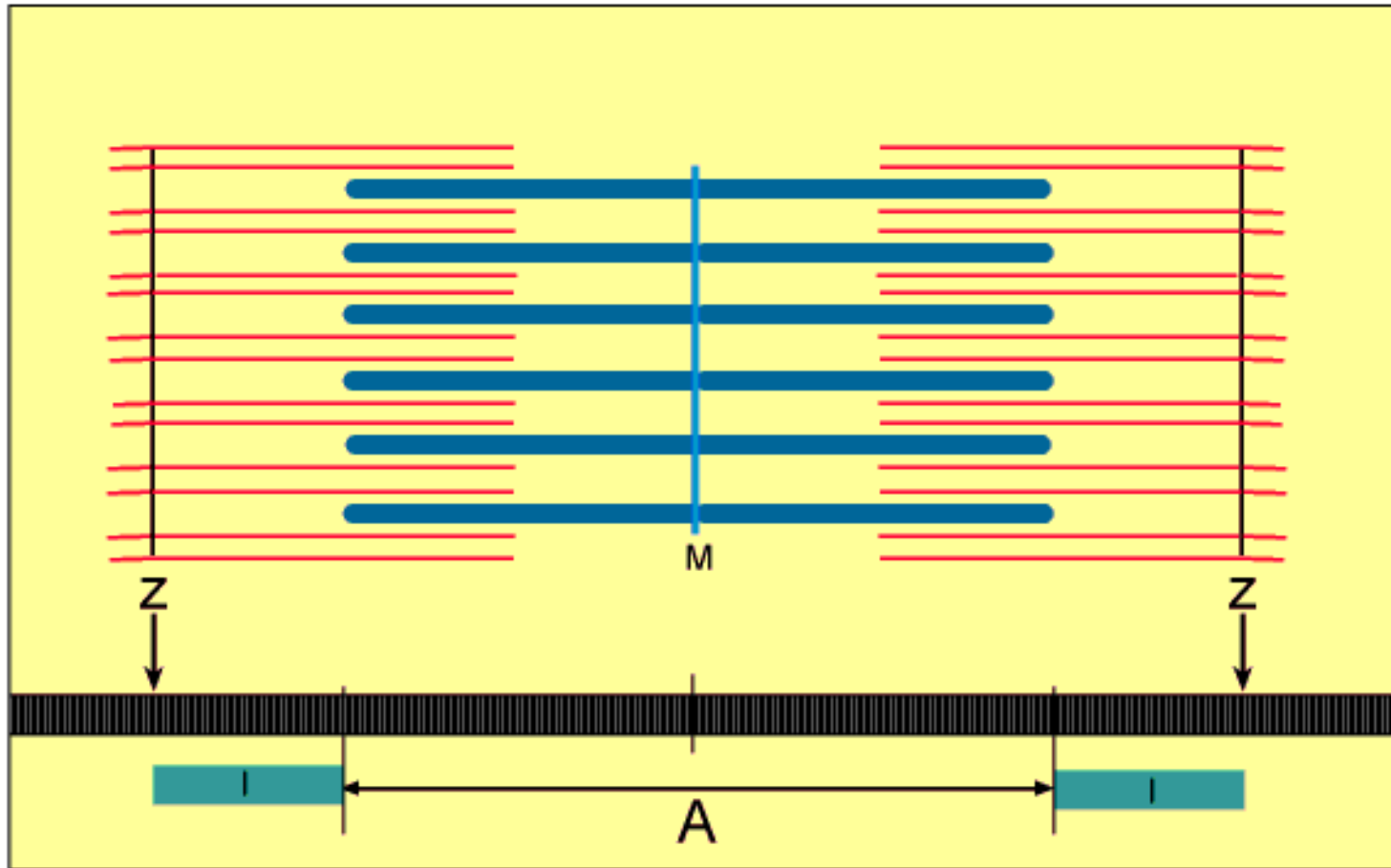


Bands and lines in the contractile apparatus of skeletal muscle

# Myofibrily, sarkomery (ELM)

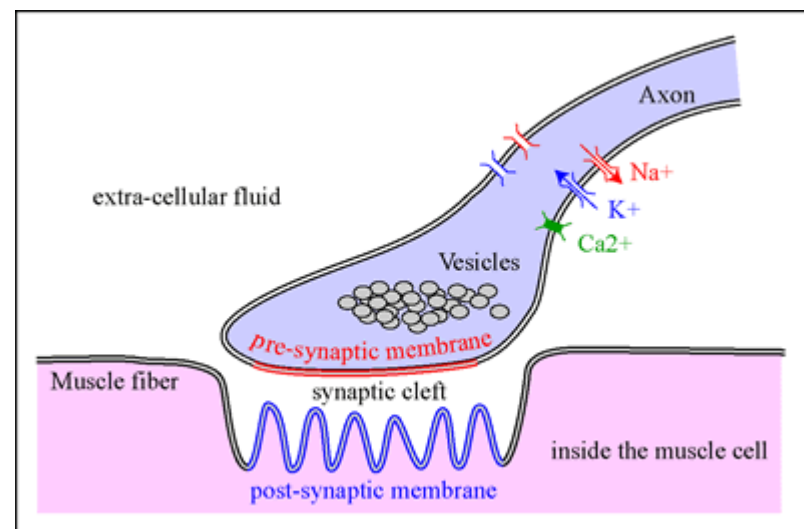


# SVALOVÁ KONTRAKCE



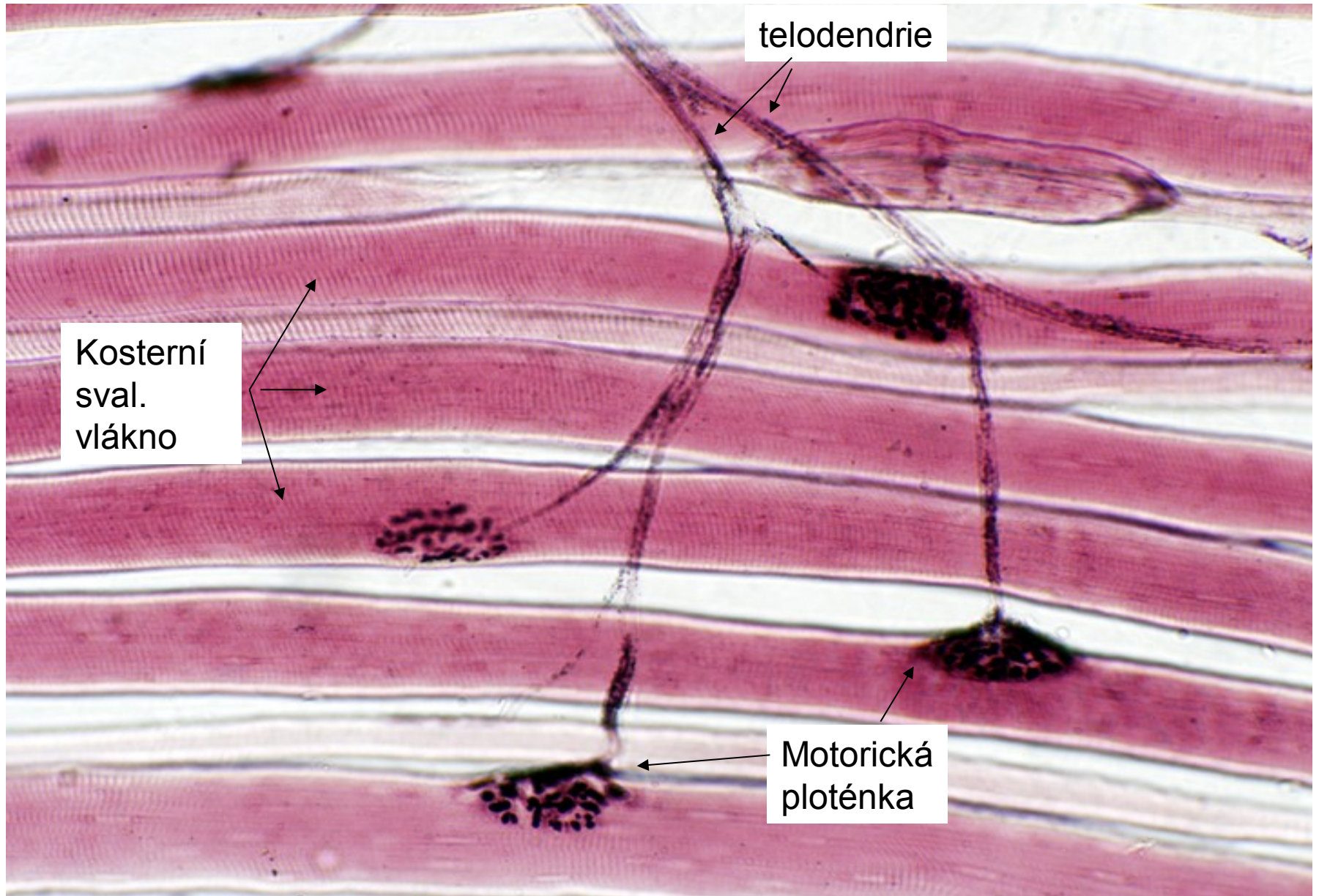
# Kosterní svalovina - kontrakce

- řízení motorickým nervem,
- motorická jednotka - více svalových vláken inervovaných stejným motoneuronem
- nervosvalová ploténka - presynaptická nervová a postsynaptická svalová membrána



# Motorické ploténky v motorické jednotce

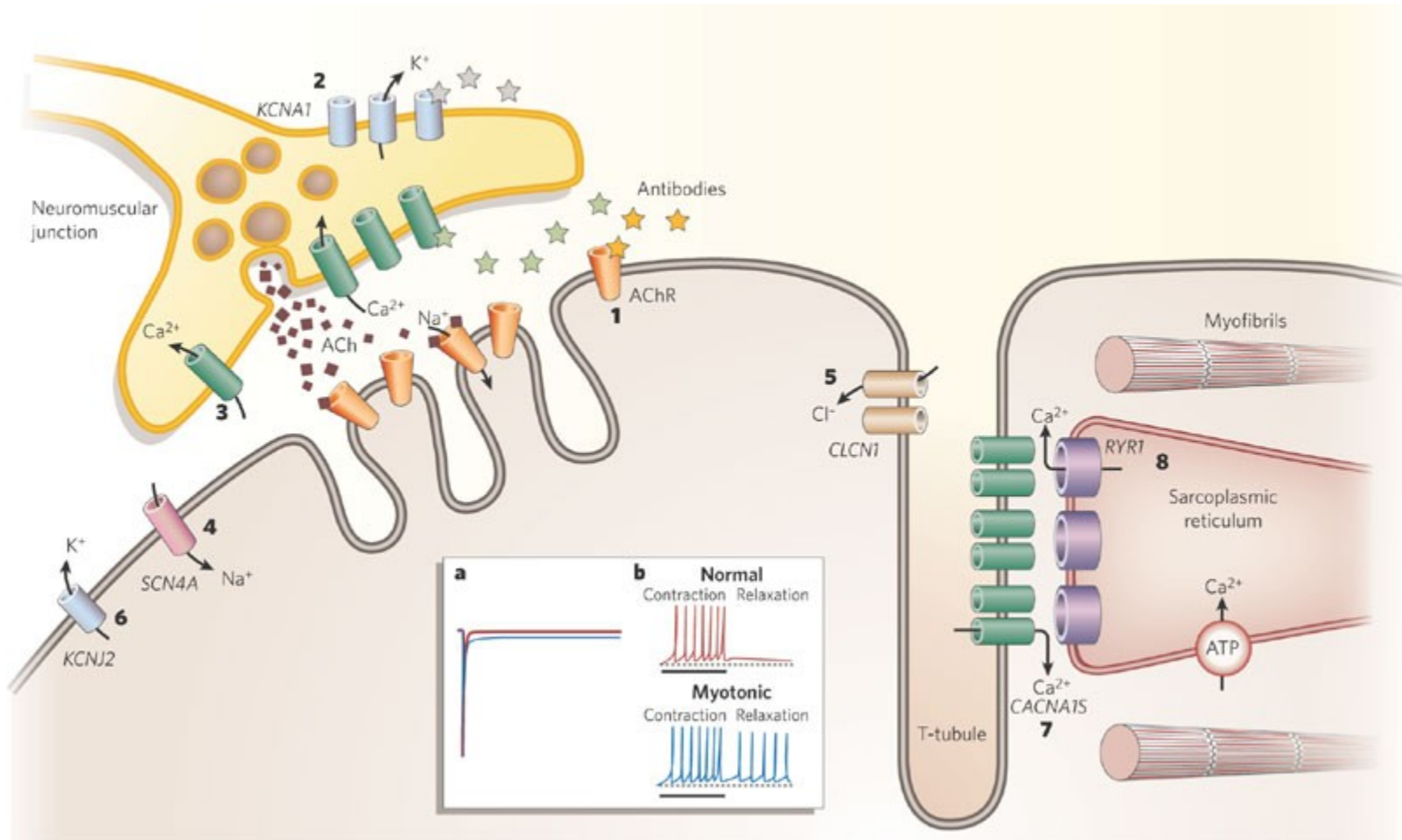
- Tato svalová vlákna s kontrahují současně



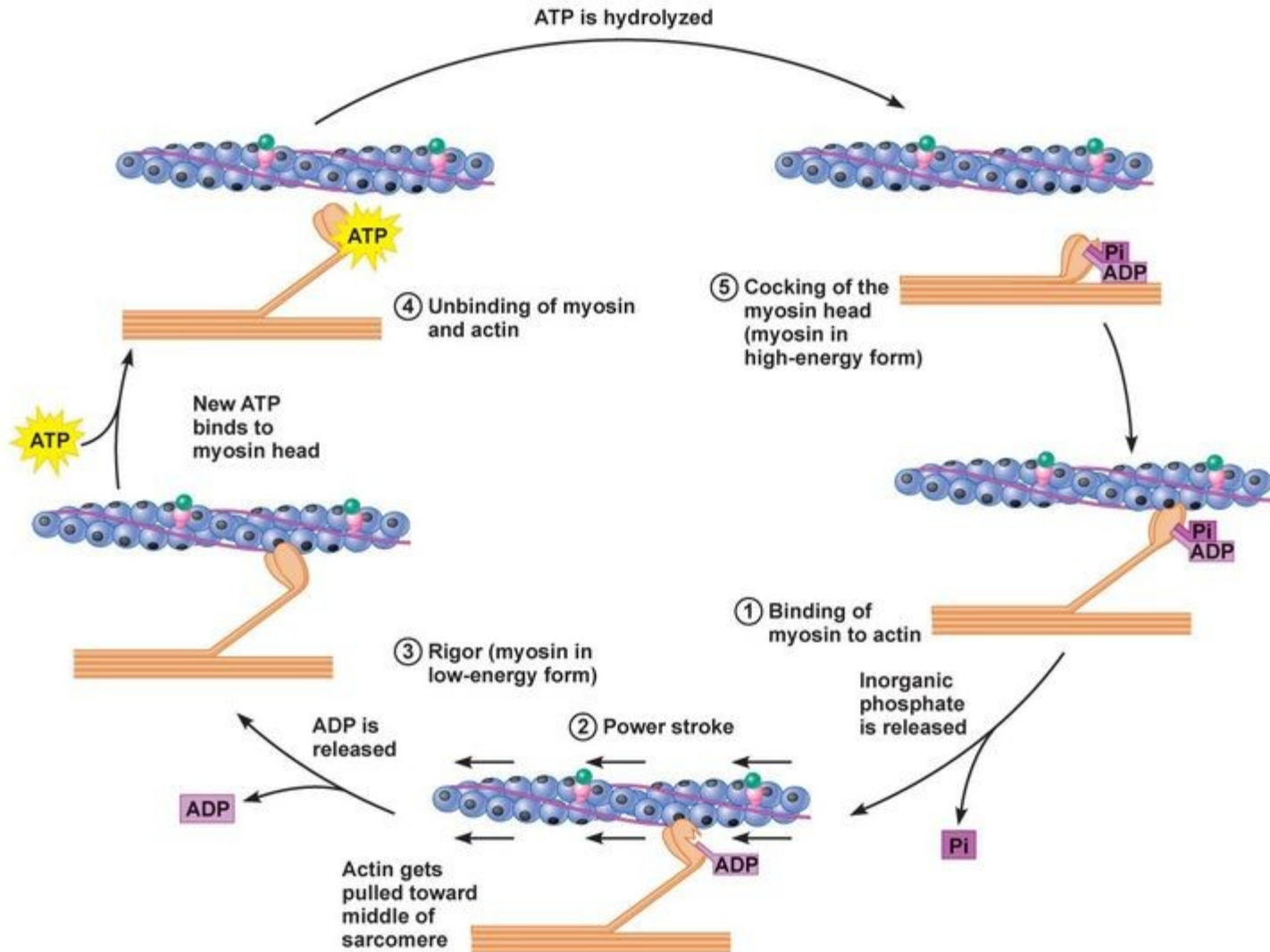


# Přenos vzruchu

Motorický neuron - acetylcholin - šíření AP T-tubuli - otevření  $\text{Ca}^{2+}$  kanálů  
Acetylcholin je v synaptické šterbině velmi rychle štěpen cholinesterázou



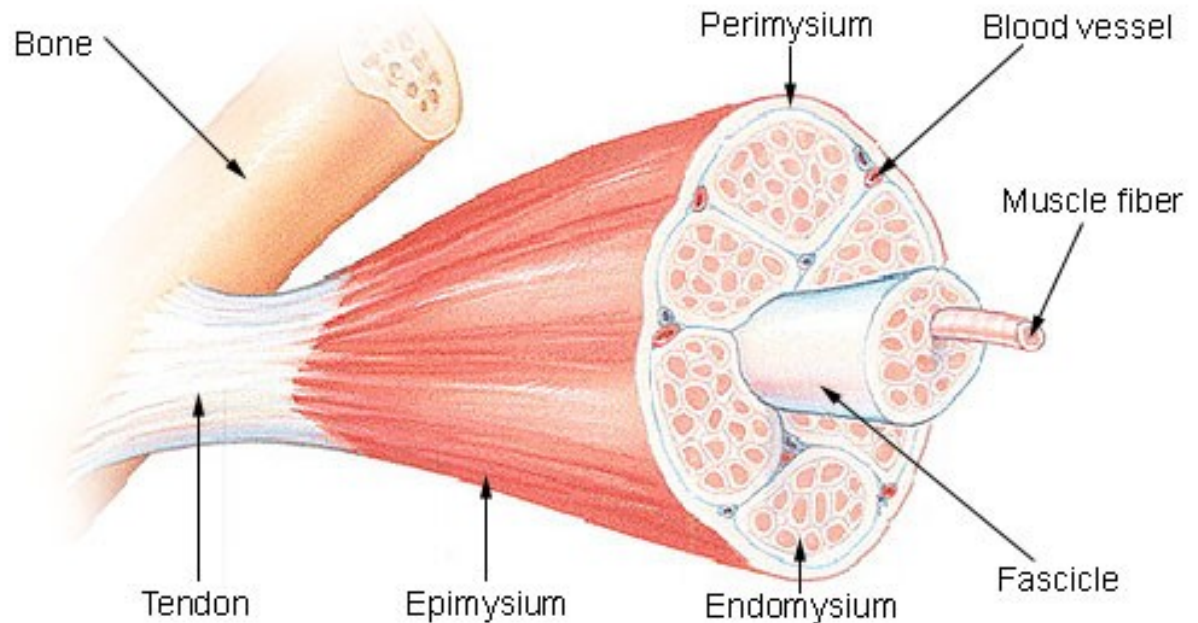
# Mechanismus kontrakce



# Stavba kosterního svalstva

Vazivo:  
epimysium  
perimysium  
endomysium

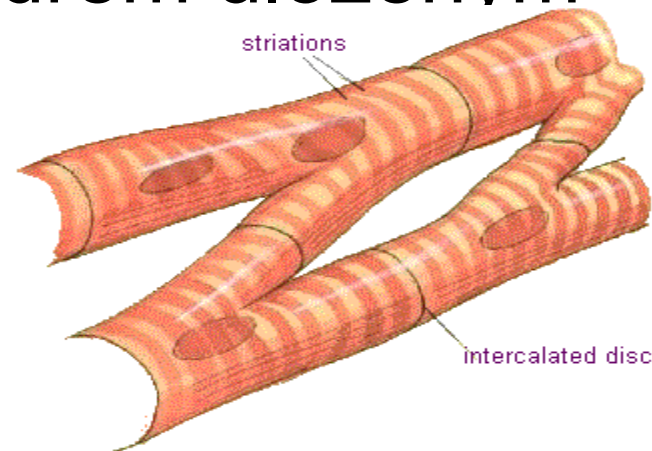
**Structure of a Skeletal Muscle**



sval → snopce → **rhabdomyocyt** → myofibrily →  
→ myofilamenta

# Svalová tkáň příčně pruhovaná srdeční

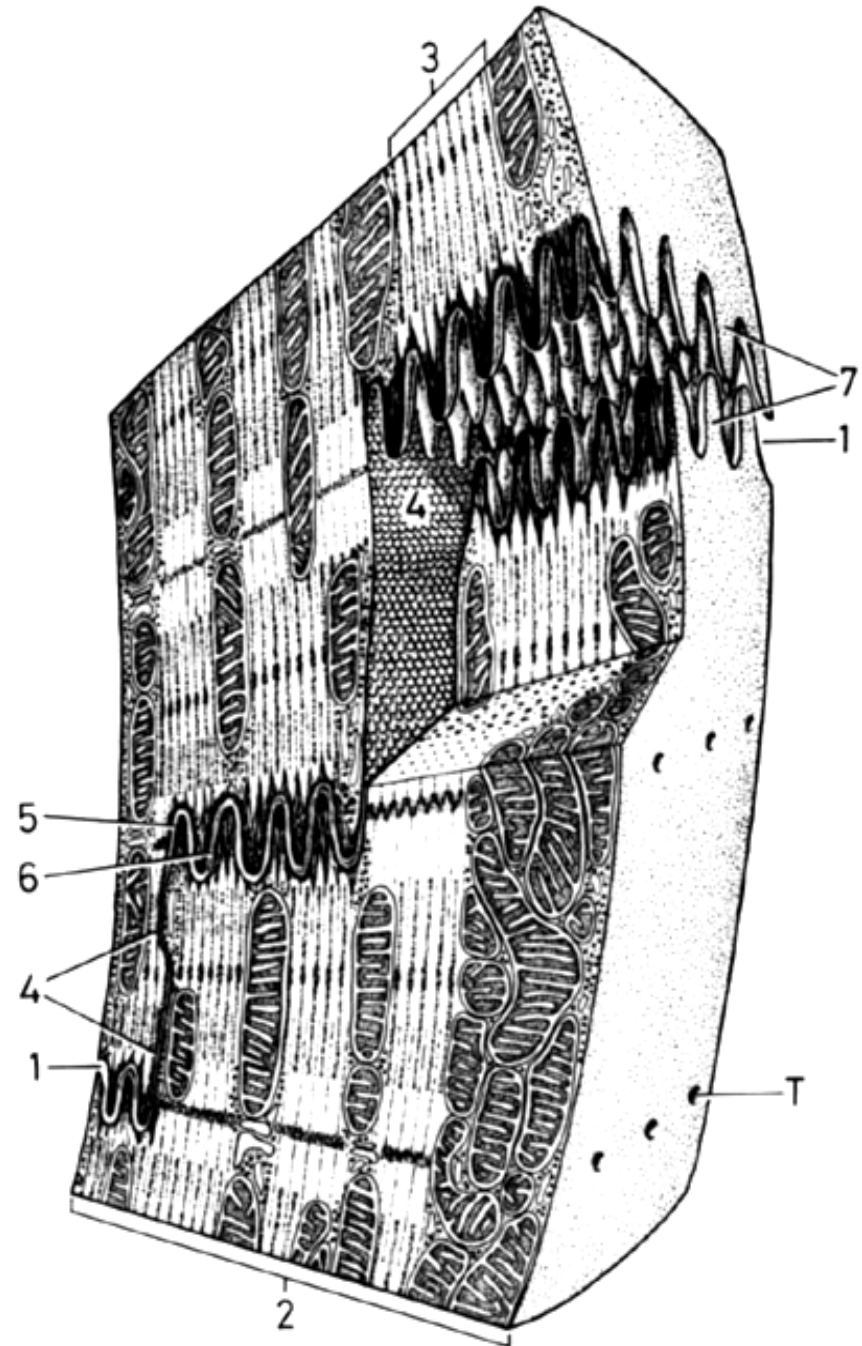
- morfologická a funkční jednotka: **srdeční svalová buňka (kardiomyocyt)** – cylindrická buňka s jádrem uloženým centrálně
- průměr: 15  $\mu\text{m}$
- délka: 85-100  $\mu\text{m}$



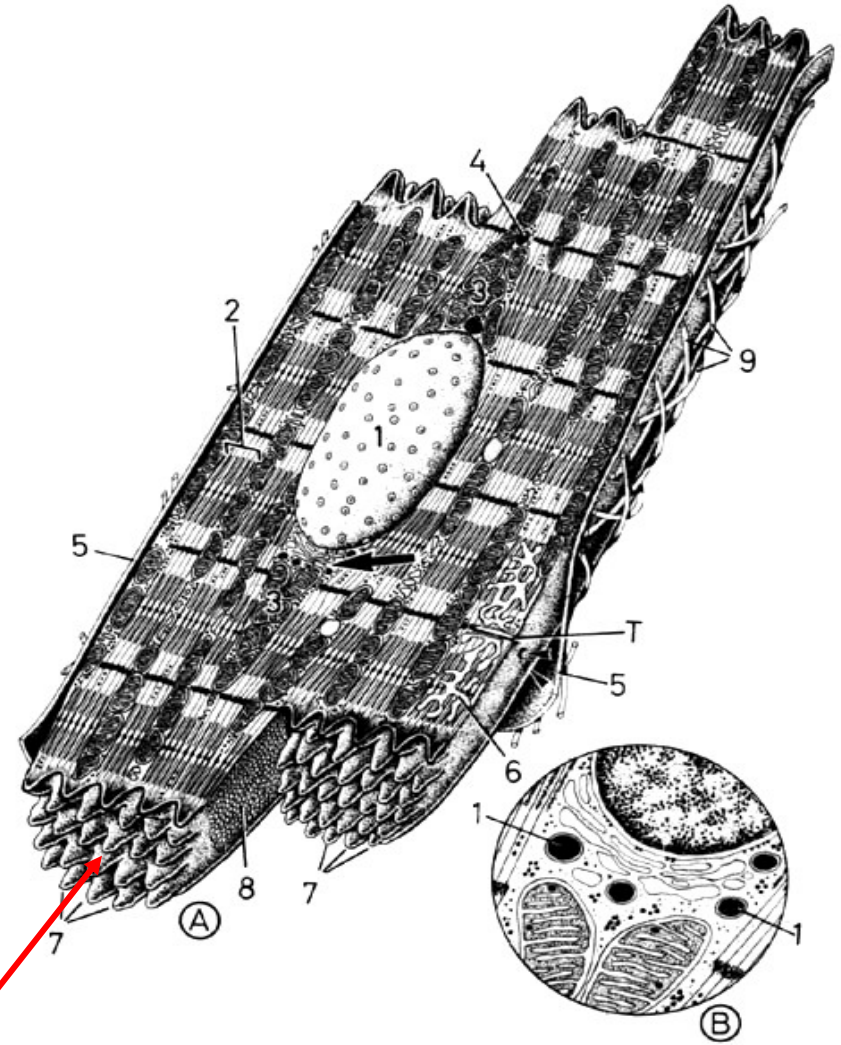
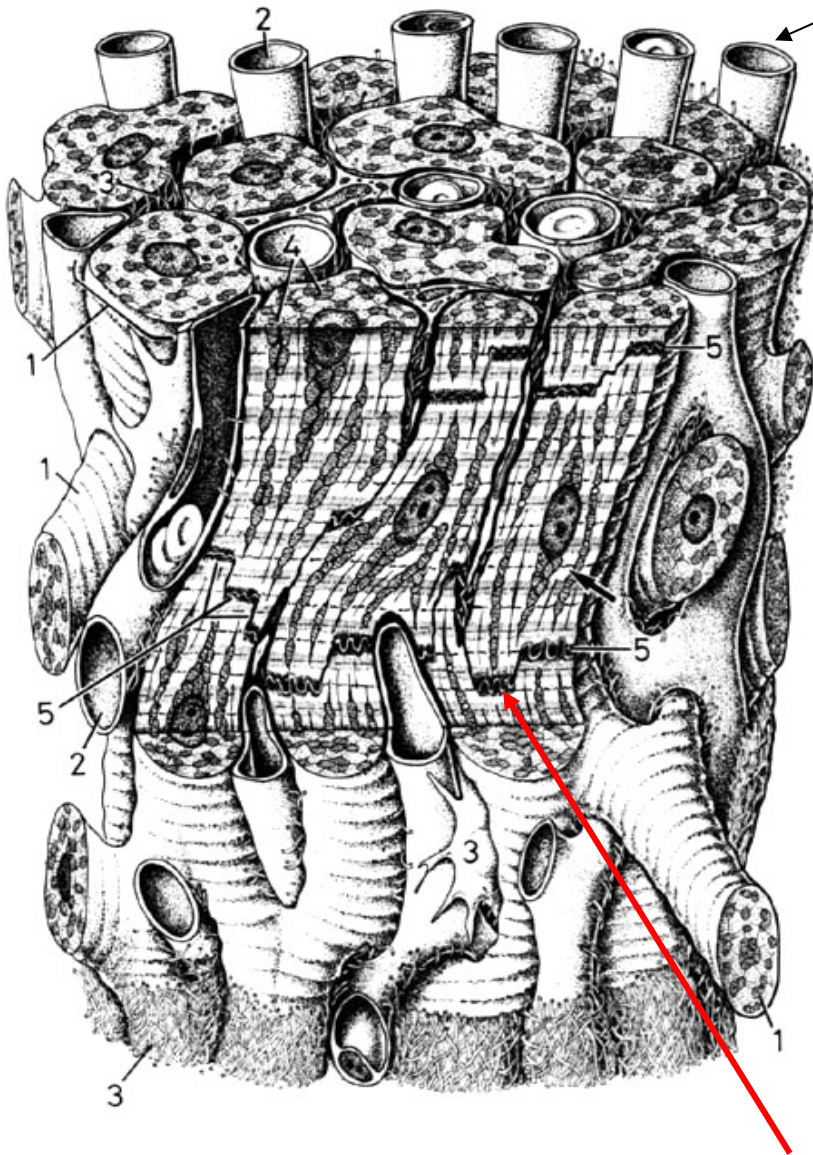
*Buňky jsou spojeny do vláken nebo prostorových sítí **interkalárními disky**.*

# Interkalární disk

- Schodovitě spojení sousedních kardiomyocytů
- intercelulární spoje
  - *desmosom*
  - *fasciae adherentes*
  - *gap junction (nexus)*



Kapiláry koronárního řečiště



Interkalární disky

# Vzrušivé (nekontraktilní) kardiomyocyty

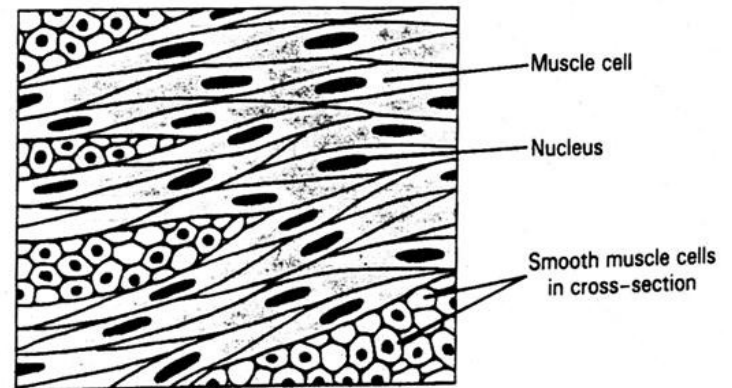
Specializované kardiomyocyty (generování vzruchů)

- nízký počet myofibril, zvýšený obsah glykogenu, chybí T-tubuly a interkalární disky, ale hojné nexusy
- převodní /excitomotorický/ aparát srdce: sinoatriální a atrioventrikulární uzlík, Hissův svazek rozdělený na pravé a levé raménko a Purkyňova vlákna

# Svalová tkáň hladká

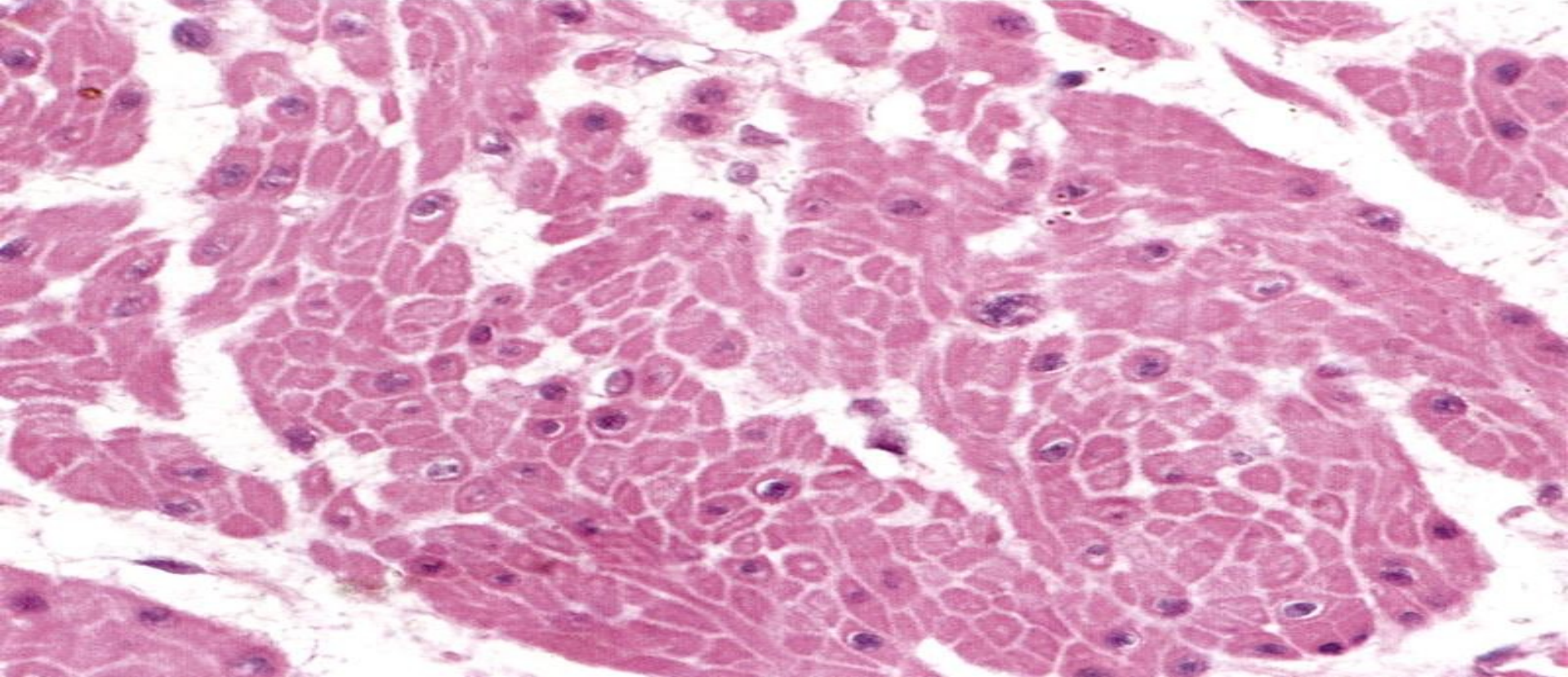
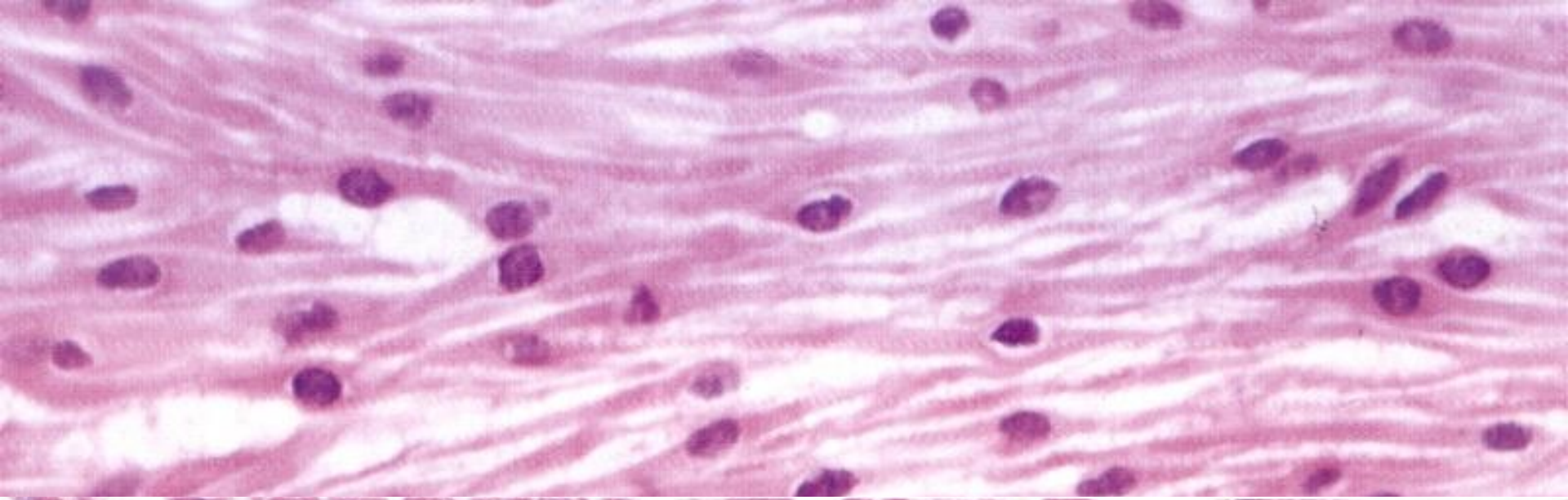
- morfologická a funkční jednotka: svalová buňka - **leiomyocyt**

buňka s 1 jádrem uloženým centrálně



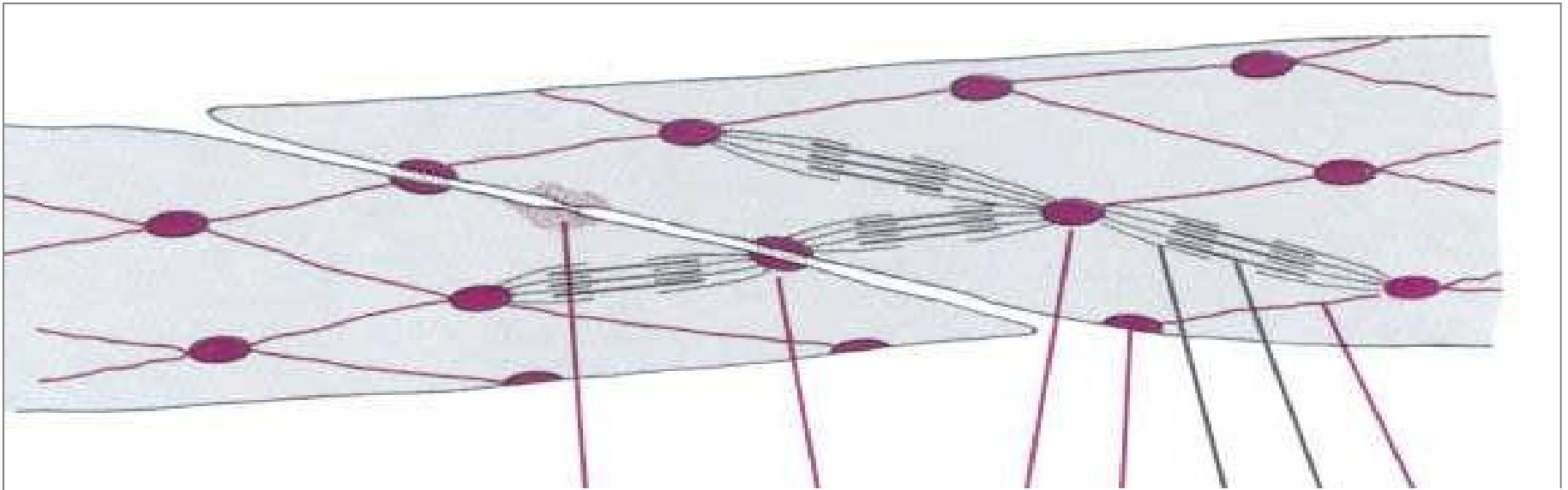
- průměr: 3-10  $\mu\text{m}$
- délka: 20  $\mu\text{m}$  (až 500  $\mu\text{m}$  – hypertrofie v gravidní děloze)





# Leiomyocyty

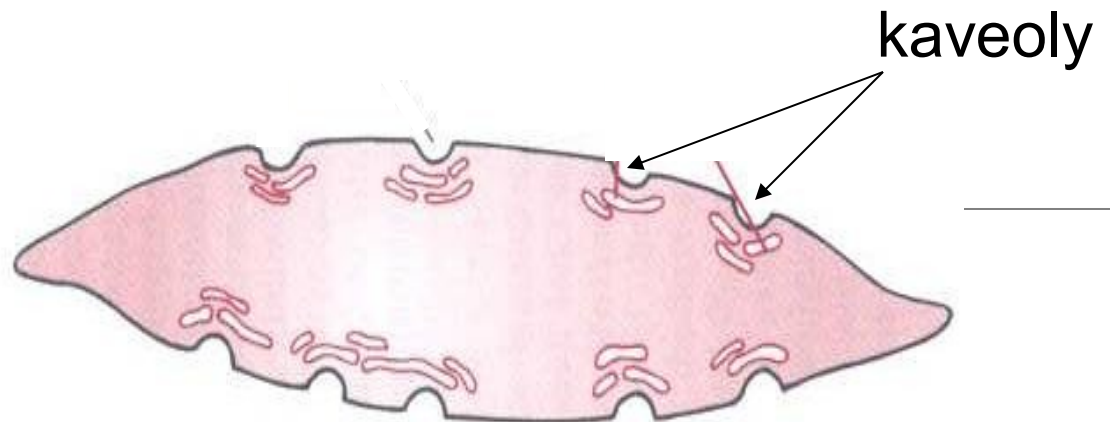
- sarkoplazmatické retikulum: pouze izolované váčky, chybějí terminální cisterny i T-tubuly
- kaveoly ( $\approx$  T-tubuly)
- **tenká** (aktinová) a **tlustá** (mysionová) **myofilamenta** uspořádána do složité prostorové sítě, chybí periodické střídání obou typů filament (= nejsou vytvořeny myofibrily), více aktinových filament (12-30 : 1)
- Mezibuněčné spoje – nexusy, desmosomy, ZO
- Na povrchu buněk lamina basalis (jsou schopny produkovat kolagen a elastin – např. ve stěně cév)



Aktinová myofilamenta – fokálně adherují k sarkolemě nebo do **denzních tělísek** ( $\approx$  Z-linie) v sarkoplazmě.

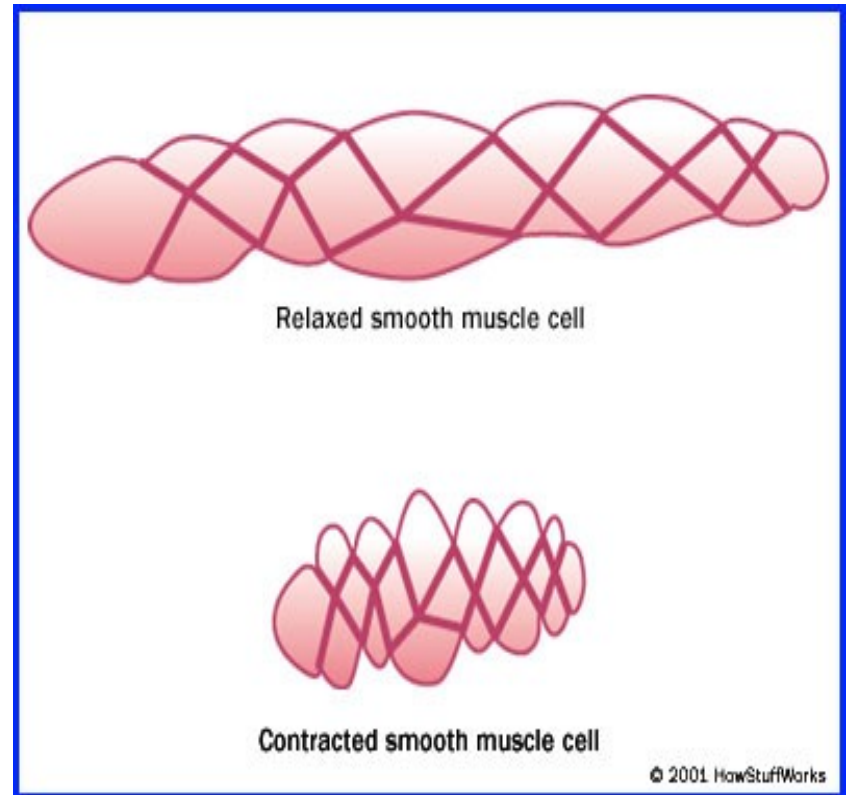
Kalmodulin ( $\approx$  troponin)

Sarkoplazmatické retikulum – jen krátké tubuly;



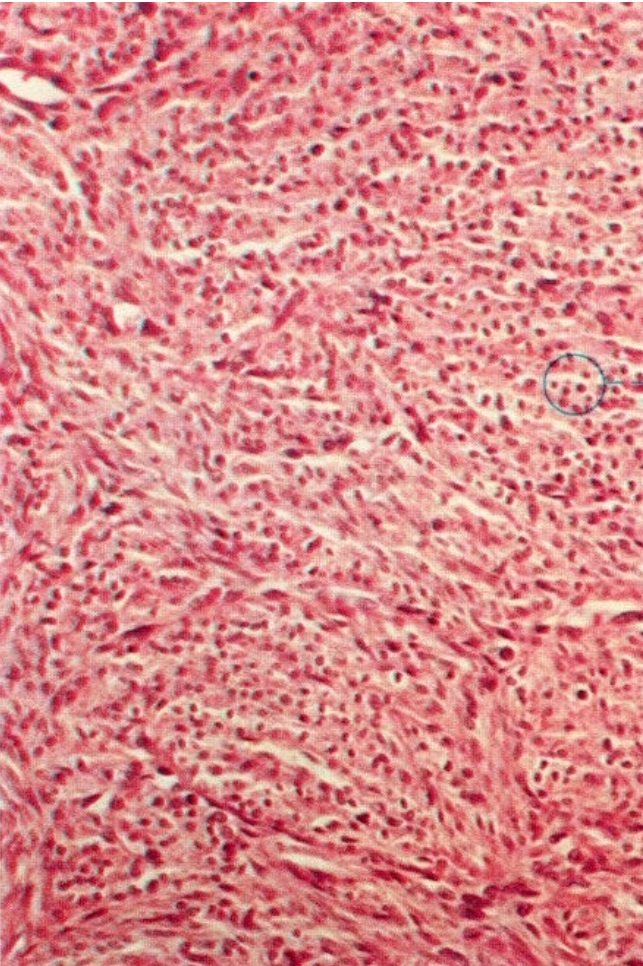
# Mechanismus kontrakce

- $\text{Ca}^{2+}$  (vstup do buňky), vazba na kalmodulin
- $\text{Ca}^{2+}$ - kalmodulin aktivuje myosin-kinázu
- dále jako u kosterní svaloviny  
vazba aktinu na myosin

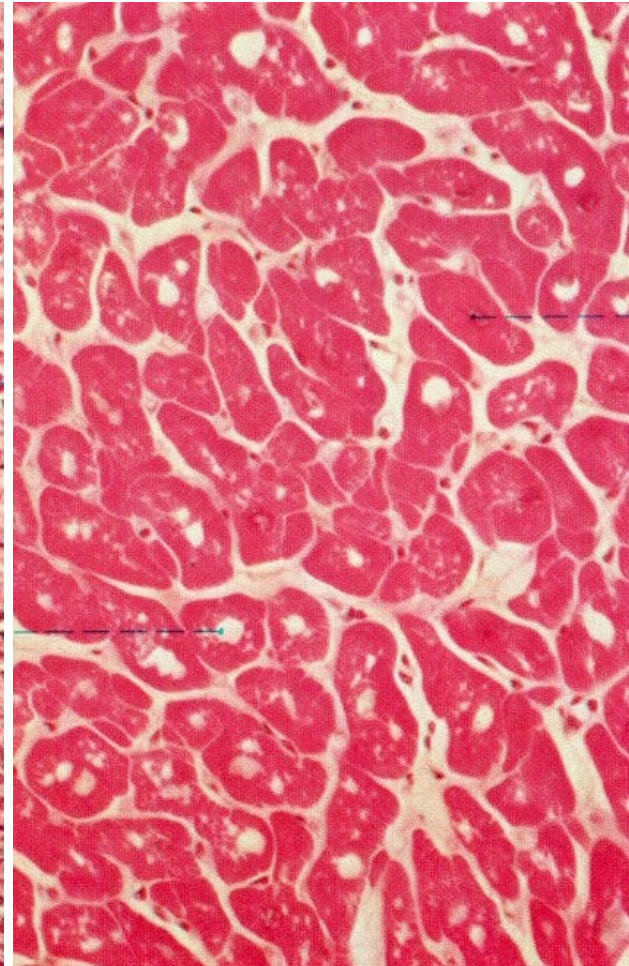


# Svalová tkáň – příčný řez

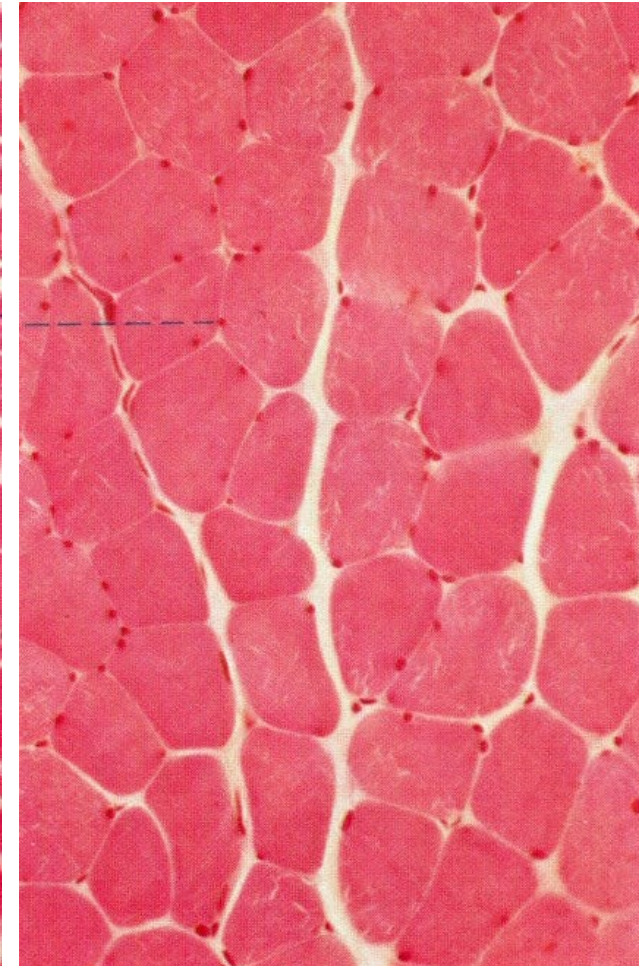
hladká



srdeční



kosterní



# Svalová tkáň – shrnutí

znak	Kosterní tkáň svalová	Srdeční tkáň svalová	Hladká tkáň svalová
<b>Původ</b>	mezoderm (myotomy)	mezoderm (kardiogenní ploténka)	mezenchym
<b>Stavební jednotka</b>	<b>rhabdomyocyt</b> (svalové vlákno)	<b>kardiomyocyt</b>	<b>leiomyocyt</b>
<b>Velikost</b>	tl. 100 $\mu$ m d. mm až cm	tl. 10-15 $\mu$ m d. 85-100 $\mu$ m	tl. 3-10 $\mu$ m d. 20-500 $\mu$ m
<b>Počet jader</b>	<b>mnoho</b>	<b>1(2)</b>	<b>1</b>
<b>Umístění jádra</b>	<b>pod sarkolemou</b>	<b>uprostřed</b>	<b>uprostřed</b>
<b>regenerace</b>	velmi omezená	žádná	regeneruje