



<https://i.pinimg.com/originals/69/8d/e7/698de768ff8638068faea5c156a02034.jpg>

# SVALOVÁ TKÁŇ

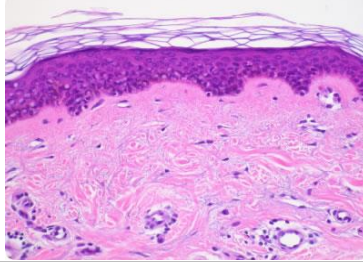
Petr Vaňhara

2024

# SOUČASNÁ KLASIFIKACE TKÁNÍ

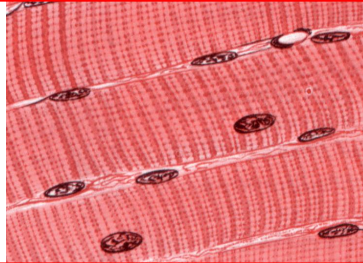
- Na základě morfologických a funkčních znaků

## Epitelová



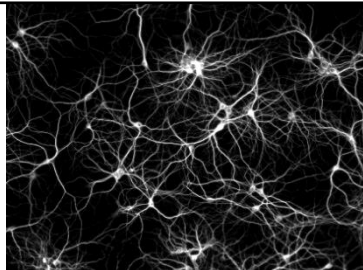
Kontinuální, avaskulární vrstvy buněk s různou funkcí, orientovaných do volného prostoru, se specifickými mezibuněčnými spoji a minimem mezibuněčného prostoru a ECM  
Deriváty všech tří zárodečných listů

## Svalová



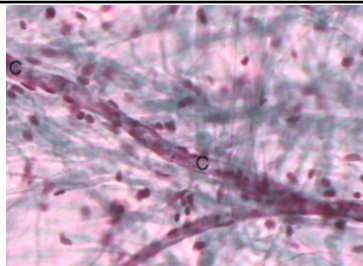
Aktivní změna morfologie buněk  
Unikátní uspořádání cytoskelteu → schopnost kontrakce  
Derivát mezodermu - KS, myokard, mezenchymu - HS

## Nervová



Neurony a neuroglie  
Příjem a přenos elektrického vzruchu  
Derivát ektodermu

## Pojivová



Dominantní přítomnost extracelulární matrix  
Vazivo, chrupavka, kost, tuková tkáň  
Derivát zejména mezenchymu

# OBEČNÁ CHARAKTERISTIKA SVALOVÉ TKÁŇE

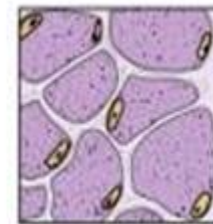
- Unikátní cytoarchitektura
- Excitabilita a schopnost kontrakce
- Mesodermální původ

Klasifikace svalové tkáně na základě **stavby svalových buněk** i architektury **celé tkáně**

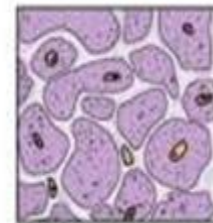
Příčně pruhovaná



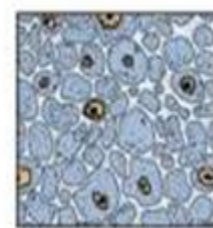
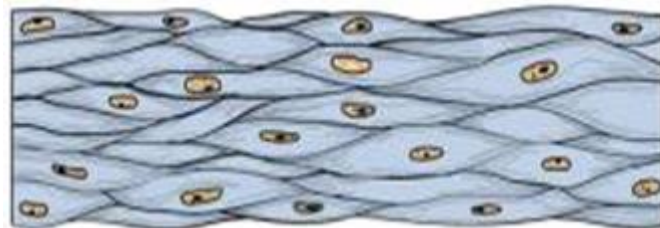
Kosterní svalovina

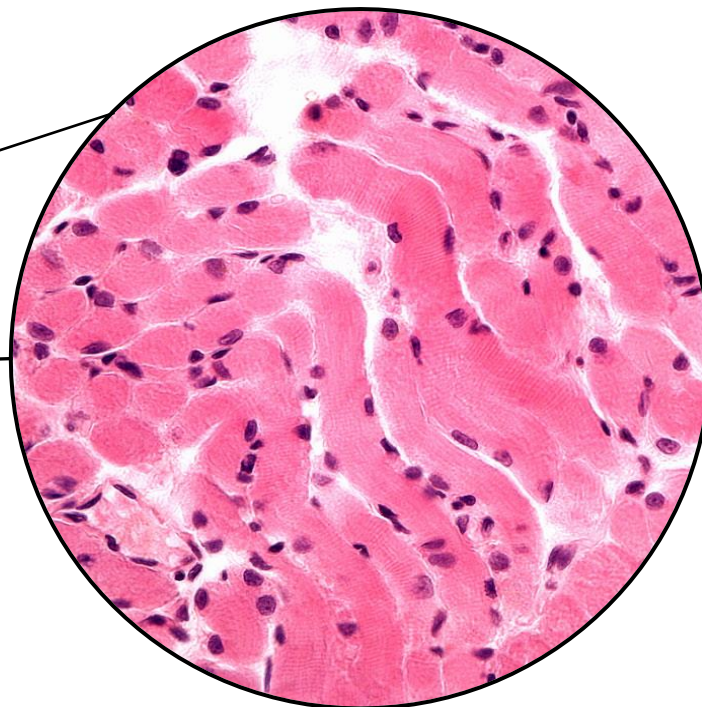


Srdeční svalovina



Hladká svalovina

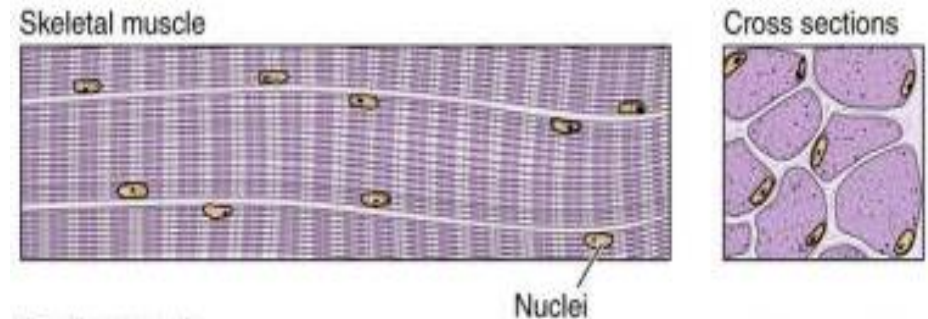




# KOSTERNÍ SVALOVÁ TKÁŇ

# TERMINOLOGIE KOSTERNÍ SVALOVÉ TKÁŇĚ

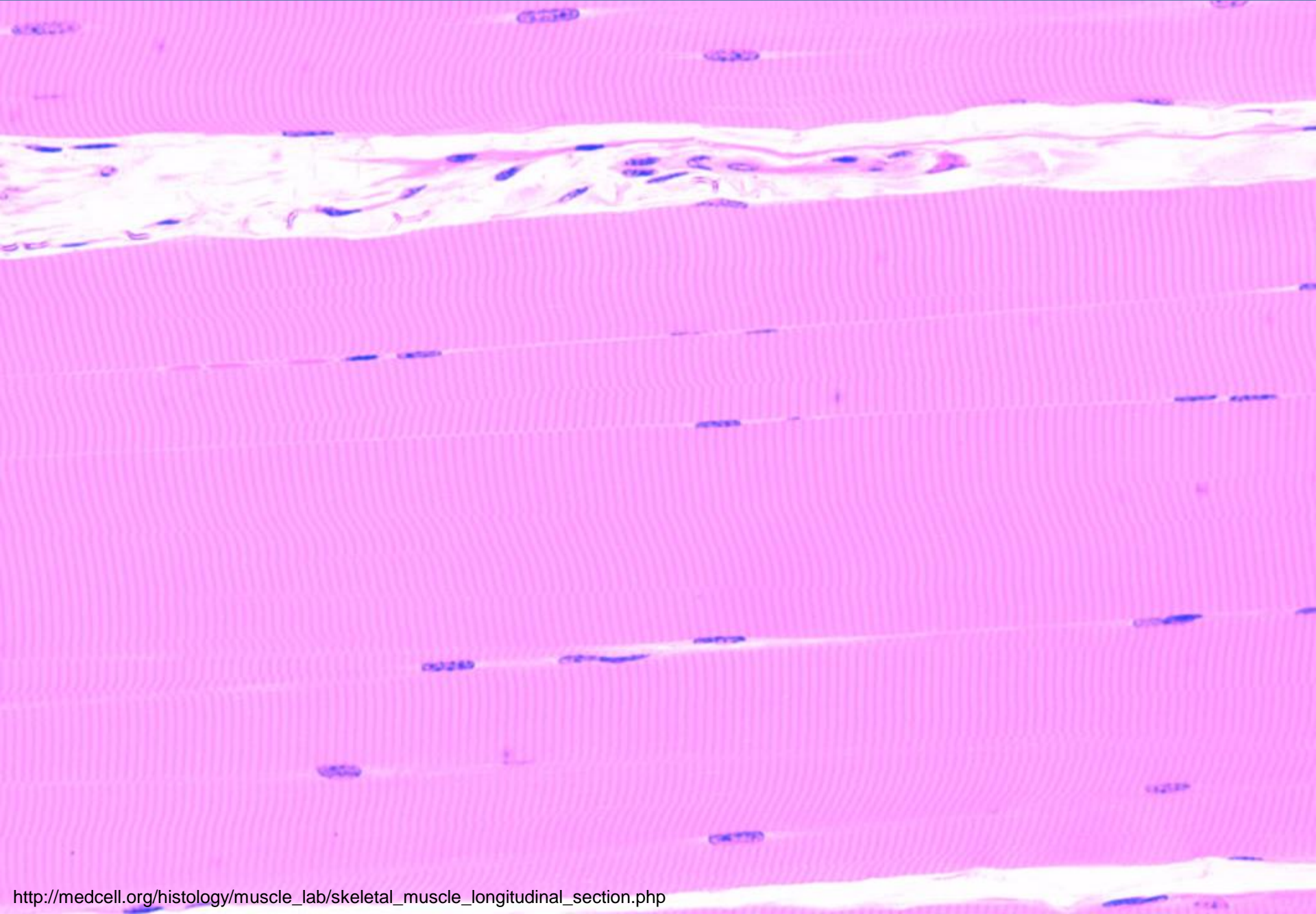
- Složení tkáně: **svalové buňky, vazivo, inervace, vaskularizace**
- **Unikátní cytoarchitektura** – velké mnohoaderné buňky = **svalová vlákna** (rhabdomyocyty)
- Dlouhá osa buněk je rovnoběžná se směrem kontrakce
- **Specifická terminologie:**
  - buněčná membrána = **sarkolema**
  - cytoplasma = **sarkoplazma**
  - sER = **sarkoplazmatické retikulum**
- **svalové vlákno** – mikroskopická jednotka kosterní svalové tkáně
- **myofibrila** – mikroskopická jednotka svalových vláken
- **myofilamenta** – vlákna aktinu a myosinu



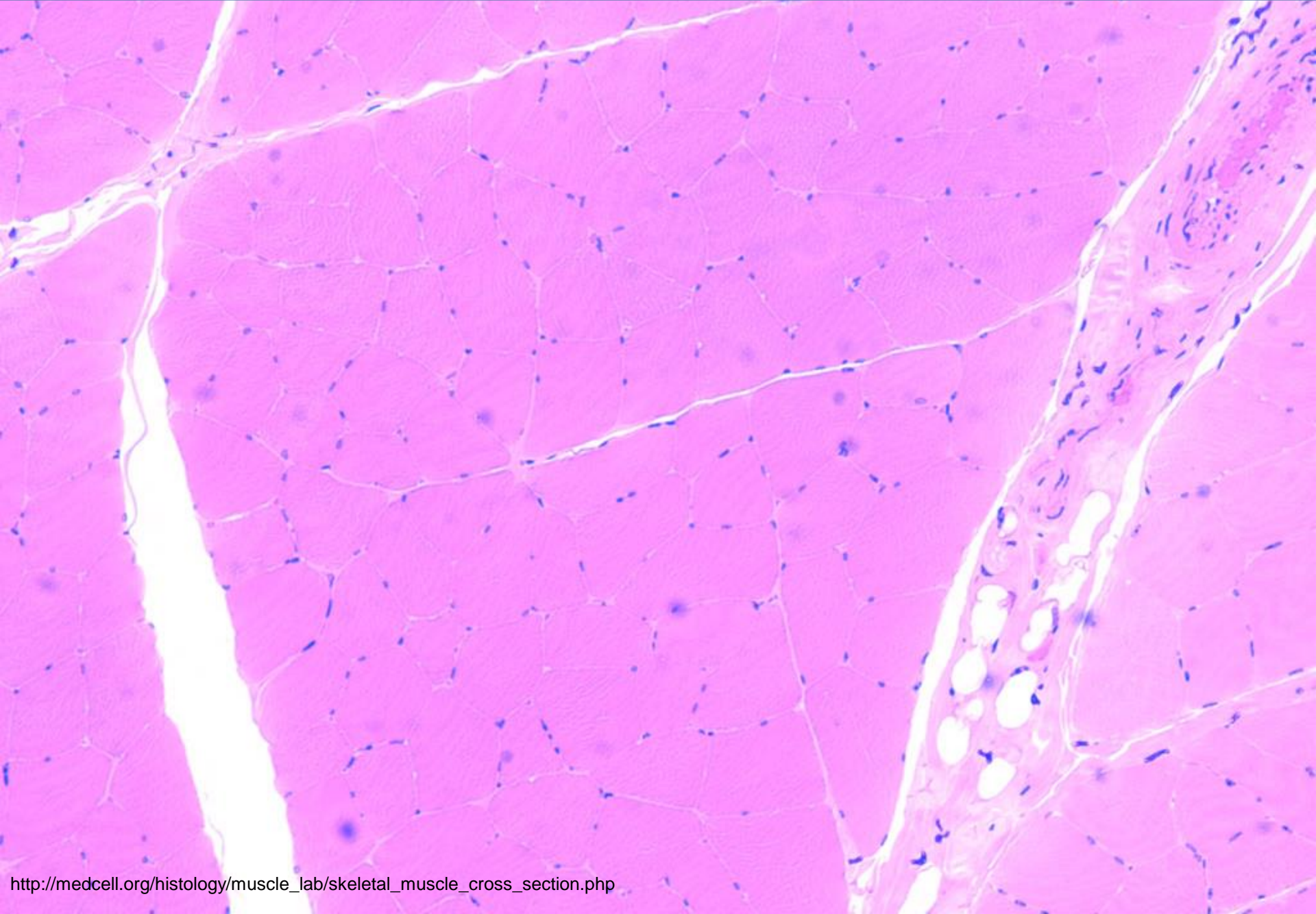
# KOSTERNÍ SVALOVÁ TKÁŇ



# KOSTERNÍ SVALOVÁ TKÁŇ

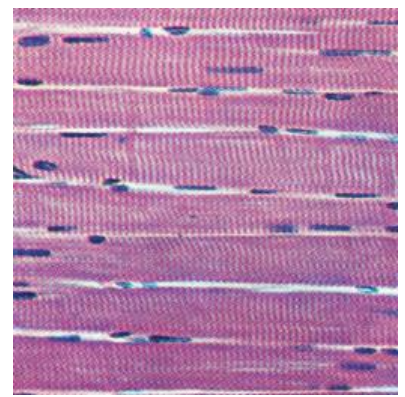
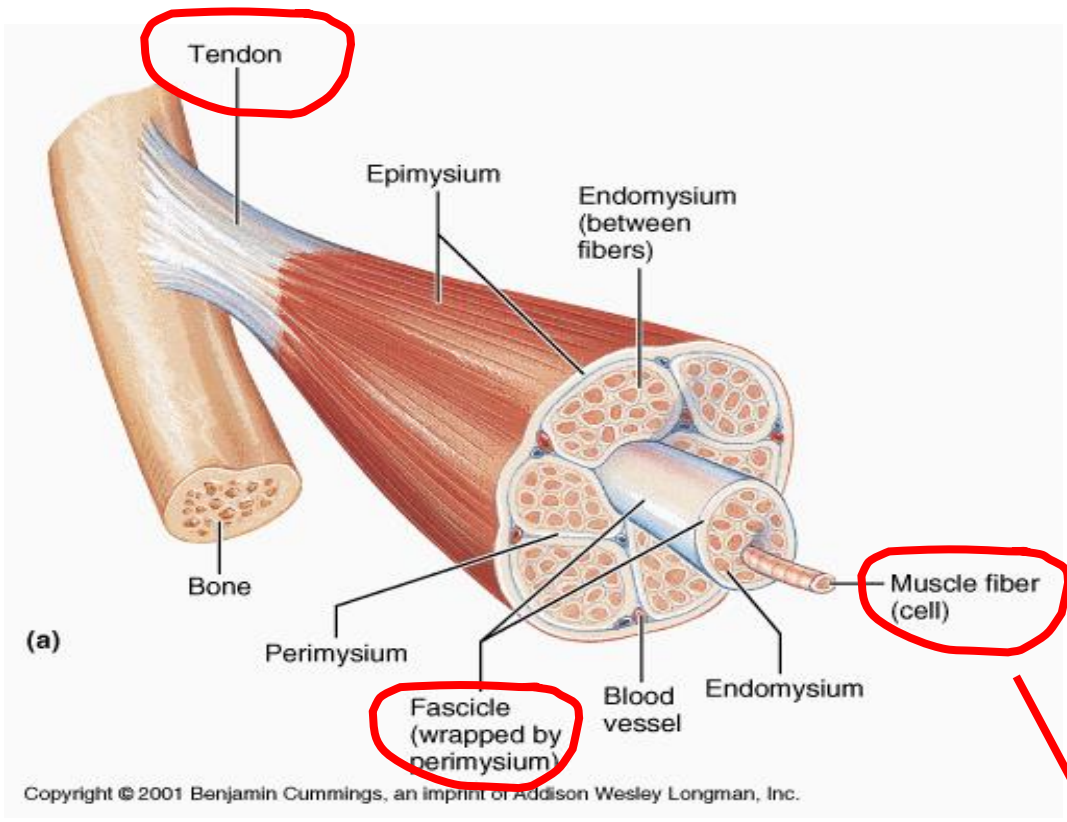


# HISTOLOGIE KOSTERNÍ SVALOVÉ TKÁŇĚ

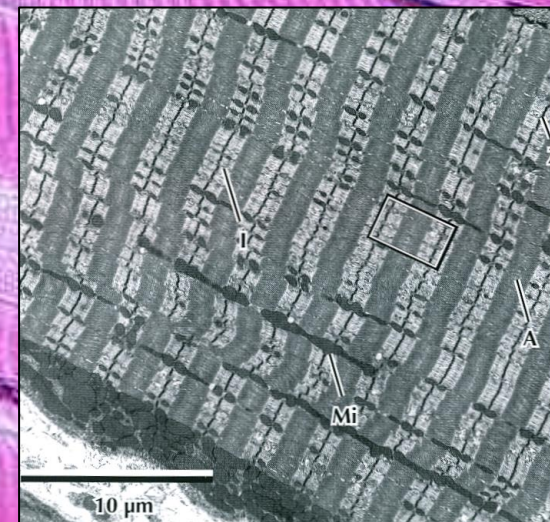
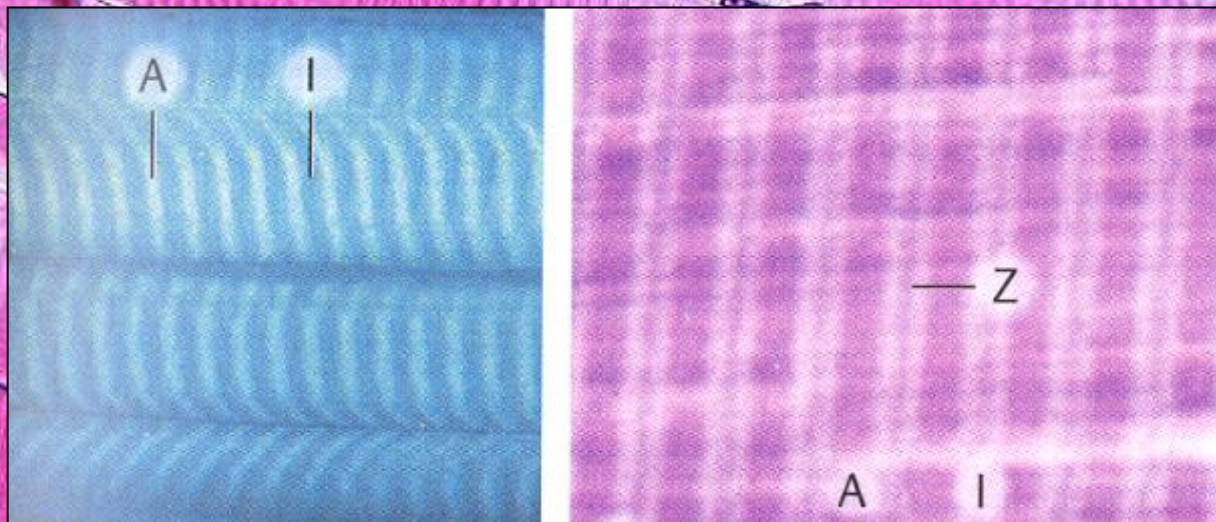




# ORGANIZACE KOSTERNÍ SVALOVÉ TKÁNĚ



PROČ JE KOSTERNÍ SVALOVÁ  
TKÁŇ (PŘÍČNĚ) PRUHOVANÁ?



# ULTRASTRUKTURA RHABDOMYOCYTU

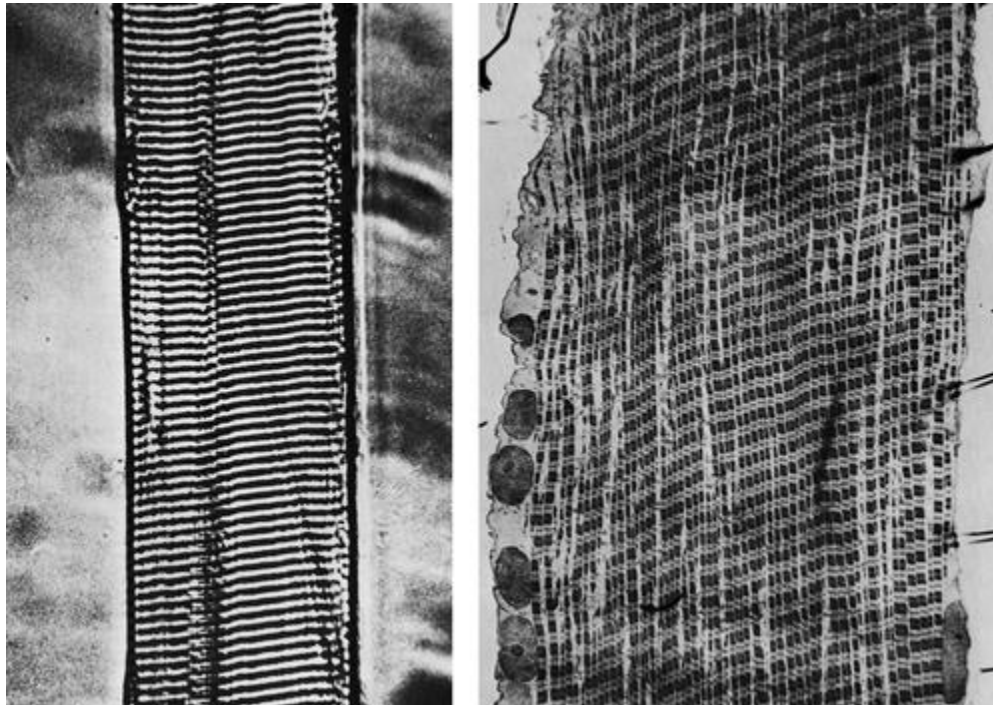
**Svalové vlákno** = syncitium = **rhabdomyocyt**

– morfologická a funkční jednotka kosterního svalu [ $\varnothing$  25 – 100  $\mu\text{m}$ ]

**Myofibrila** – cytoskeletární kompartment uvnitř svalového vlákna [ $\varnothing$  0.5 – 1.5  $\mu\text{m}$ ]

**Sarkomera** – nejmenší kontraktilní jednotka [2.5  $\mu\text{m}$ ], sériově uspořádané v myofibrily

**Myofilamenta** – aktin a myosin [ $\varnothing$  8 nm a 15 nm], uspořádané v sarkomery



# ULTRASTRUKTURA RHABDOMYOCYTU

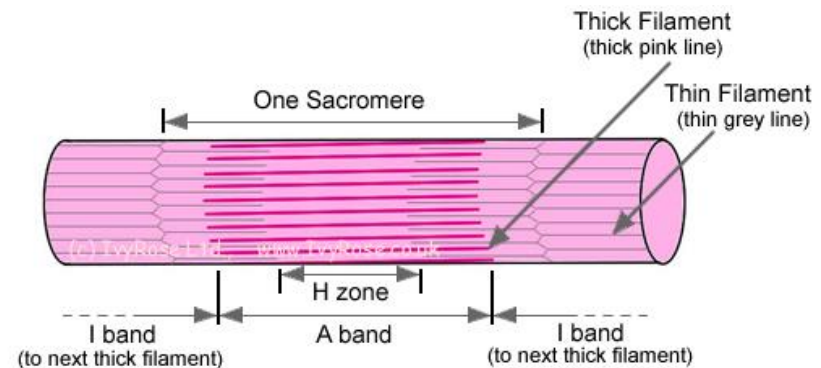
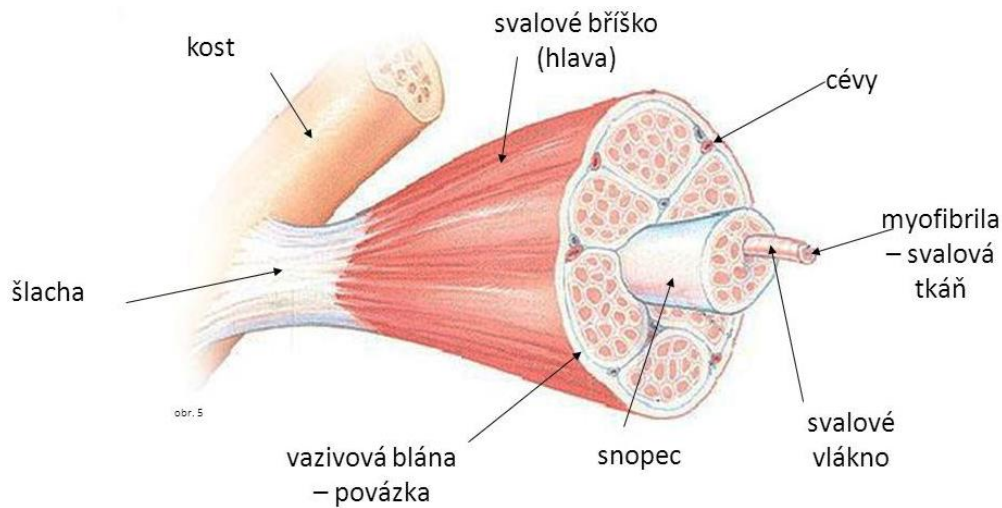
**Svalové vlákno** = syncitium = **rhabdomyocyt**

– morfologická a funkční jednotka kosterního svalu [Ø 25 – 100 µm]

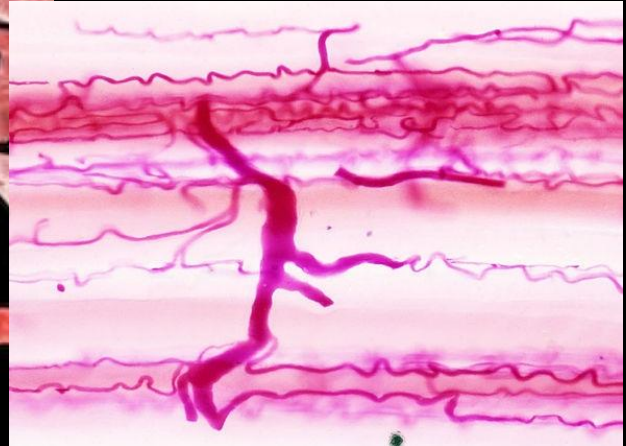
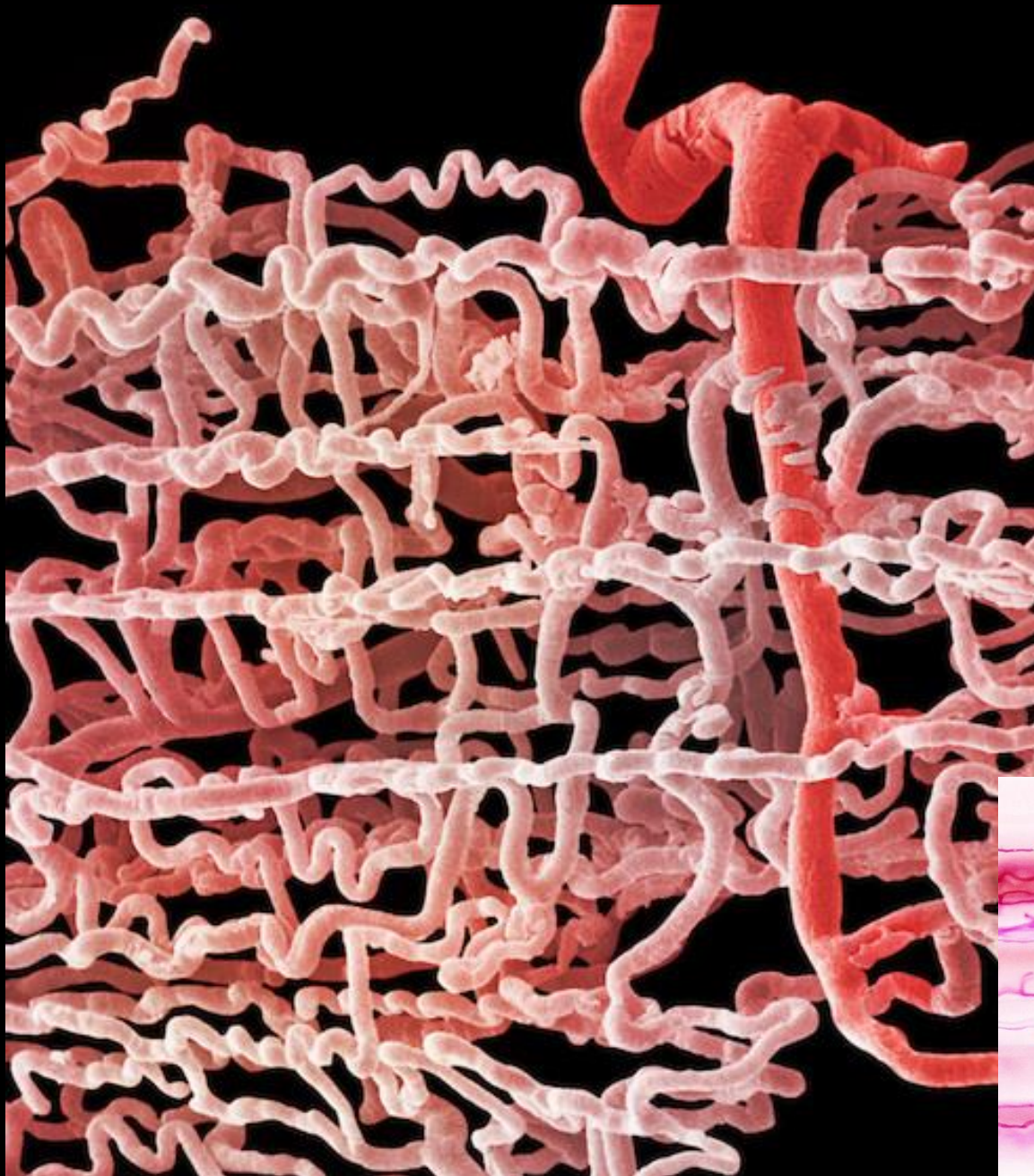
**Myofibrila** – cytoskeletární kompartment uvnitř svalového vlákna [Ø 0.5 – 1.5 µm]

**Sarkomera** – nejmenší kontraktilní jednotka [2.5 µm], sériově uspořádané v myofibrily

**Myofilamenta** – aktin a myosin [Ø 8 nm a 15 nm], uspořádané v sarkomery



# KAPILÁRY KOLEM SVALOVÝCH VLÁKEN



# ULTRAŠTRUKTURA RHABDOMYOCYTU

## Sarkolema + t-tubuly

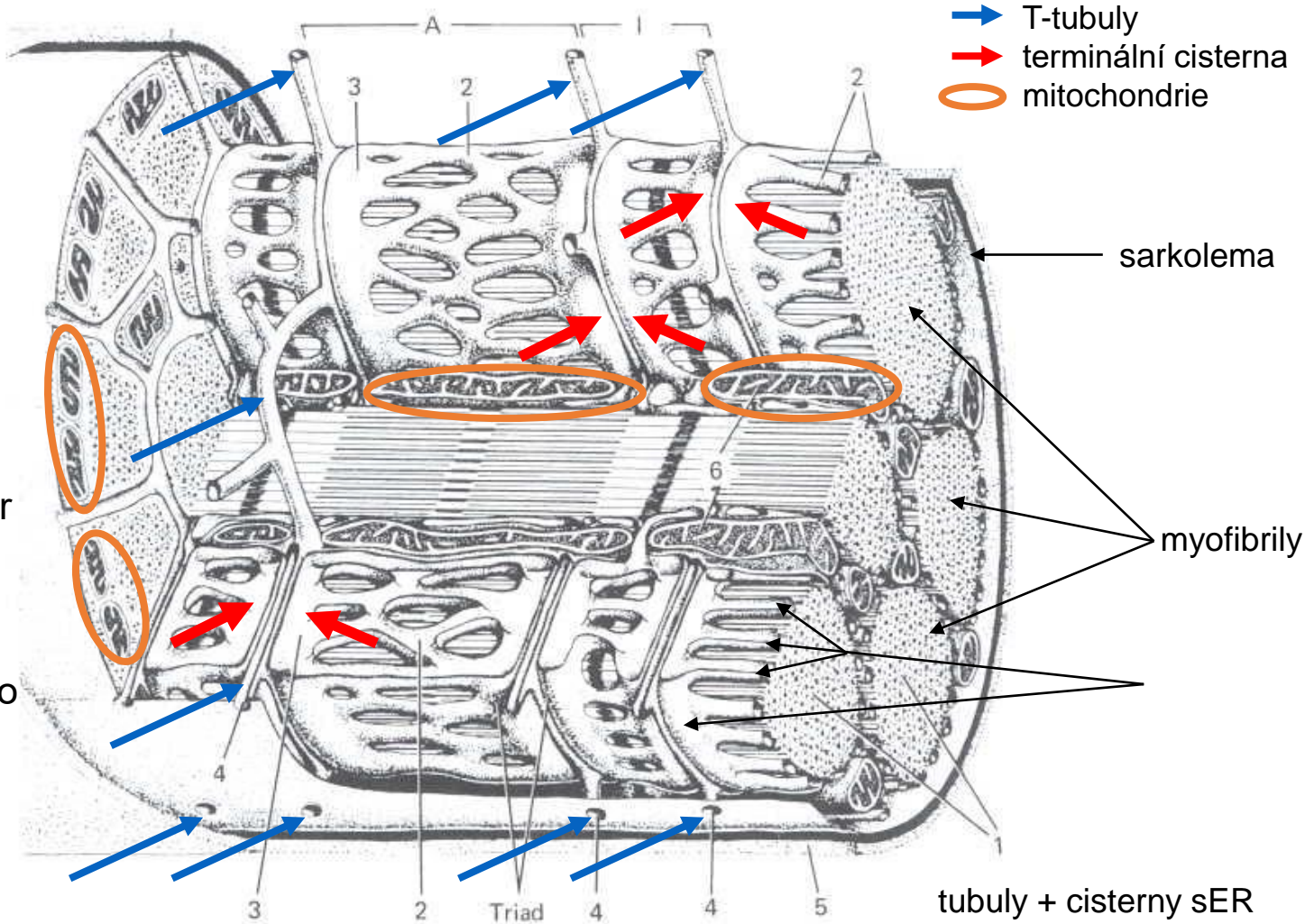
## Sarkoplazma:

Jádra  
Mitochondrie  
Golgiho aparát,  
Glykogen ( $\beta$  granula)

## Sarkoplazmatické retikulum

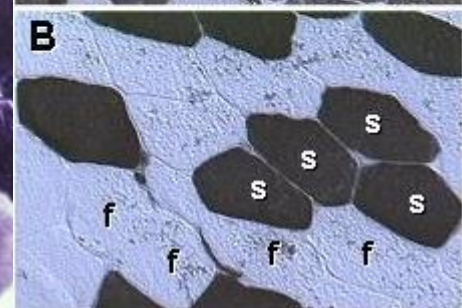
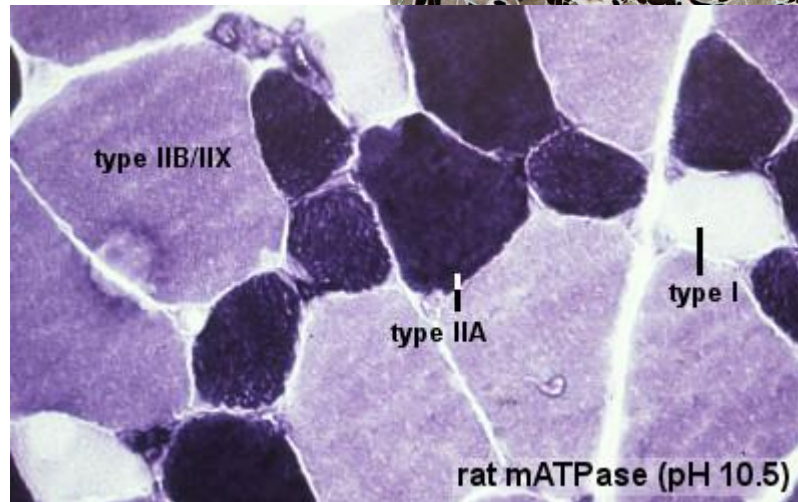
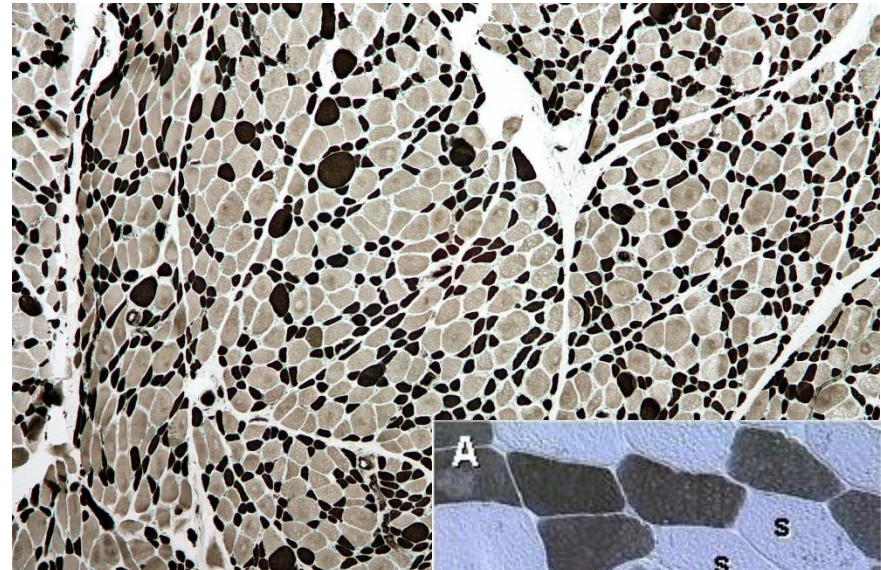
(hladké ER) – rezervoár  
 $Ca^{2+}$

**Myofibrily** (paralelně s  
dlouhou osou svalového  
vlákna)

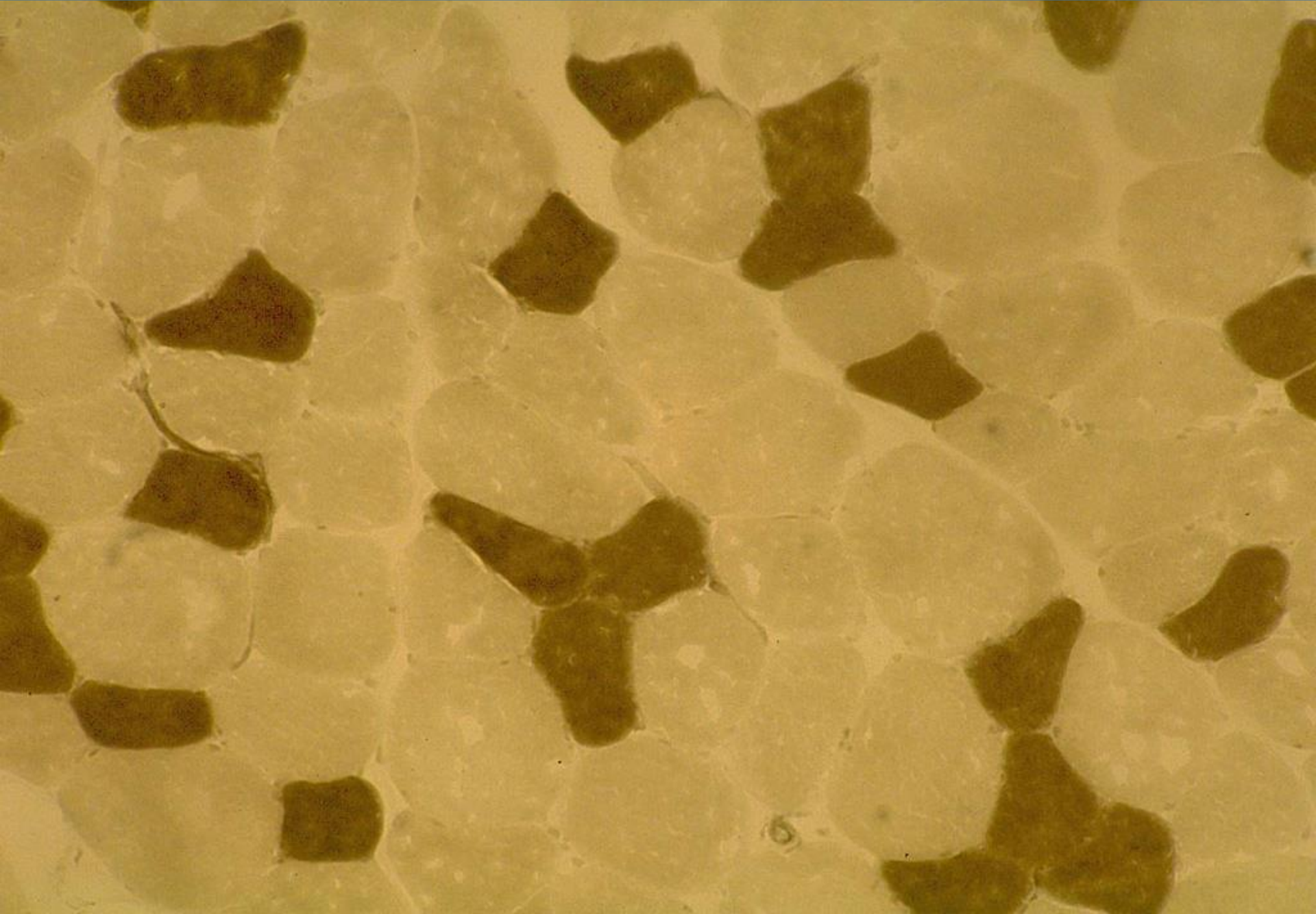


# FYZIOLOGICKÁ KLASIFIKACE KOSTERNÍCH SVALŮ

- **Kosterní svaly mají různé fyziologické parametry**
  - různé izoformy proteinů kontraktilního aparátu
  - využití kyslíku
  - vaskularizace
  - obsah glykogenu
- **Pomalá oxidativní**
- **Rychlá glykolytická**
- **Rychlá oxidativně-glykolytická**



# FYZIOLOGICKÁ KLASIFIKACE KOSTERNÍCH SVALŮ



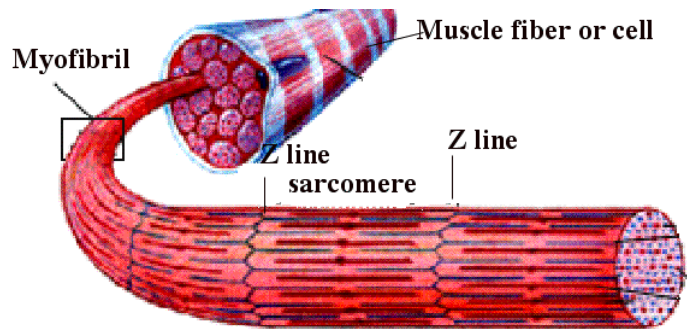


# FYZIOLOGICKÁ KLASIFIKACE KOSTERNÍCH SVALŮ

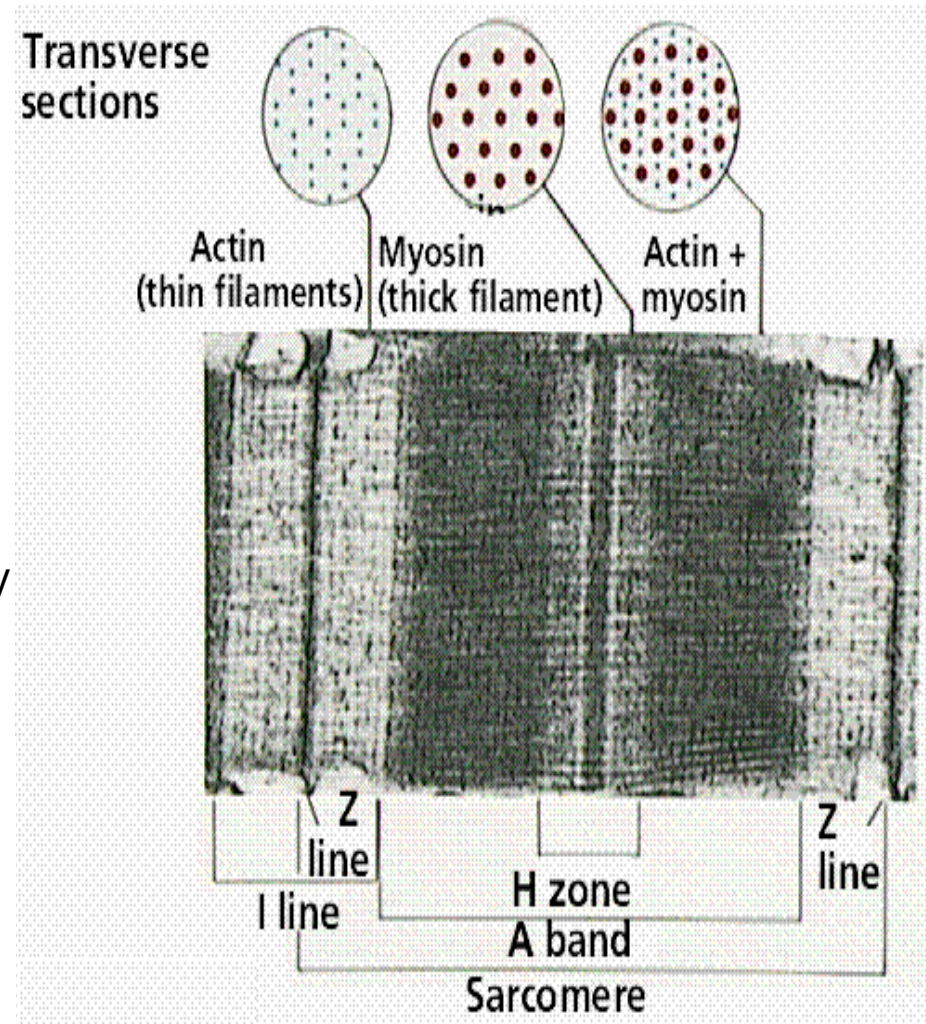
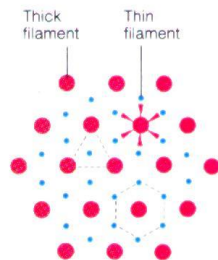
Properties	Type I fibers	Type IIA fibers	Type IIX fibers
<b>Motor Unit Type</b>	Slow Oxidative (SO)	Fast Oxidative/Glycolytic (FOG)	Fast Glycolytic (FG)
<b>Twitch Speed</b>	Slow	Fast	Fast
<b>Twitch Force</b>	Small	Medium	Large
<b>Resistance to fatigue</b>	High	High	Low
<b>Glycogen Content</b>	Low	High	High
<b>Capillary Supply</b>	Rich	Rich	Poor
<b>Myoglobin</b>	High	High	Low
<b>Red Color</b>	Dark	Dark	Pale
<b>Mitochondrial density</b>	High	High	Low
<b>Capillary density</b>	High	Intermediate	Low
<b>Oxidative Enzyme Capacity</b>	High	Intermediate-high	Low
<b>Z-Line Width</b>	Intermediate	Wide	Narrow
<b>Alkaline ATPase Activity</b>	Low	High	High
<b>Acidic ATPase Activity</b>	High	Medium-high	Low

# MYOFIBRILY

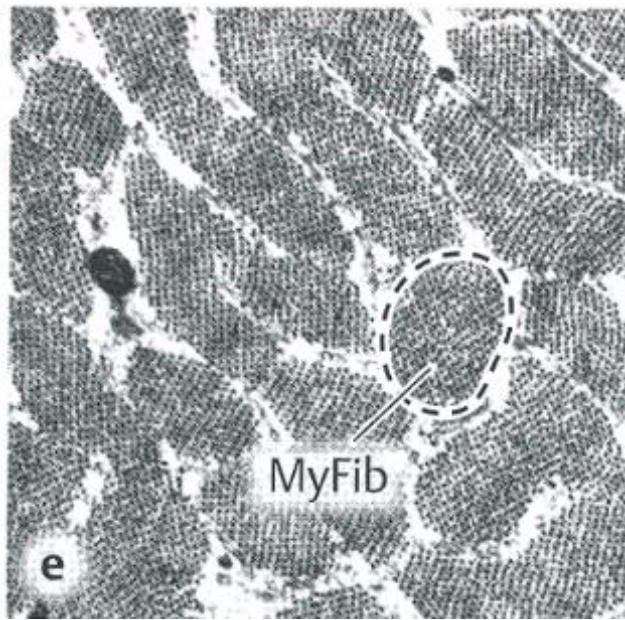
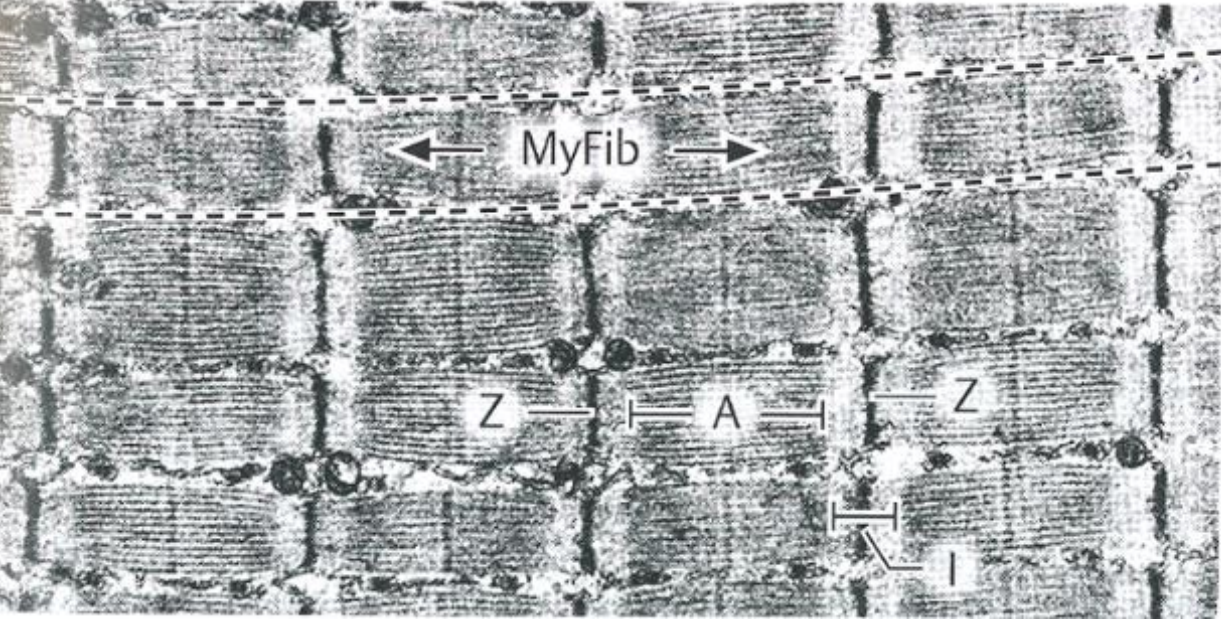
- protáhlé cytoskeletární struktury [Ø 0.5 – 1.5 µm] v sarkoplasmě svalového vlákna



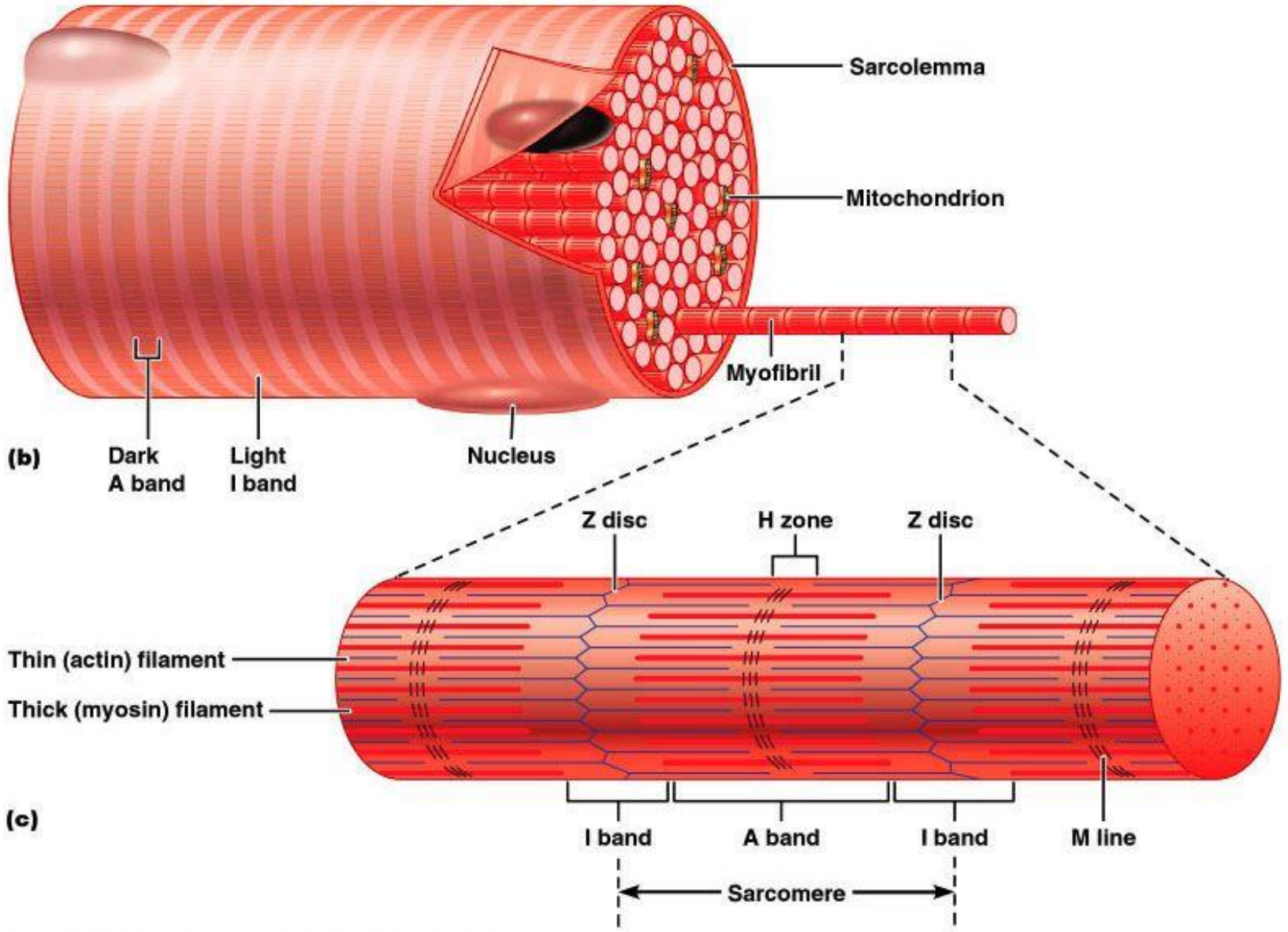
- **Myofilamenta** aktin + myosin a další proteiny
- **Sarkomera**
- Z-linie
- M-linie a H-zóna
- I-proužek, A-proužek



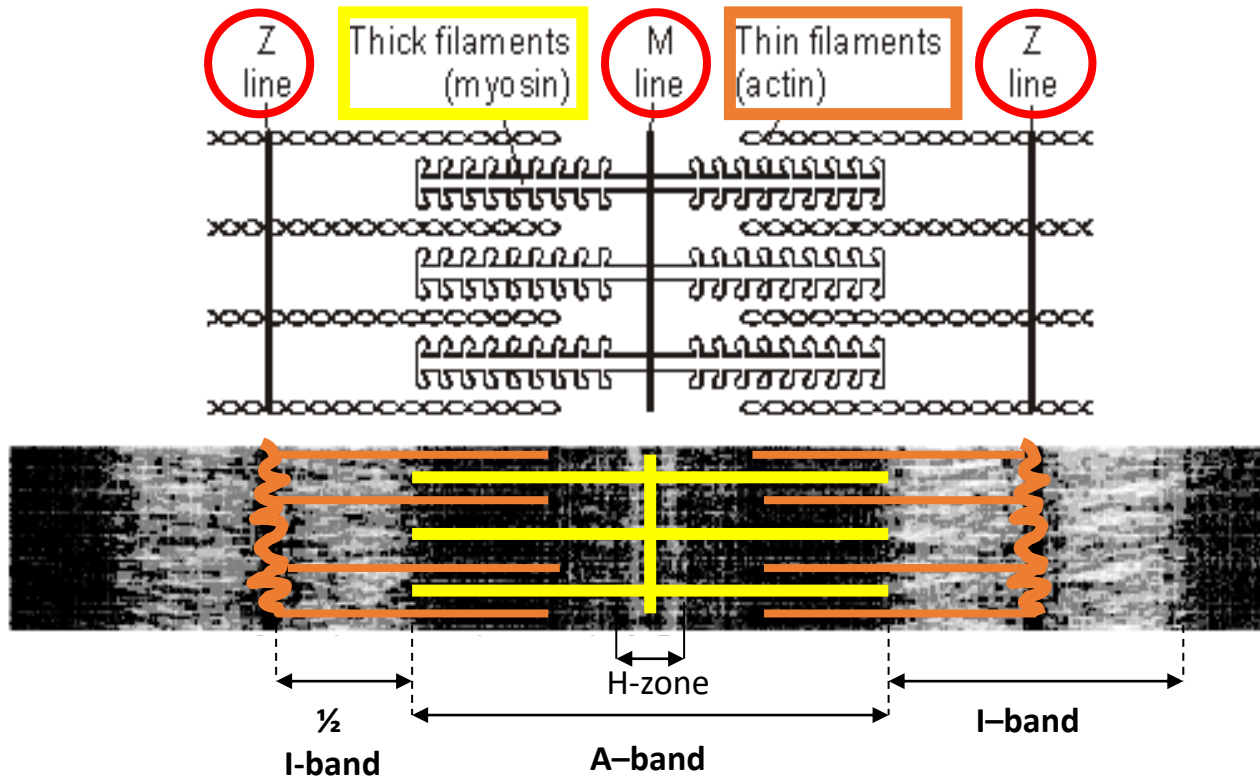
# MYOFIBRILY



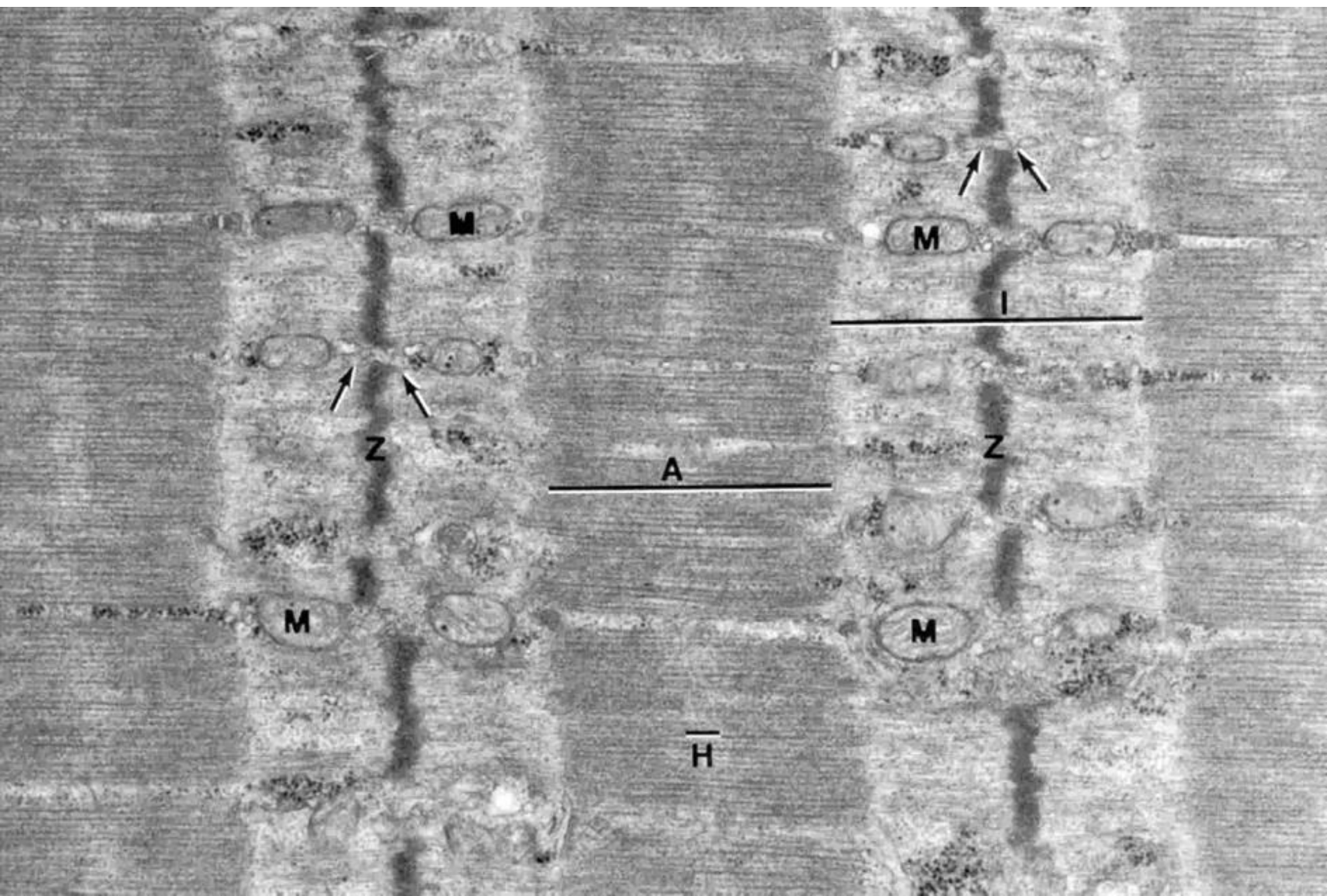
# SARKOMERA



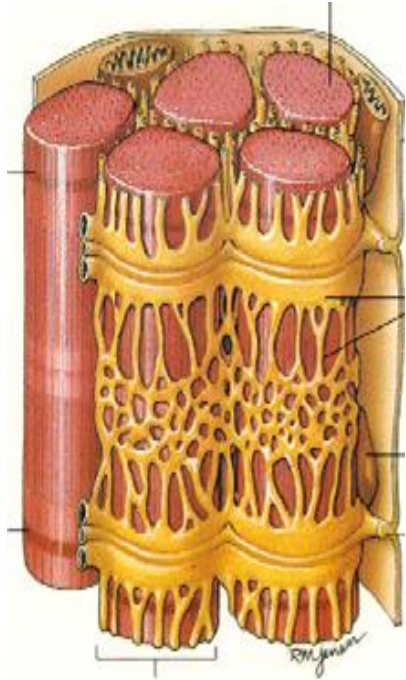
# SARKOMERA



# SARKOMERA



# SARKOPLAZMATICKÉ RETIKULUM



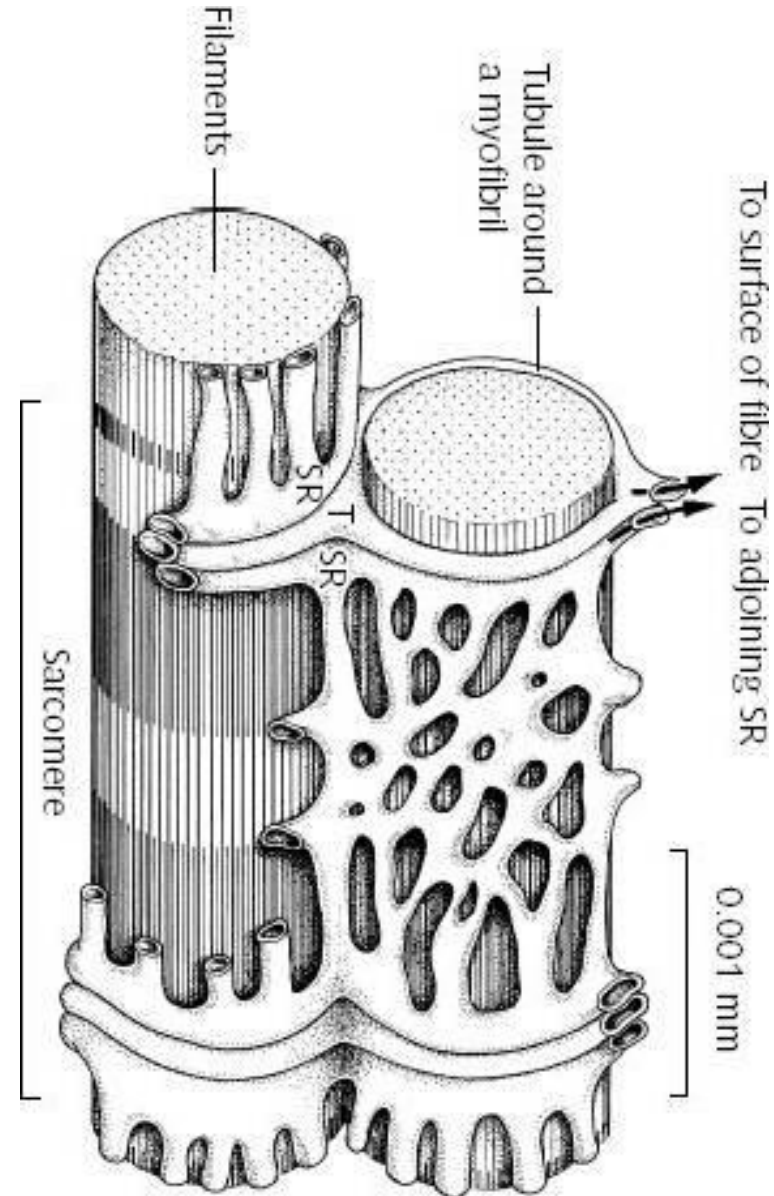
Terminální cisterna  
T-tubule  
Terminální cisterna

TRIÁDA

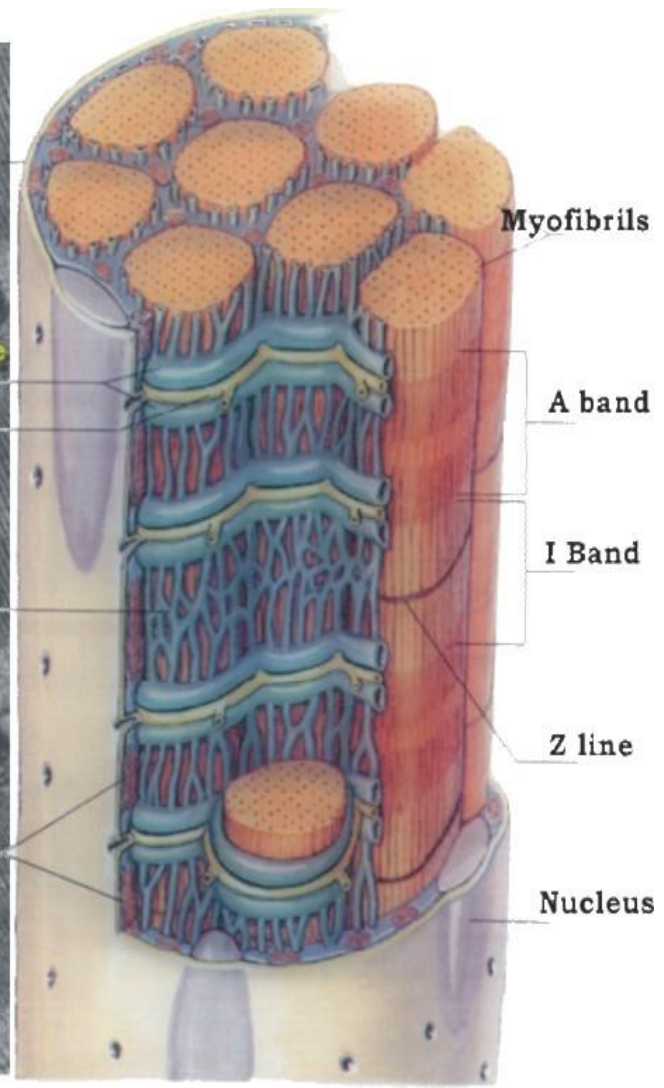
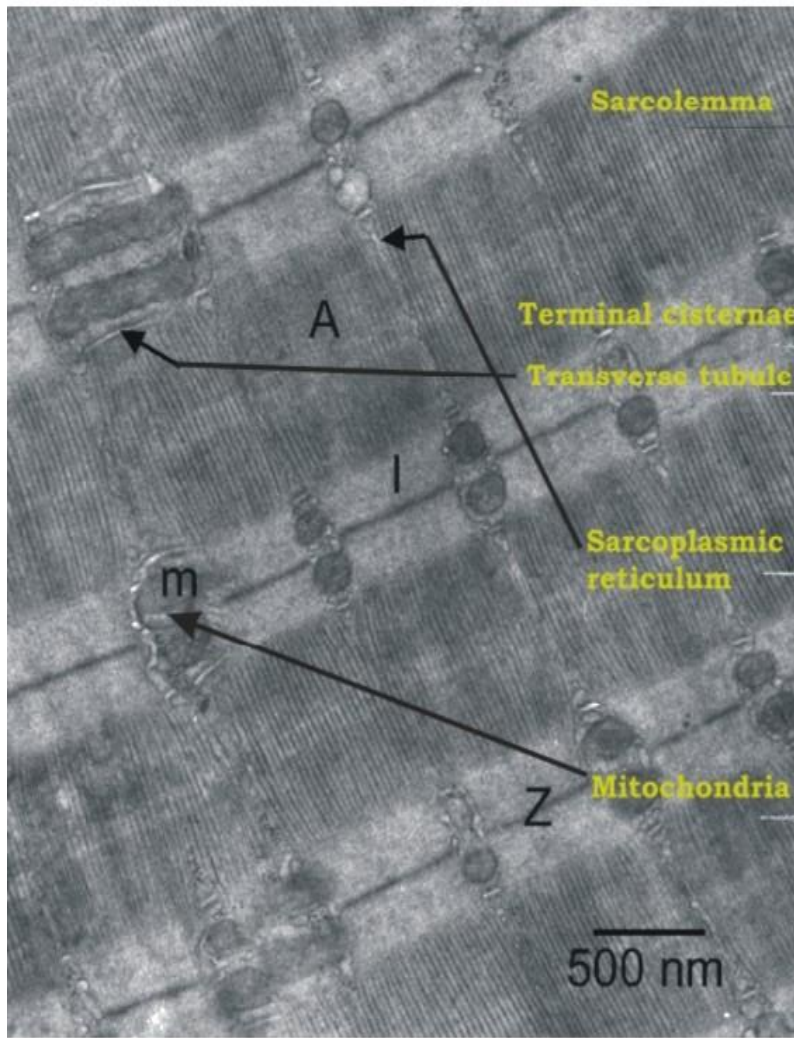
- sER: komunikující membránové oddíly oddělené od sarkoplazmy
- **Terminální cisterny** (“junkce”)
- **Longitudinální tubuly** (“L” systém).

×

- **Transversální tubuly** (“T” systém )  
= invaginace sarkolemy

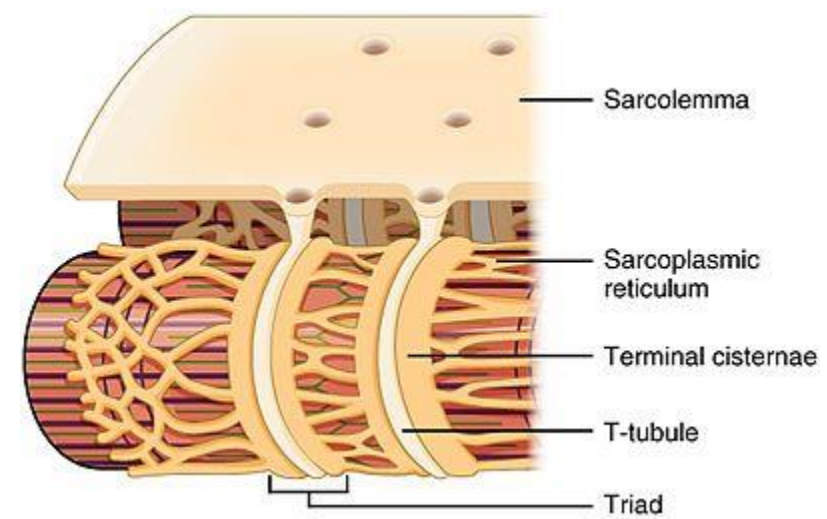
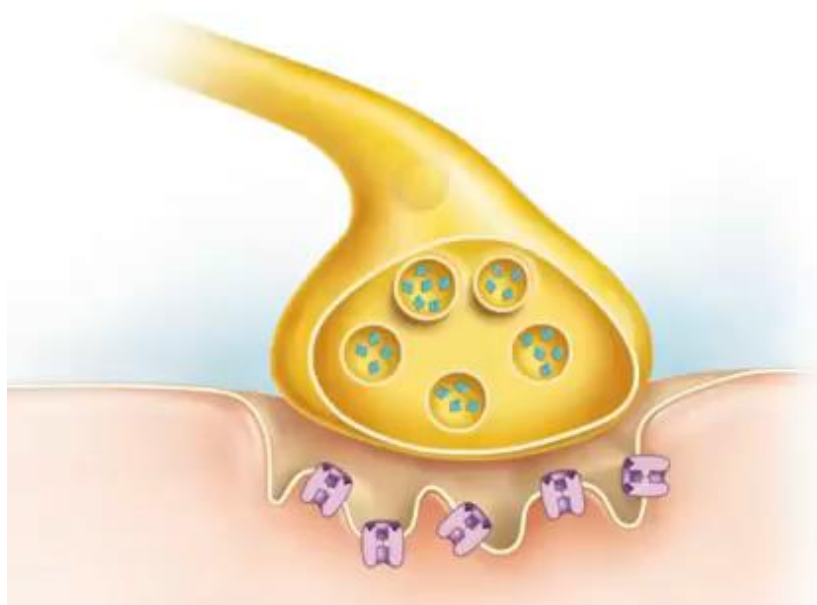
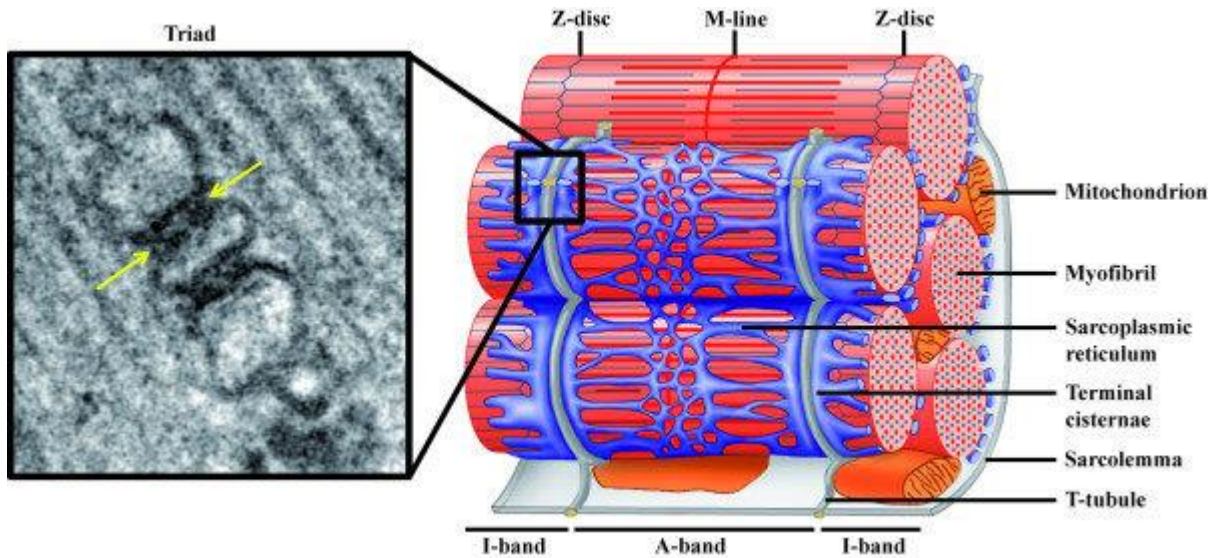


# SARKOPLAZMATICKÉ RETIKULUM

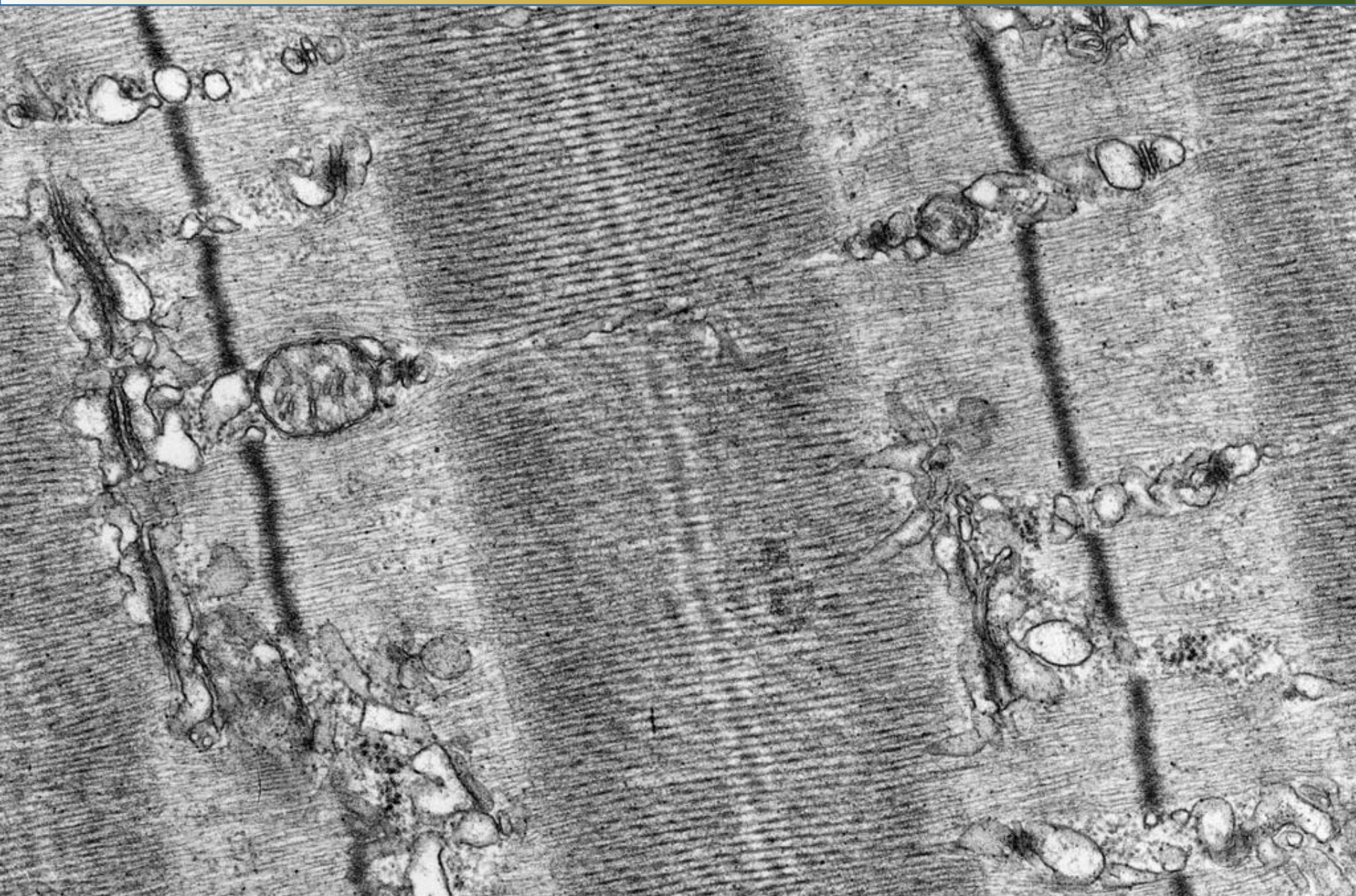


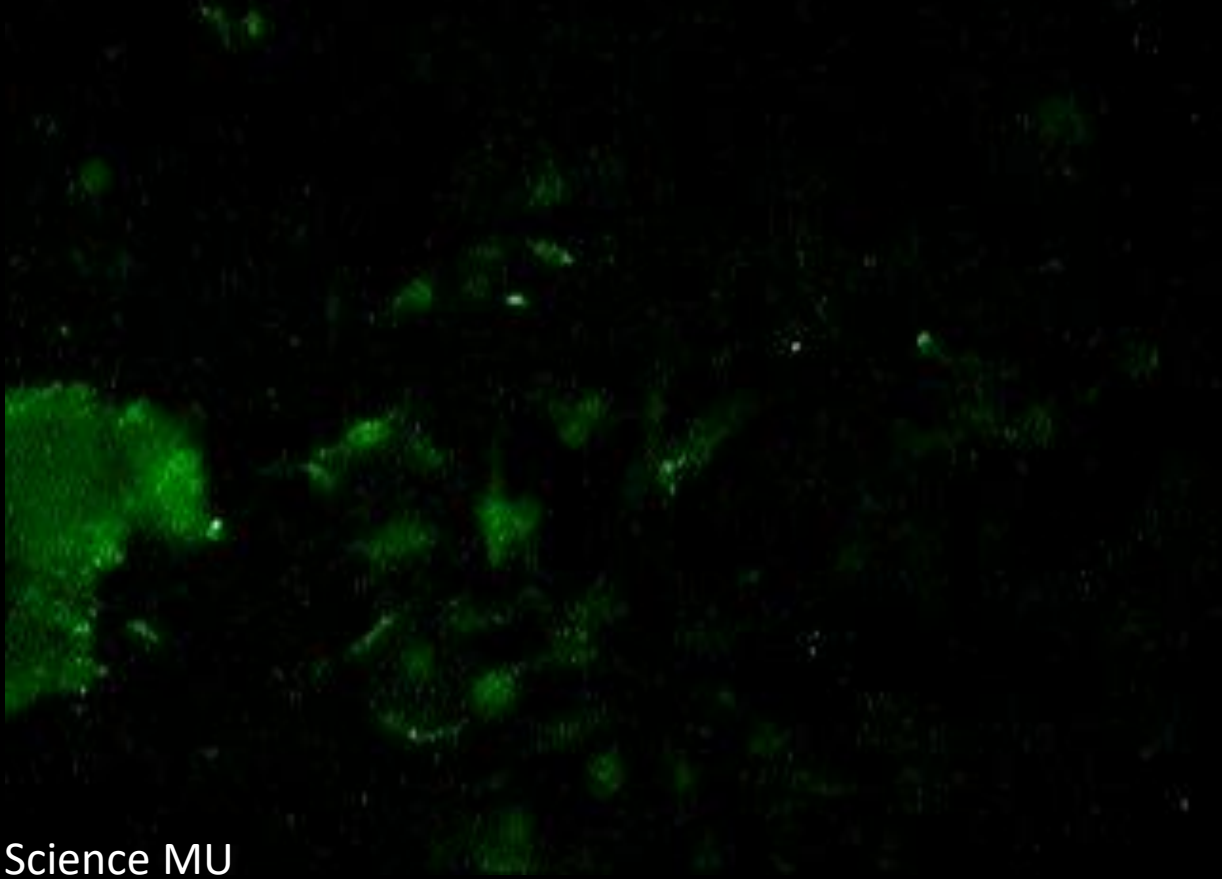
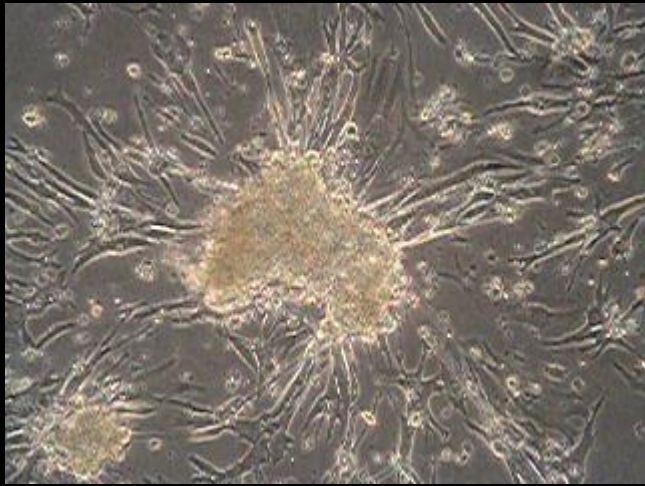


# SARKOPLAZMATICKÉ RETIKULUM



# SARKOPLAZMATICKÉ RETIKULUM A TRIÁDY

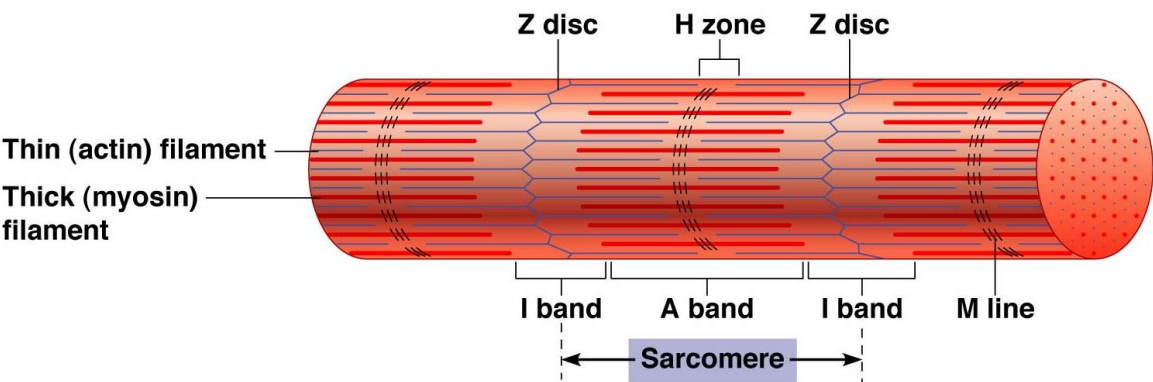
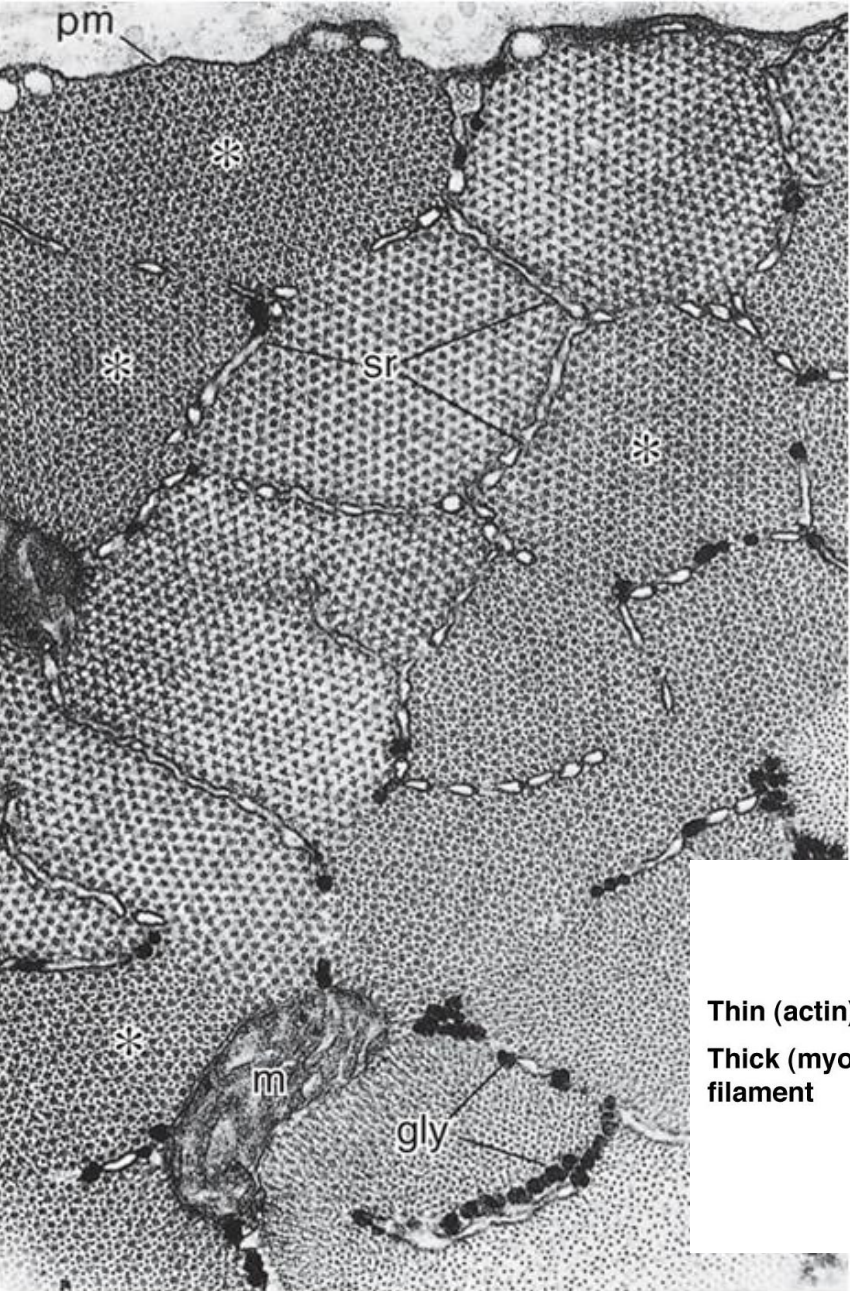




Courtesy Dr. Pacherník, Faculty of Science MU

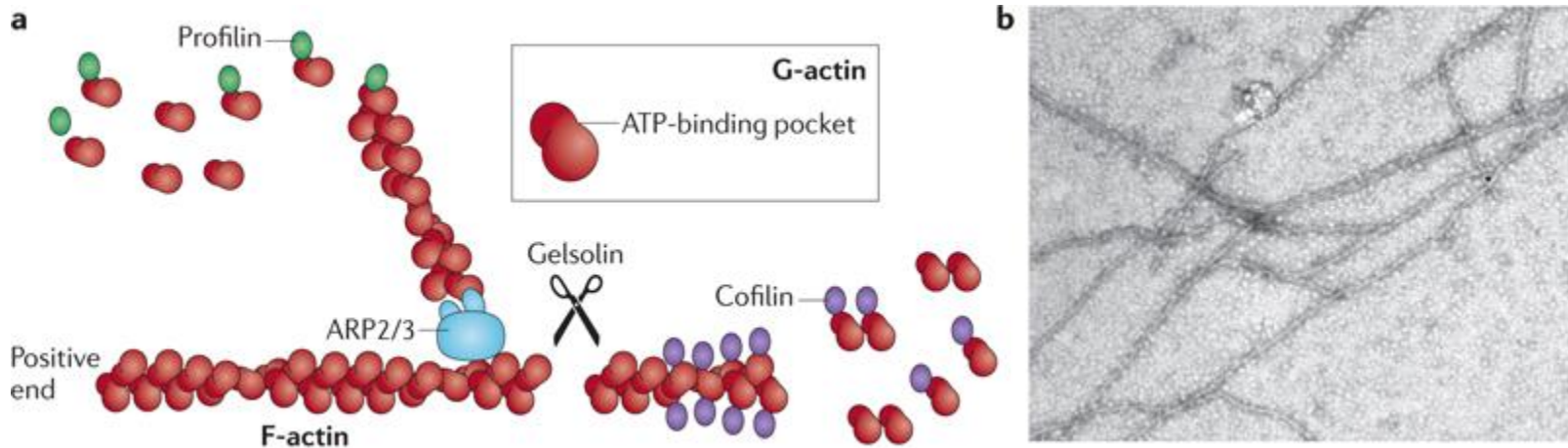


# MYOFILAMENTA



# KONTRAKTILNÍ APARÁT – TENKÁ MYOFILAMENTA

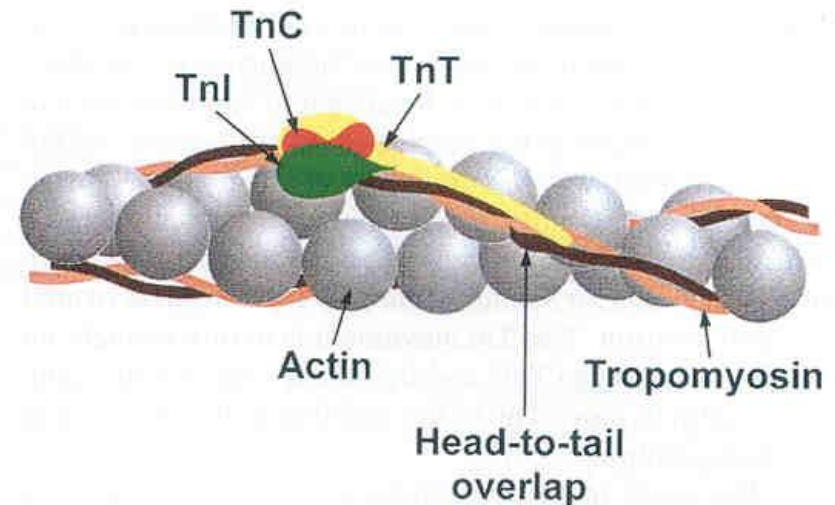
- **Fibrilární aktin (F-actin)**



- **Tropomyosin**

- **Troponin** – komplex 3 globulárních proteinů

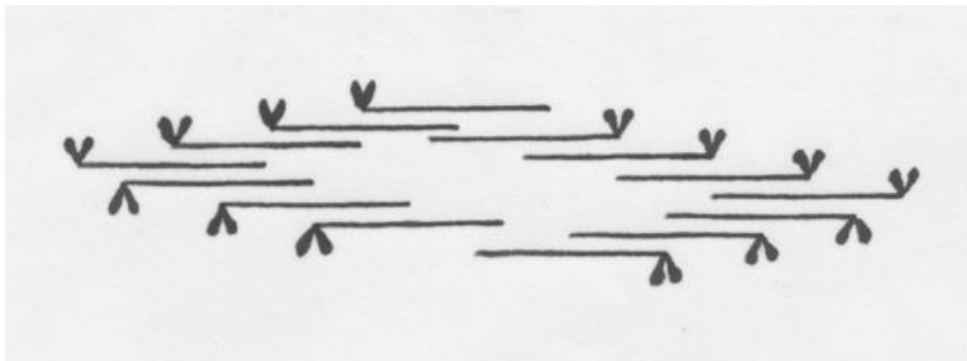
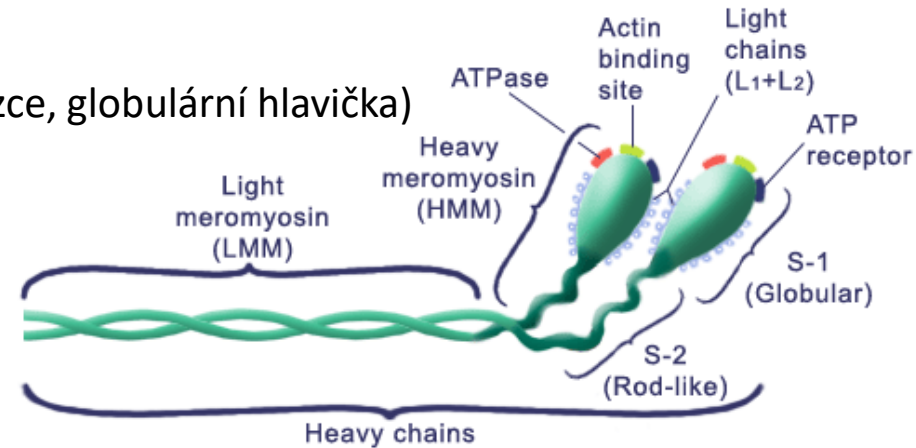
- TnT (Troponin T) – váže tropomyosin
- TnC (Troponin C) – váže kalcium
- TnI (Troponin I) – inhibuje interakci mezi tenkými a tlustými myofilamenty



# KONTRAKTILNÍ APARÁT – TLUSTÁ MYOFILAMENTA

- **Myosin II**

- molekulární motor
- ATPázová aktivita
- tři strukturní a funkční domény (lehké a těžké řetězce, globulární hlavička)



# KONTRAKTILNÍ APARÁT – PROTEINY ASOCIOVANÉ S MYOFILAMENTY

- **Nebulin**

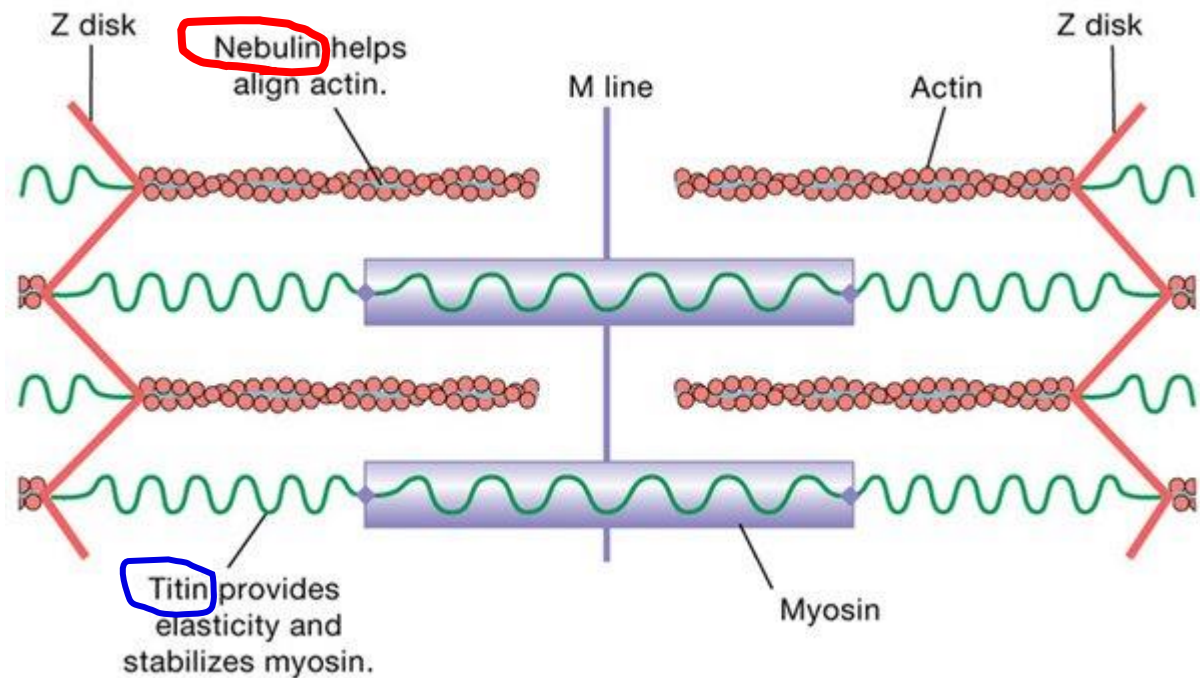
- 600-900kDa
- stabilizace F-aktinu
- určuje délku sarkomery

- **Titin** (konektin)

- >MDa
- stabilizace myosinu
- elastický

- **$\alpha$ -aktinin**

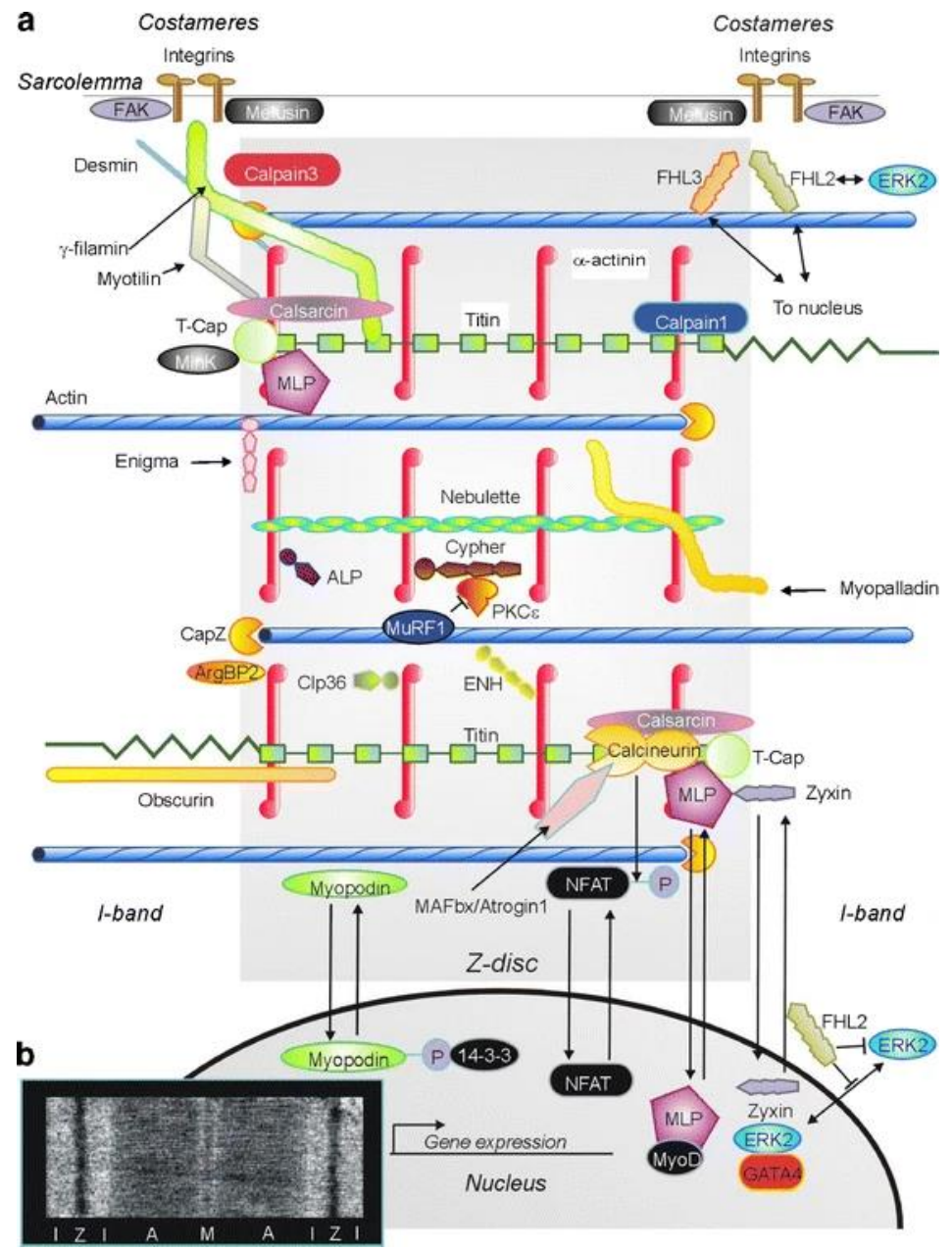
- Z-linie
- vazba aktinu



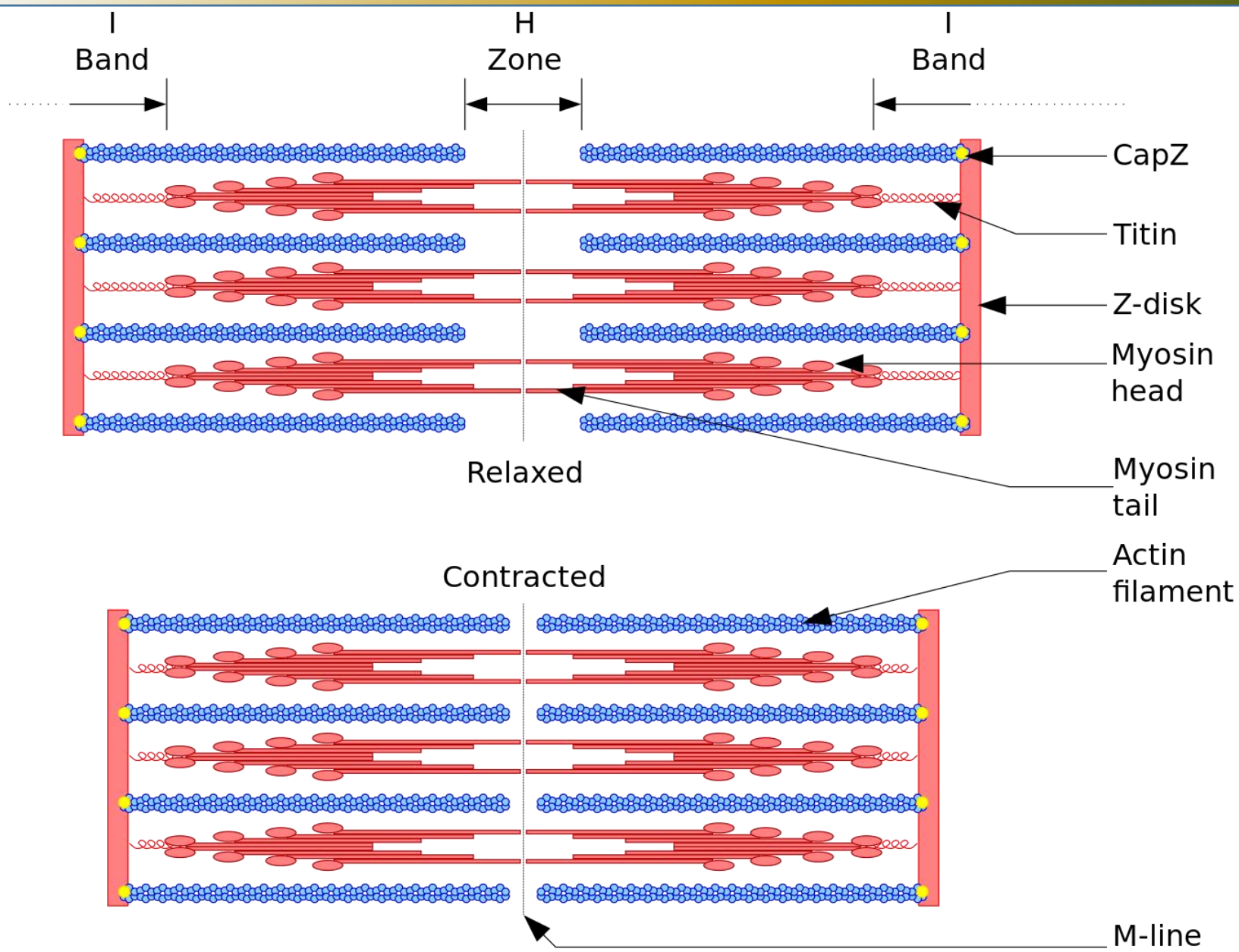


# KONTRAKTILNÍ APARÁT – PROTEINY ASOCIOVANÉ S MYOFILAMENTY

- Stavba sarkomery je složitá a její poruchy jsou spojeny s řadou myopatií

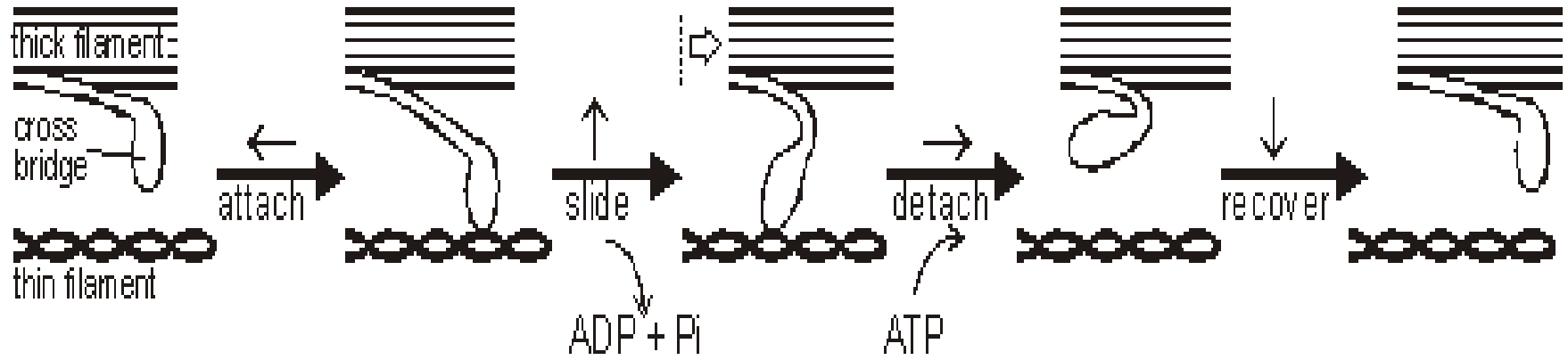


# MYOFILAMENTA TVOŘÍ SARKOMERU

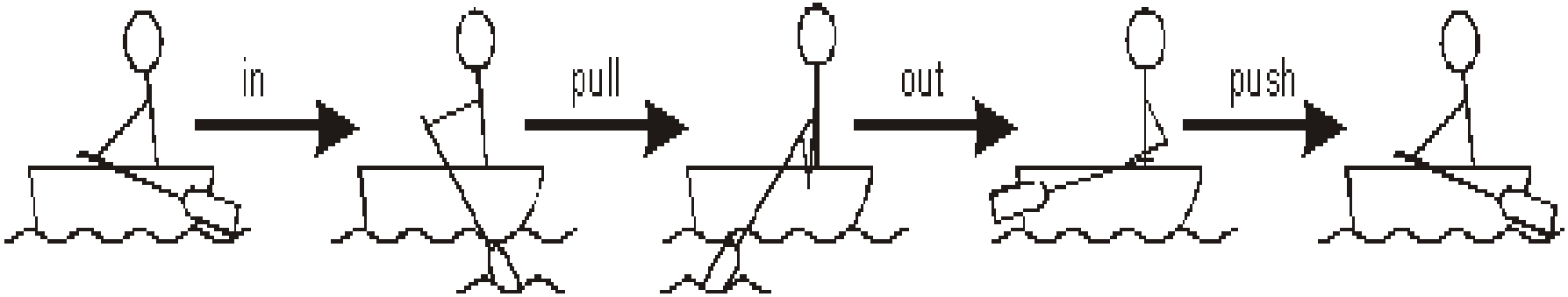


# MECHANISMUS KONTRAKCE

The Cross Bridge Cycle. (only one myosin head is shown for clarity)

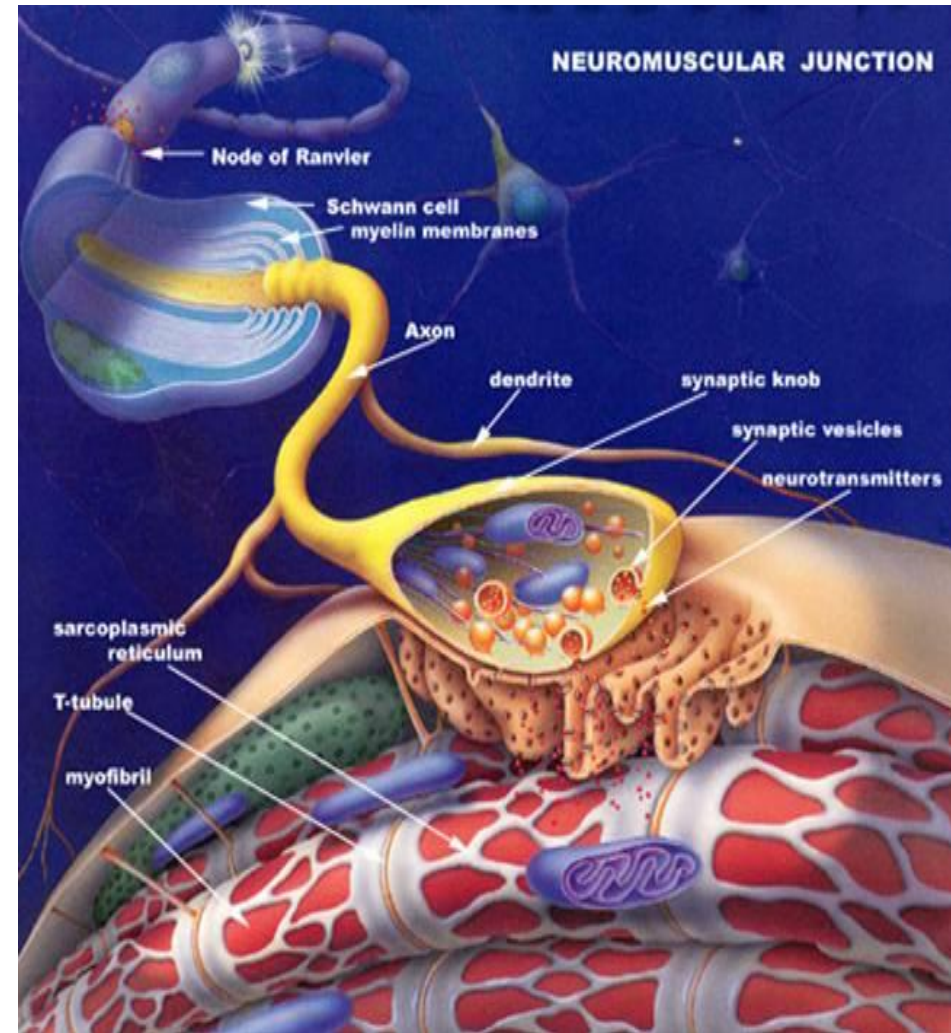


The Rowing Cycle



# MECHANISMUS KONTRAKCE

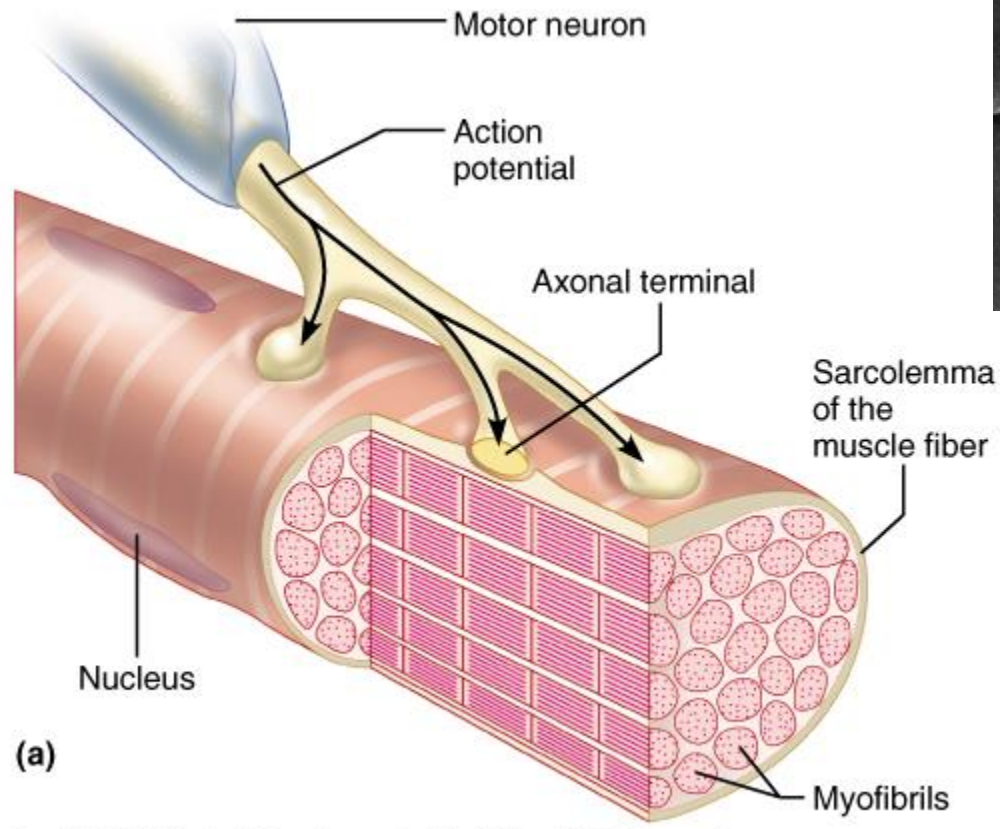
1. Impuls podél axonu motoneuronu
2. Depolarizace presynaptické membrány ( $\text{Na}^+$  influx)
3. Synaptické vezikuly splývají s presynaptickou membránou
4. Acetylcholin se uvolňuje do synaptické štěrby
5. Acetylcholin difunduje k postsynaptické membráně a váže se na své receptory, které otevírají  $\text{Na}$  kanály
6. Depolarizace postsynaptické membrány a sarkolemy ( $\text{Na}^+$  influx)
7. Depolarizace T-tubulů a terminálních cisteren sER
8. Kompletní depolarizace membrány sER
9. Uvolnění  $\text{Ca}^{2+}$  z sER do sarkoplazmy
10.  $\text{Ca}^{2+}$  se váže na TnC
11. Troponinový komplex mění konformaci a uvolňuje vazebná místa aktin-myosin
12. Globulární části myosinu se váží na aktin
13. ATPasa globulárních částí myosinu se aktivuje a generuje energii z  $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i$
14. ADP a  $\text{P}_i$  se uvolňují, globulární části myosinu posouvají aktinová myofilamenta k centru sarkomery
15. Sarkomera se kontrahuje (I-proužek a H-zóna se zkracují)
16. Myofibrily se kontrahují
17. Svalová vlákna se kontrahují



# NEUROMUSKULÁRNÍ SPOJENÍ

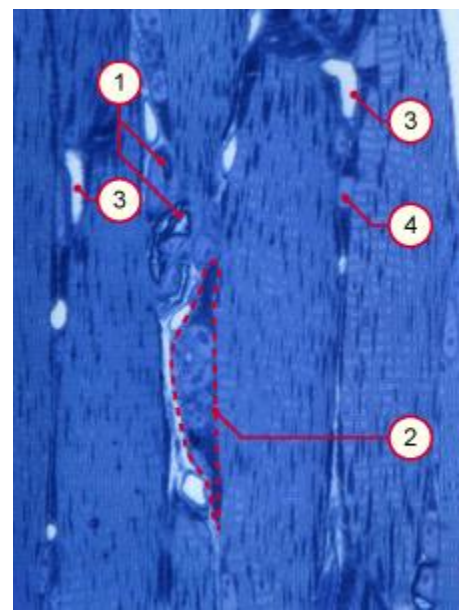
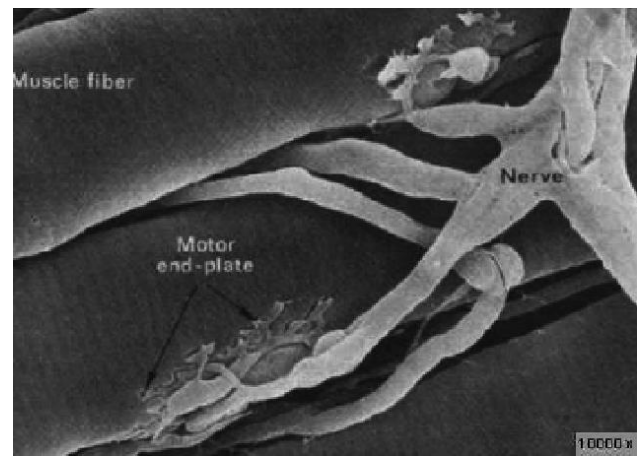


# NEUROMUSKULÁRNÍ SPOJENÍ



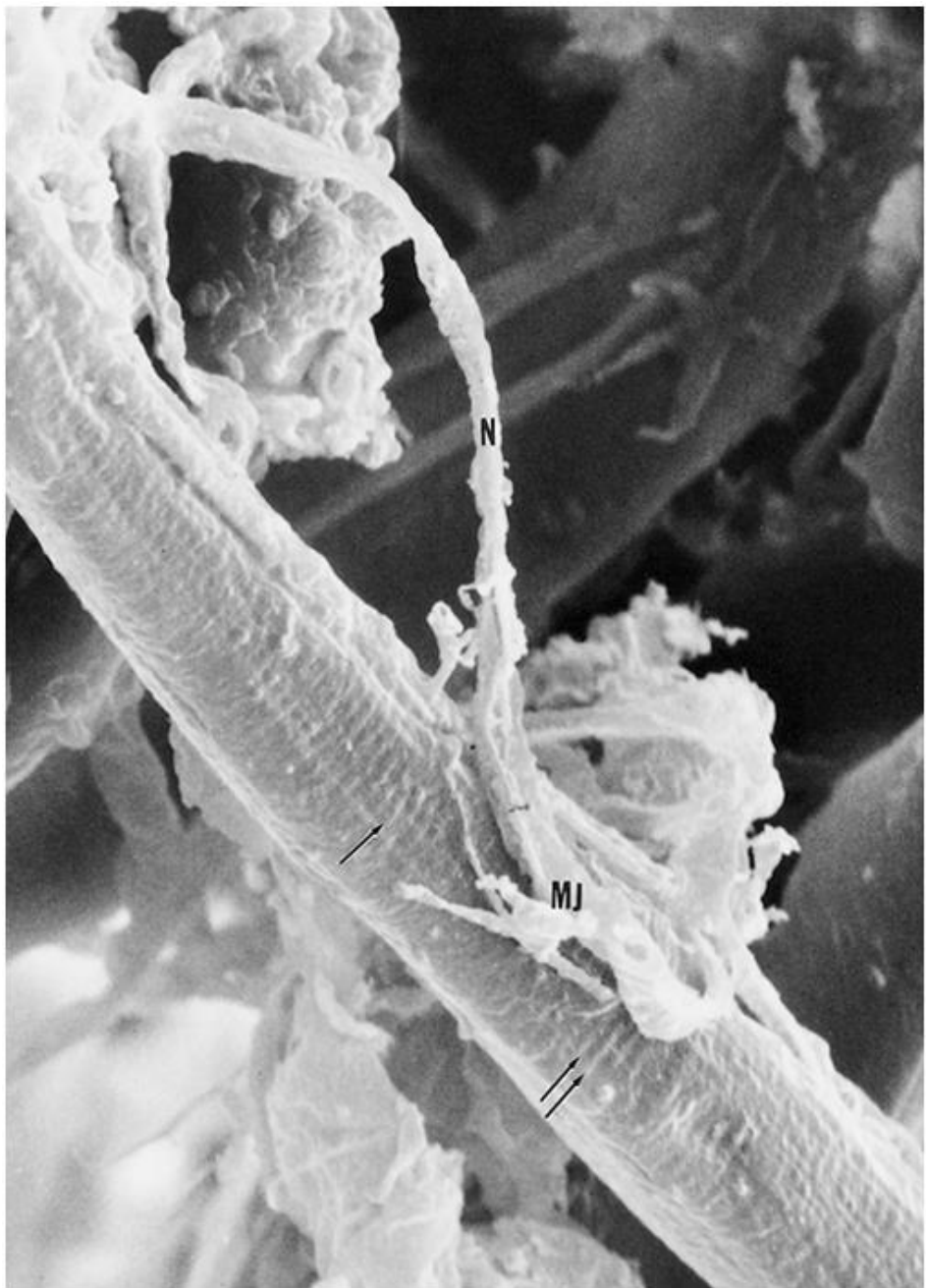
(a)

Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

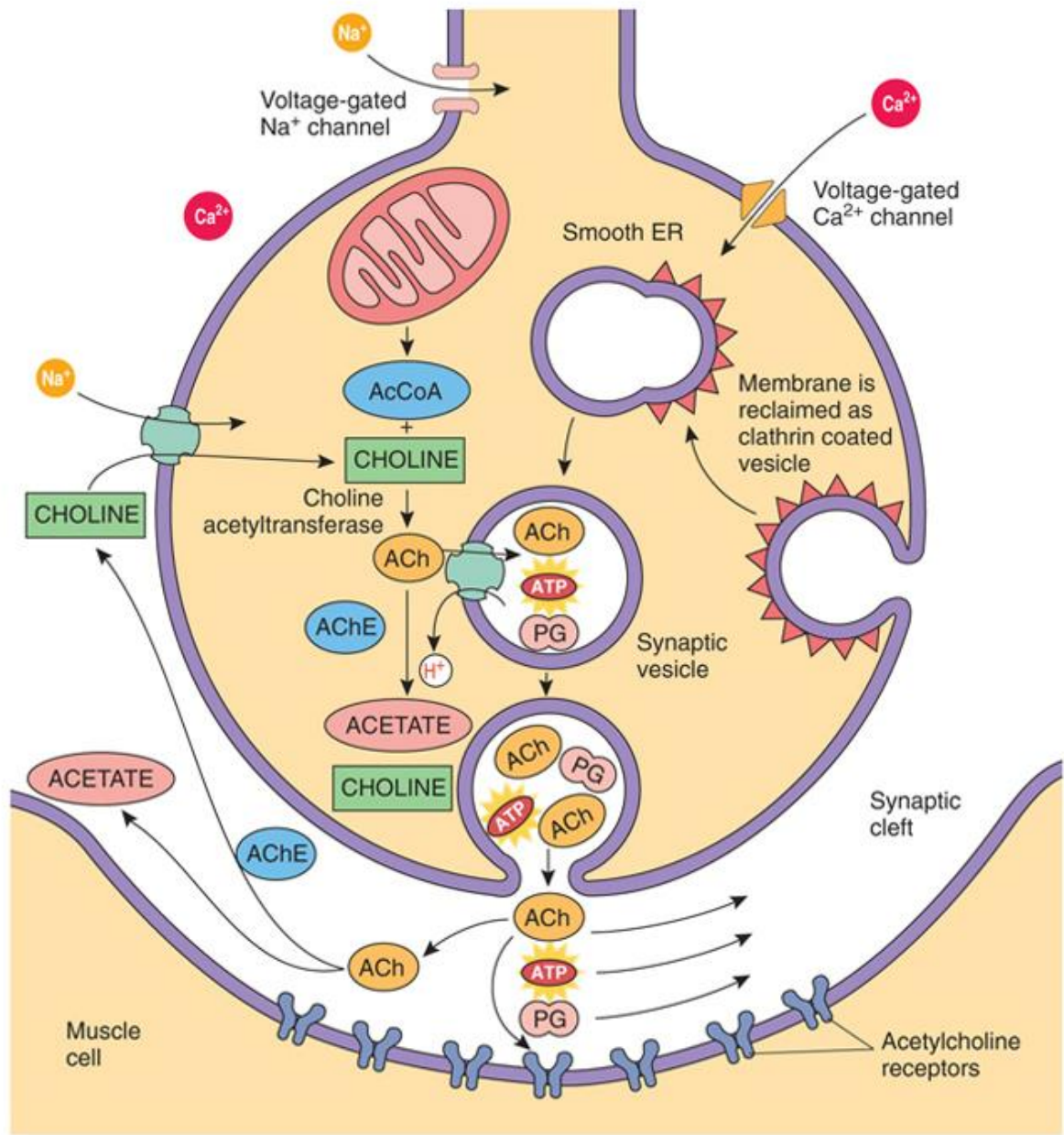


- 1 Myelinované axony
- 2 Neuromuskulární spojení
- 3 Kapiláry
- 4 Jádro rhabdomyocytu

# NEUROMUSKULÁRNÍ SPOJENÍ

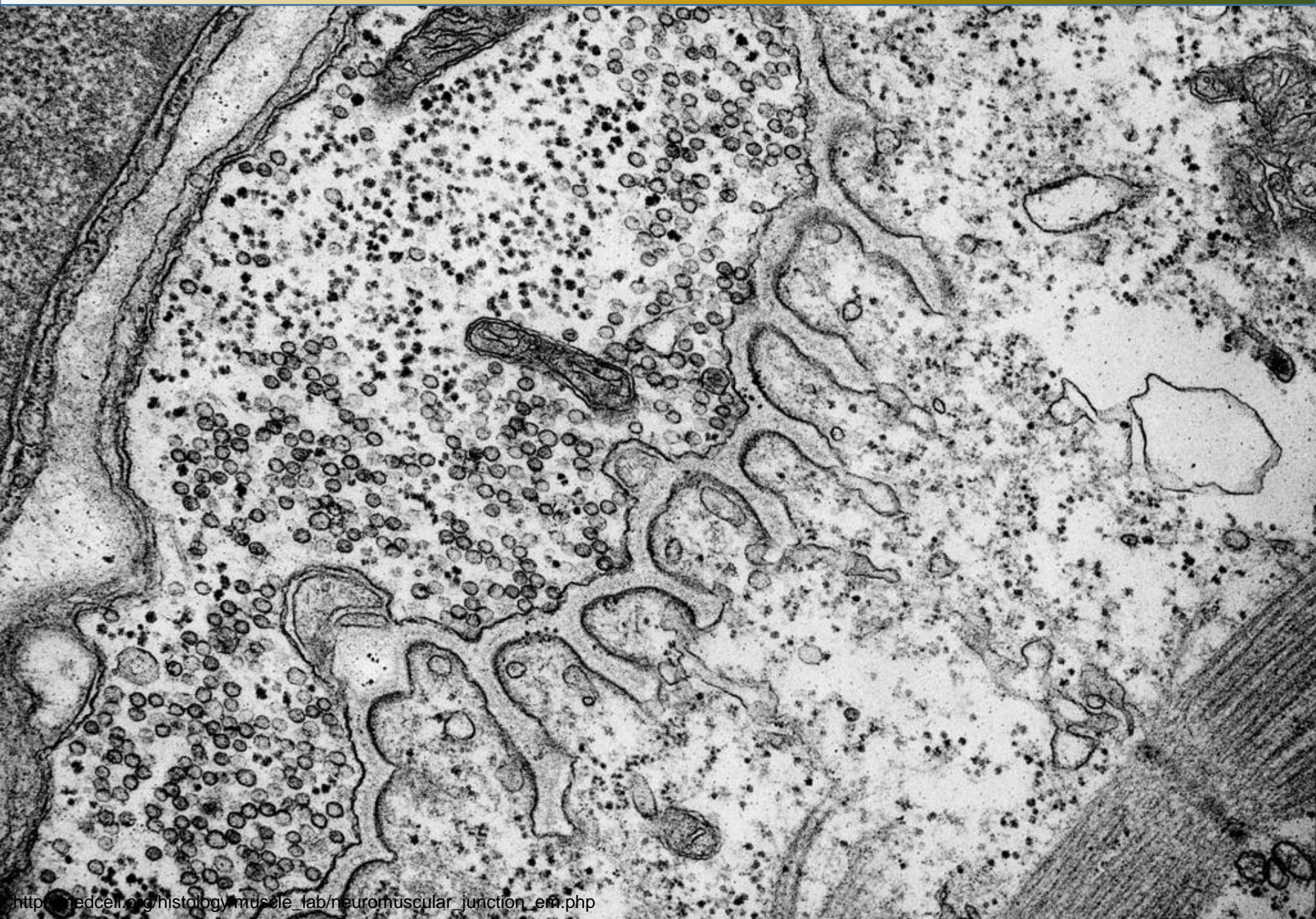


# NEUROMUSKULÁRNÍ SPOJENÍ





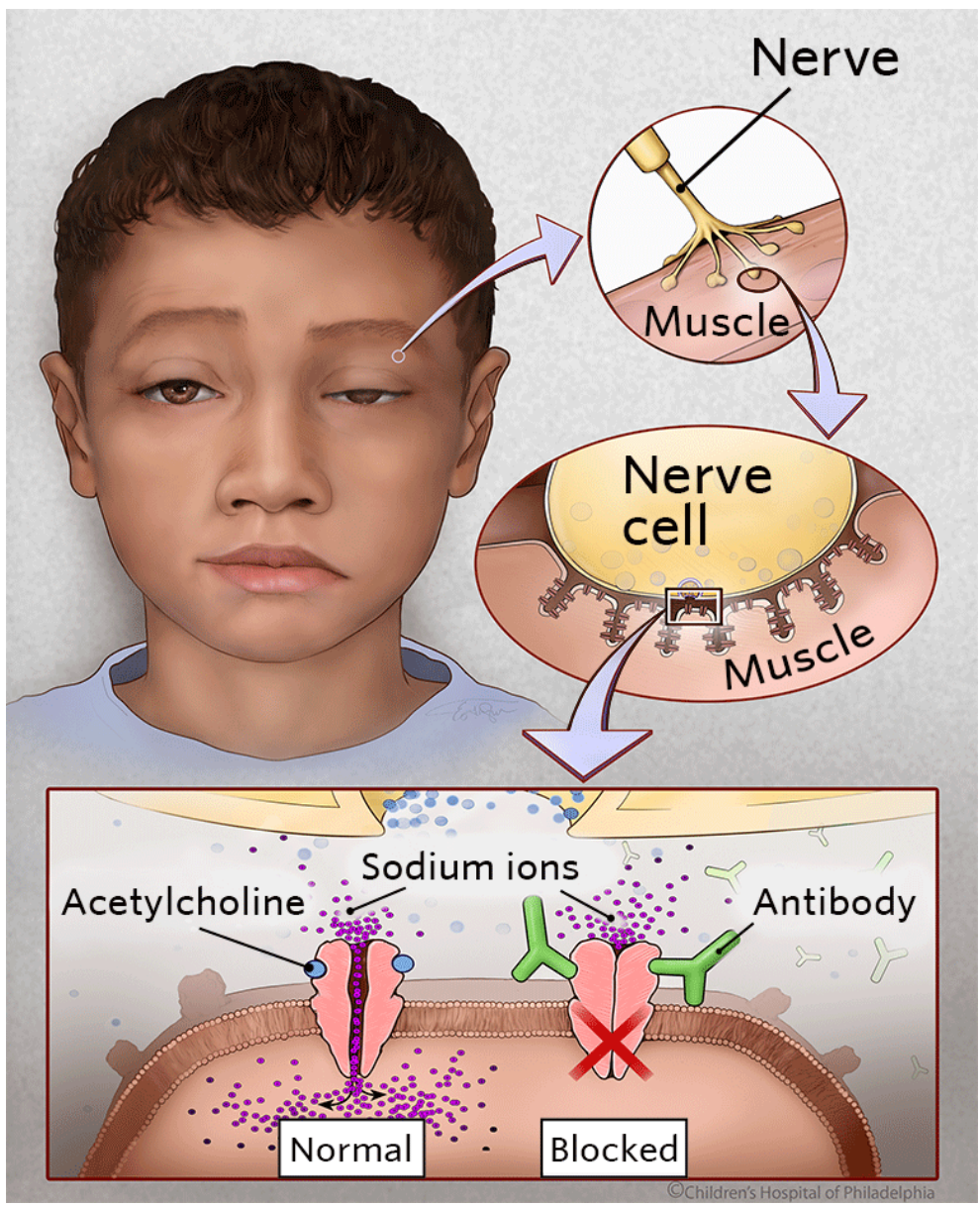
# NEUROMUSKULÁRNÍ SPOJENÍ



## MYASTHENIA GRAVIS

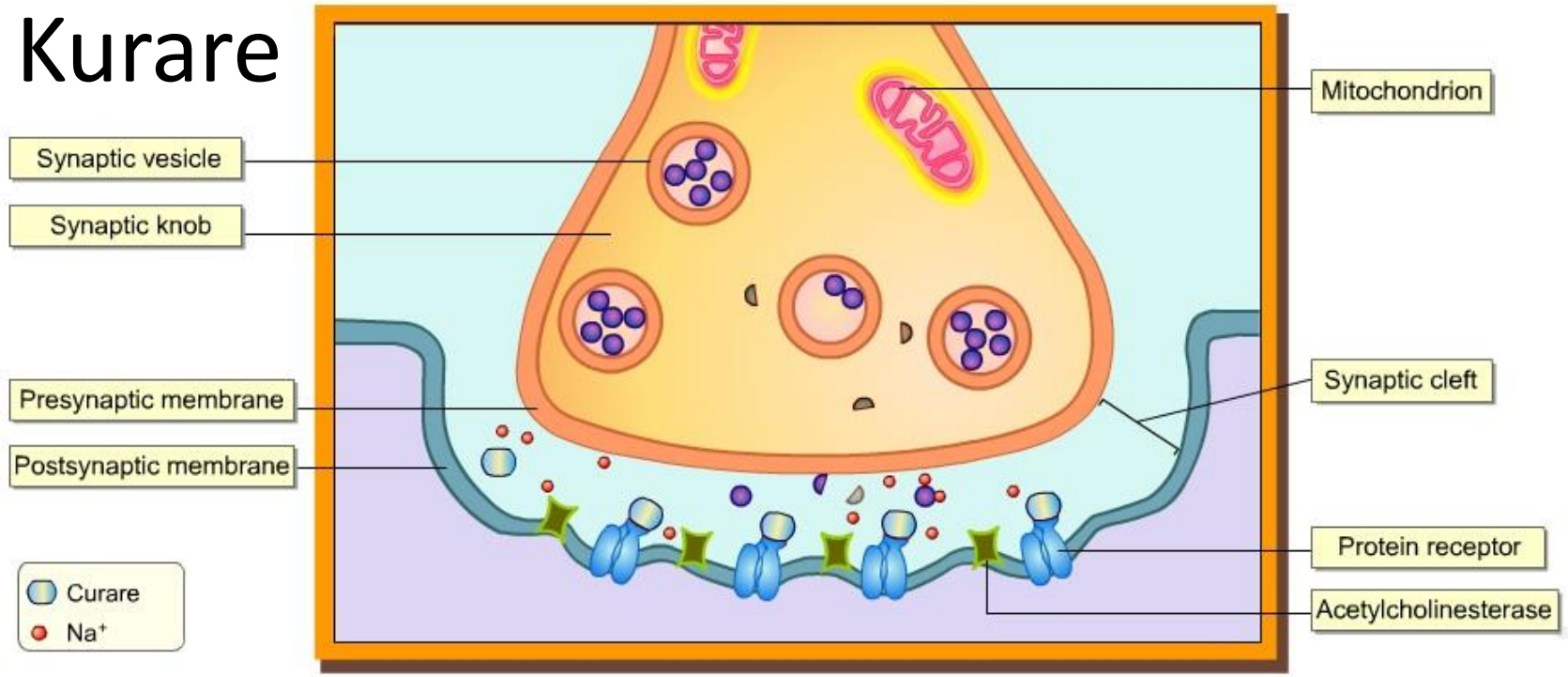


protilátky proti ACh receptoru





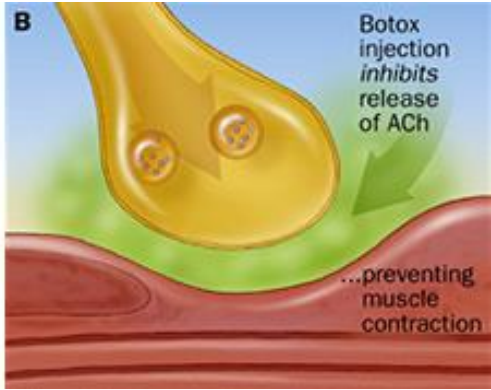
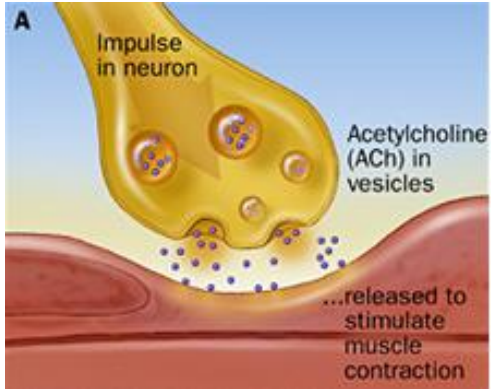
# Kurare



**blok ACh receptoru/Na<sup>+</sup>kanálu**

## BOTULOTOXIN

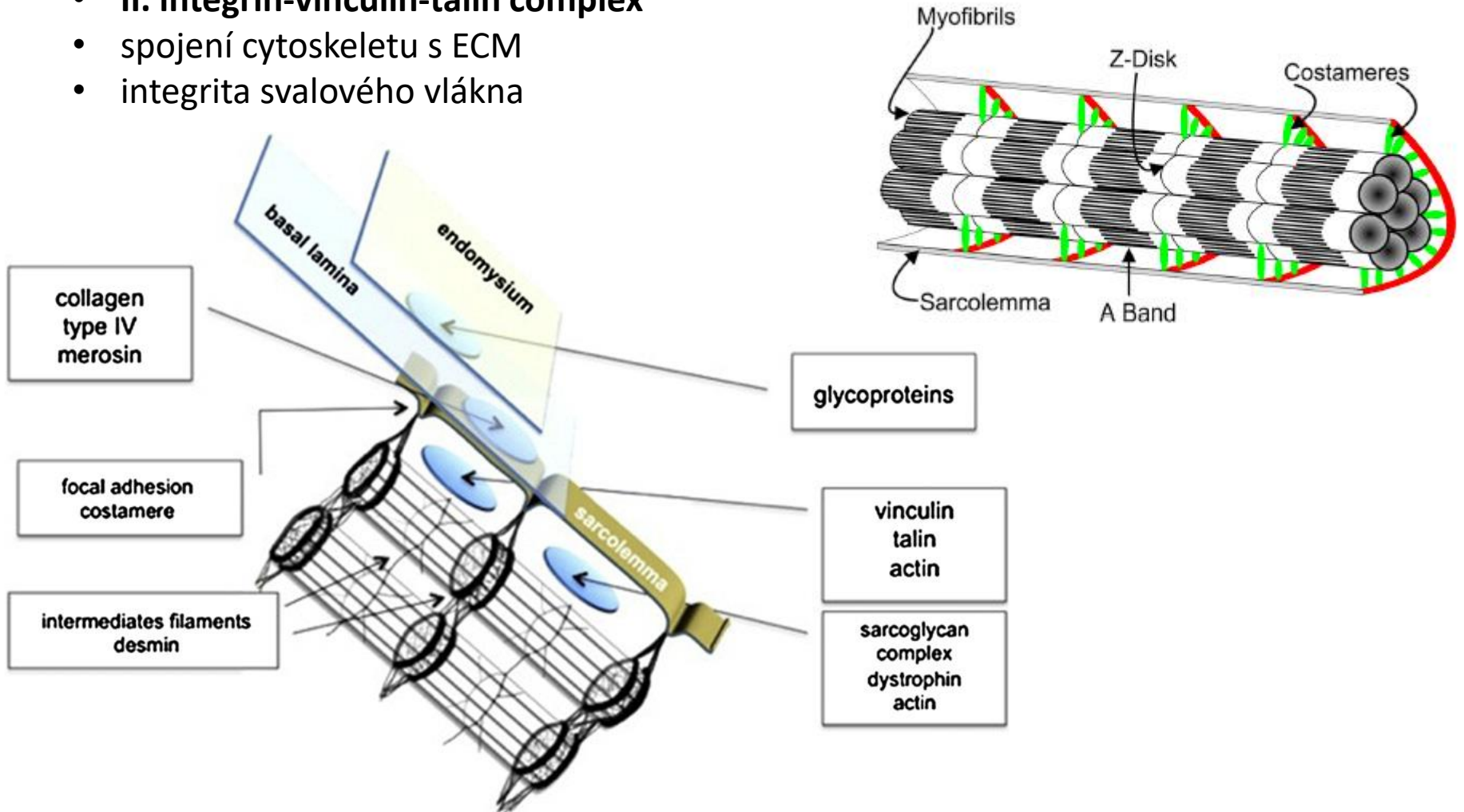
*Clostridium botulinum*



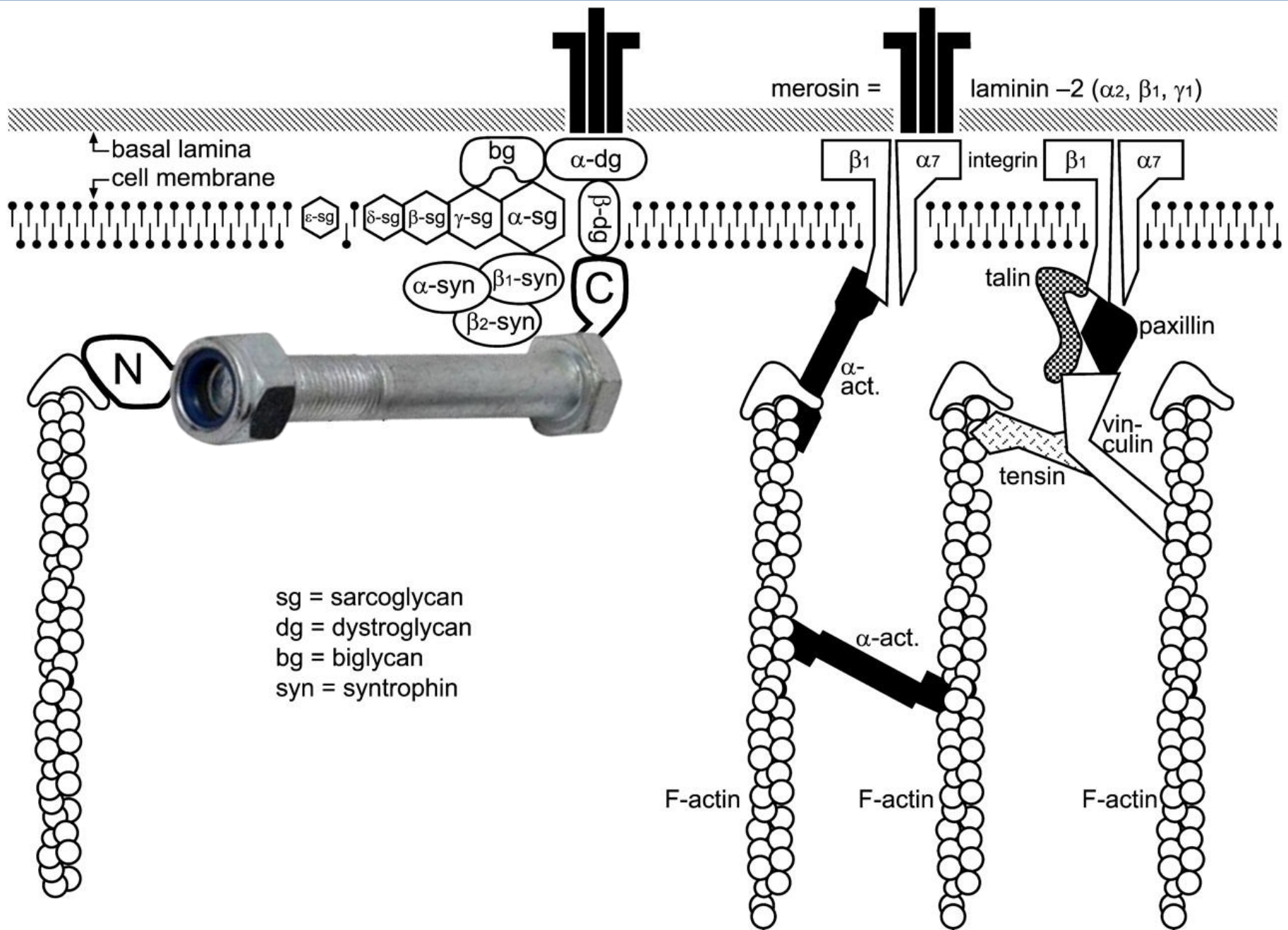
**blok syntézy a vyloučení ACh**

# KOSTAMERY

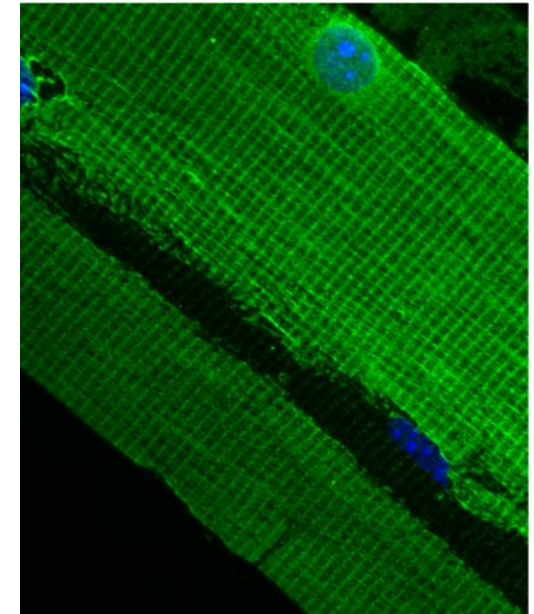
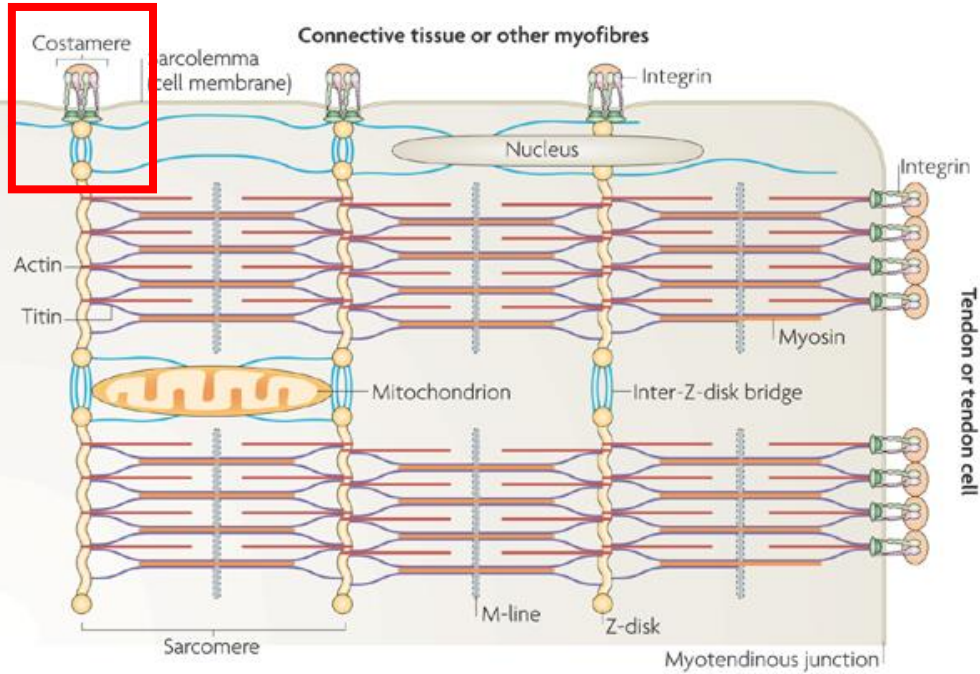
- Spojení myofibril se sarkolemou
- Seřazení myofibril
  - **I. dystrophin-associated glycoprotein (DAG) complex**
  - **II. integrin-vinculin-talin complex**
- spojení cytoskeletu s ECM
- integrita svalového vlákna



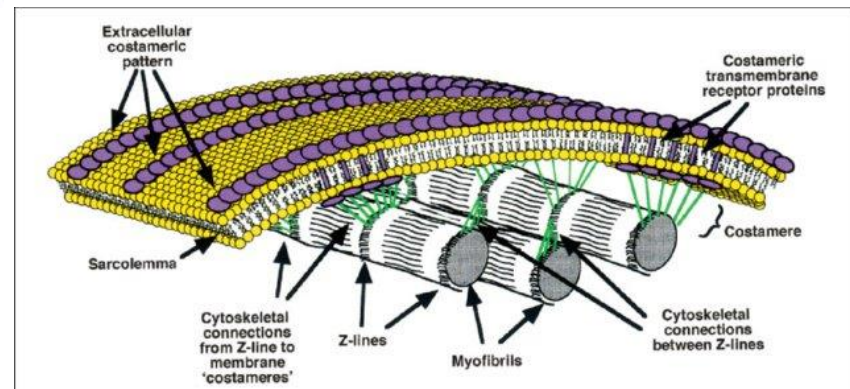
# KOSTAMERY



# KOSTAMERY

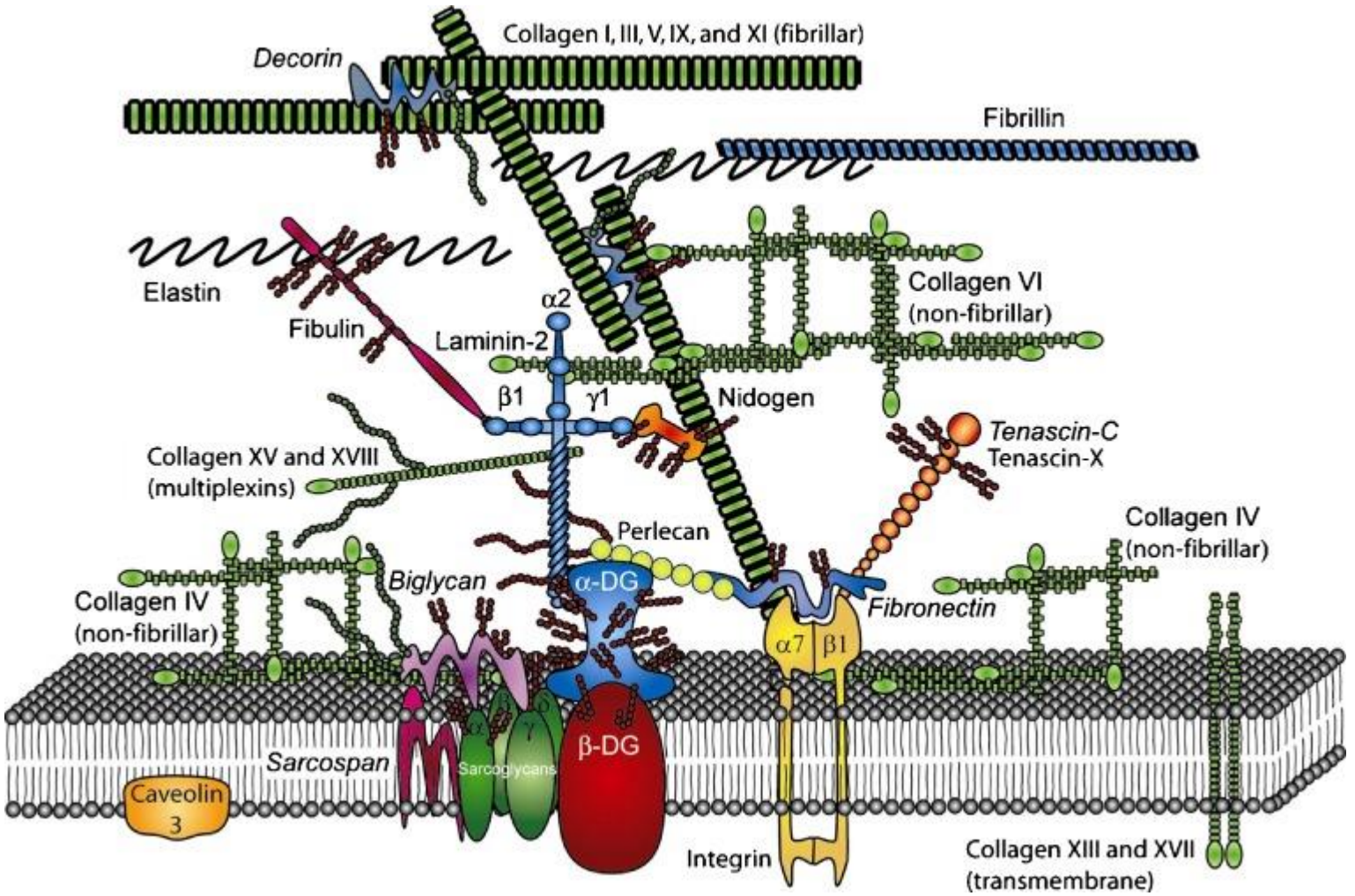


Nature Reviews | Molecular Cell Biology



# KOSTAMERY

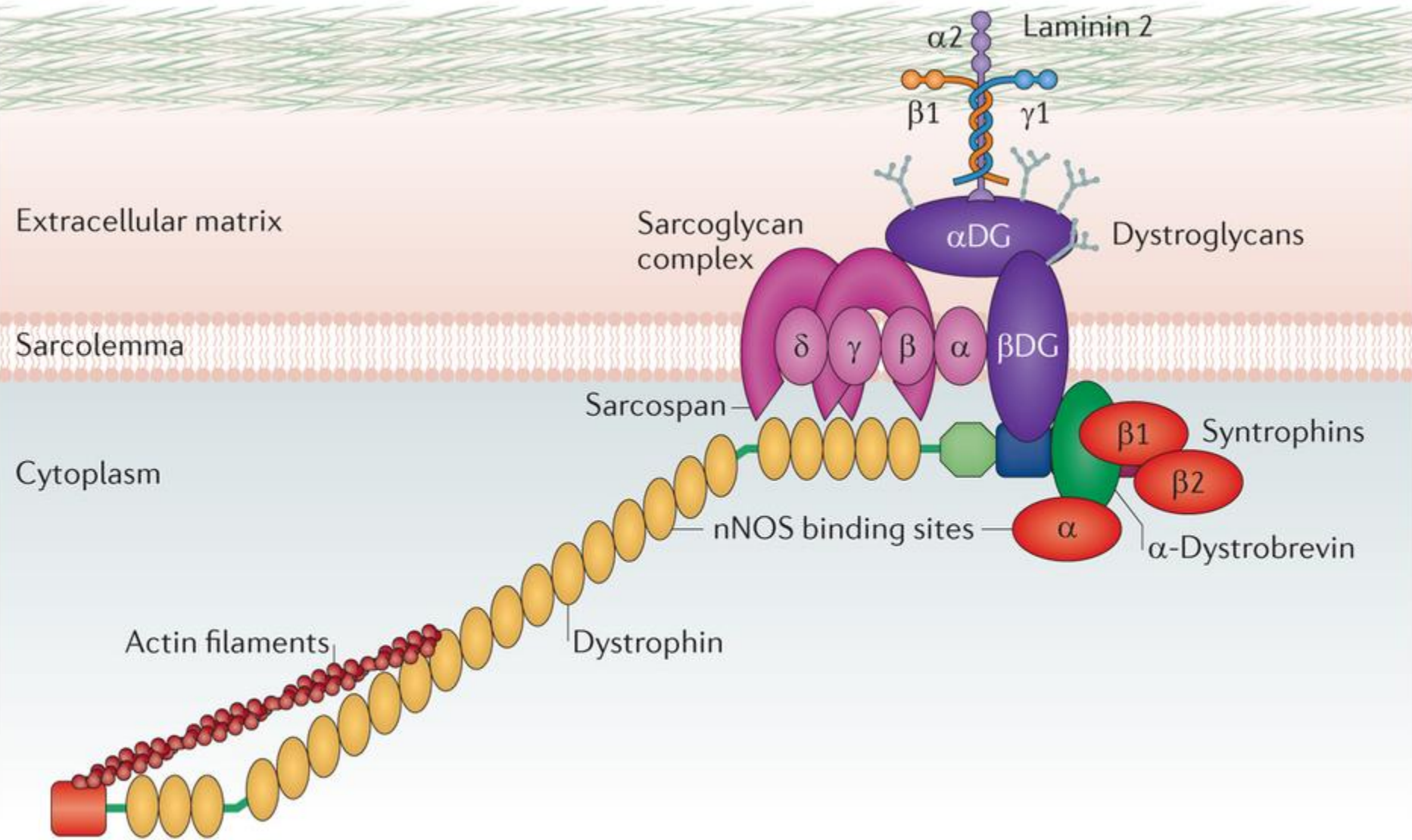
## ENDOMYSIUM



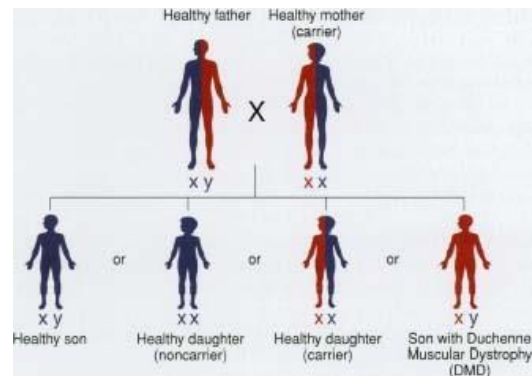
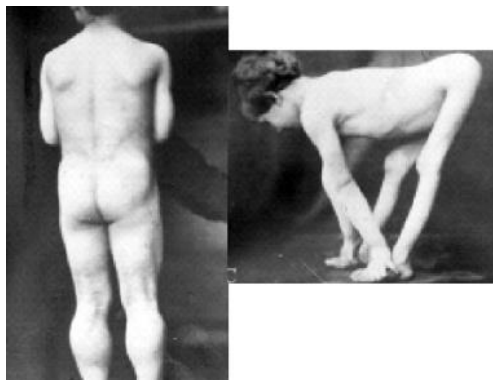
## SARKOPLAZMA



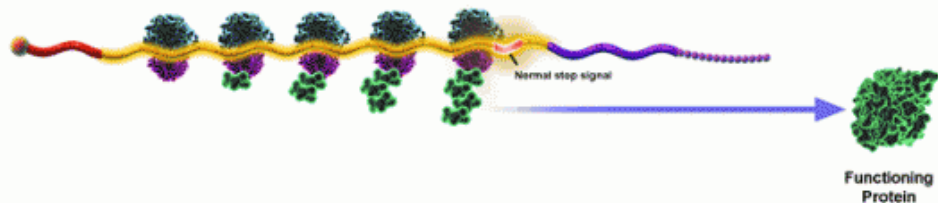
# KOSTAMERY



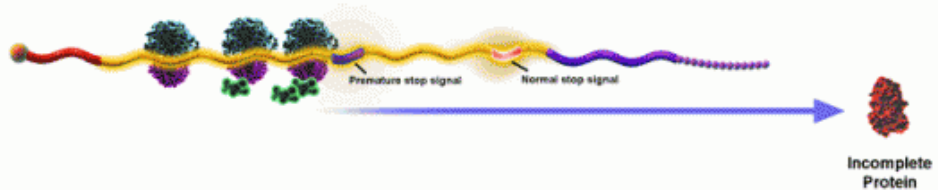
## DUCHENNOVA MUSKULÁRNÍ DYSTROFIE



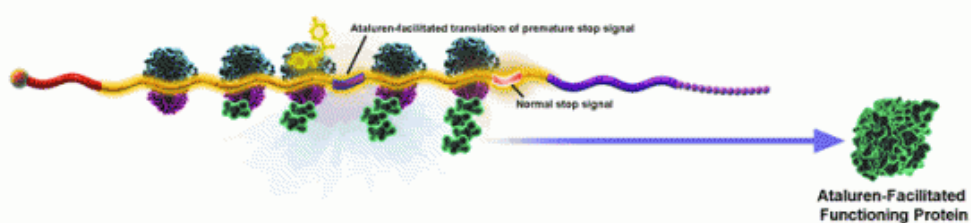
### Normal Translation



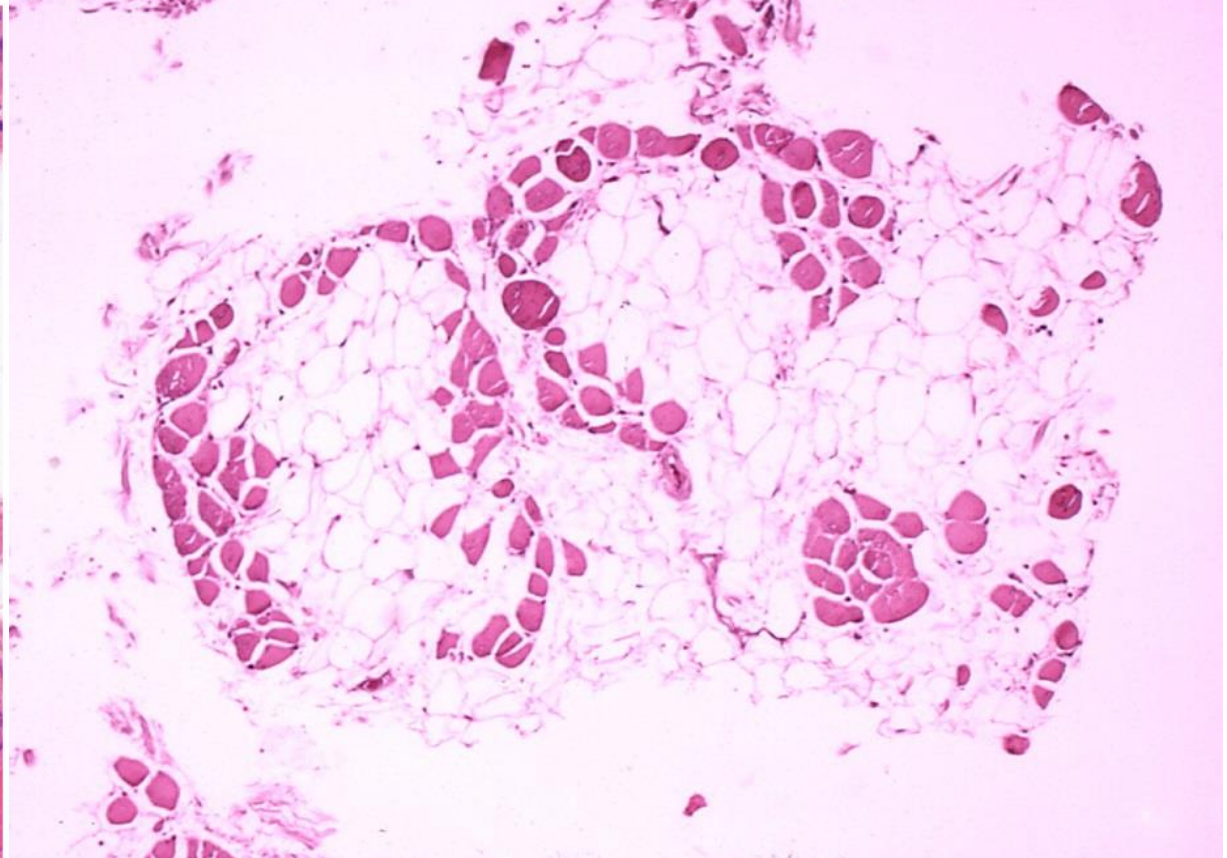
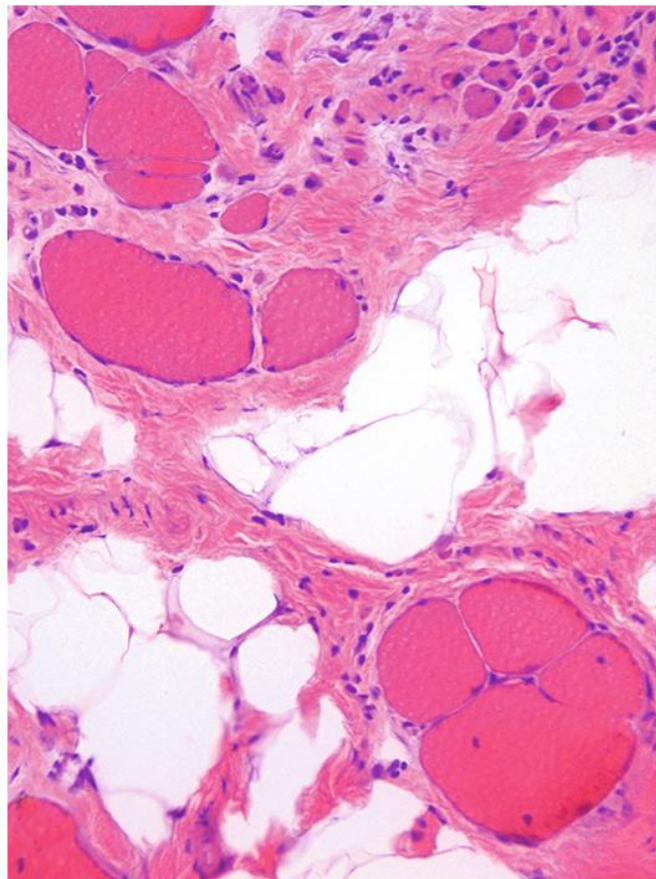
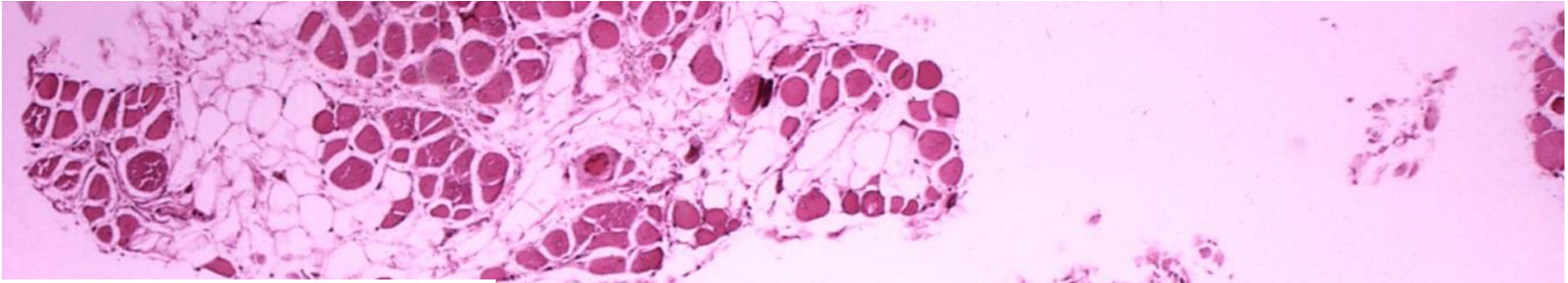
### Incomplete Translation



### Ataluren-Facilitated Translation

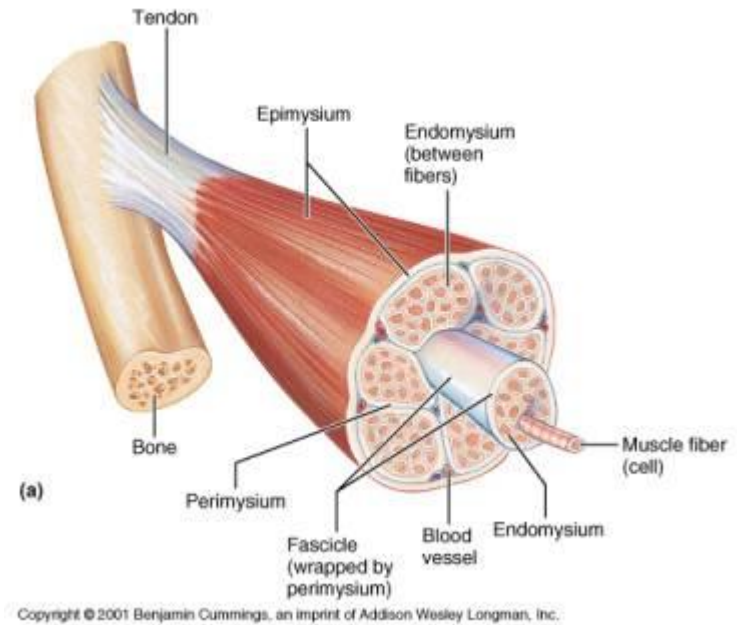


DUCHENNOVA MUSKULÁRNÍ DYSTROFIE



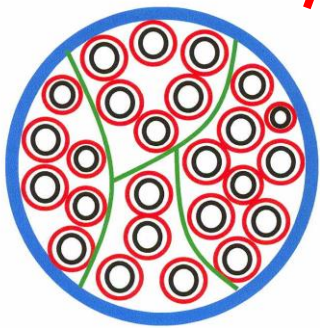
# SVALOVÁ TKÁŇ NEJSOU JEN SVALOVÉ BUŇKY

- vazivový obal
- **odolnost & biomechanika**
- **endomysium** – kolem každého svalového vlákna
- **perimysium** – sekundární svazky; septa
- **epimysium** – kolagenní vazivo kolem svalov
- **fascia** – husté neuspořádané kolagenní vazivo kolem svalů a svalových skupin, nervů, cév

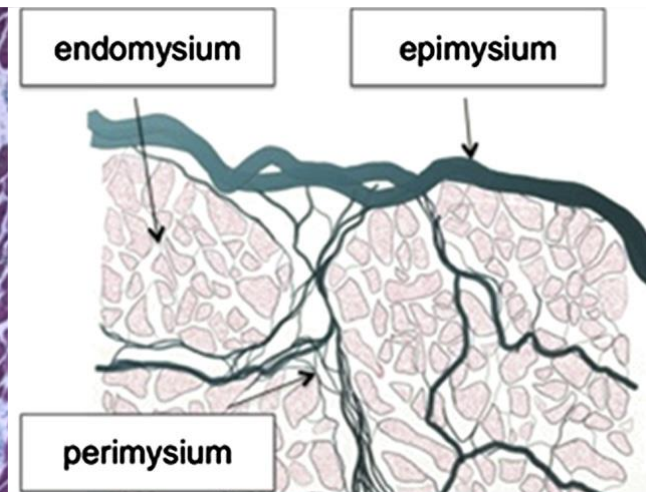
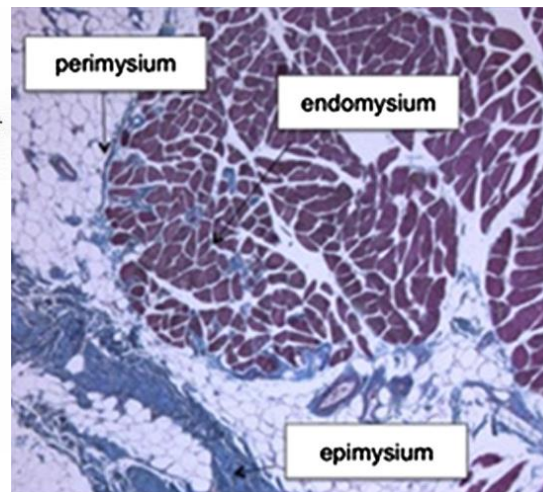


## -mysium

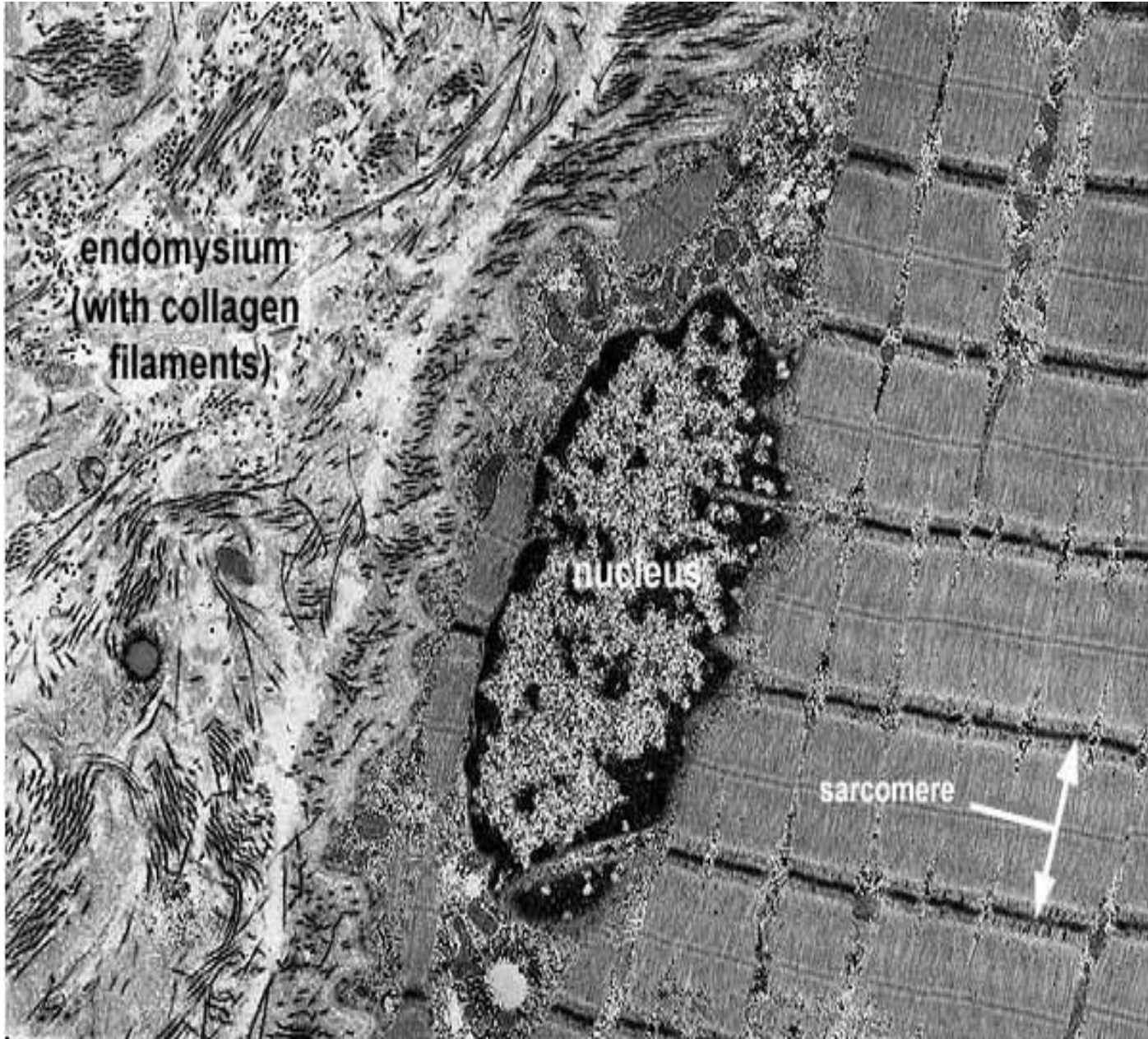
(connective tissue coats of a skeletal muscle)



- skeletal muscle fiber
- endo - mysium
- peri - mysium
- epi - mysium

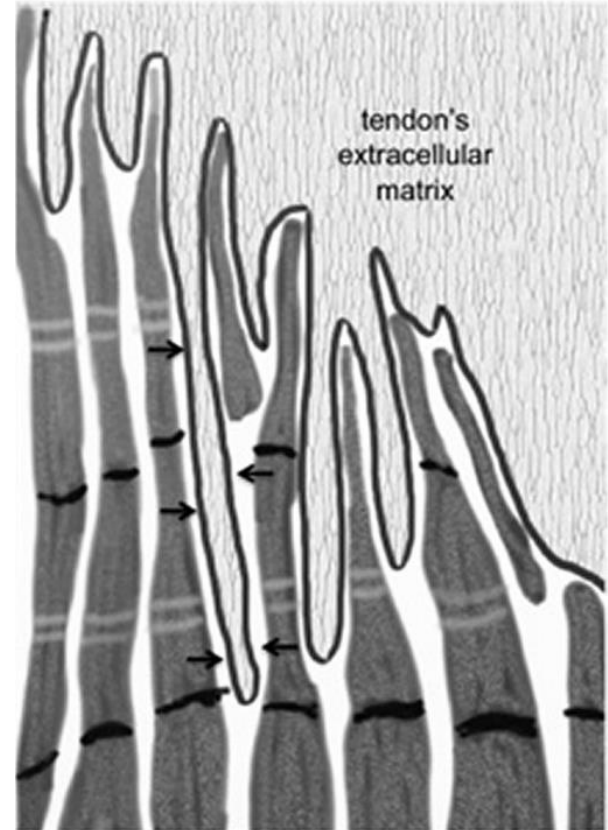
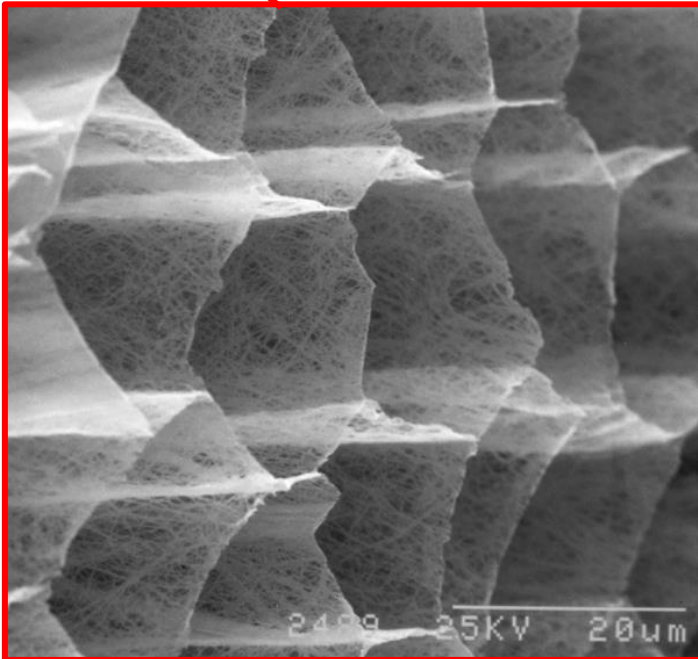
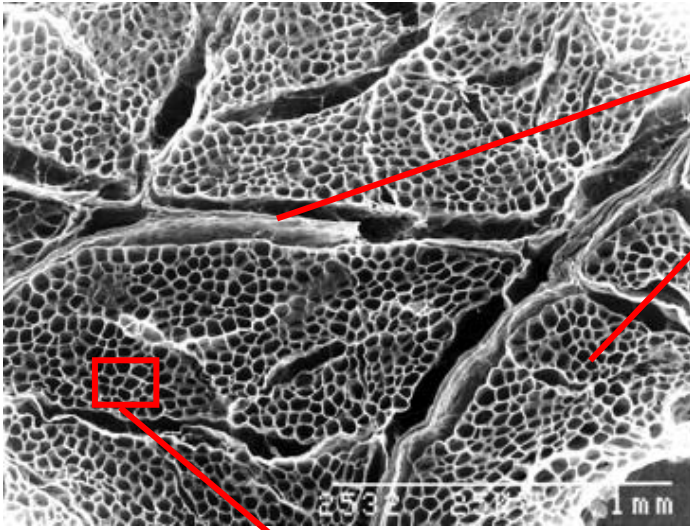


# VAZIVO KOSTERNÍ SVALOVINY



# VAZIVO KOSTERNÍ SVALOVINY

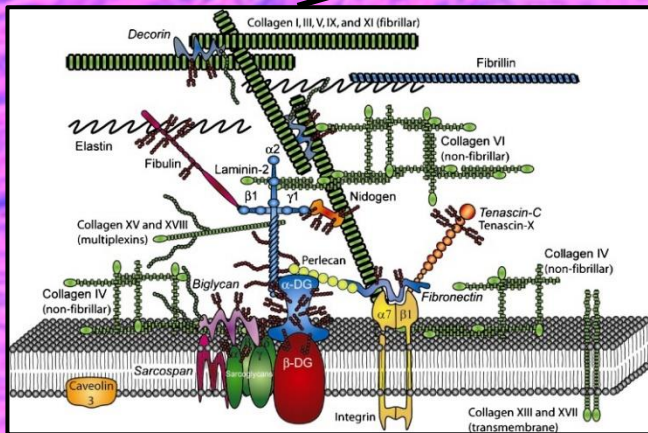
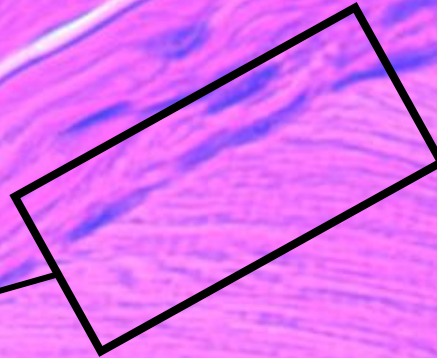
Vazivo kolem svalových svazků a vláken



Myotendinózní přechod (spojení)

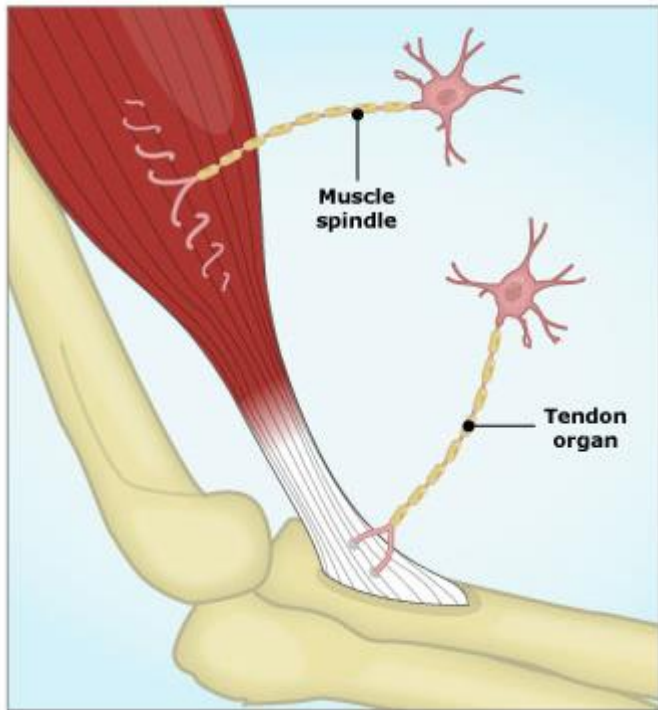
# MYOTENDINÓZNÍ PŘECHOD

Šlacha



Kosterní sval

# PROPRIORECEPTORY

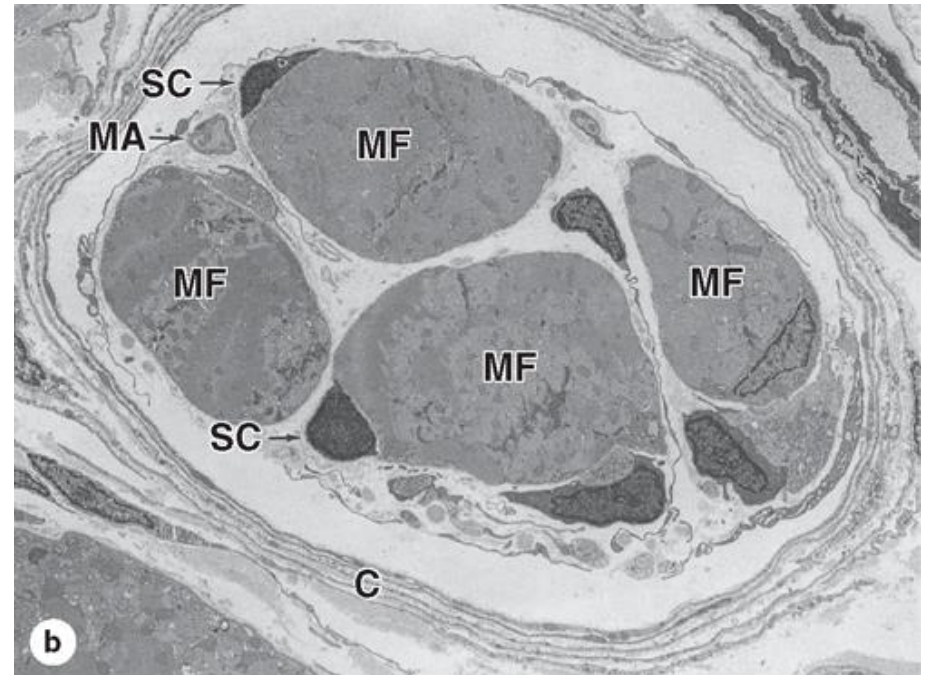


## Svalová vřeténka

- změna protažení svalu
- modifikované perimysium
- tenká svalová (intrafuzální) vlákna
- senzitivní nervová zakončení
- reflexy, koordinace svalových skupin

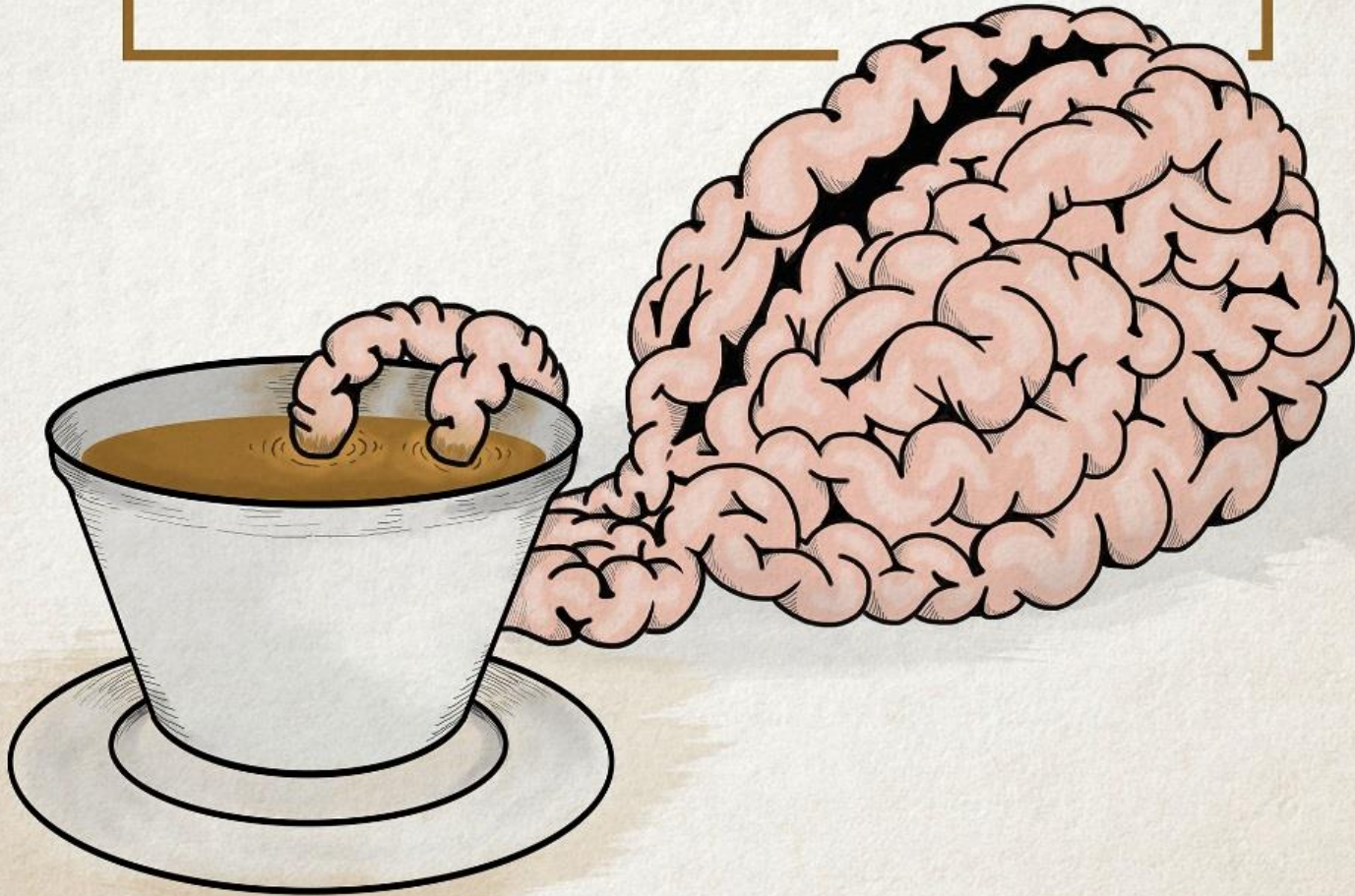
## Golgiho šlachová tělíska

- myotendinózní spojení
- senzitivní nervová zakončení mezi kolagenními vlákny
- změny napětí
- utlumení motorické nervové aktivity





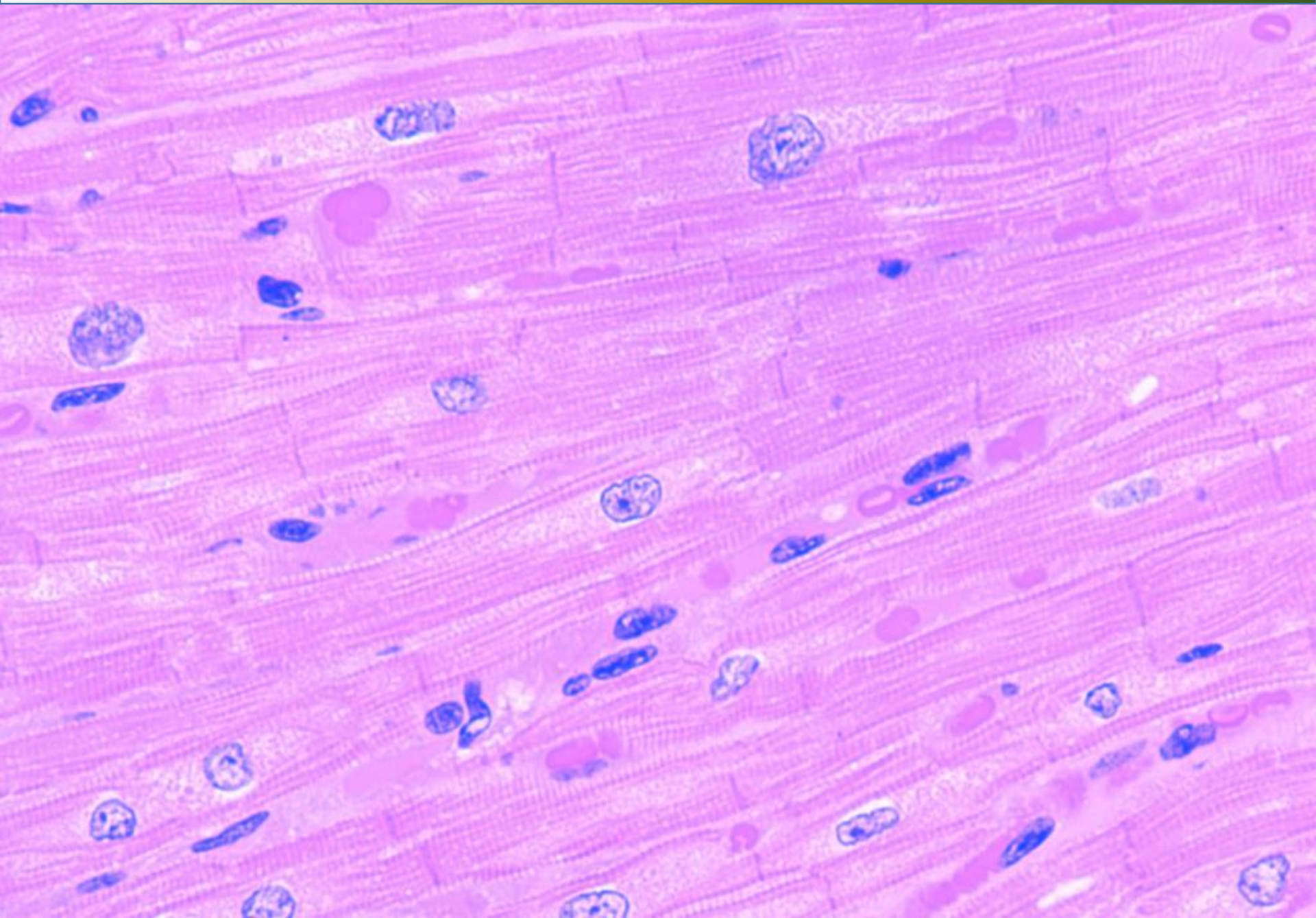
# COFFEEBREAK



# SRDEČNÍ SVALOVÁ TKÁŇ



# SRDEČNÍ SVALOVÁ TKÁŇ

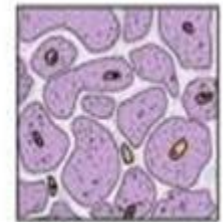


# OBEČNÁ CHARAKTERISTIKA SVALOVÉ TKÁŇE

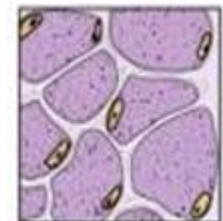
- příčně pruhovaná
- cytoarchitektura je podobná kosterní svalové tkáni
- srdeční svalová tkáň má strukturní i funkční specifika



**Srdeční svalovina**

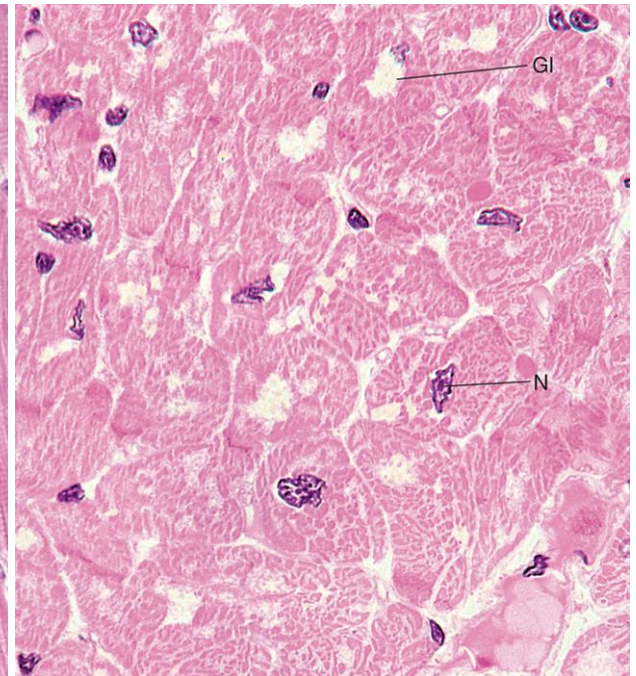
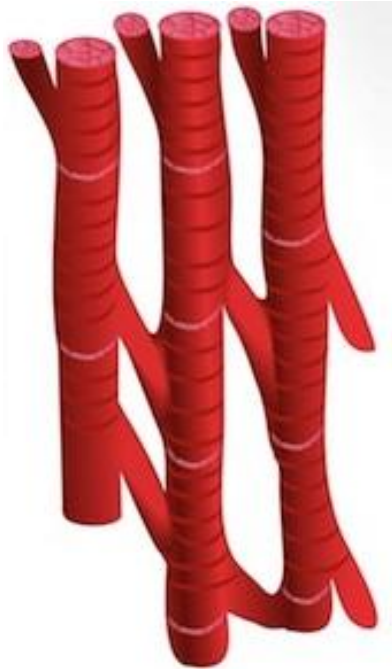


**Kosterní svalovina**

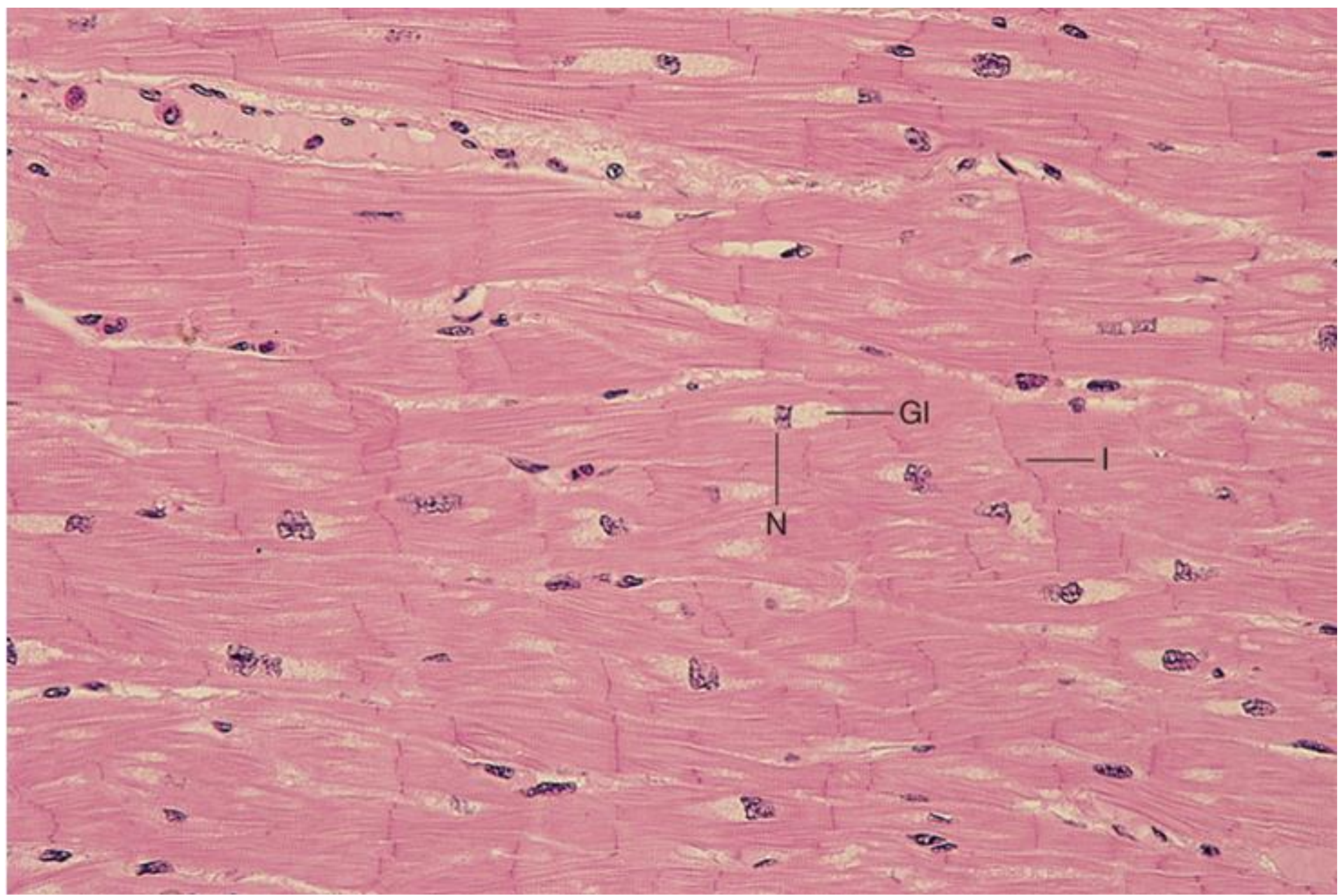


# HISTOLOGIE SRDEČNÍ SVALOVÉ TKÁŇE

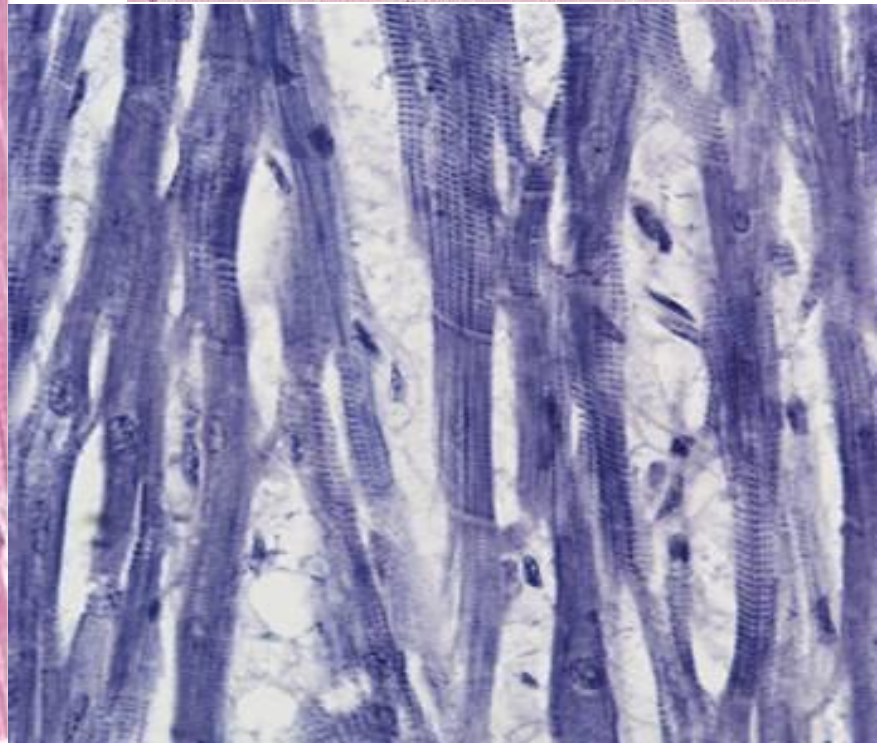
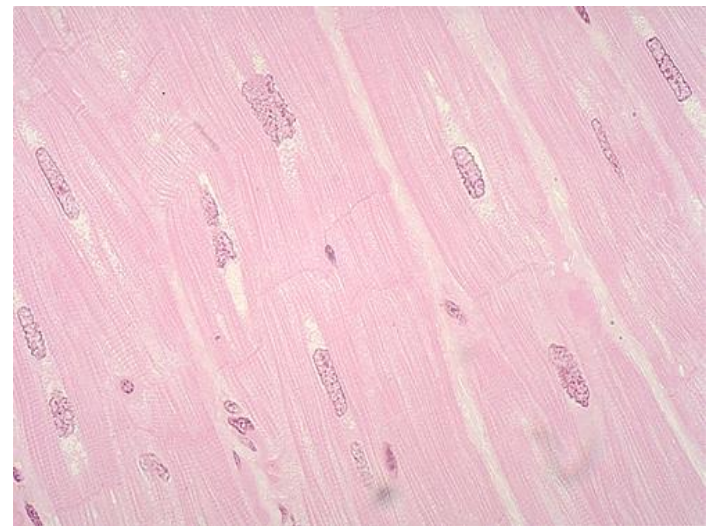
- dlouhé, protáhlé buňky – kardiomyocyty
- větvení do tvaru X, Y
- jednojaderné, výjimečně dvoujaderné, početné mitochondrie
- myofibrily
- složité mezibuněčné spoje – interkalární disky.



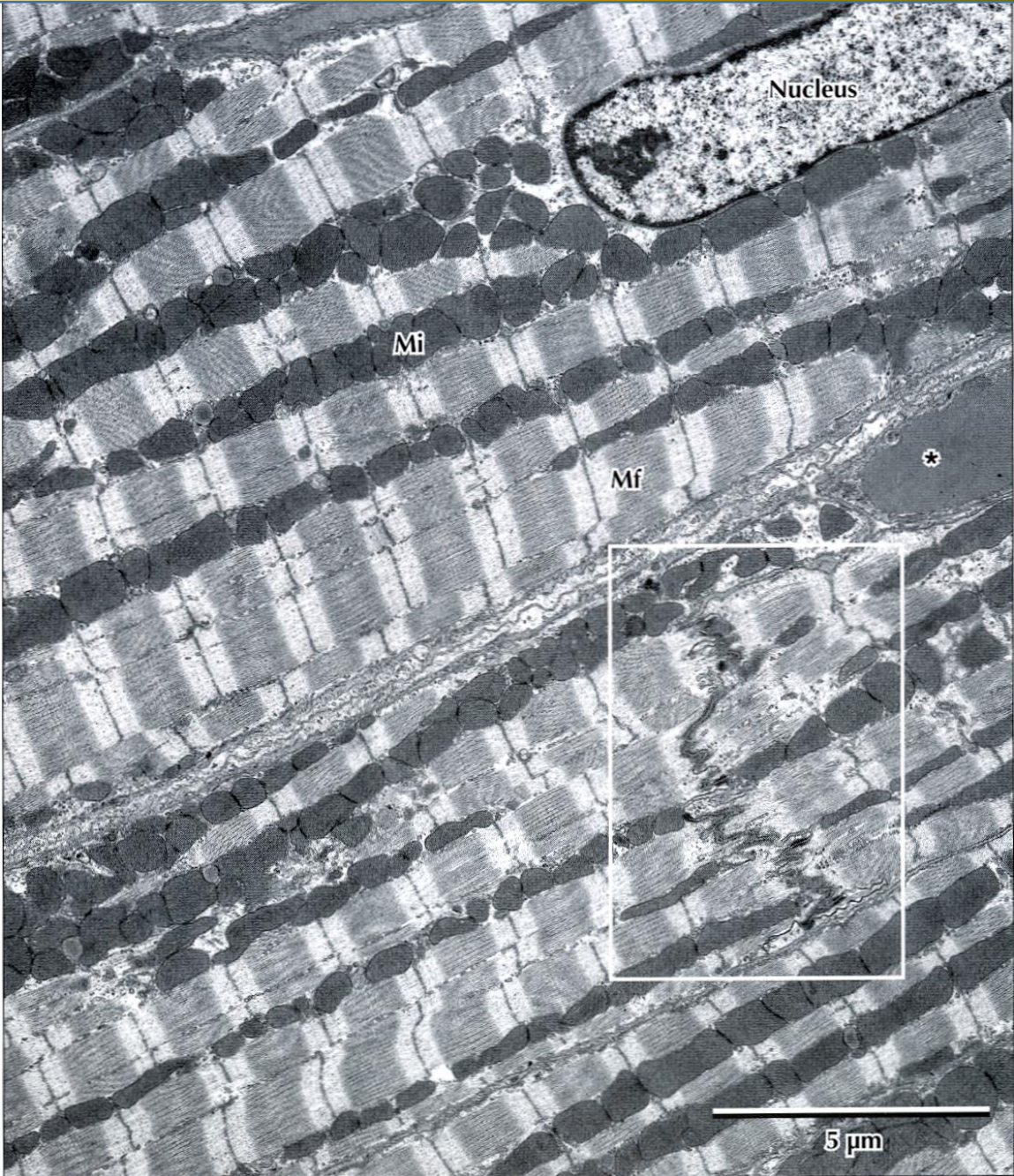
# HISTOLOGIE SRDEČNÍ SVALOVÉ TKÁNĚ



# HISTOLOGIE SRDEČNÍ SVALOVÉ TKÁNĚ

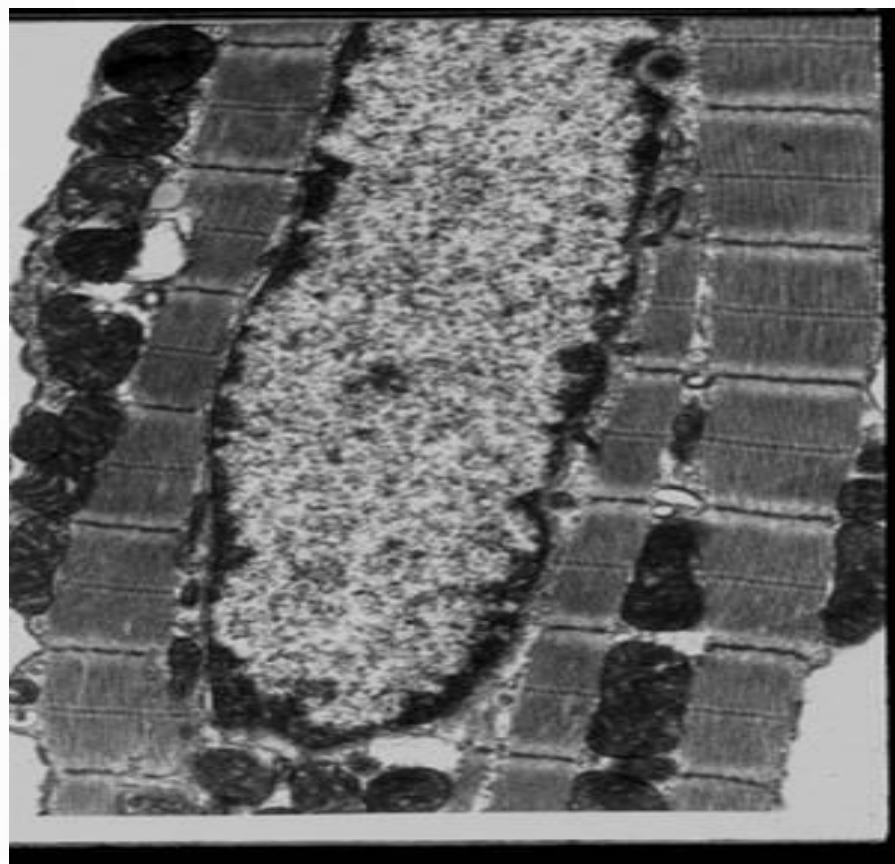
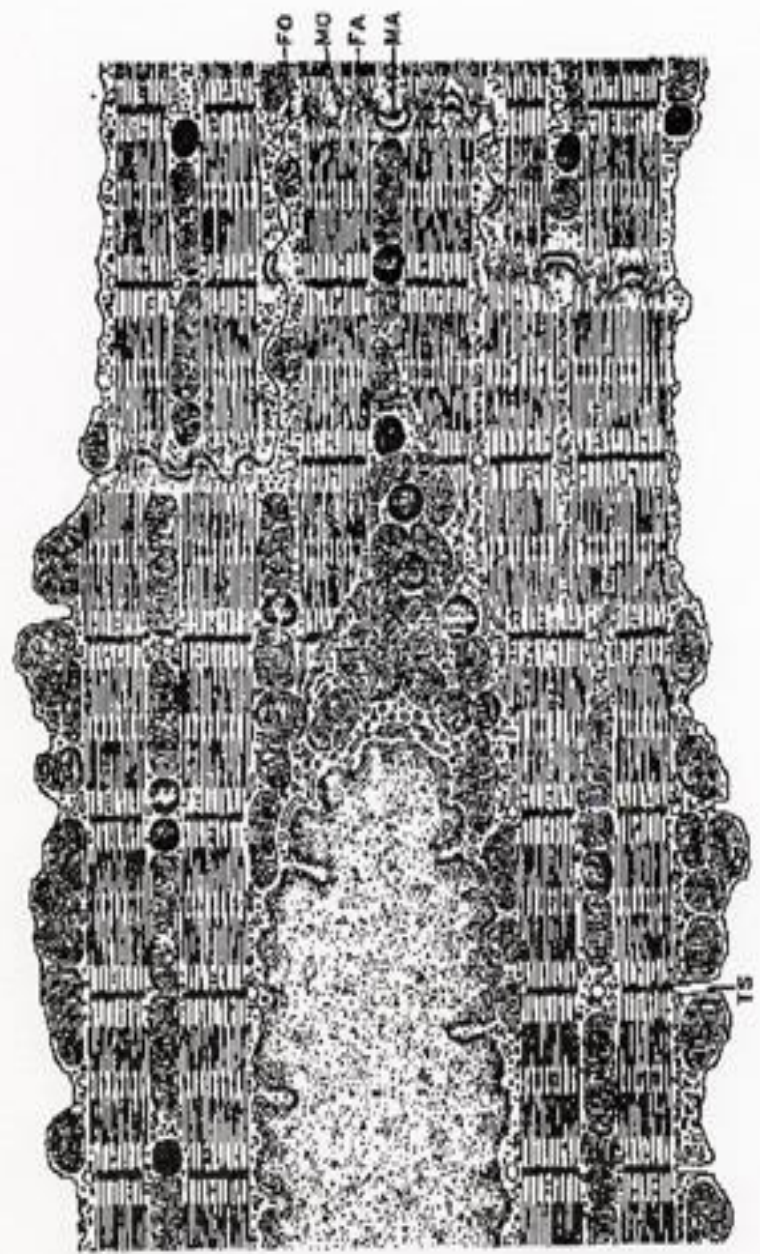


# ULTRASTRUKTURA KARDIOMYOCYTU





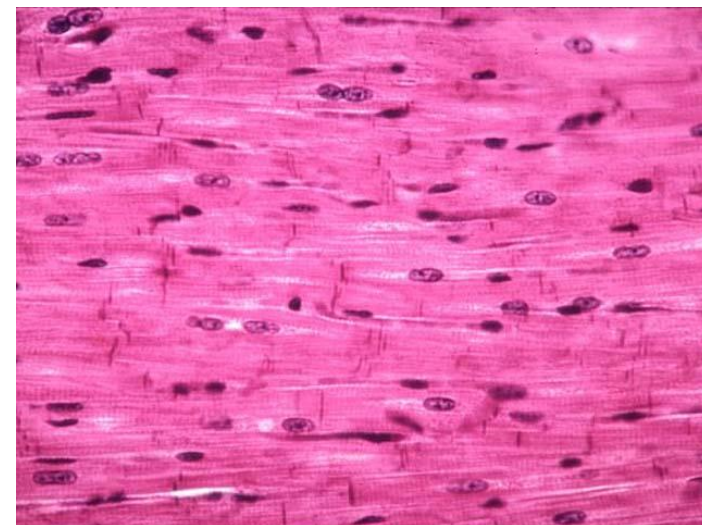
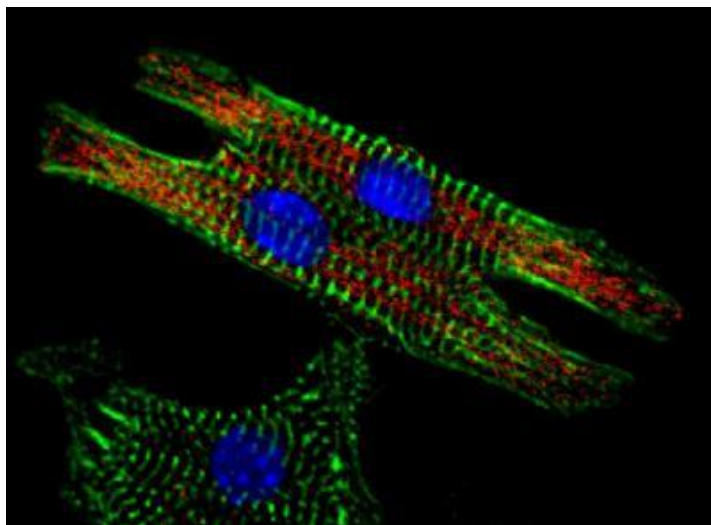
# ULTRASTRUKTURA KARDIOMYOCYTU



# SRDEČNÍ × KOSTERNÍ SVALOVINA

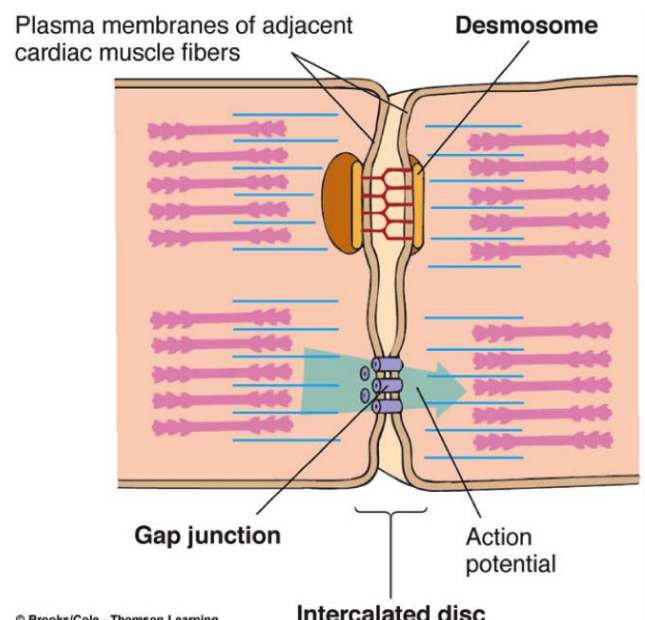
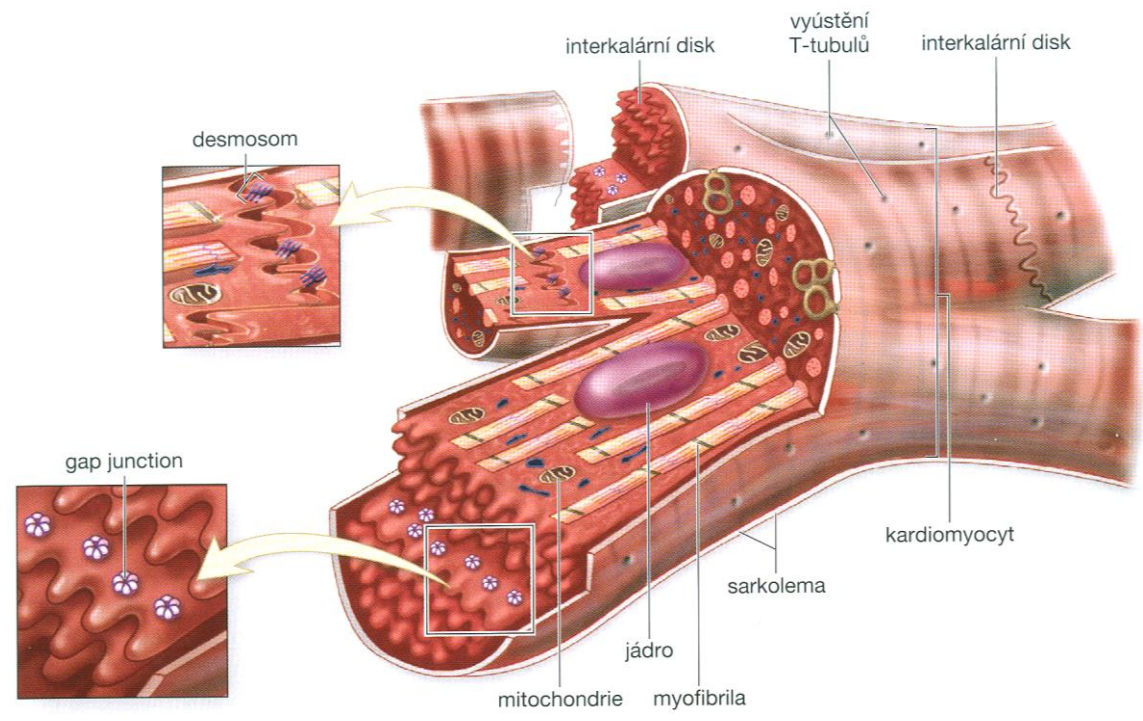
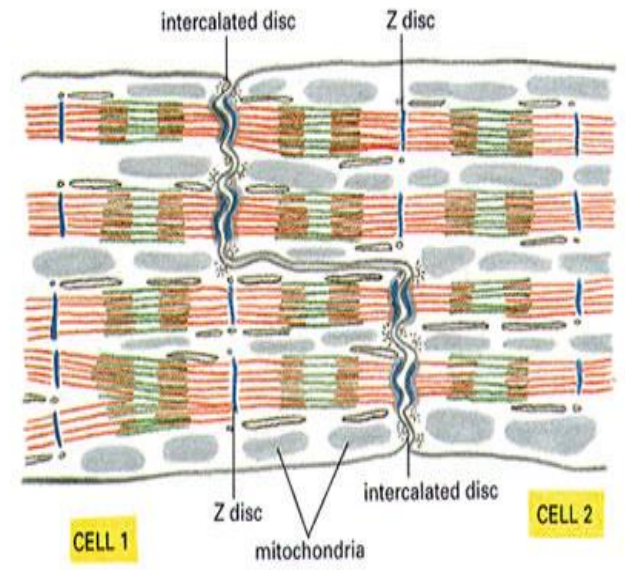
	<b>Kardiomyocyty</b>	<b>Rhabdomyocyty</b>
<b>Buňky</b>	jednojaderné	mnohojaderné
<b>Jádra</b>	centrálně	periferně
<b>T-tubuly</b>	Z linií	A proužek
<b>sER</b>	diády	triády
<b>Spoje</b>	interkalární disky	myotendinózní spoje

- úplná závislost kardiomyocytů na aerobním metabolismu
- početná granula glykogenu a lipidových inkluzí
- početné mitochondrie v sarkoplazmě a rezerva myoglobinu

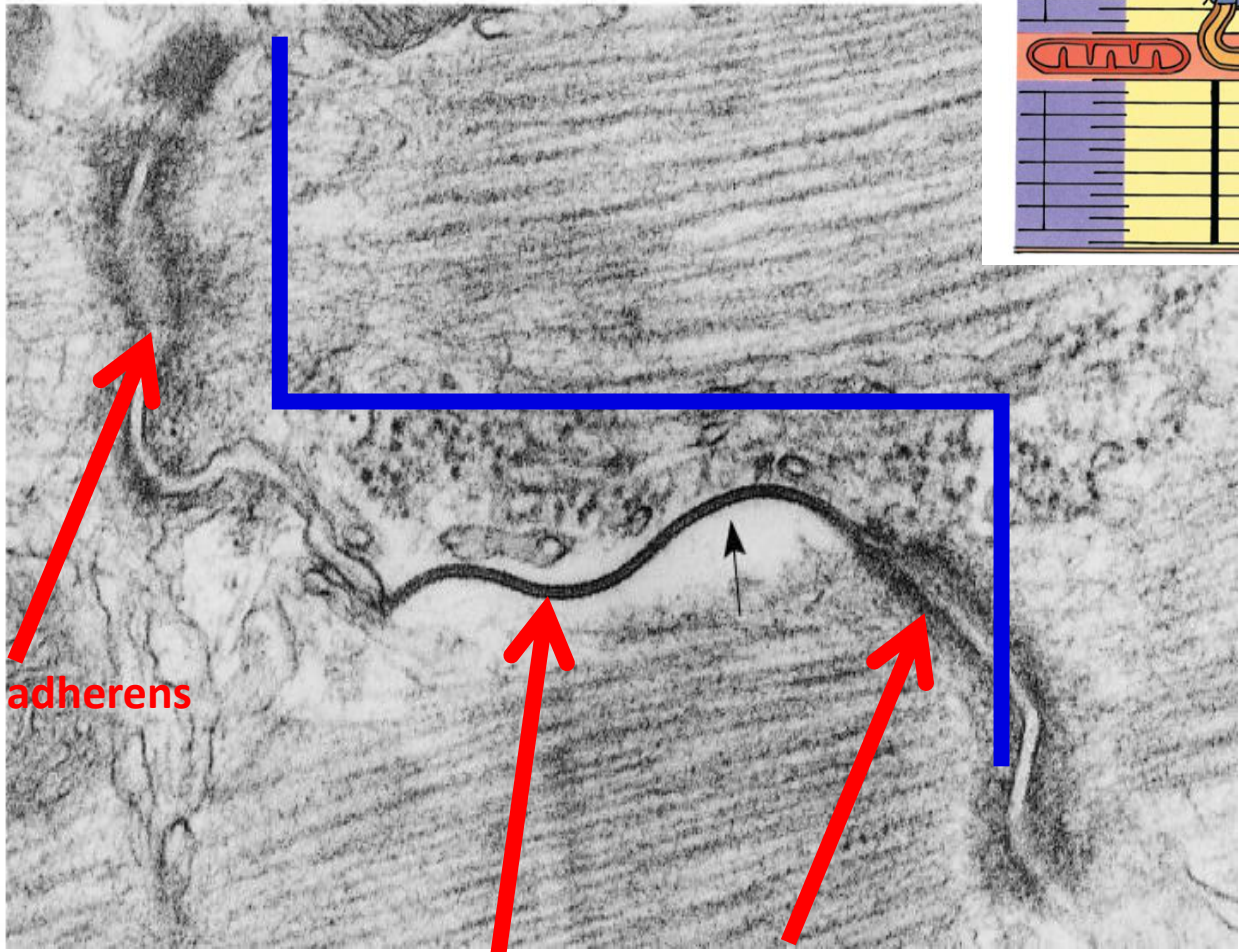
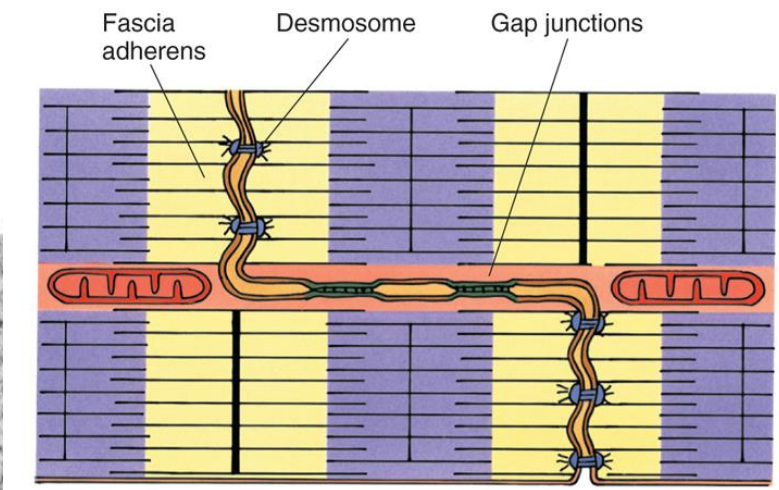


# INTERKALÁRNÍ DISKY

- „skalariformní“ tvar buněk
- fasciae adherentes (adhezní spoje)
- nexus (gap junction)



# INTERKALÁRNÍ DISKY

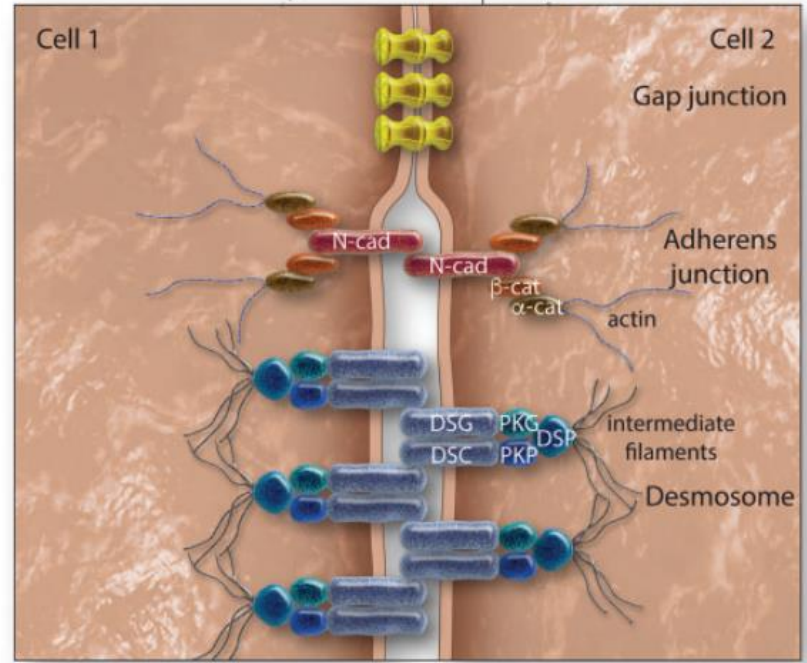
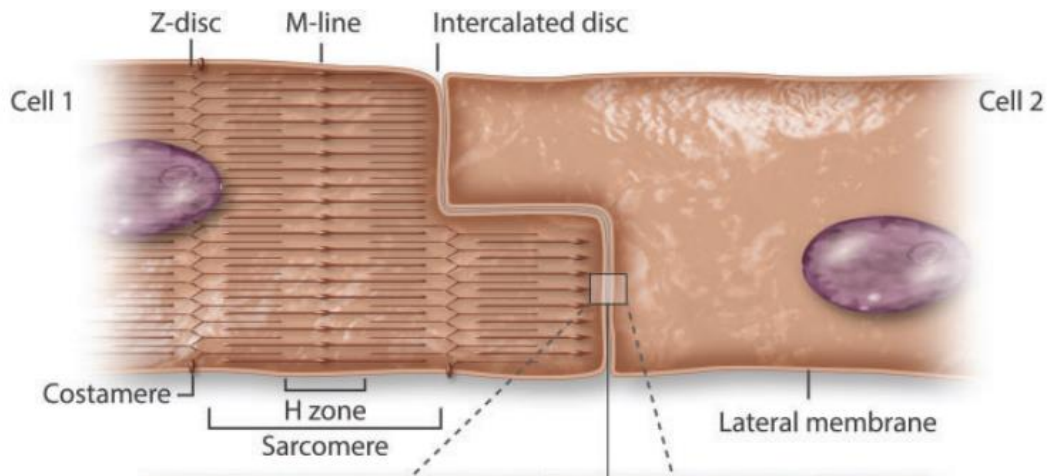


fascia adherens

nexus

fascia adherens

# INTERKALÁRNÍ DISKY



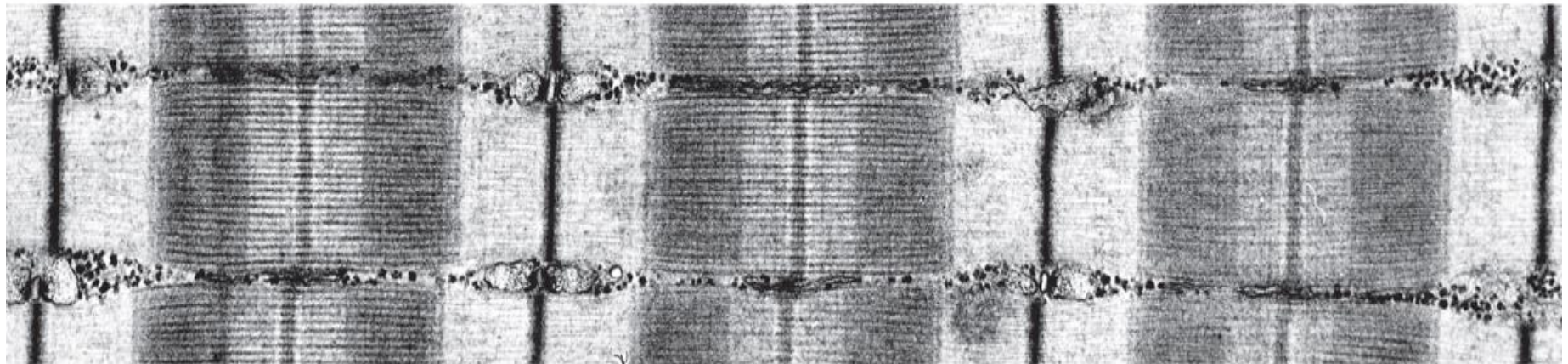
# INTERKALÁRNÍ DISKY



# MYOFIBRILY KARDIOMYOCYTŮ

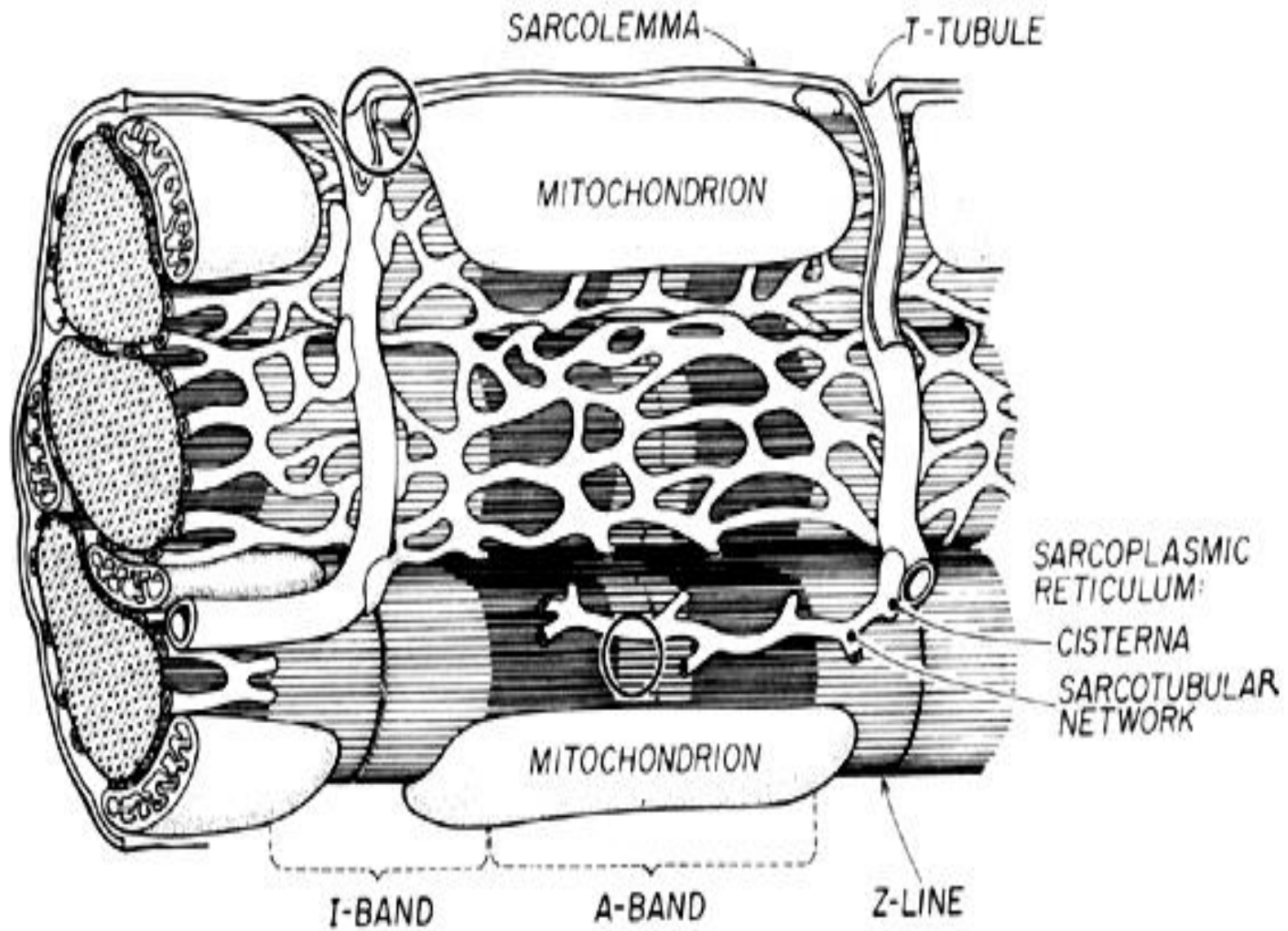
- Aktinová a myozinová myofilamenta
- Sarkomera
- I-proužek a A-proužek
- Z-linie
- M-linie a H-zóna
- T-tubulus + 1 cisterna = **diáda** (v oblasti Z-line)

← A-band → M-line ← I-band →



Z-disc ← Sarcomere → Z-disc

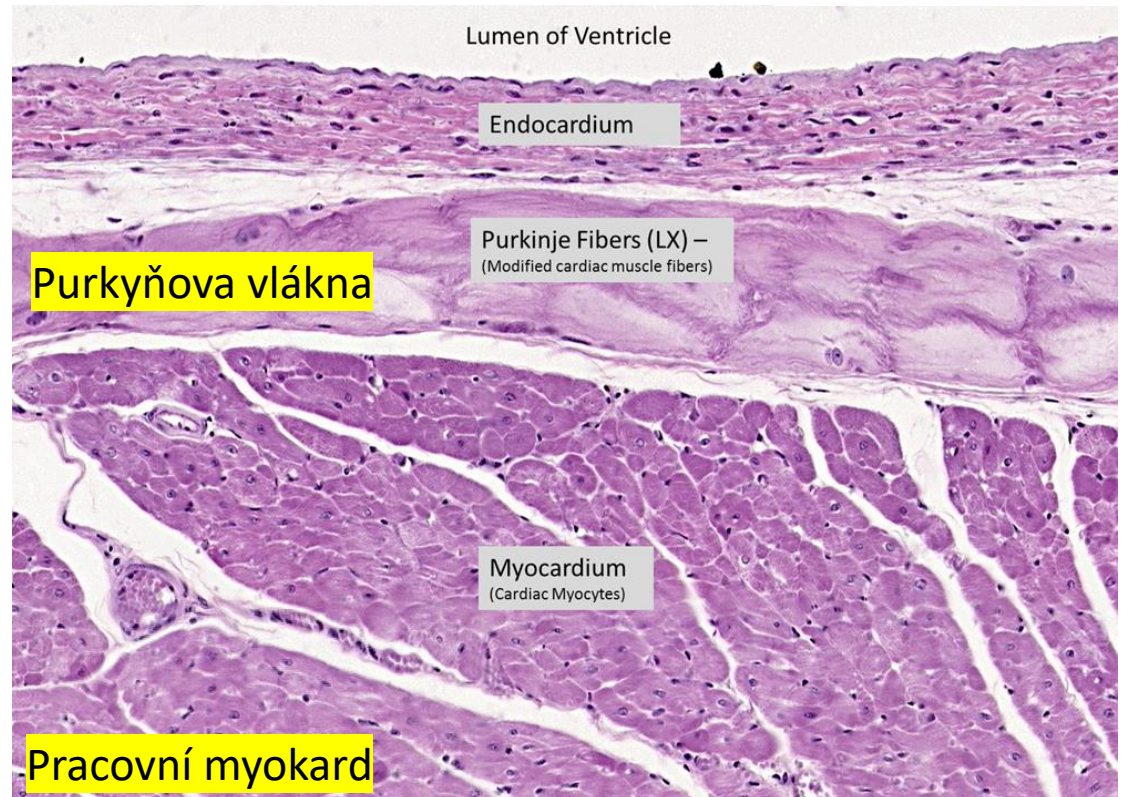
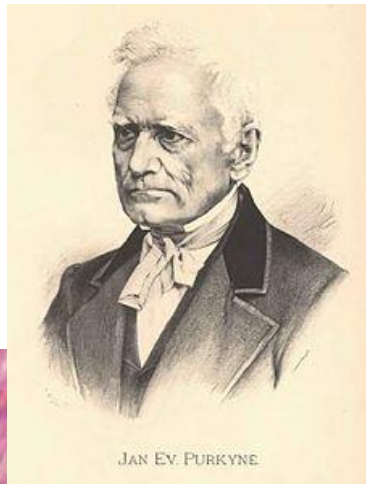
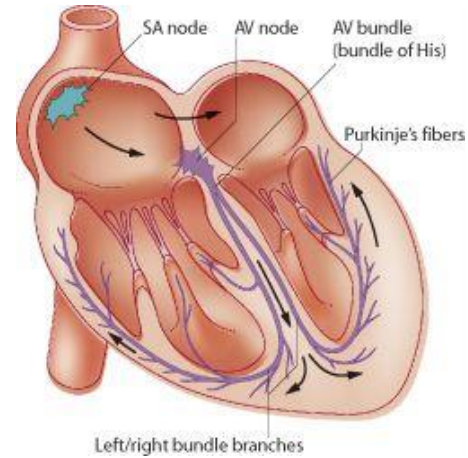
# MYOFIBRILY KARDIOMYOCYTŮ





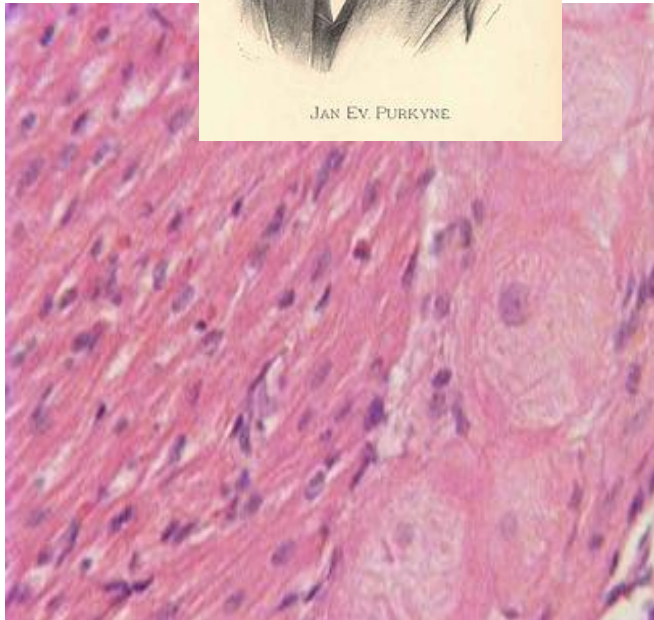
# PURKYŇOVA VLÁKNA

- vnitřní vrstva srdečních komor
- koordinace kontrakce
- početné iontové kanály, mitochondrie
- relativně málo myofibril

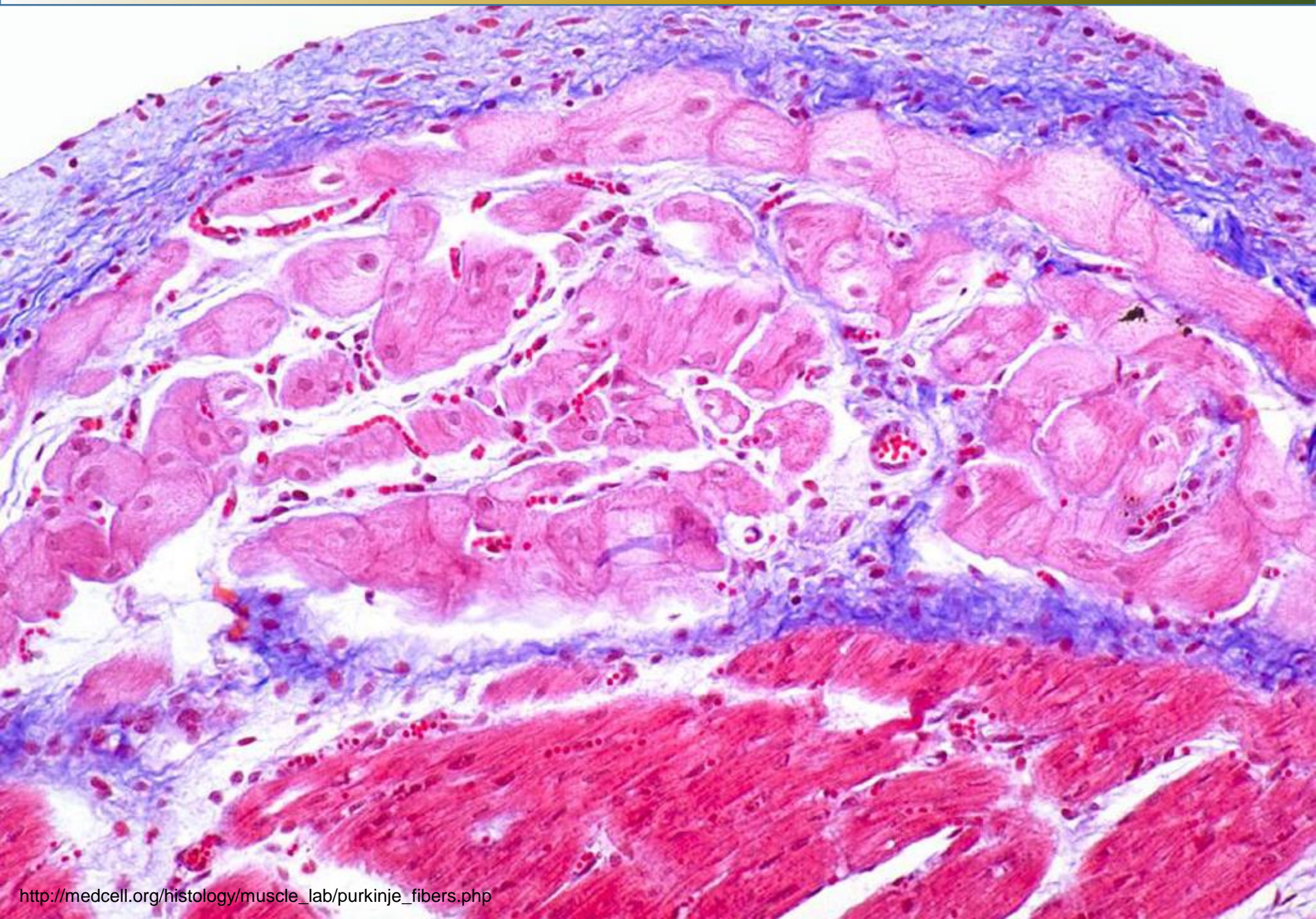


Purkyňova vlákna

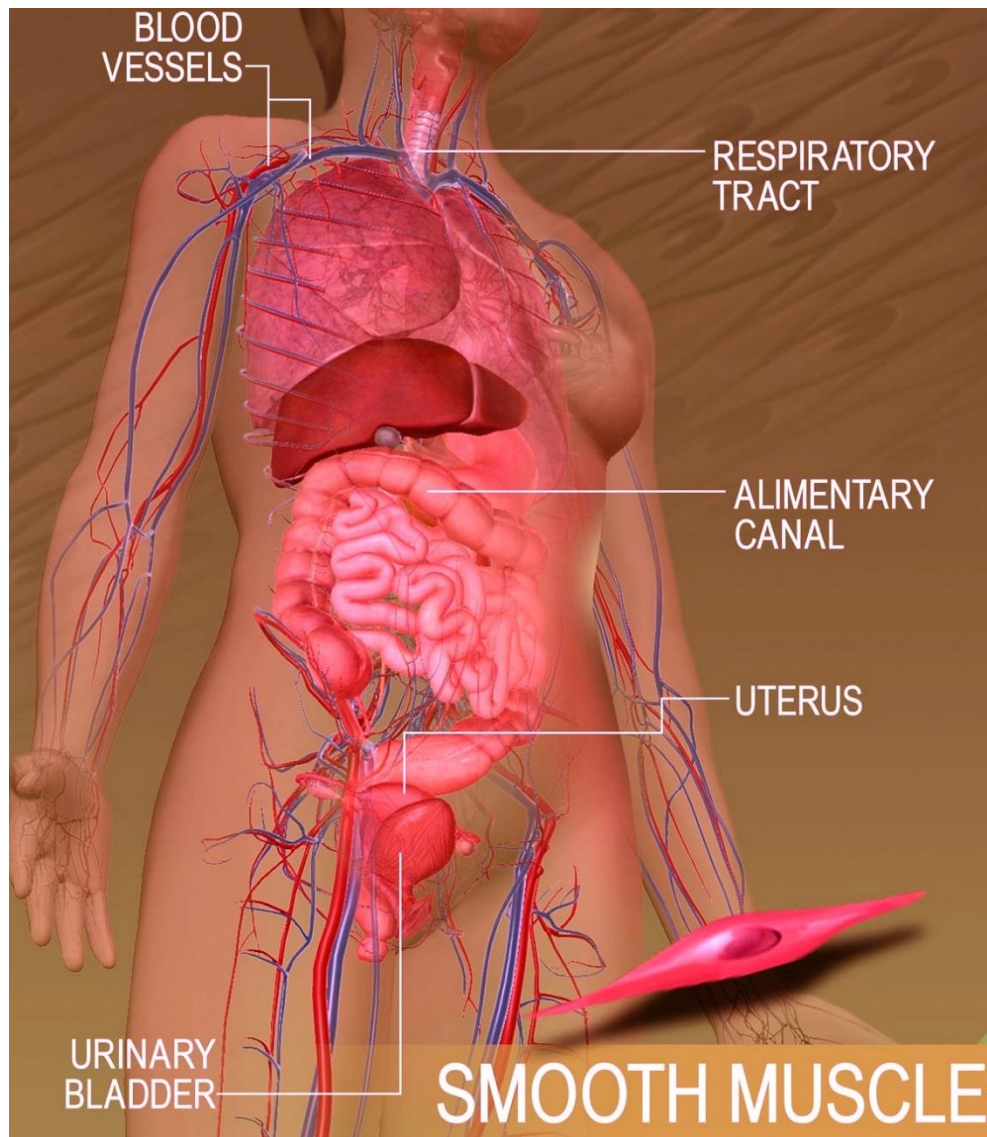
Pracovní myokard



# PURKYŇOVA VLÁKNA

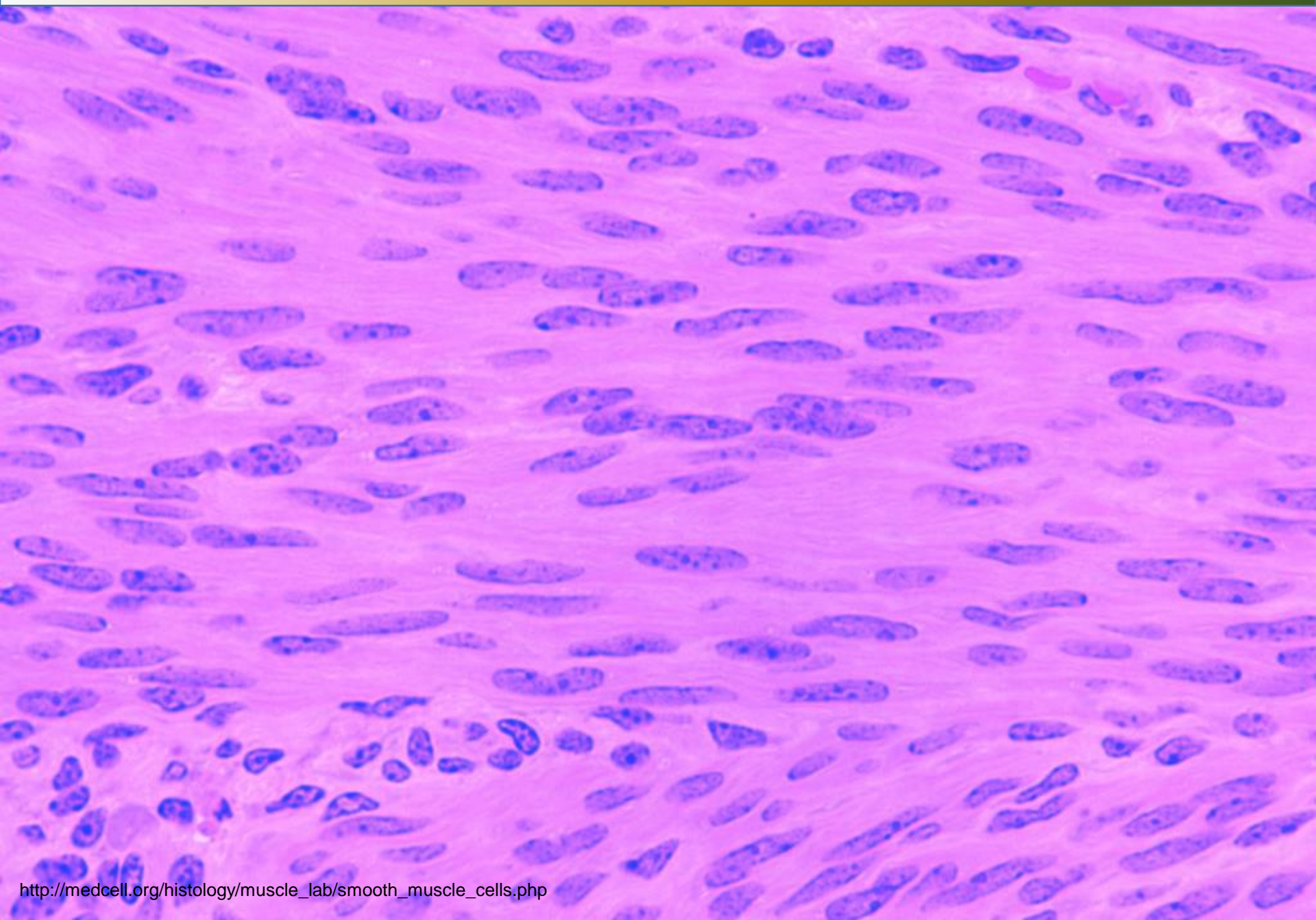






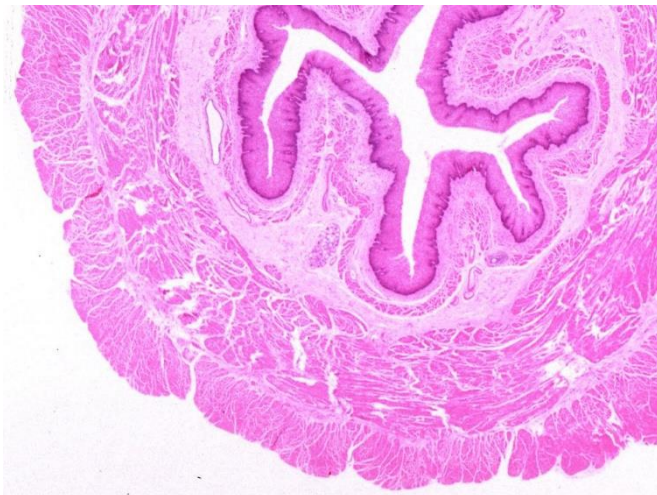
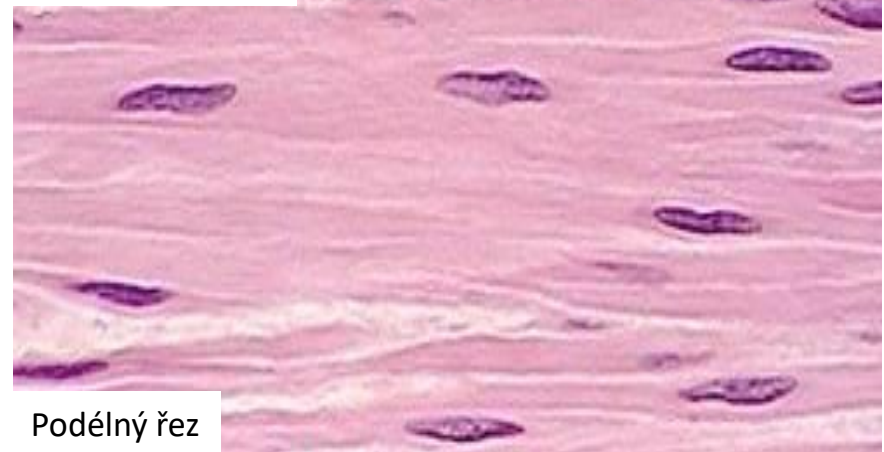
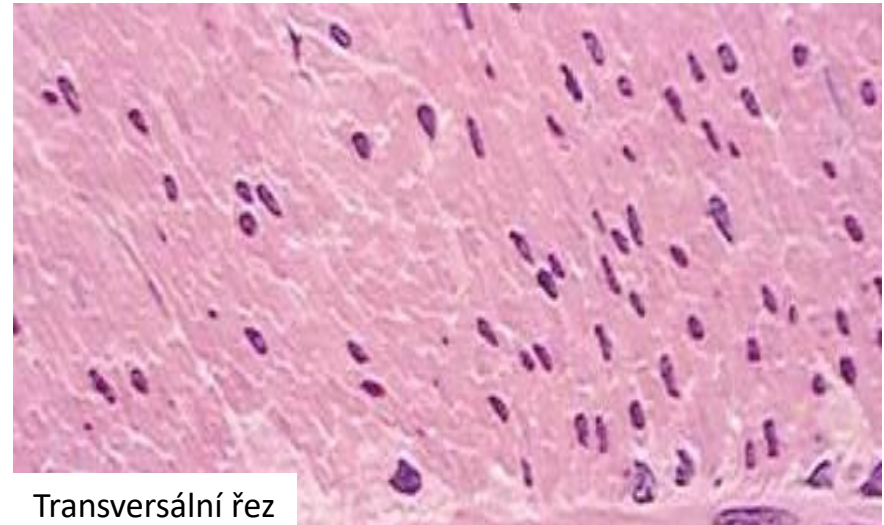
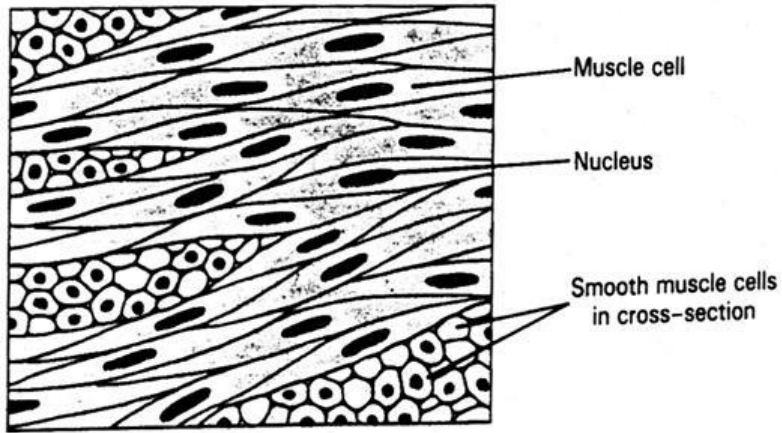
# HLADKÁ SVALOVÁ TKÁŇ

# HLADKÁ SVALOVÁ TKÁŇ



# HLADKÁ SVALOVÁ TKÁŇ

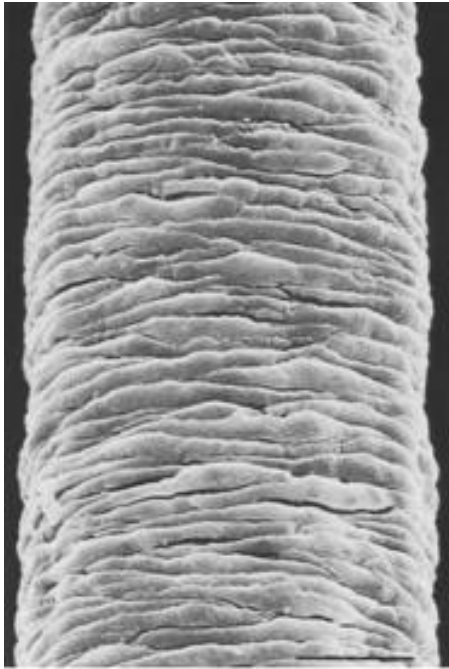
- Buňky HS = **leiomyocyty**
- vrstvy - např. ve stěnách dutých orgánů a cév



# HLADKÁ SVALOVÁ TKÁŇ

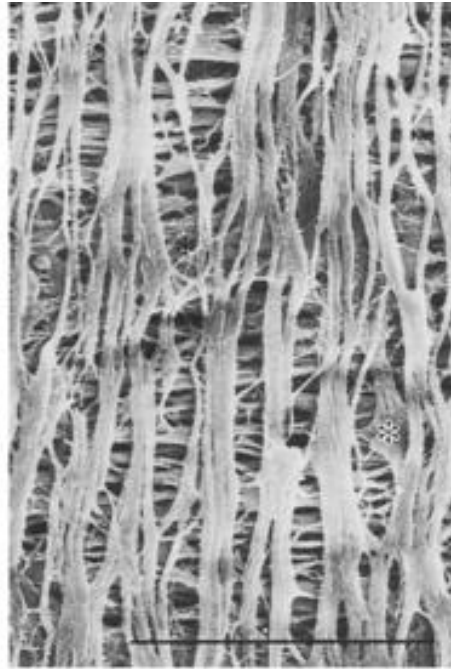
- Buňky (leiomyocyty) tvoří vrstvy - např. stěny dutých orgánů a cév

Arteriola



A

T.M.E. tenkého střeva



B



C

# HLADKÁ SVALOVÁ TKÁŇ

- vřetenovité buňky
- myofilamenta **nejsou** uspořádána do myofibril (není žíhání)
- 1 jádro uložené centrálně
- aktinová filamenta připojena k sarkolemě fokálními adhezemi nebo **denzním tělískům** (dense bodies - analoga Z-liní v sarkoplasmě)
- sER tvoří pouze tubuly
- ionty Ca jsou přijímány z vnějšího prostředí
- buňky spojeny pomocí *zonulae occludentes* a nexusů
- calmodulin

- **kaveoly**, funkčně ekvivalentní T-tubulům
- iontové (Ca) kanály
- kontakt s sER

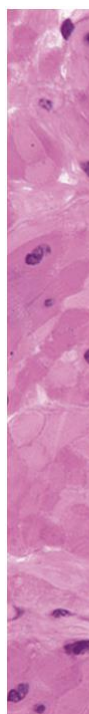
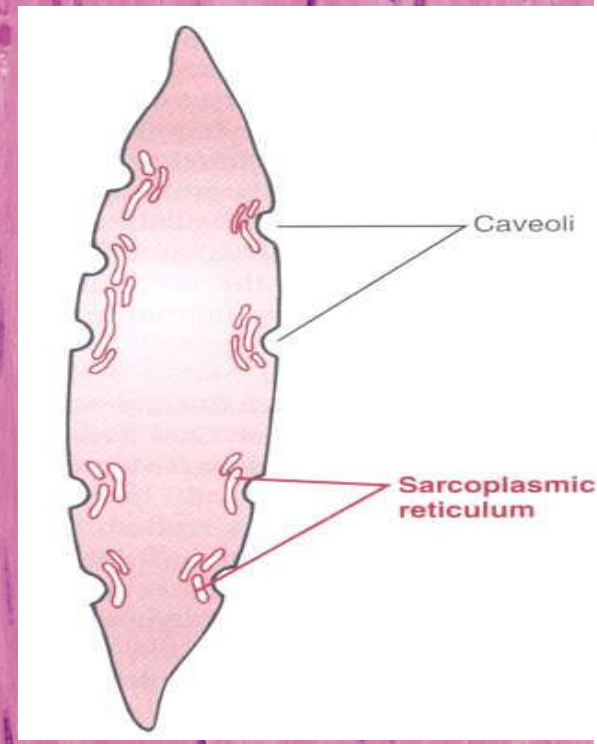
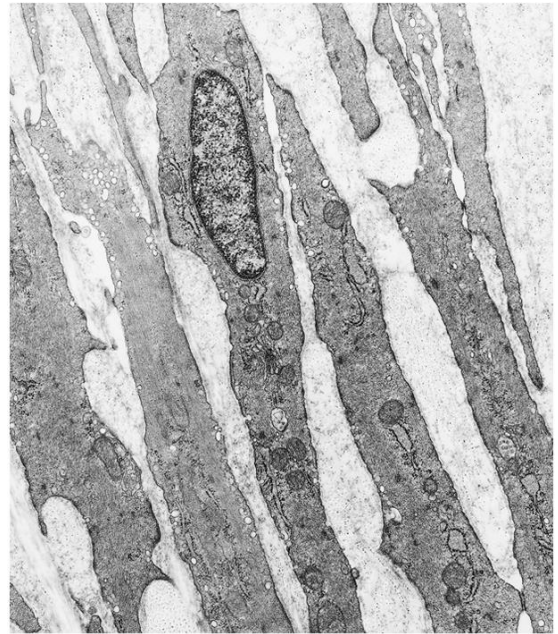
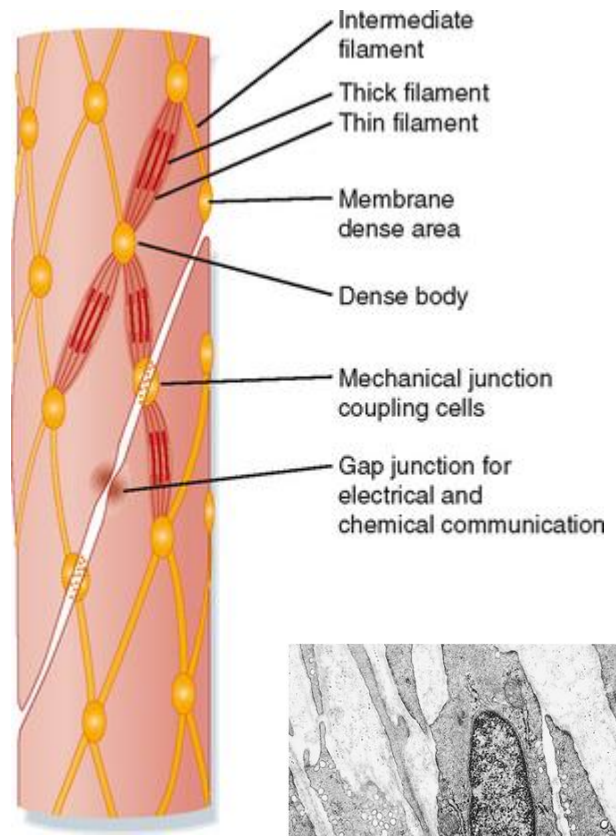
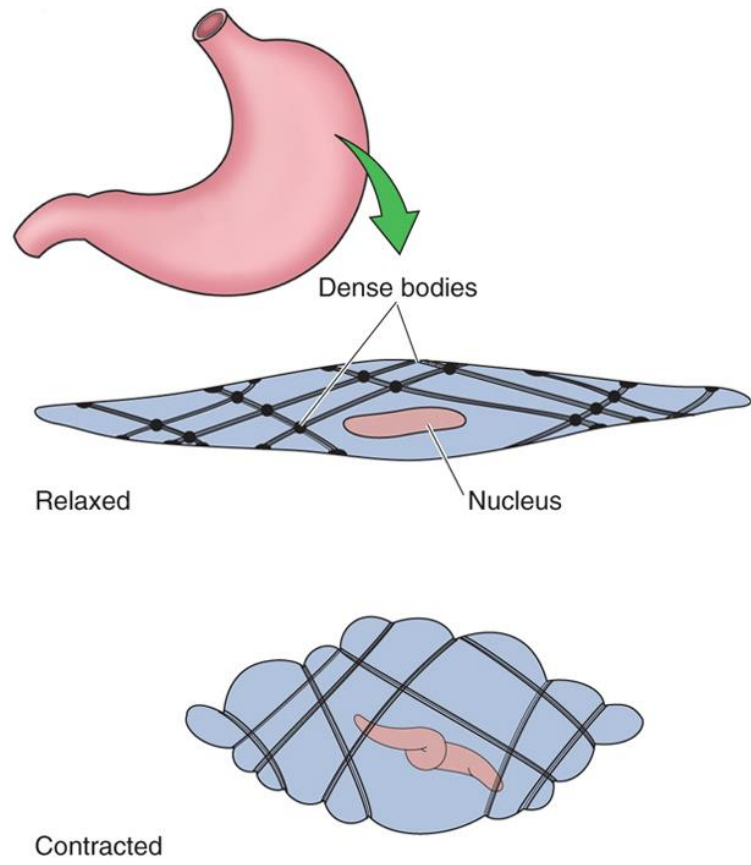


FIG. 10-2 E/M OF SMOOTH MUSCLE

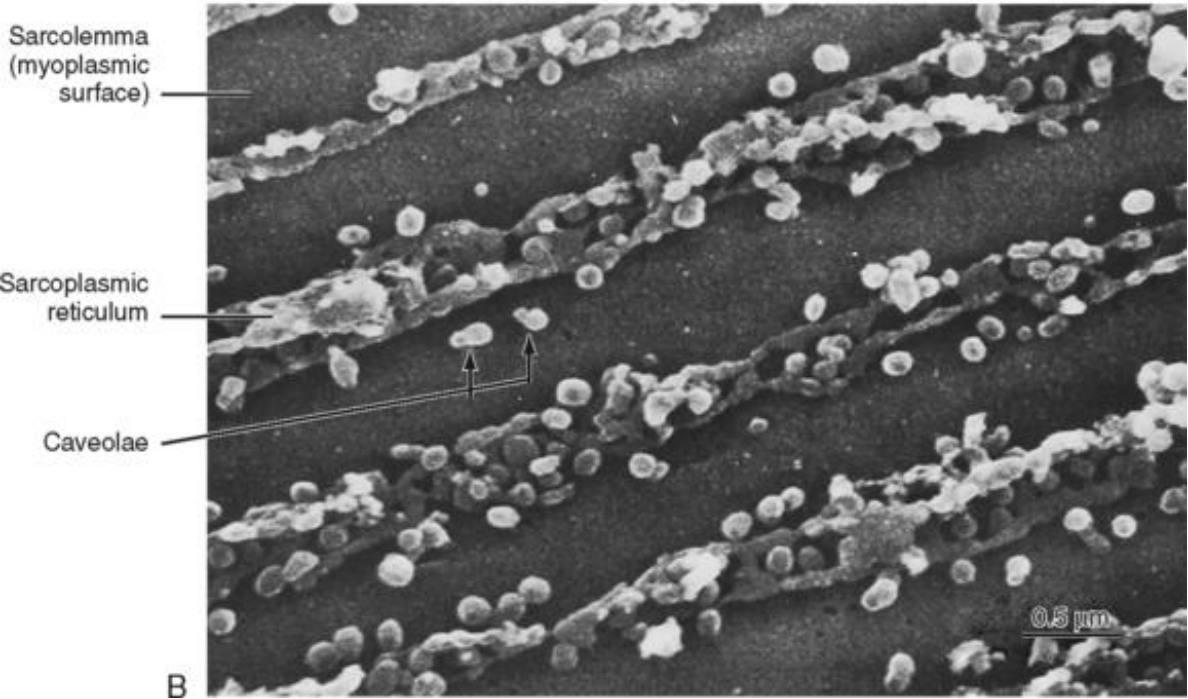
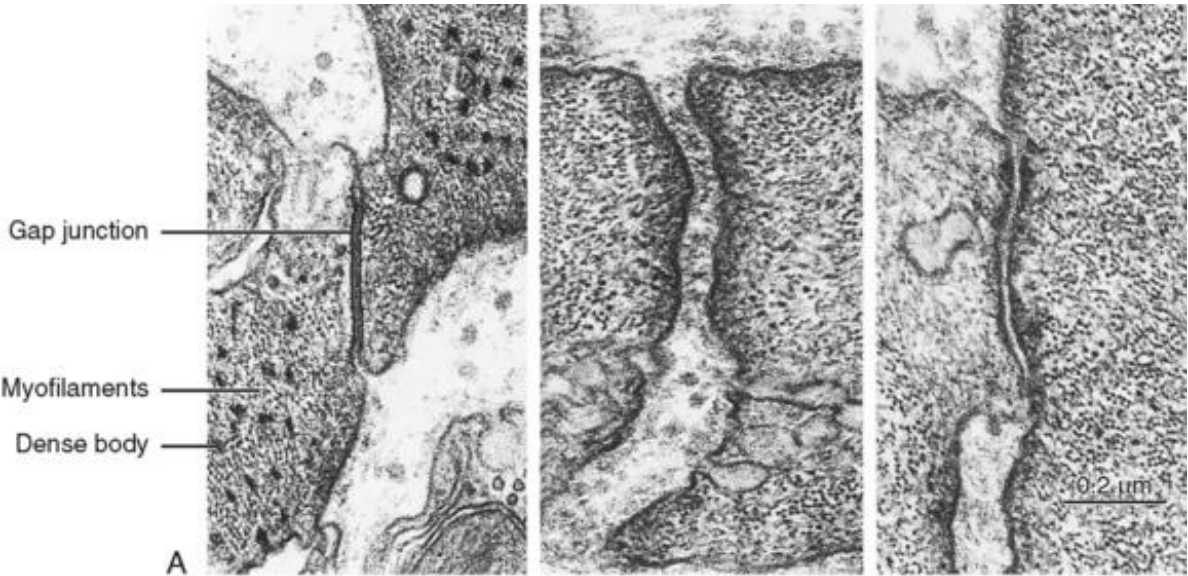




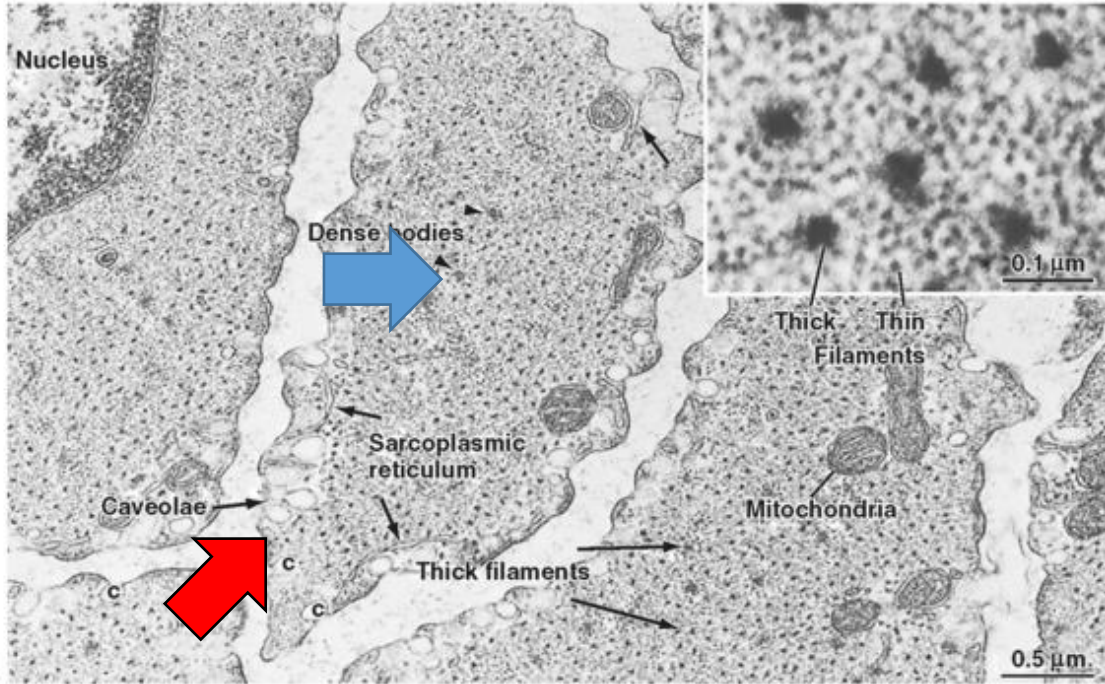
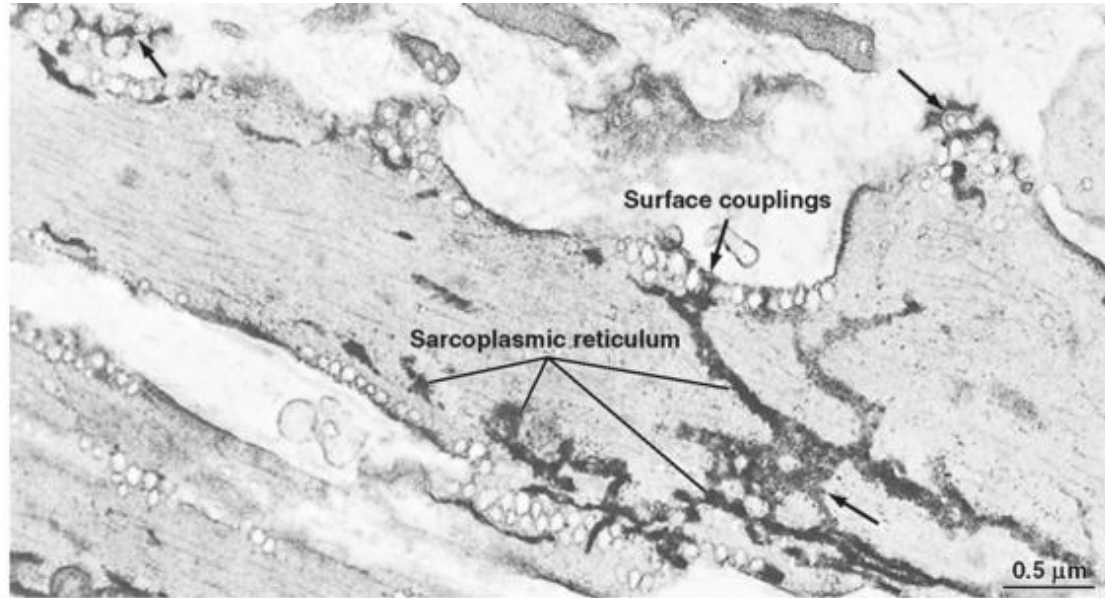
# HLADKÁ SVALOVÁ TKÁŇ



# HLADKÁ SVALOVÁ TKÁŇ

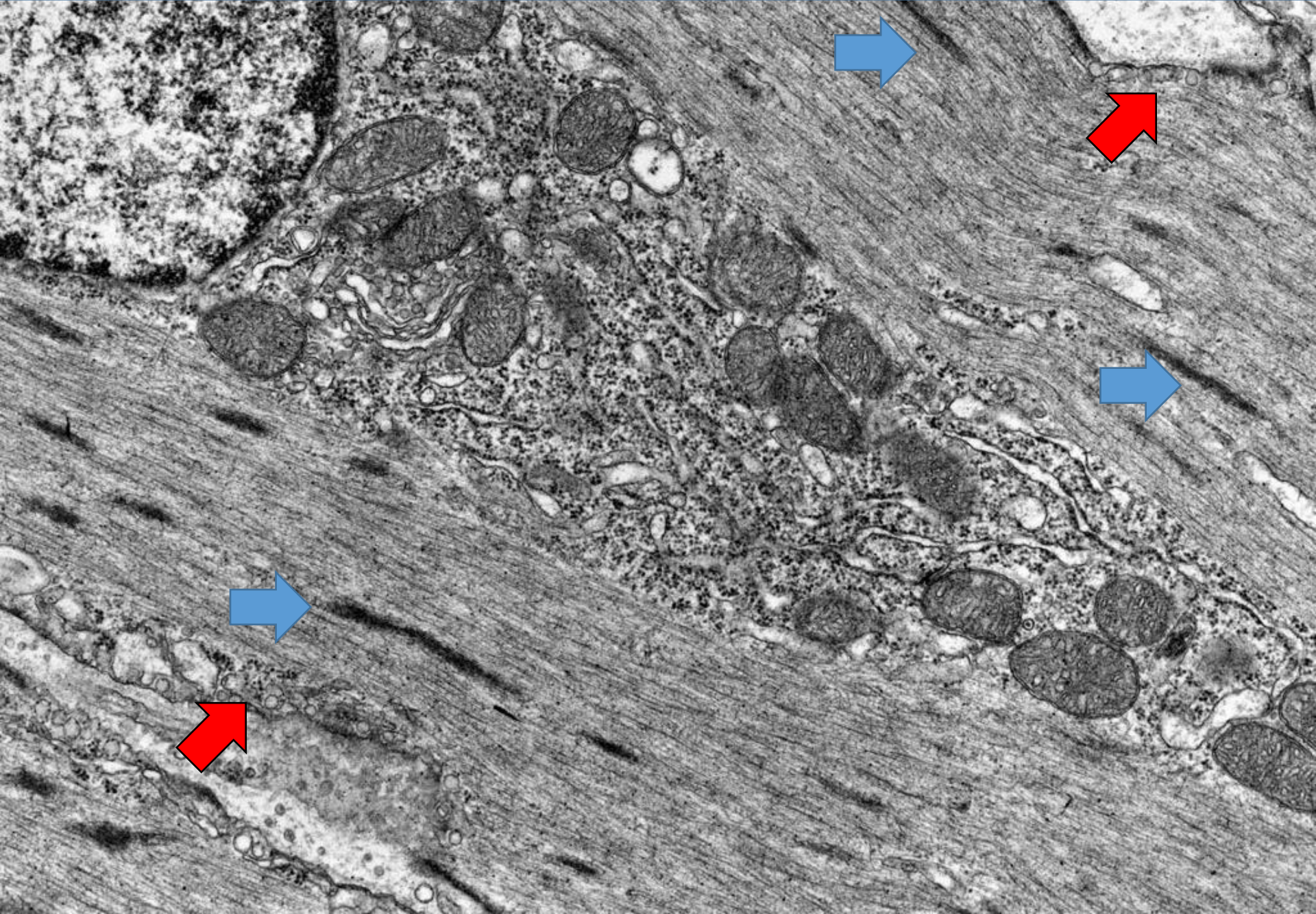


# HLADKÁ SVALOVÁ TKÁŇ

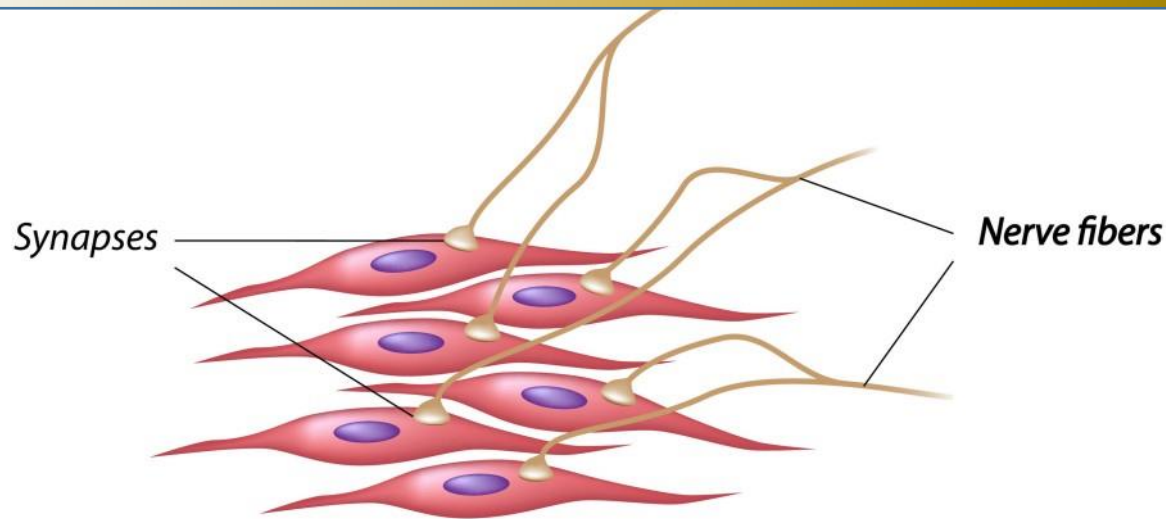


**Hladká svalová buňka malé plicní arterie**, Somlyo AP, Somlyo AV: Smooth muscle structure and function. In Fozzard HA et al [eds]: The Heart and Cardiovascular System, 2nd ed. New York, Raven Press, 1992.

**HLADKÁ SVALOVÁ TKÁŇ**

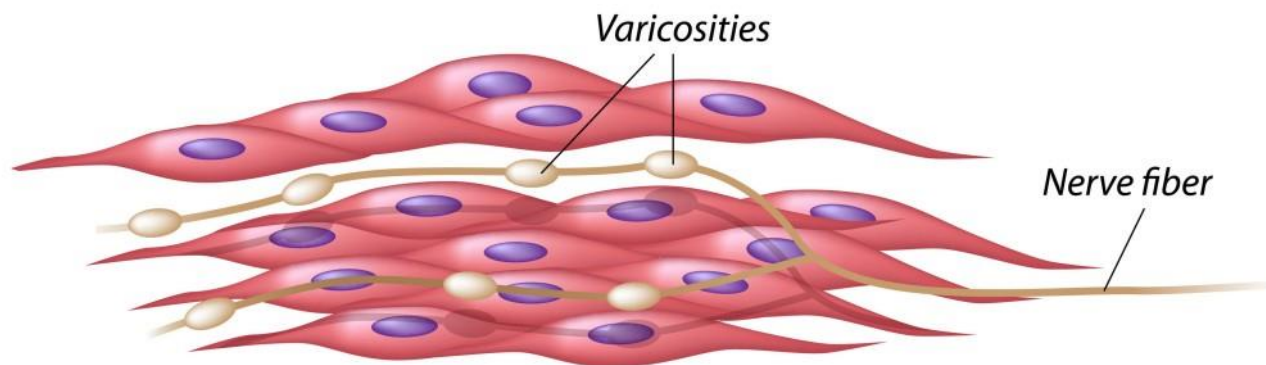


# HLADKÁ SVALOVÁ TKÁŇ



Multiunit Smooth Muscle

- **Individuální** (neurogení) inervace a kontrakce
- Svaly v dýchacích cestách, cévy, iris

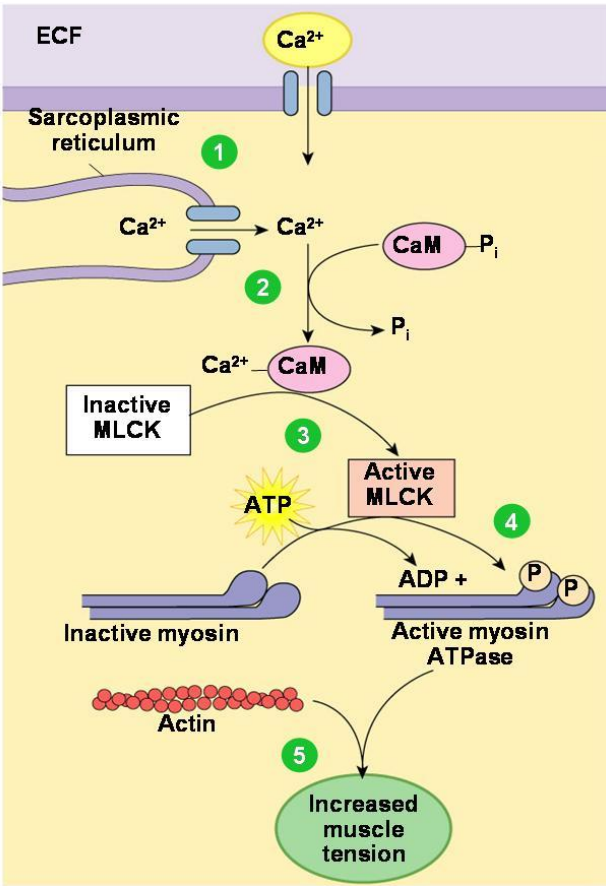
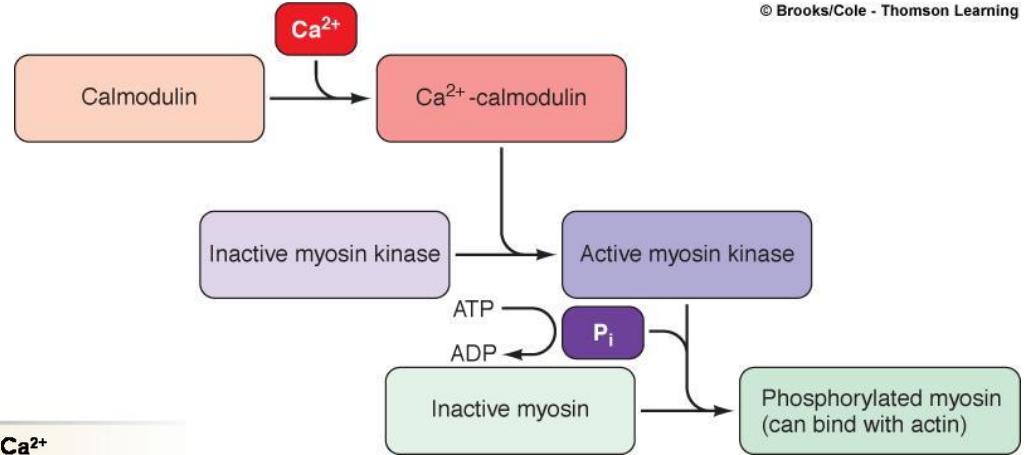


Single-unit Smooth Muscle

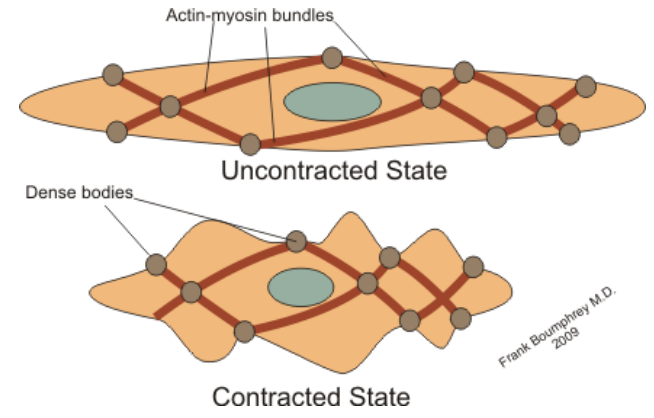
- Propagace AP myogenně přes **gap junctions**
- Buňky se **funkčně** chovají jako syncytium (koordinovaná kontrakce)
- Viscerální HS, GIT, děloha, močový měchýř

**Simplifikace!** Vždy se jedná o kombinaci regulačních faktorů

# HLADKÁ SVALOVÁ TKÁŇ

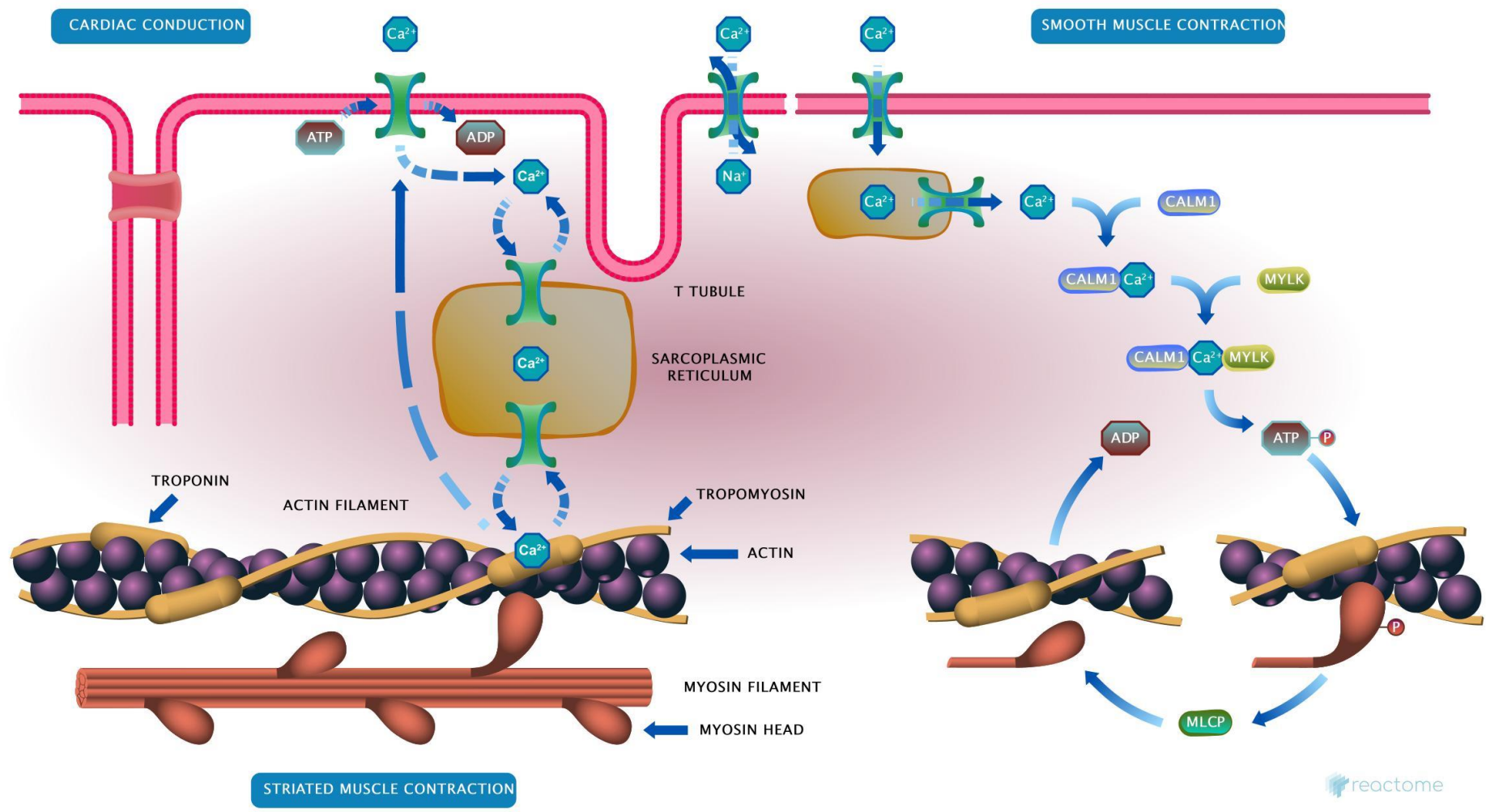


- 1 Intracellular  $\text{Ca}^{2+}$  concentrations increase when  $\text{Ca}^{2+}$  enters cell and is released from sarcoplasmic reticulum.
- 2  $\text{Ca}^{2+}$  binds to calmodulin (CaM).
- 3  $\text{Ca}^{2+}$ -calmodulin activates myosin light chain kinase (MLCK).
- 4 MLCK phosphorylates light chains in myosin heads and increases myosin ATPase activity.
- 5 Active myosin crossbridges slide along actin and create muscle tension.



Frank Boumphey M.D.  
2009

# HLADKÁ vs. PŘÍČNĚ PRUHOVANÁ SVALOVÁ TKÁŇ

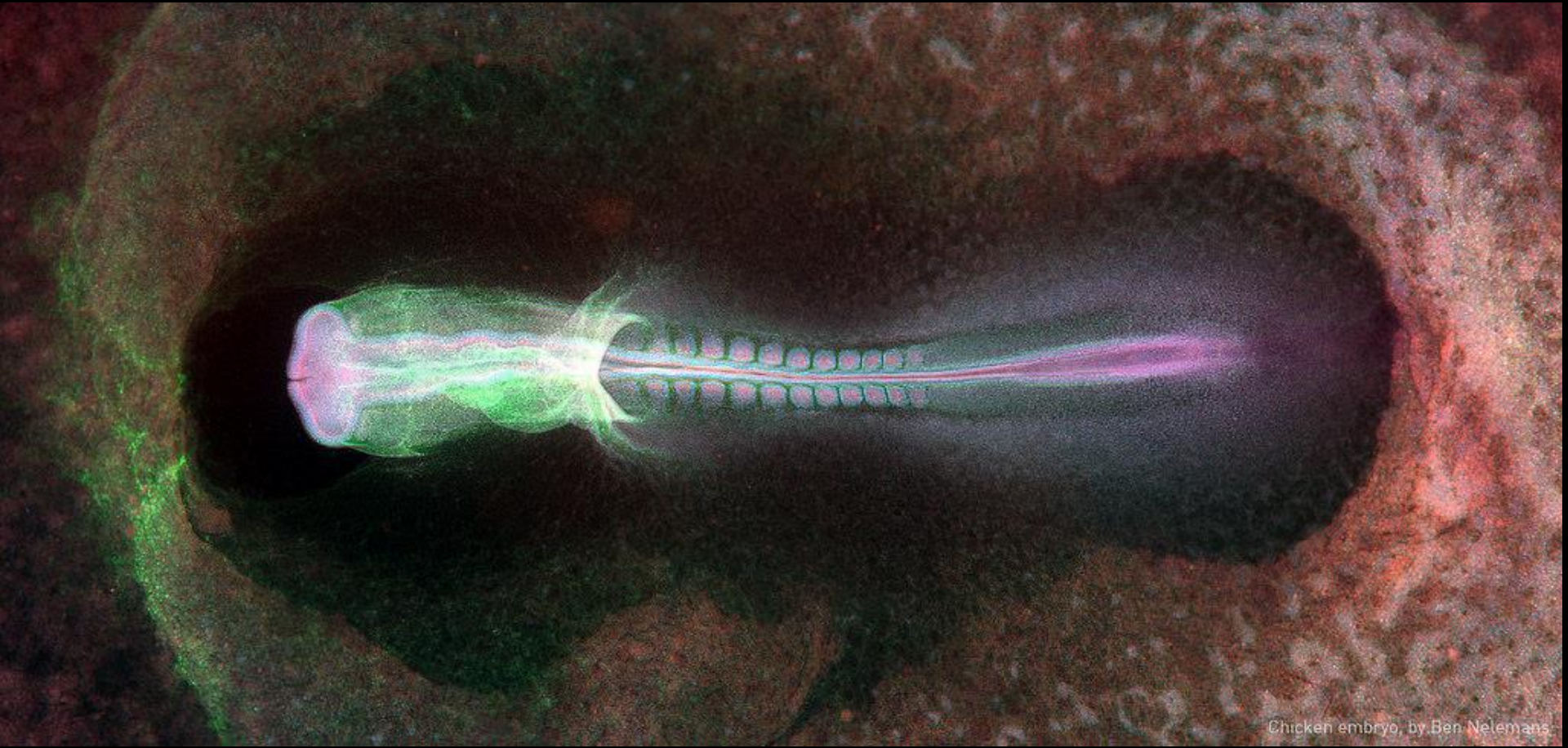


# SHRNUTÍ

	<b>Kosterní svalová tkáň</b>	<b>Srdeční svalová tkáň</b>	<b>Hladká svalová tkáň</b>
<b>Buňky</b>	silné, dlouhé, válcovité, nevětvené	velké, válcovité, větvené	malé, vřetenovité, ve vrstvách
<b>Jádra</b>	početná, na periferii	1-2, centrálně	1, centrálně
<b>poměr filament (tenká:tlustá)</b>	6:1	6:1	12:1
<b>sER a myofibrily</b>	pravidelně uspořádané sER kolem myofibril	méně pravidelné sER, myofibrily ne vždy zřetelné	méně pravidelné sER, myofibrily nejsou vytvořeny
<b>T tubuly</b>	mezi A-I proužky, triády	Z linie, diády	nejsou vytvořeny
<b>Motorická ploténka</b>	ANO	NE	NE
<b>Volní kontrola</b>	ANO	NE	NE
<b>Další znaky</b>	svazky, asociace s vazivem	interkalární disky, pracovní a vodivé kardiomyocyty	svazky, kaveoly, denzní tělíska

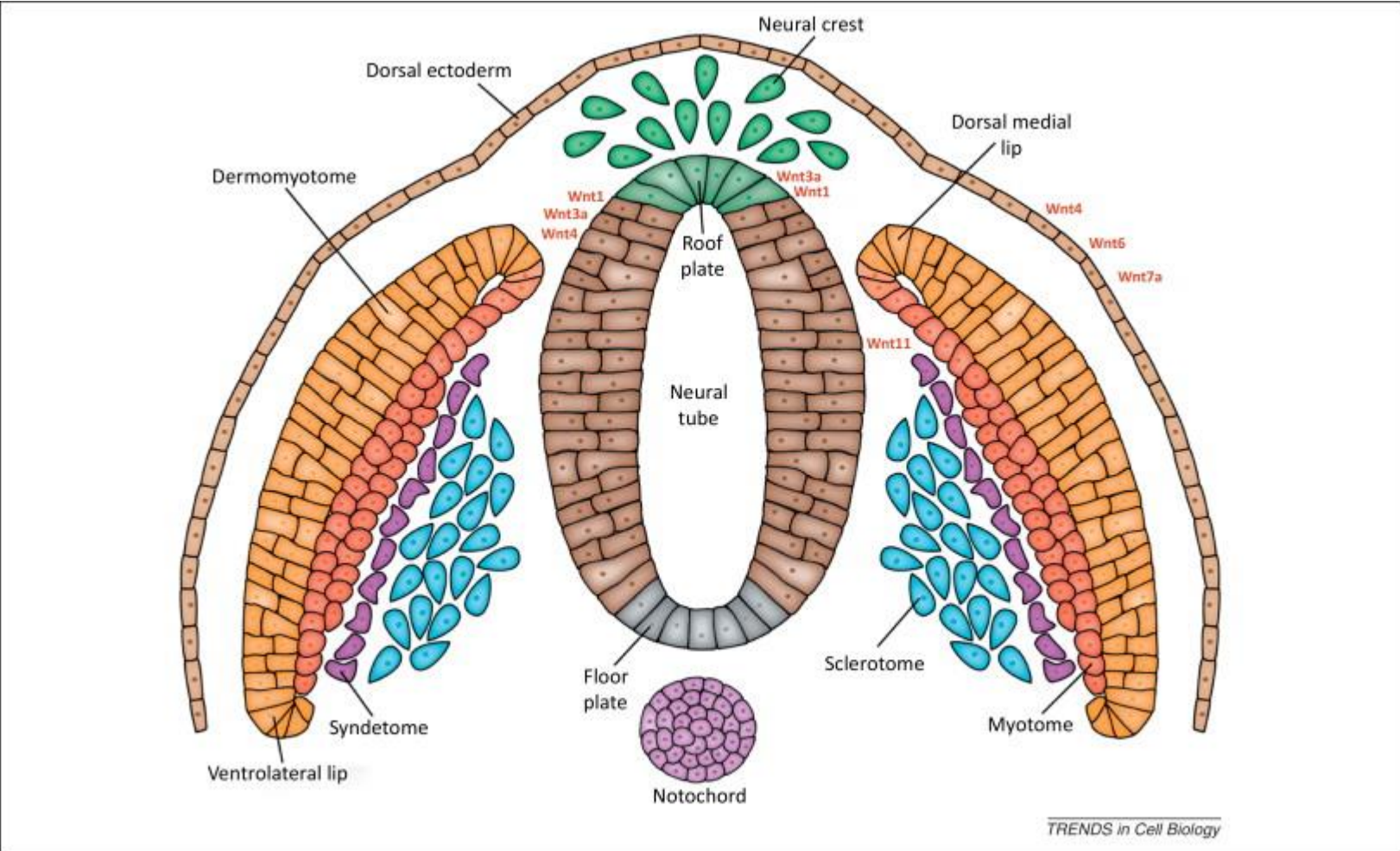


# EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ

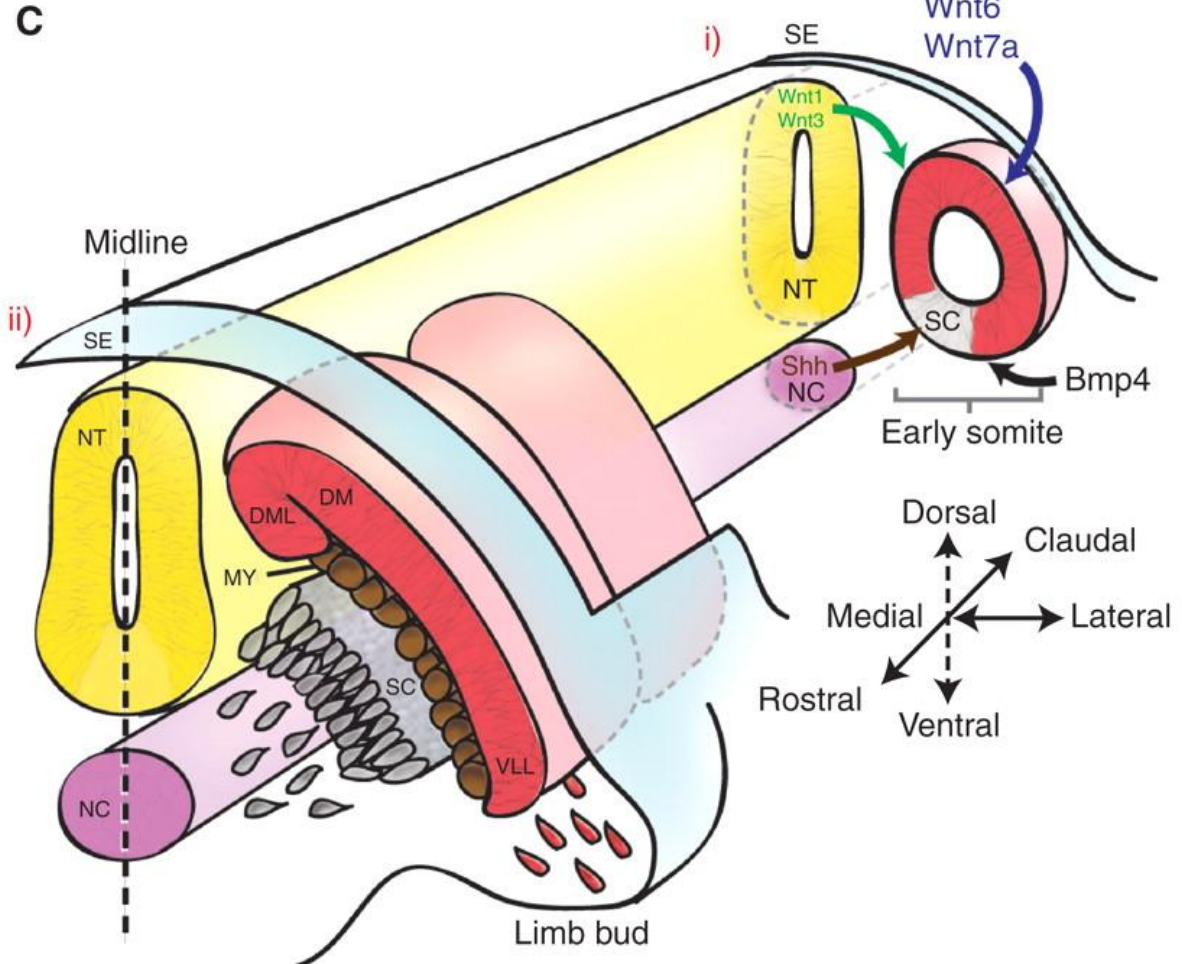
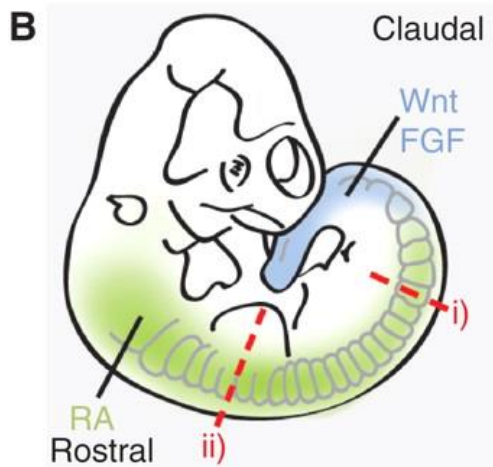
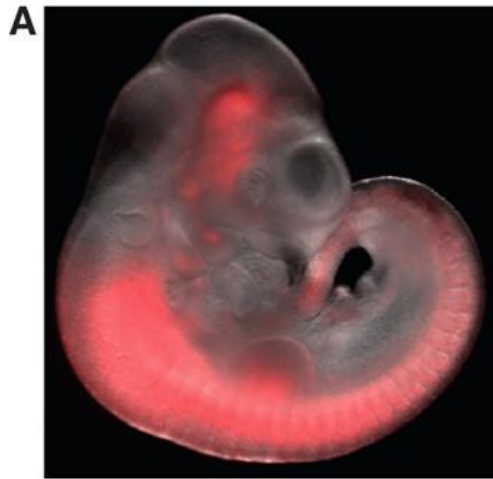


Chicken embryo, by Ben Nelemans

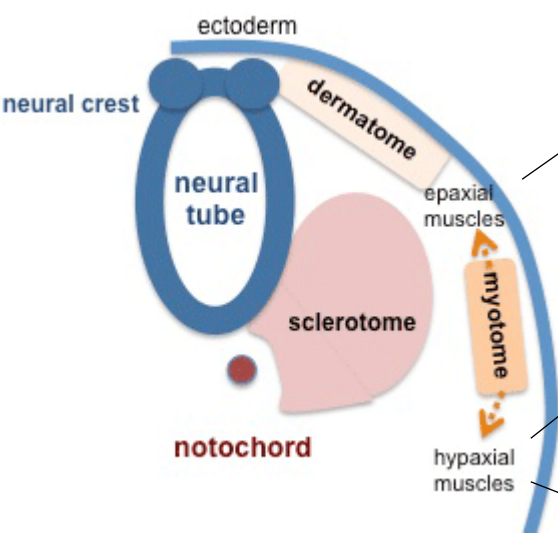
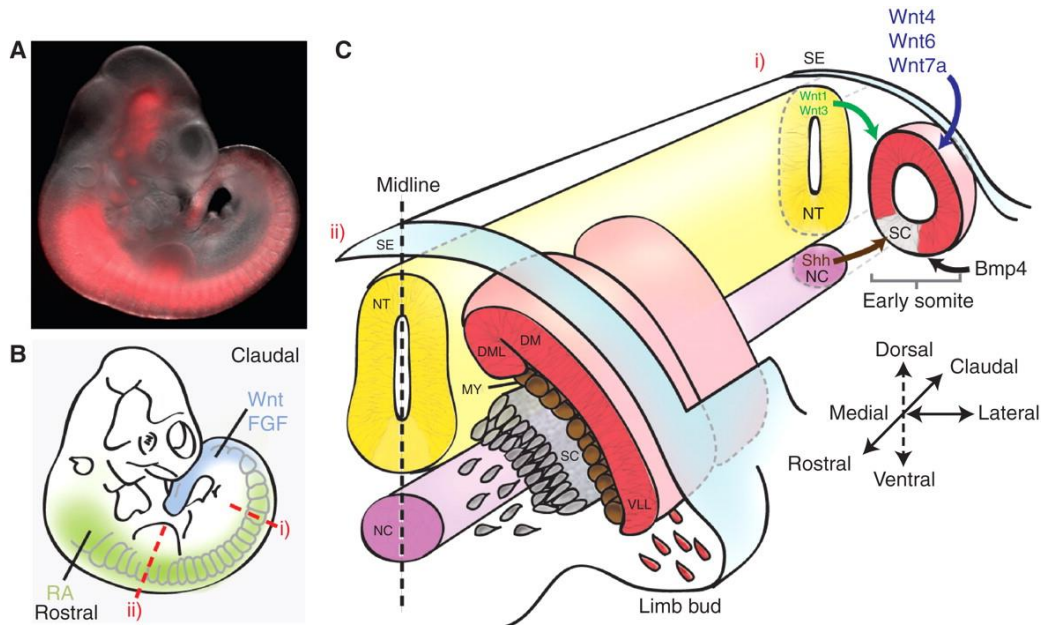
# EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ



# EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ



# SVALY TRUPU



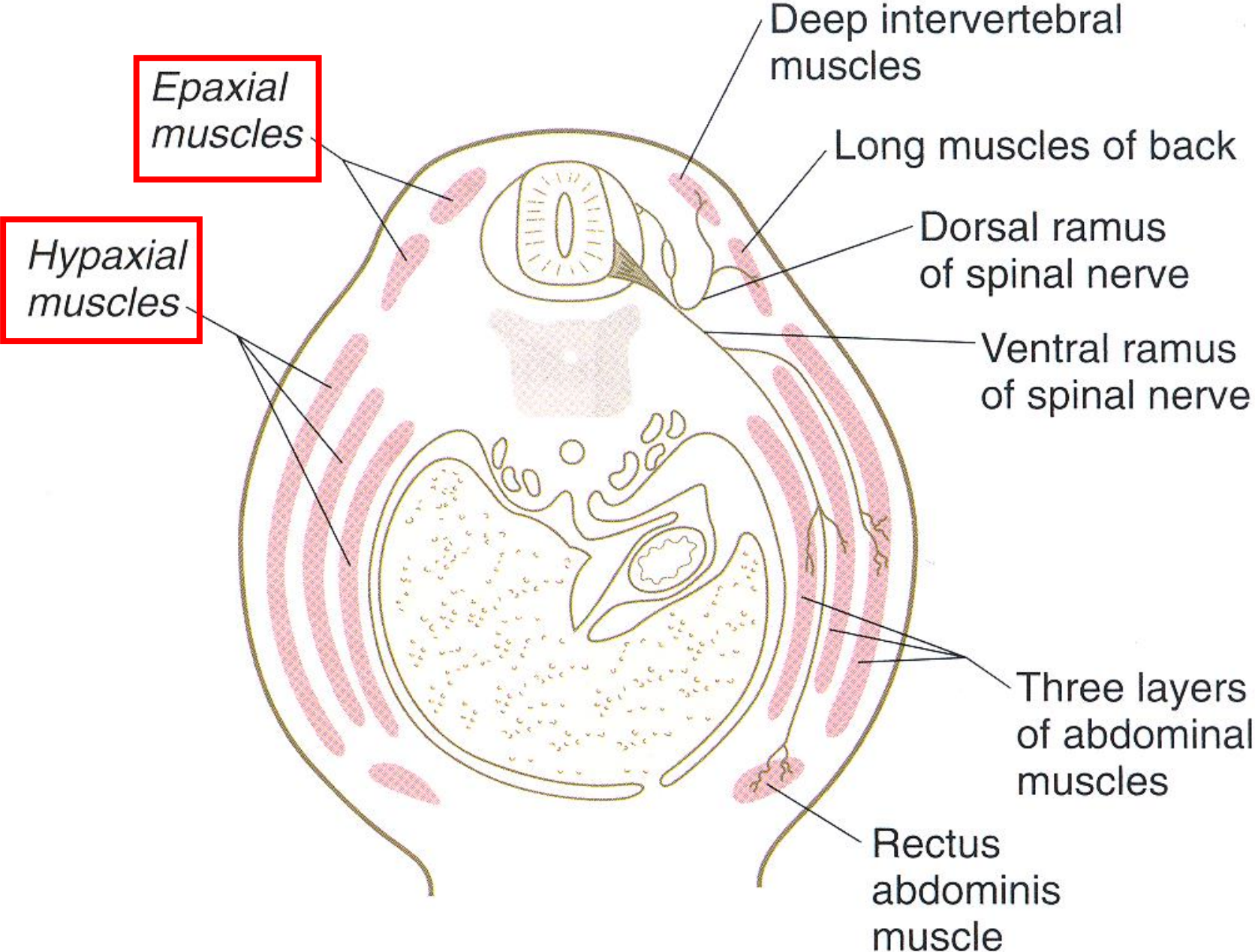
Hluboké zádové svaly

Spinokostální svaly

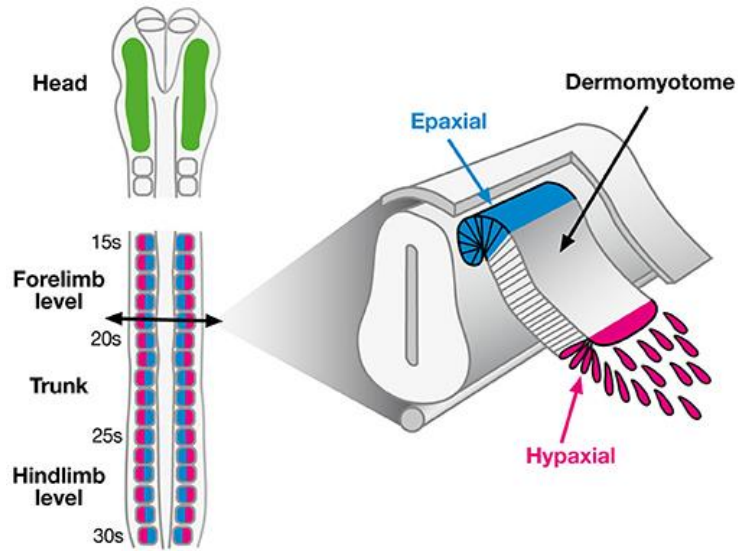
Povrchové vrstvy zádových svalů –  
končetinový původ

Mezižební svaly

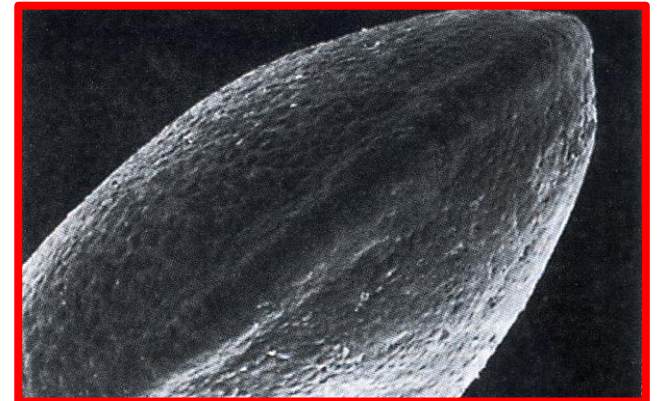
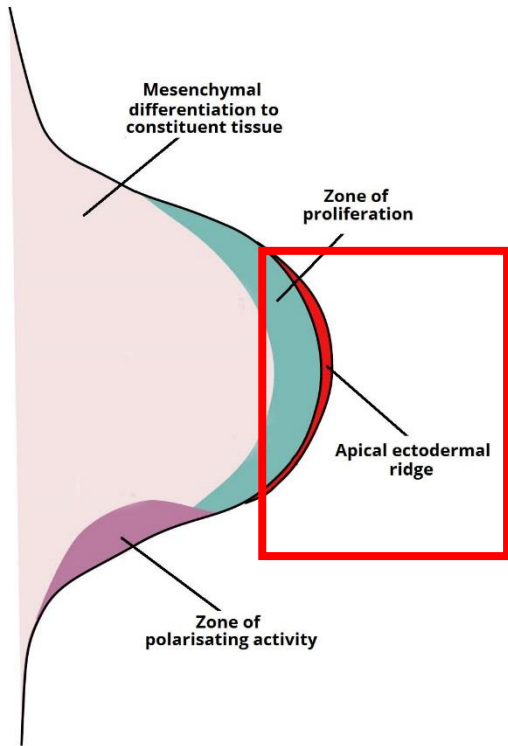
# SVALY TRUPU



# SVALY KONČETIN



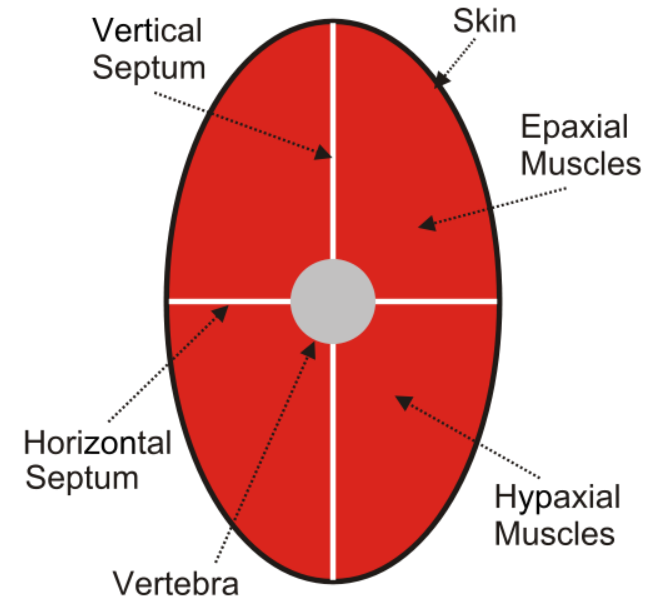
Skeletal muscles



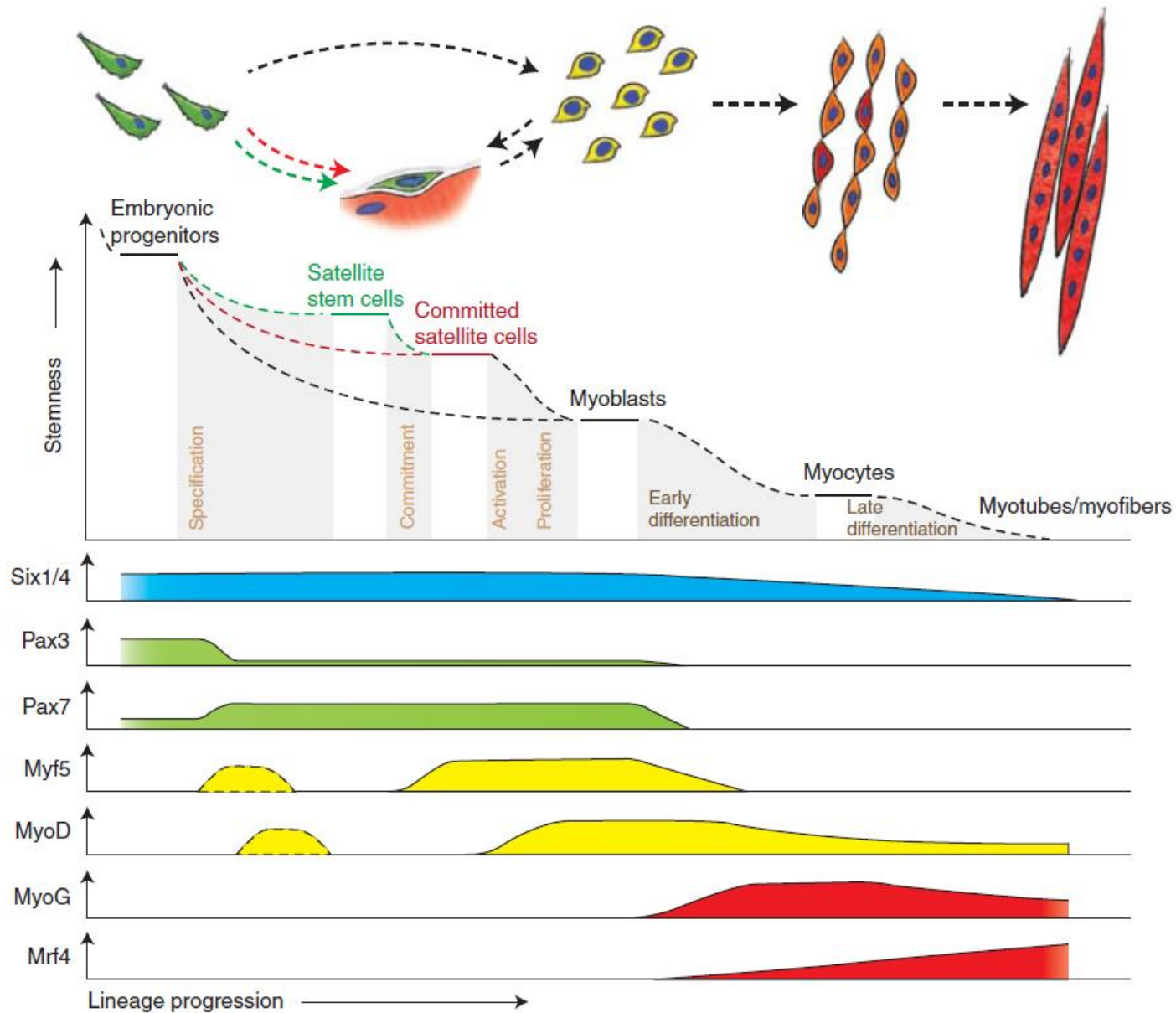
# PRUNE BELLY SYNDROME

- Absence abdominálních svalů
- Chyba specifikace hypaxiálních svalů
- Asociace s VACTERL a aneuploidemi

- V - Vertebral anomalies
- A - Anorectal malformations
- C - Cardiovascular anomalies
- T - Tracheoesophageal fistula
- E - Esophageal atresia
- R - Renal (Kidney) and/or radial anomalies
- L - Limb defects

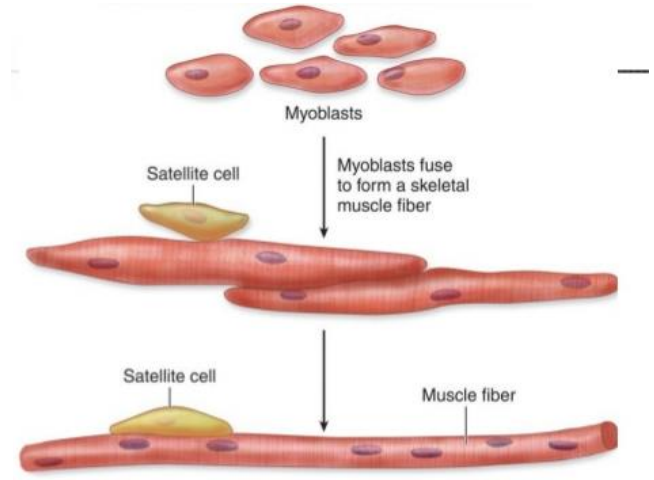
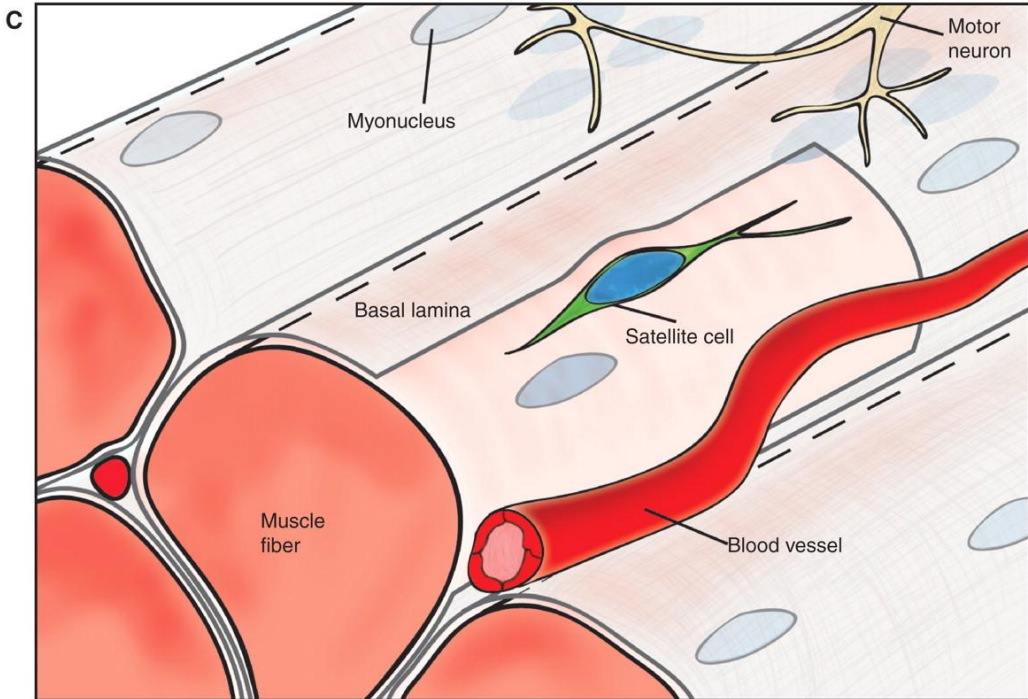
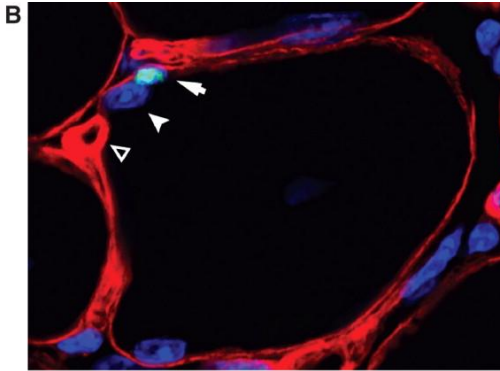
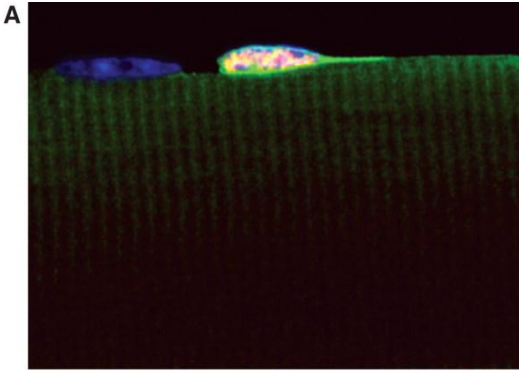


# HISTOGENEZE SVALOVÝCH VLÁKEN



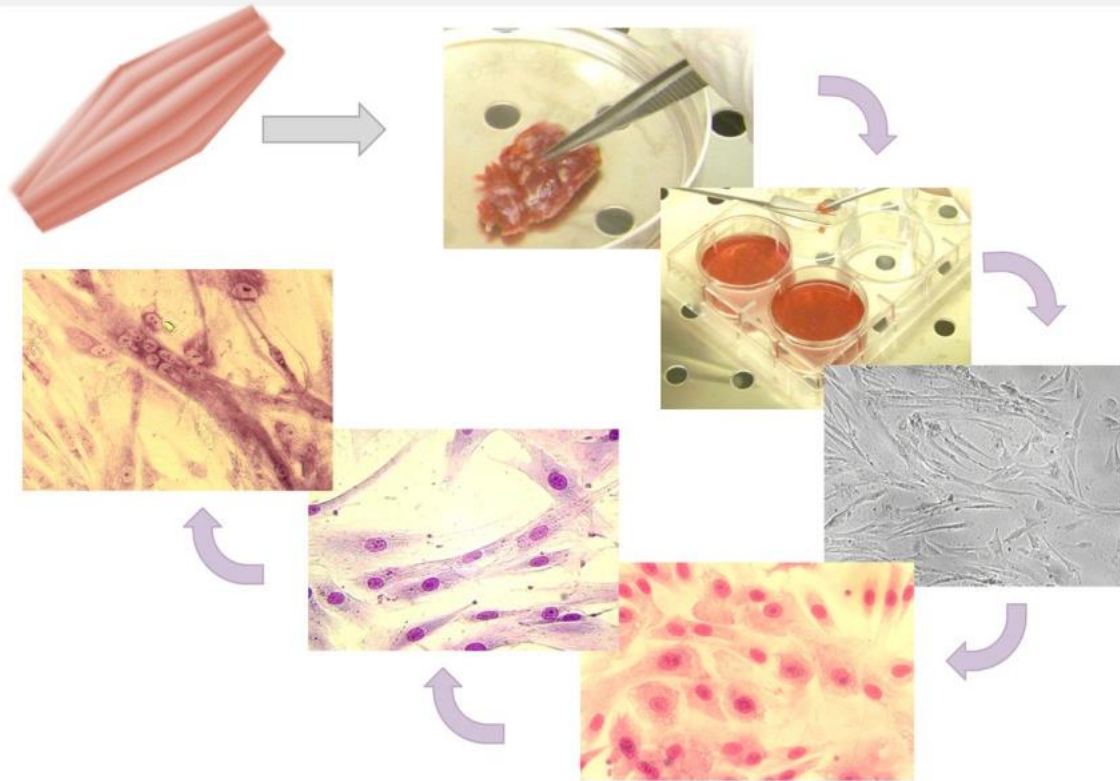
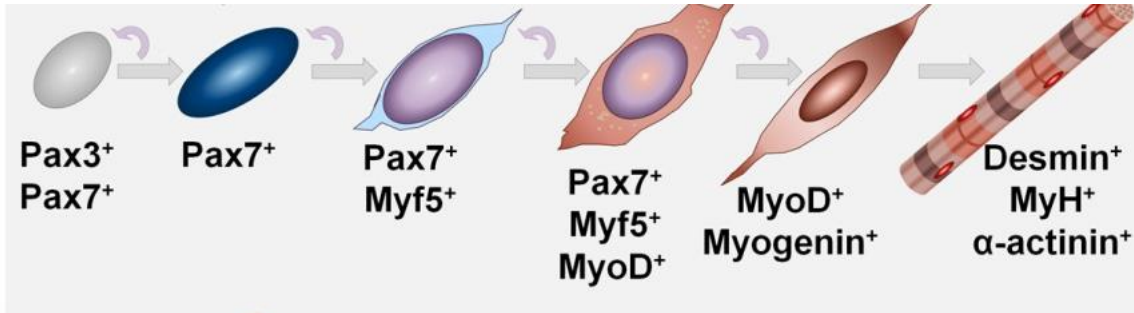


# REGENERACE KOSTERNÍHO SVALSTVA

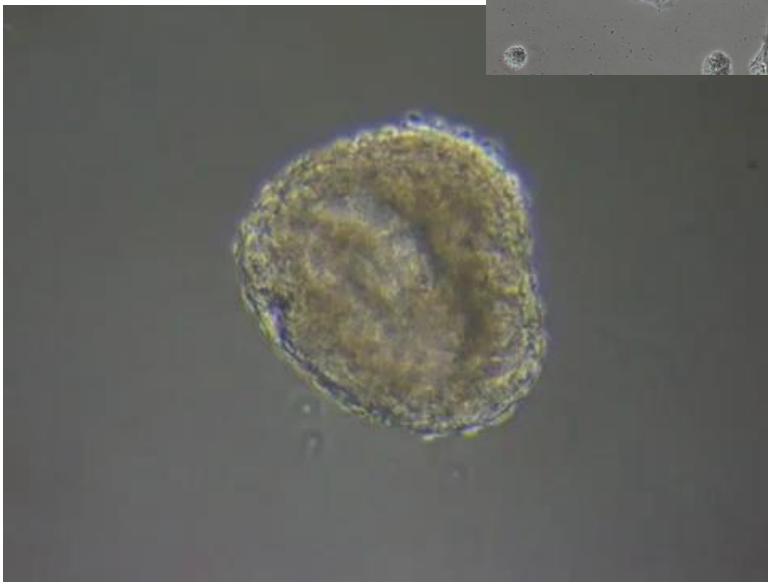
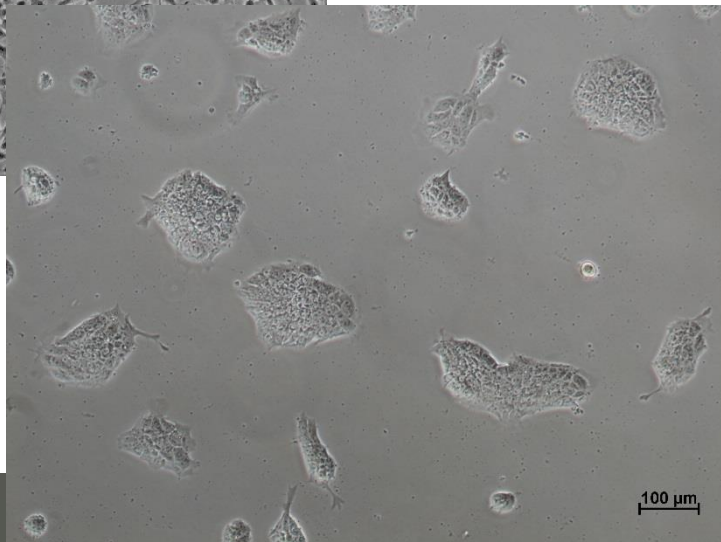
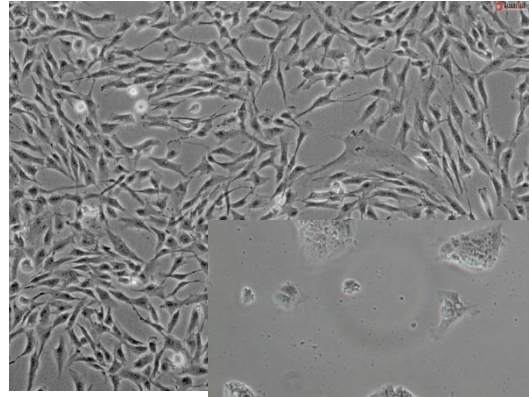
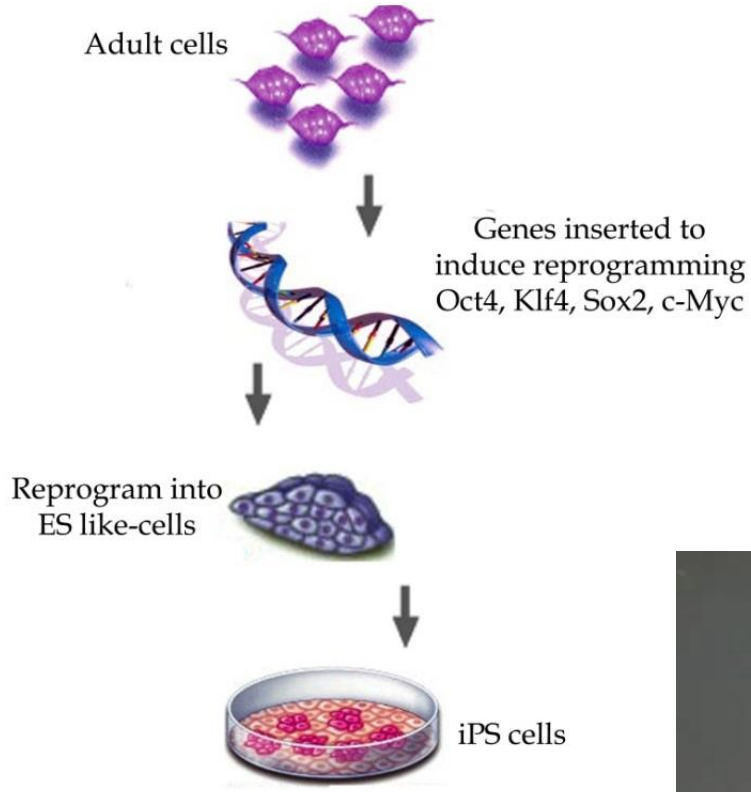


# REGENERACE KOSTERNÍHO SVALSTVA

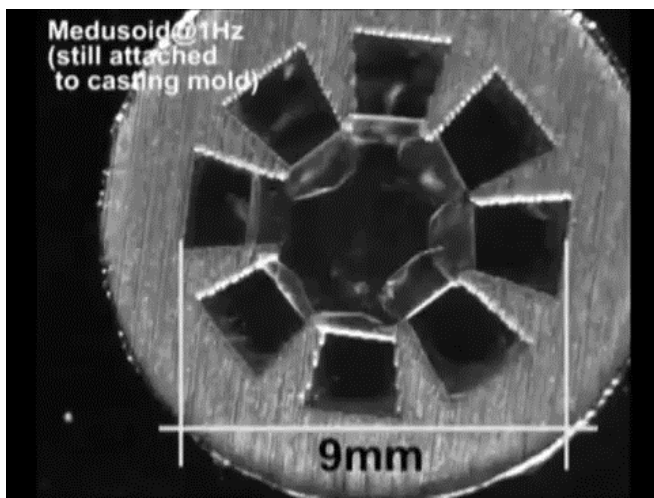
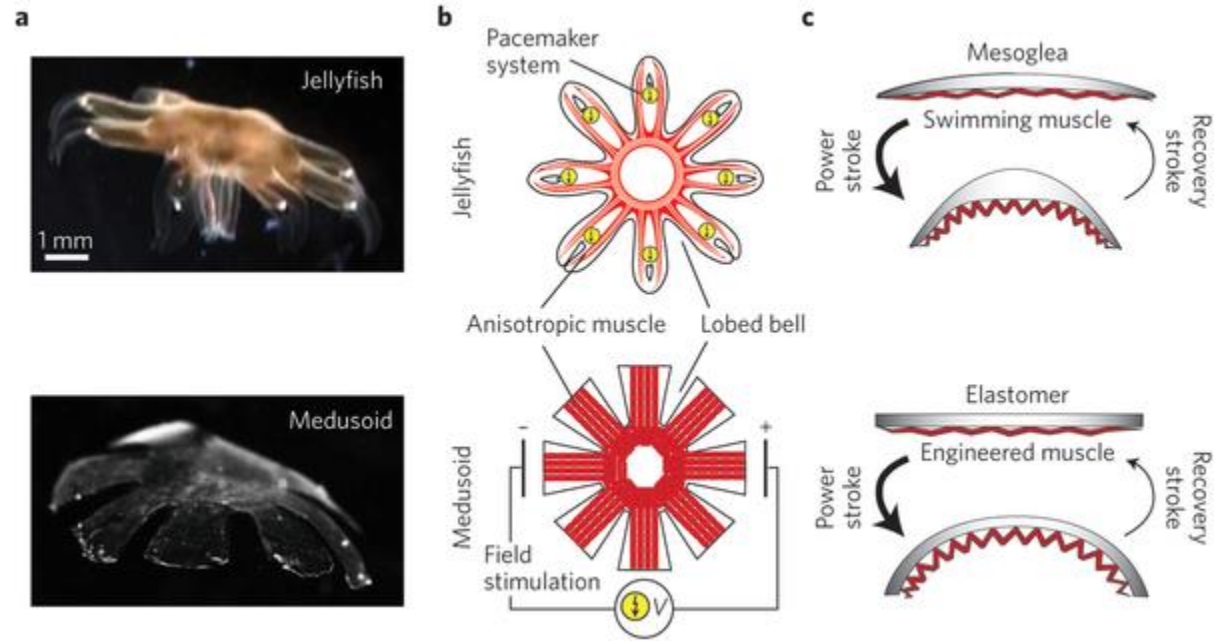
Embryonální progenitory    Satelitní buňky    Myoblasty    Myocyty    Myotuby



# DIFERENCIACE IN VITRO



# TKÁŇOVÉ INŽENÝRSTVÍ



<https://www.nature.com/articles/nbt.2269>

<https://www.nature.com/news/artificial-jellyfish-built-from-rat-cells-1.11046>



**DĚKUJI ZA POZORNOST**