

# Přednáška 7

Přehled mikroskopické stavby  
kostrových spojů.

Svalová tkáň I - rozdělení, stavba,  
výskyt a funkce

# Kostrové spoje

1) **Synarthrosis** – (ne)pohyblivé spoje vazivem, chrupavkou nebo kostní tkání bež štěrbinou:

a) **synostosis** - spojení pomocí **kosti** - ossa illium + pubis + ischii = os coxae (kost pánevní), os sacrum (křížová) = z pěti obratlů,

b) **synchondrosis** - spojení pomocí **chrupavky** symphysis ossis pubis (srůst kostí stydkých – vazivová chrupavka) nebo žebra a kost hrudní (hyalinní chrupavka).

c) **syndesmosis** - spojení **vazivem** (sutury lebeční, závěsný aparát zubu = gomphosis).

*Pozn.:*

*Ankylóza – patol. synostóza*

*Artrodéza – operativně navozená ankylóza odstraněním kloubních chrupavek (při nestabilitě kloubu)*

# Kostrové spoje

2) **Diarthrosis** - pohyblivé spojení 2 nebo více kostí

součásti kloubu:

- kloubní plošky s chrupavkou
- kloubní štěrbina
- kloubní pouzdro z hustého kolag. vaziva
- synoviální tekutina
- (pomocná zařízení)

# Arthron



- významný pojem v kineziologii a chiroterapii
  - pojem vystihuje funkční souvislost kloubů a svalů
- bolestivý kloub → svalový spazmus → blokáce pohybu kloubu

## Pohyby kloubů

flexe (ohnutí) – extenze (natažení)

**a**ddukce (přitažení) – **a**bdukce (odtažení)

rotace (otáčení)

cirkumdukce (kroužení)

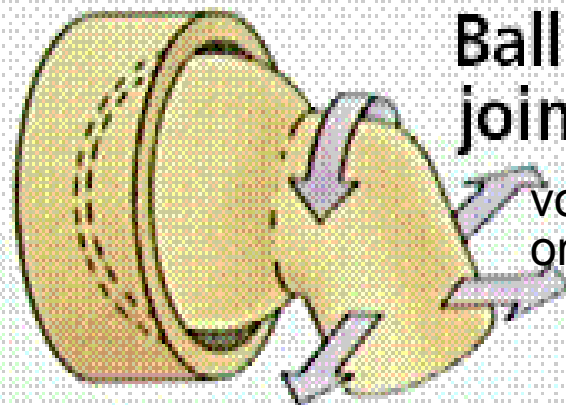
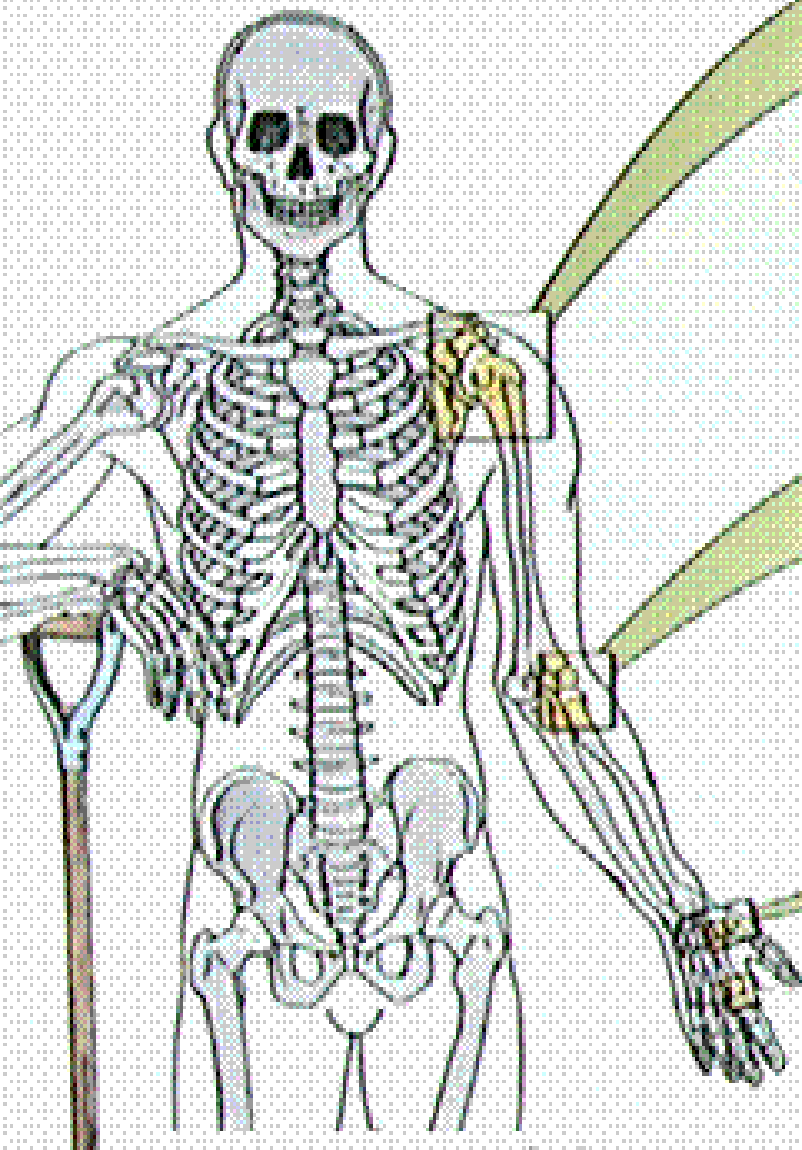


# Typy kloubů

- dle počtu prvků kloubu – jednoduché (2 kosti) **X**  
složené (více kostí, 2 kosti + discus či meniscus)
- dle rozsahu pohybu – tuhé **x** více pohyblivé
- dle tvaru styčných ploch –
- dle pohybu v ose – 1, 2 , 3 osy

# Types of Joints

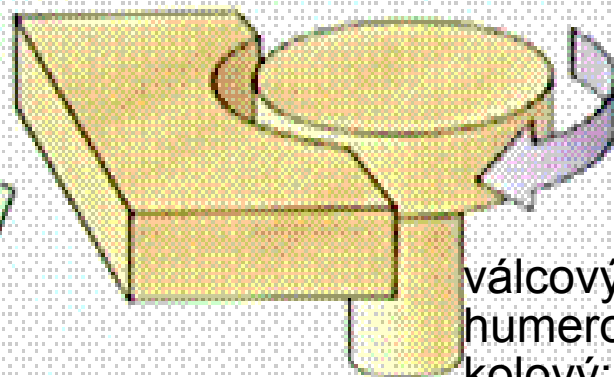
Typy kloubů



**Ball and socket joint**

**kulový**

volný: ramenní  
omezený: kyčelní



**Pivot joint**

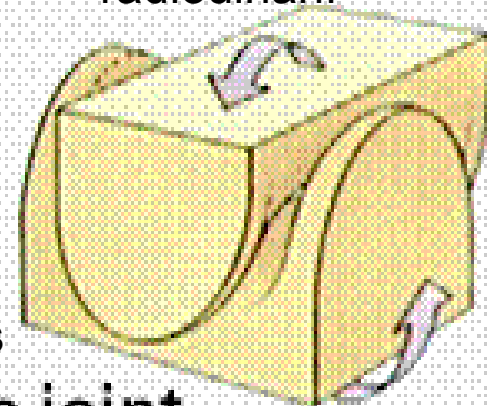
**cylindrický**

válcový: interfalang.,  
humeroulnární;  
kolový: atlantoaxiální,  
radioulnární

**sedlový**

Art. carpometacarpalis  
pollicis

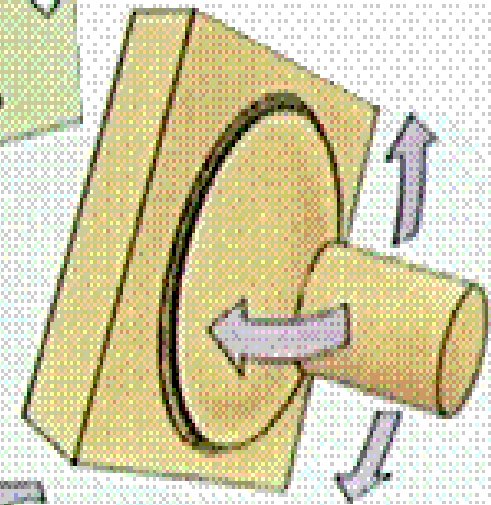
**Saddle joint**



**elipsový**

radiokarpální,  
metakarpofalangeální,  
atlantookcipitální

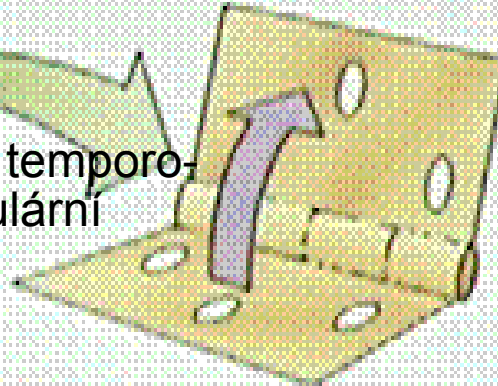
**Elipsoid joint**



**bikondylární**

**Hinge joint**

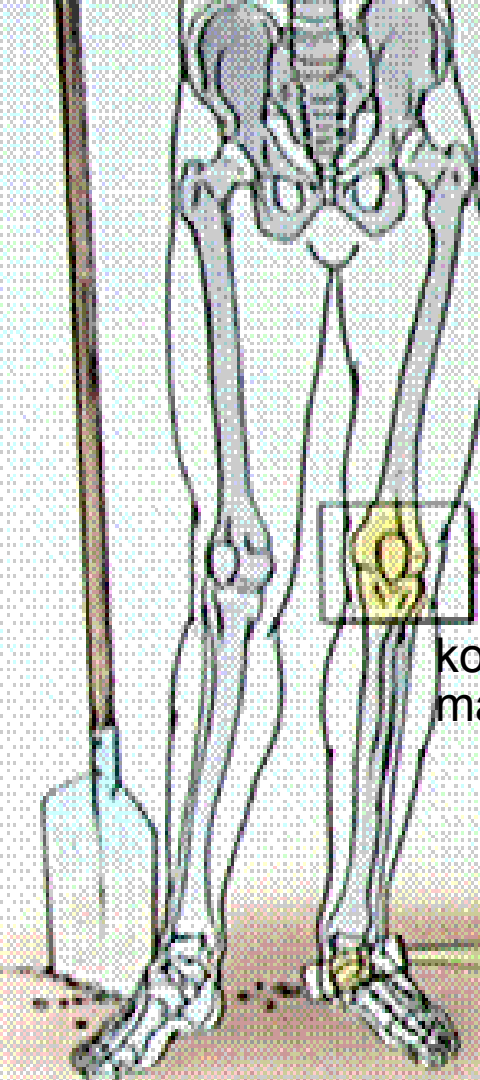
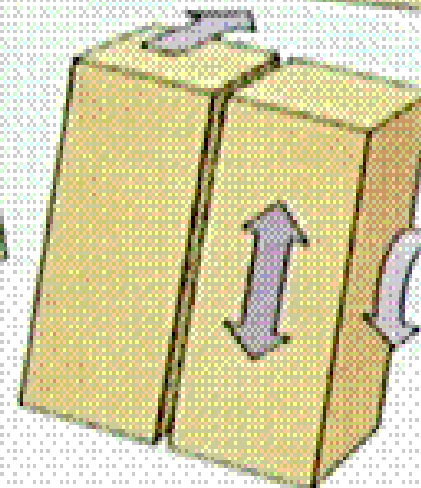
kolenní, temporo-  
mandibulární



**Plane joint**

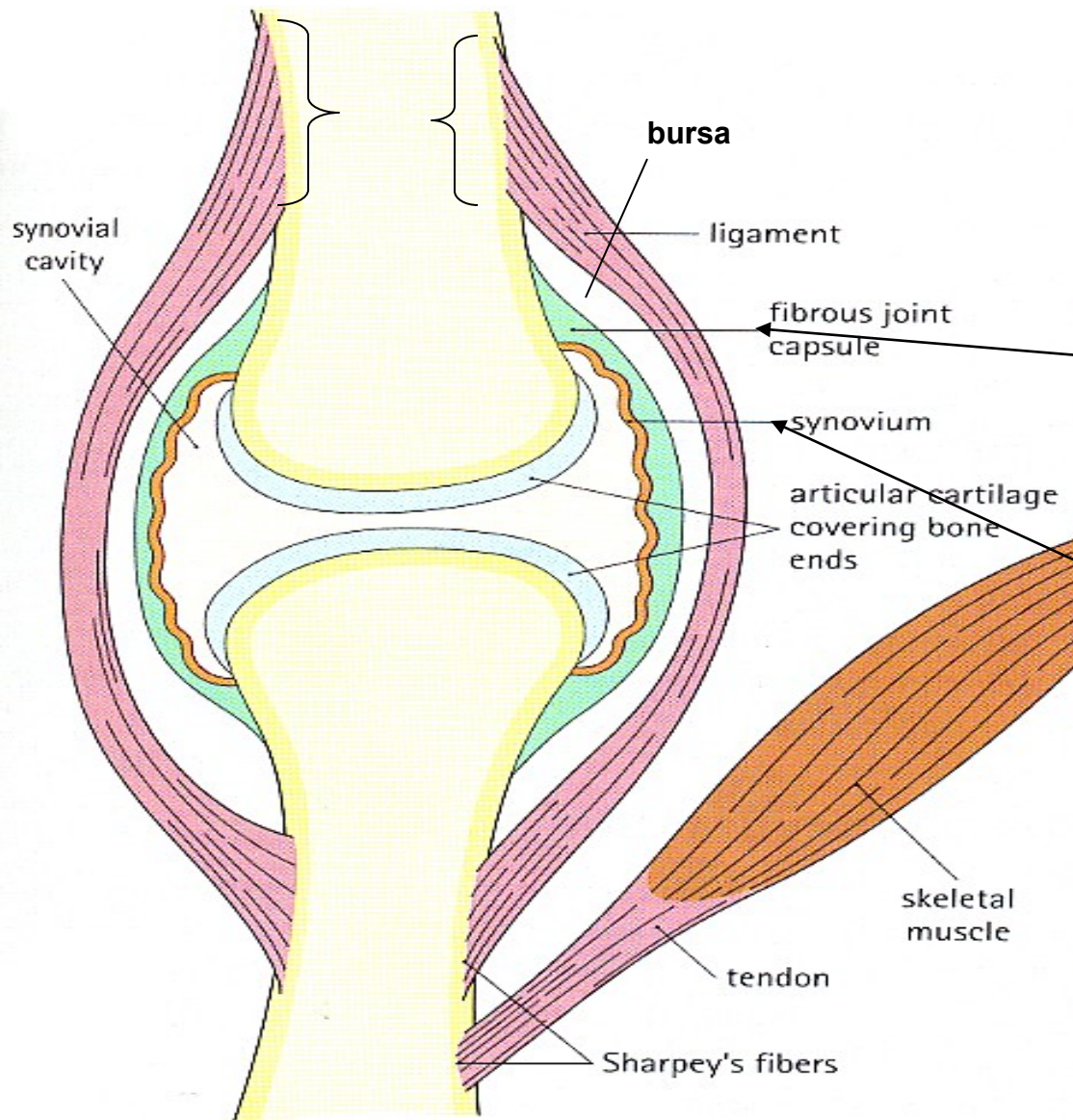
**plochý**

akromioklavikulární,  
intermetatarsální,  
sakroiliacký



# Kloub

(diarthrosis, articulatio synovialis )



- **Kloubní chrupavka** - hyalinní\* chrupavka bez perichondria; kryje konce kosti.
- **Kloubní pouzdo (capsula articularis)** navazuje na periost.
- **Synoviální membrána** vystýlá kloubní pouzdro. Produkuje a secernuje **synoviální tekutinu**
- **Kloubní štěrbina**

\* *vazivová chrupavka*

# Kloubní chrupavka

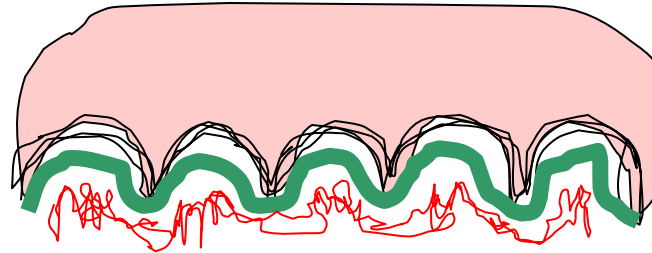
porézní materiál se submikroskopickými otvory; do nich je vtlačována a z nich vytlačována synoviální tekutina. Při zatížení se chrupavka pružně deformuje.



*Povrch kloubů je pokryt tenkou vrstvou chrupavky, která brání tření kostí o sebe.*

# Kloubní chrupavka

- Povrch kloubních ploch epifyzární kosti je pokryt bezcévnou **hyalinní chrupavkou** (3 mm), která zabezpečuje jemný a pružný pohyb kloubu; připojuje se na kost kolagenními vlákny uspořádanými do podoby arkád.



linie osifikace

- Chrupavka je vyživována synoviální tekutinou a **subchondrálními\* kapilárami** v kosti. Nemá perichondrium.
- Základní hmota kloubní chrupavky obsahuje hodně vody (60-80%) a protein-polysacharidový komplex s kys. hyaluronovou (vysoká viskozita a hydrofilie); obě složky jsou významné při mazání a pružnosti kloubu.

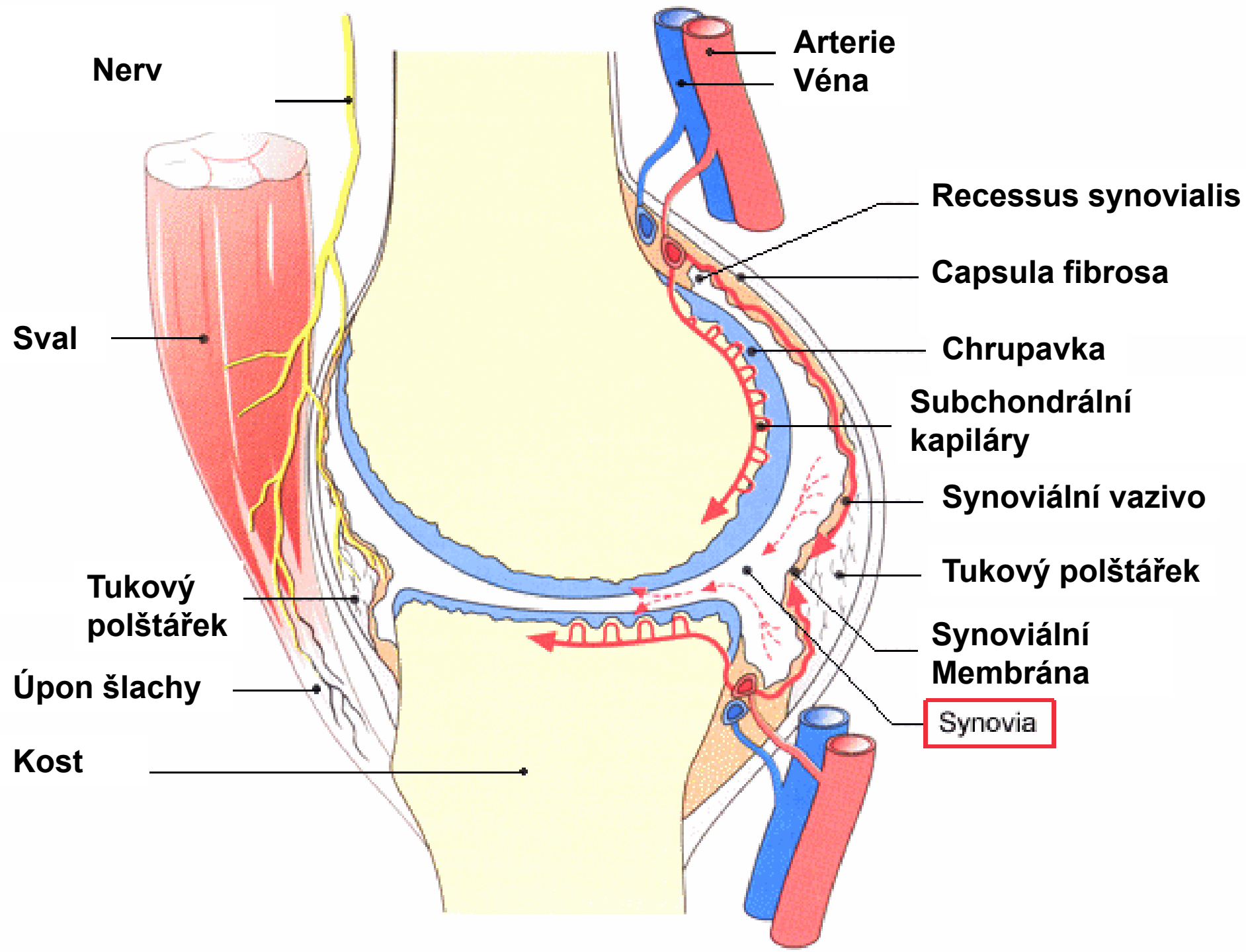
# Kloubní pouzdro – *zevní vrstva*

- **stratum fibrosum** – husté kolagenní vazivo, přechází plynule do periostu a upíná se na kost;
- + kapsulární a extrakapsulární vazy – zpevňují pouzdro a stabilizují klouby
- + úpony mm. articulares - napínají kloubní pouzdra a zabraňují jejich uskřinutí;

# Kloubní pouzdro – *vnitřní vrstva*

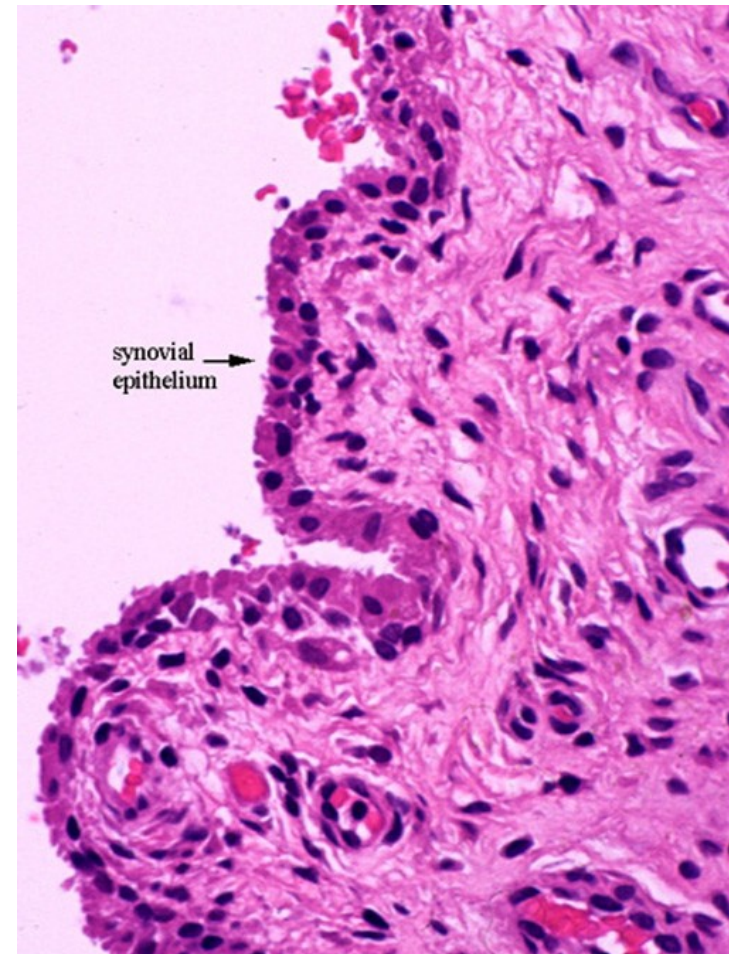
- **stratum synoviale** – **synoviální membrána**  
– naléhá na fibrózní vrstvu těsně nebo je od ní oddělena řídkým vazivem s tukovými buňkami,
- vnitřní povrch je lesklý a hladký, může však vybíhat v řasy (**plicae synoviales**) a v drobné klky (**villi synoviales**),
- je bohatě zásobena krevními i mízními cévami a nervy



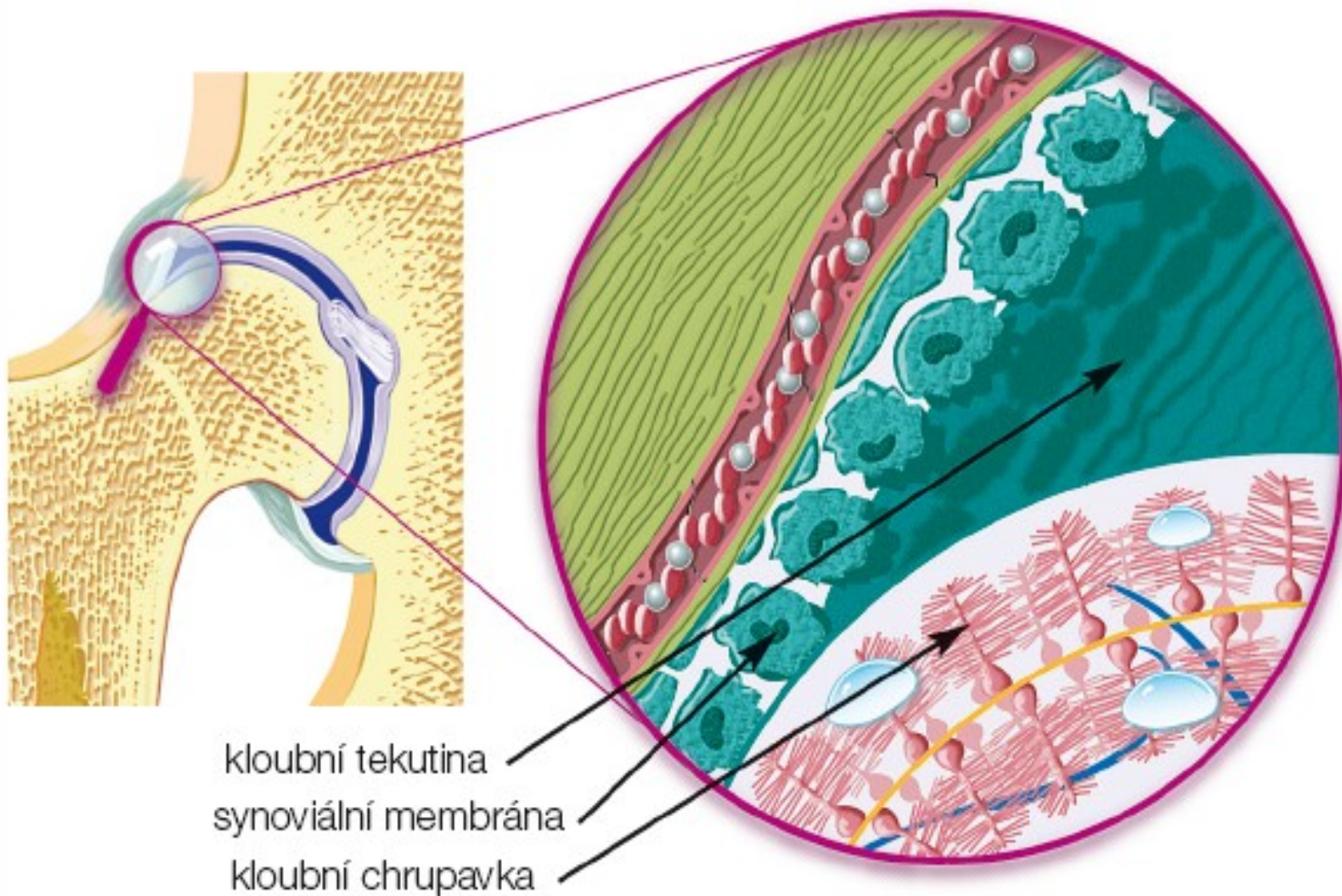


# Synoviální buňky - synovialocyty

- **synovialocyty** – leží na kolagenních vláknech hlubších vrstev, ale i mezi nimi.



## Synoviální membrána



Kloub je chráněn kloubním pouzdrém, které zevnitř vystýlá synoviální membrána. Ta produkuje kloubní tekutinu, nezbytný zdroj živin pro chrupavčitou část kloubu.

# Synovialocyty

- **A buňky** - podobné makrofágům, intenzivně fagocytují např. lipidy, hemosiderin, imunokomplexy apod. obsahují velký Golgiho aparát a mnoho lyzosomů.
- **B buňky** - obsahují drsné endoplazmatické retikulum a jsou podobné fibroblastům. Podílí se na produkci synoviální tekutiny.

# Synoviální tekutina

- = ultrafiltrát krevní plazmy (*za fyziol. podmínek obsahují synoviální klouby malé množství tekutiny; v kolenním kloubu asi 2ml*), která usnadňuje hladké klouzavé pohyby kloubních ploch.
- Přináší kyslík a živiny k bezcévné hyalinní chrupavce.
- Normální synoviální tekutina je čirá, nažloutlá, viskózní a obsahuje hyaluronovou kyselinu (2,6 g/l), glukózu (66 mg/100 ml) a bílkoviny. Vyskytují se v ní také buňky (cca 60/ml). pH = 7,4 – 7,7

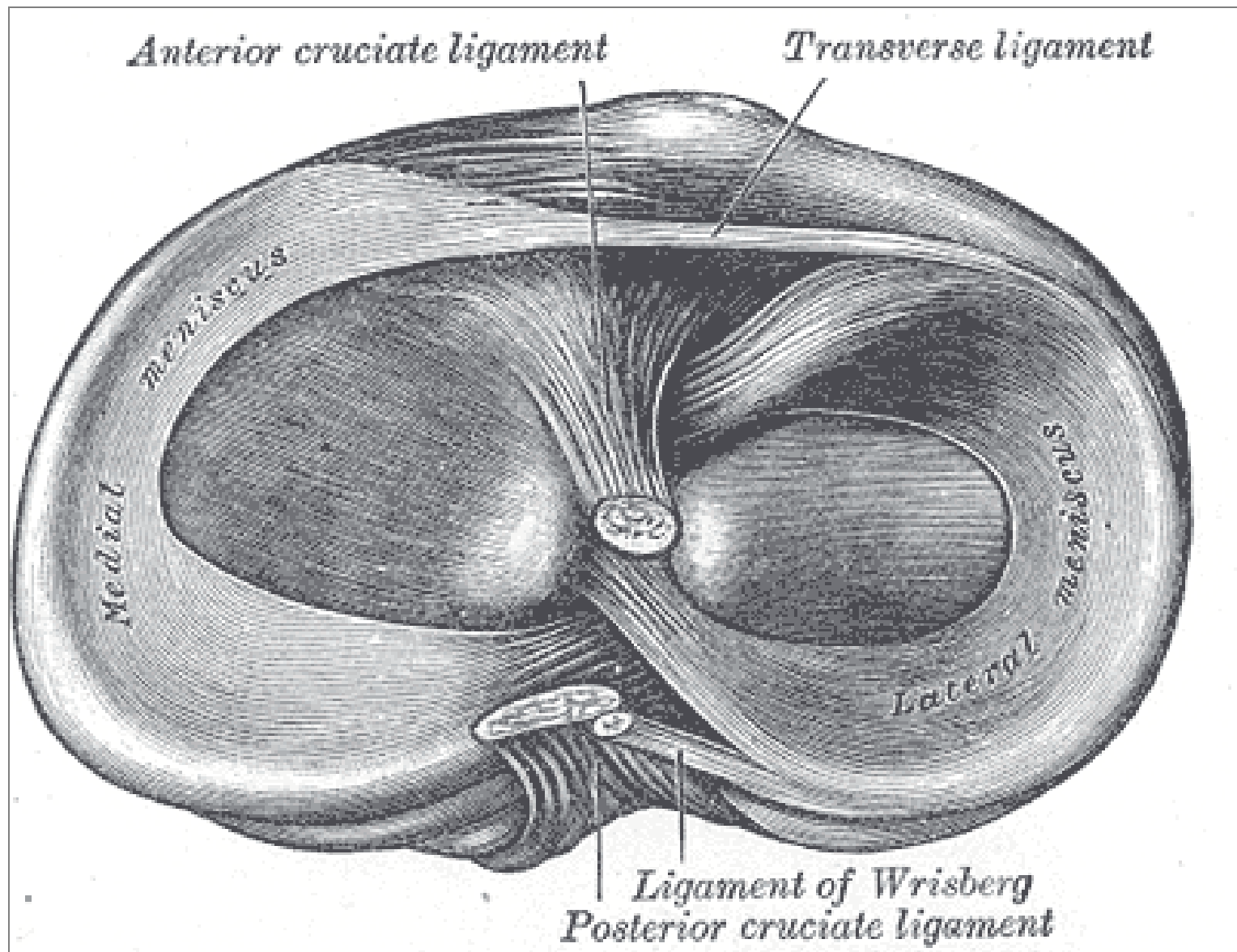
- **Funkce synoviální tekutiny:**
  - zabezpečuje výživu tkání kloubu (chrupavka aj.)
  - zvyšuje a udržuje pružnost chrupavek
  - snižuje tření kloubních plošek (mazadlo = k.hyaluronová)
- **Reparační schopnost** synoviální membrány je značná. Membrána je schopna rychle a úplně regenerovat, mitotickým dělením subsynoviálních buněk a buněk stratum fibrosum (relativně málo diferencovaných) a synoviální tkáň může rychle růst.

*[Tato vlastnost má význam v případech, kdy je třeba synoviální membránu chirurgicky odstranit. Synoviální membrána, v pokusu úplně odstraněná, zregenerovala do 60 dnů.]*



# Intraartikulární struktury

- V některých synoviálních kloubech se nachází kloubní disky nebo menisky, tvořené vazivovou chrupavkou, která je bezcévná, vyživovaná difúzí ze synoviální tekutiny.
- **Menisky** (meniscus lateralis et medialis) se nacházejí v kolenních kloubech, srpovitý tvar.
- **Disky** (discus articulares) se upínají na kloubní pouzdro, mají tvar souvislé ploténky a rozdělují kloubní dutinu na 2 části. Výskyt: klouby sterno-klavikulární, temporomandibulární, akromioklavikulární a distální radioulnární.

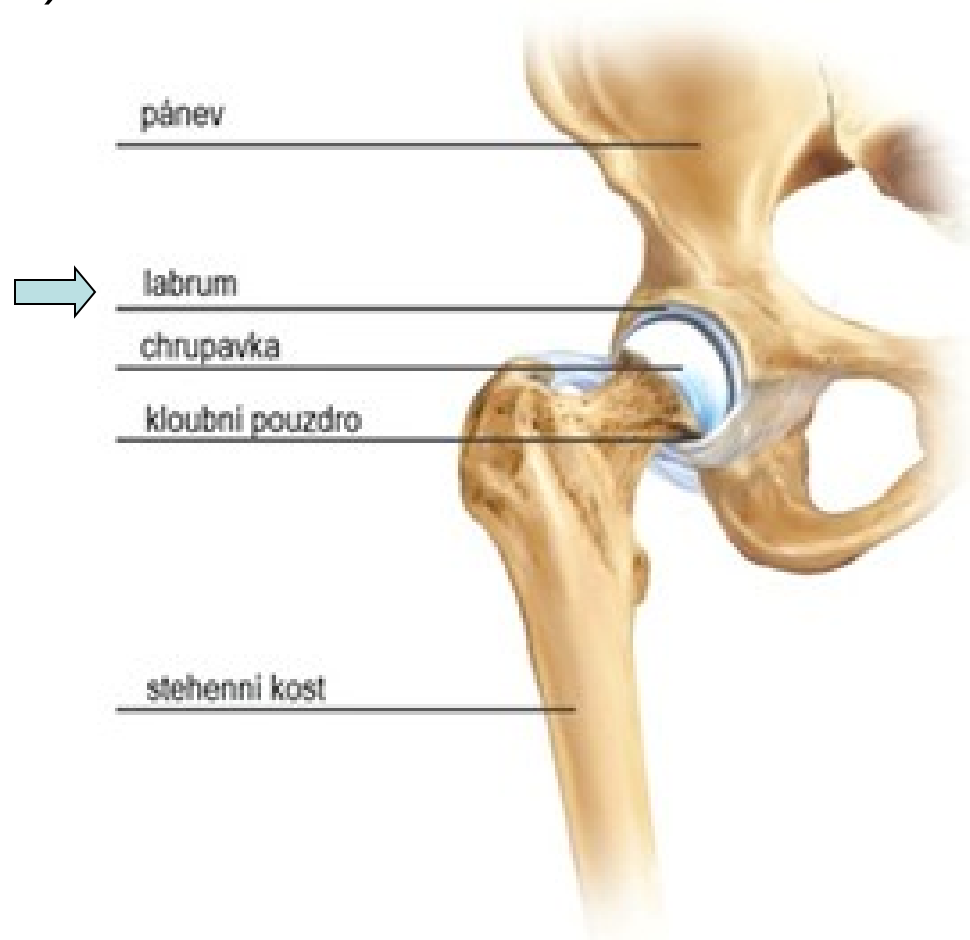


Menisky jsou pružné a přitom pevné – dobře tlumí nárazy, přenášejí a rozkládají hmotnost těla a brání opotřebení kloubní chrupavky.



- **Labrum articulare**

vazivově-chrupavčitý lem kloubní jamky,  
který ji prohlubuje a zvyšuje stabilitu kloubu  
(př. kyčelní a ramenní kloub)



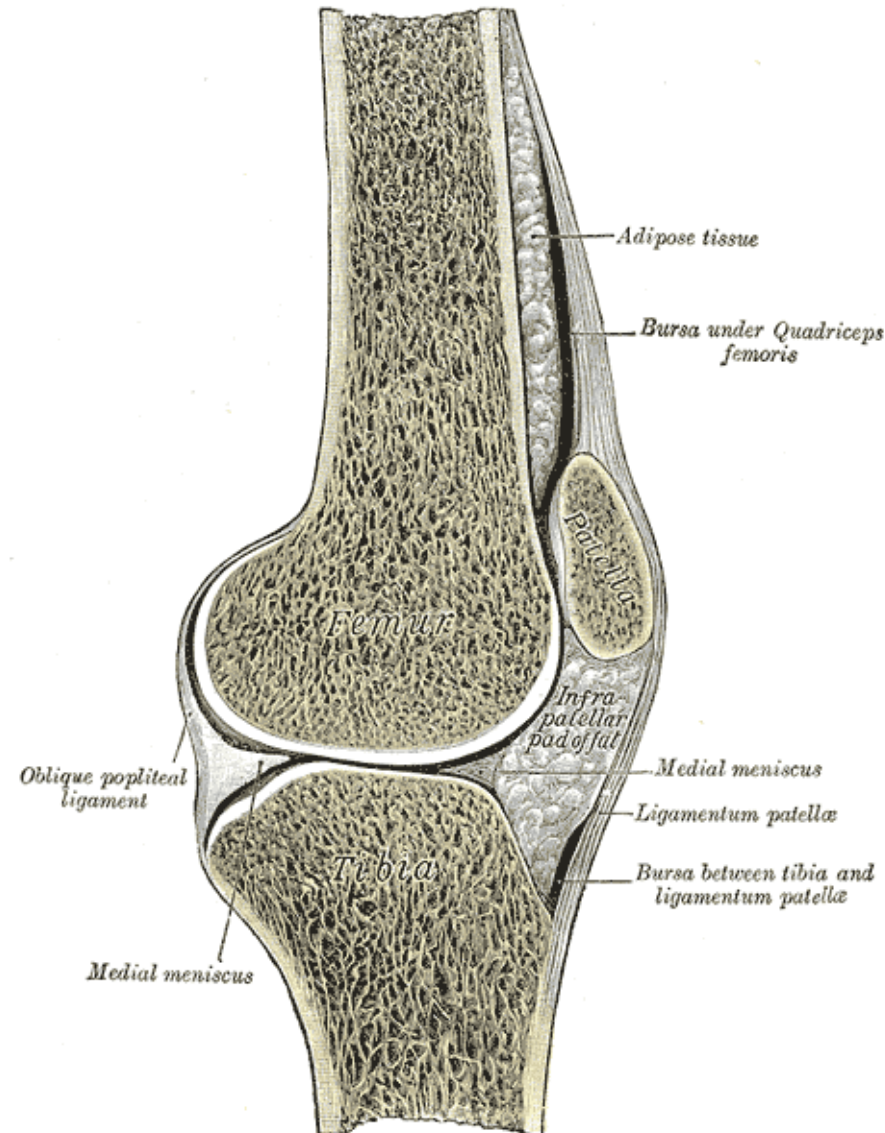
# Synoviální burzy (bursae synoviales)

## - **Tíhové váčky**

tvořené synoviální  
blankou a vyplněné  
kloubním mazem

- výskyt: v místech  
styku svalů a šlach s  
kostním podkladem  
kloubu

- minimalizují tření a  
usnadňují posun  
kloubů



Každý, kdo řídí a ovlivňuje pohybovou aktivitu člověka, si musí uvědomit, že vlastnosti pojivových tkání se v průběhu života mění a proces stárnutí významně ovlivňuje fyziologický rozsah pohybu a pevnost a pružnost pojivového aparátu.



# Svalová tkáň

Základní vlastnost - kontraktilita

1. příčně pruhovaná kosterní
2. příčně pruhovaná srdeční
3. hladká

# Charakteristika

Složení tkáně: svalové buňky a vazivo

- Kontraktilita - „kontraktilní“ proteiny (**aktin** a **myosin\***) v buňkách
- Kontraktilní proteiny – orientované paralelně s dlouhou osou buňky ve směru kontrakce
- Kontrakce a relaxace  $\Leftrightarrow$  pohyb

\* - *proteinový motor*

# *Terminologie*

**mys/myos** (sval)

**myocyt** (svalová buňka)

**sarx/sarcós** (maso):

buněčná membrána = **sarkolema**

cytoplazma = **sarkoplazma**

hladké ER = **sarkoplazmatické retikulum**

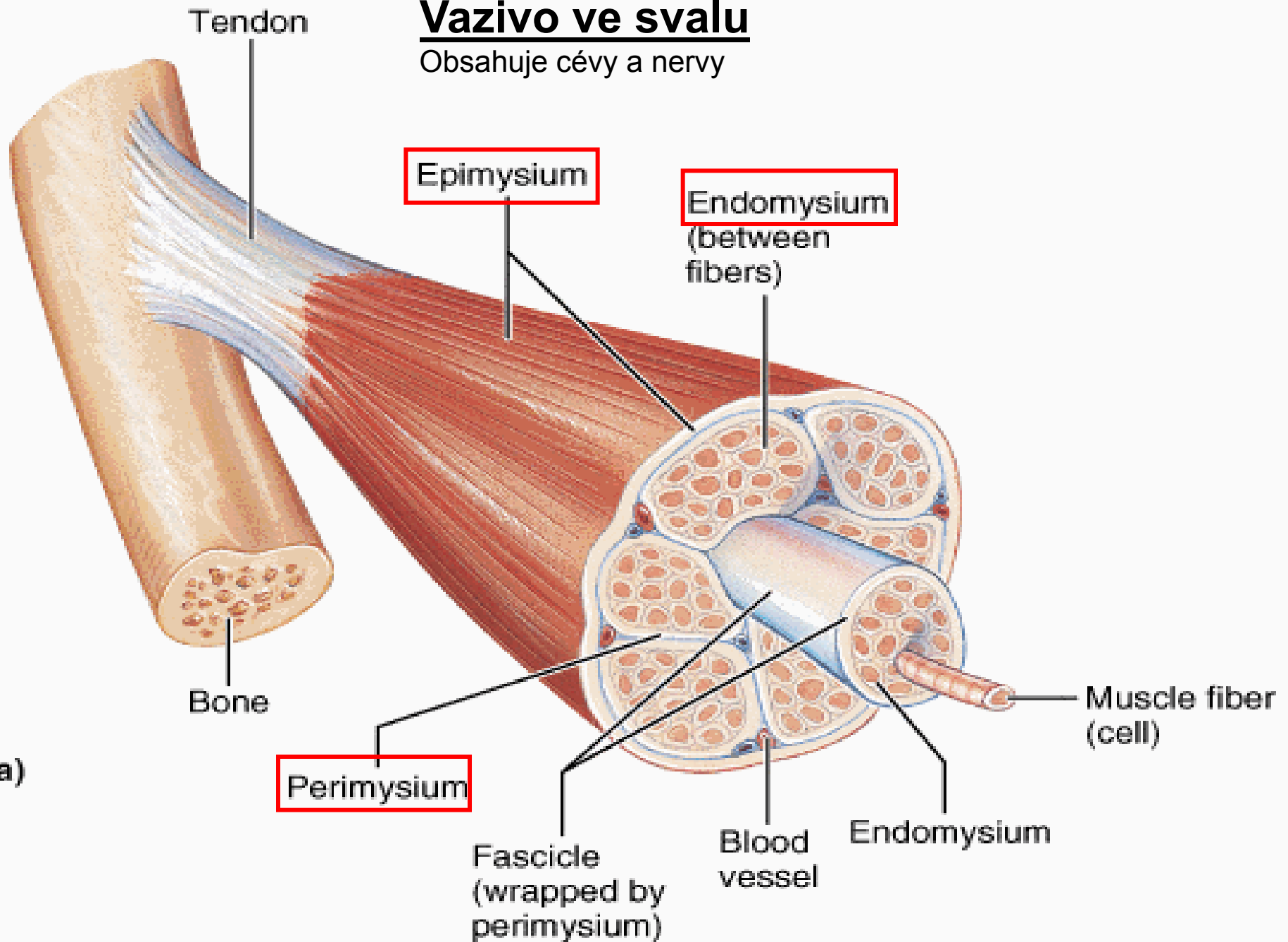
# Pamatuj!

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

- Svalové vlákno příč. pruh. (**rhabdomyocyt**)
- Svalová buňka srdeční (**kardiomyocyt**)
- Svalová buňka hladká (**leiomyocyt**)

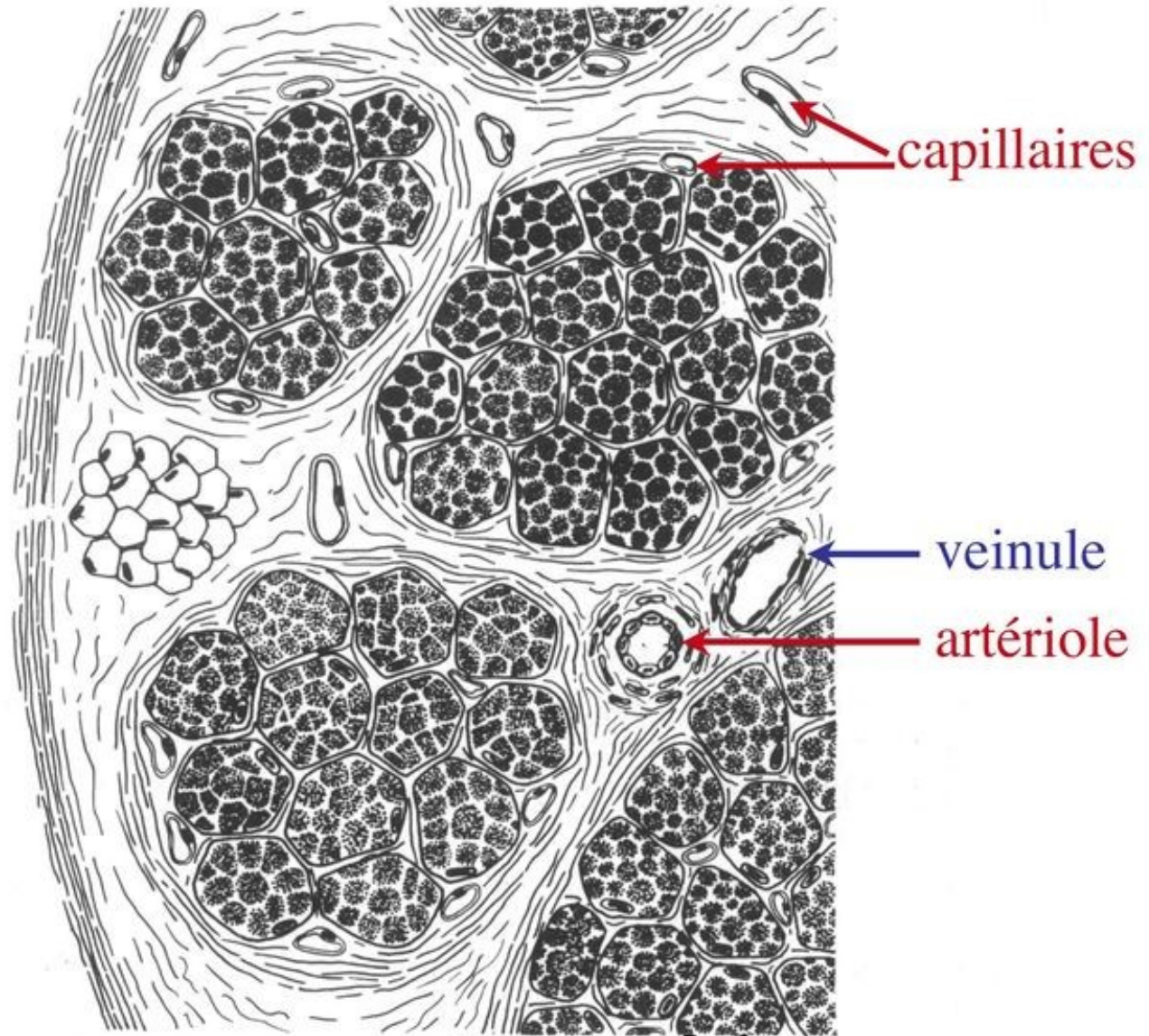
# Vazivo ve svalu

Obsahuje cévy a nervy



(a)



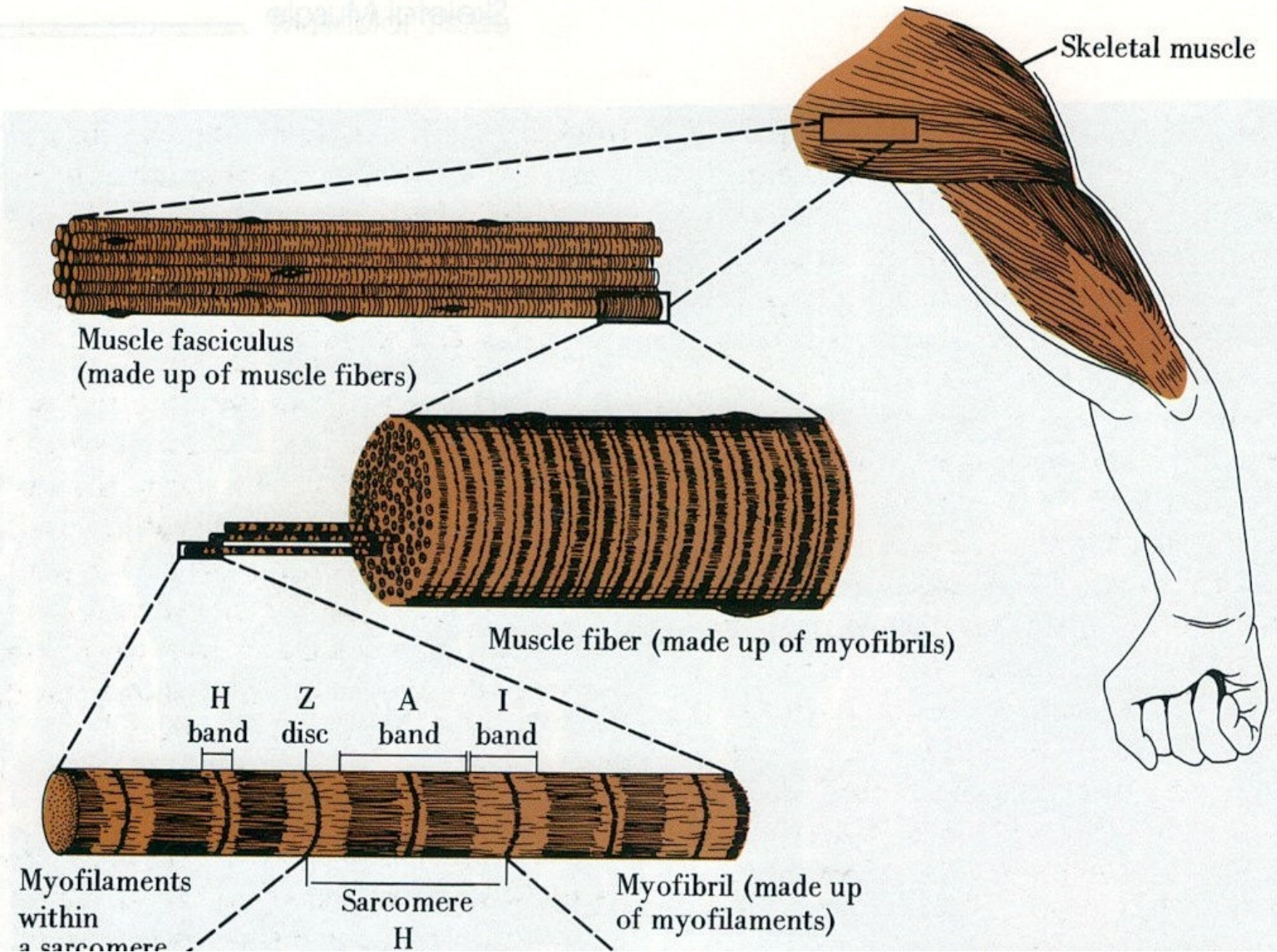


**composante vasculaire**

# Svalová tkáň příčně pruhovaná kosterní

- **morfologická a funkční jednotka:**  
**svalové vlákno (rhabdomyocyt)** –  
mnohoaderný útvar (=syncytium) s jádry  
uloženými periferně (pod sarkolemou)
- průměr: 25-100  $\mu\text{m}$
- délka: milimetry až centimetry (až 15cm)

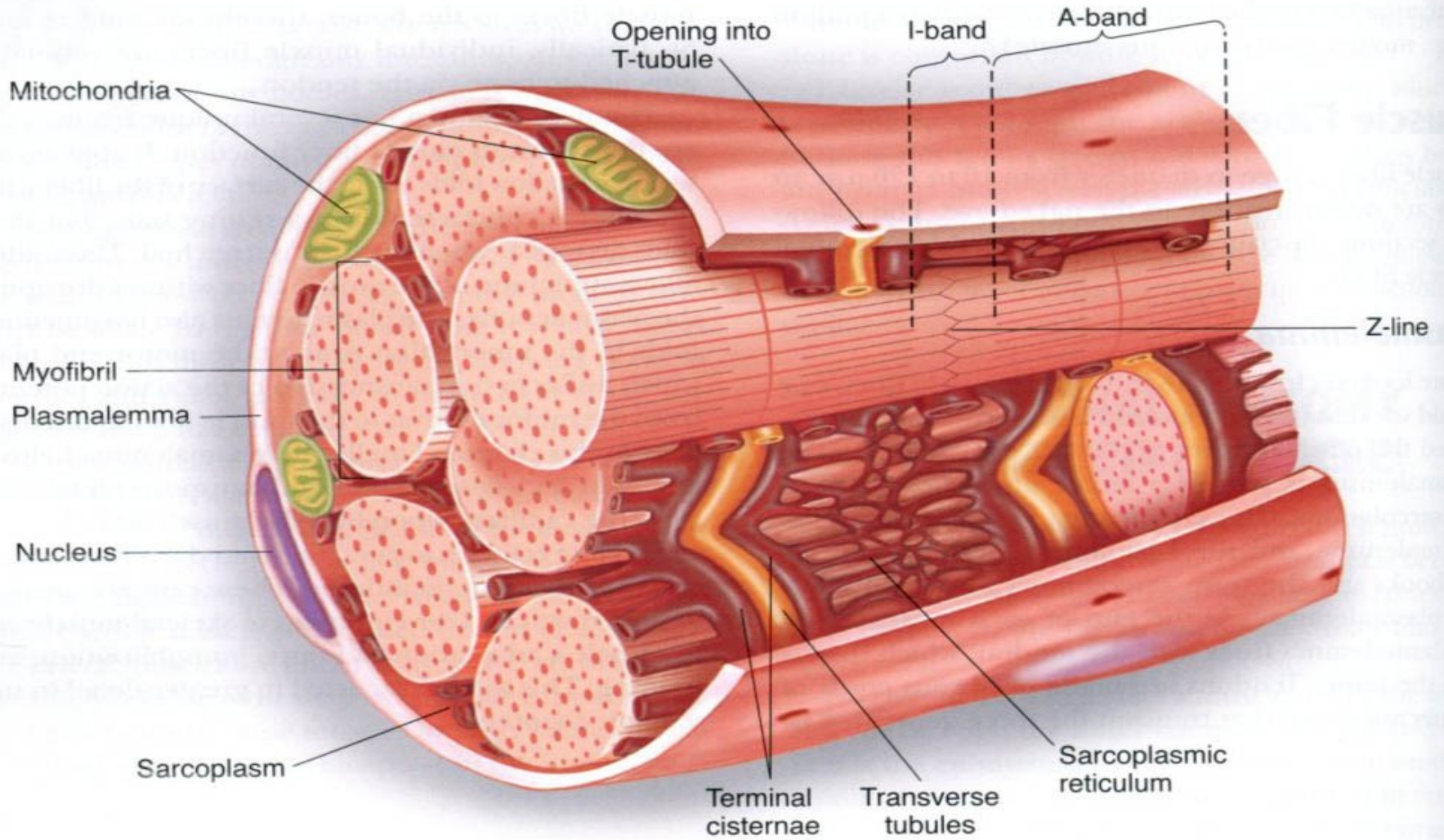




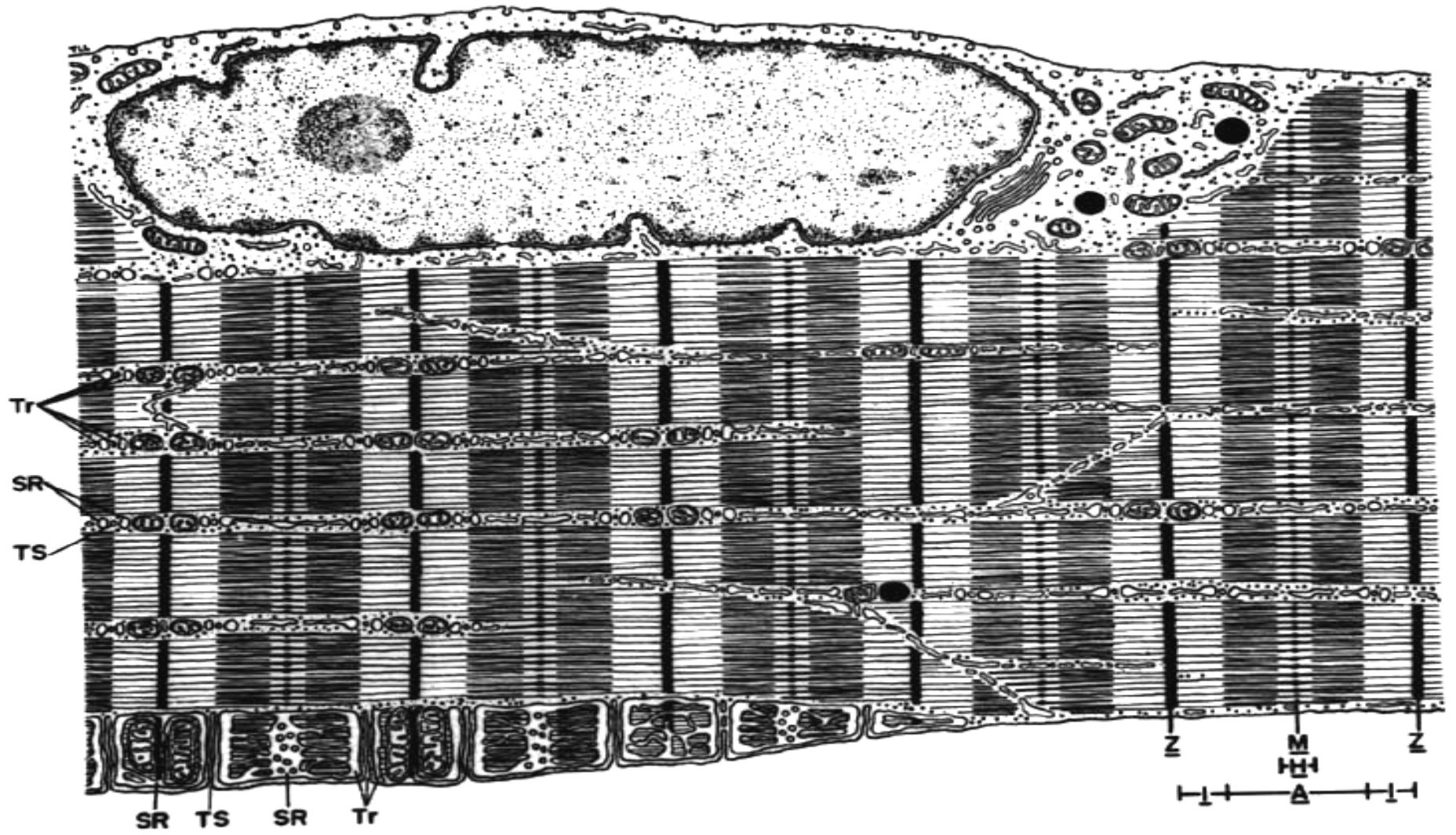
# Stavba svalového vlákna

- **sarkolema + T-tubuly**
- **jádra** (25-40 na 1mm délky)
- **sarkoplazma:**
  - **Myoglobin** (přenos  $O_2$ )
  - **myofibrily** (příčně pruhované 1–2  $\mu\text{m}$  tlusté vláknité útvary)
  - **organely:** mitochondrie, Golgiho aparát, sarkoplazmatické retikulum (zásobárna iontů  $Ca^{2+}$  )
  - **inkluze** (glykogen)

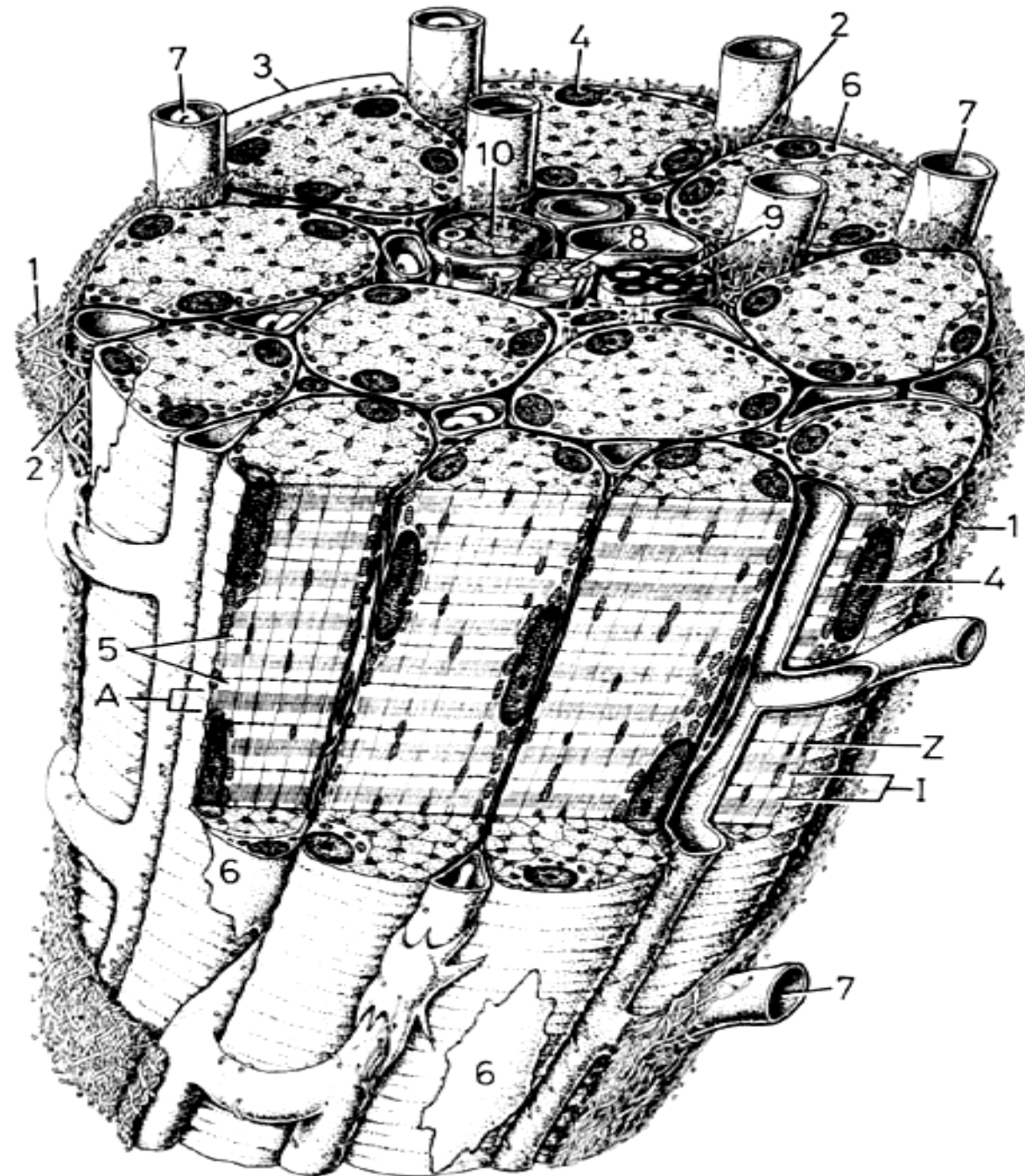




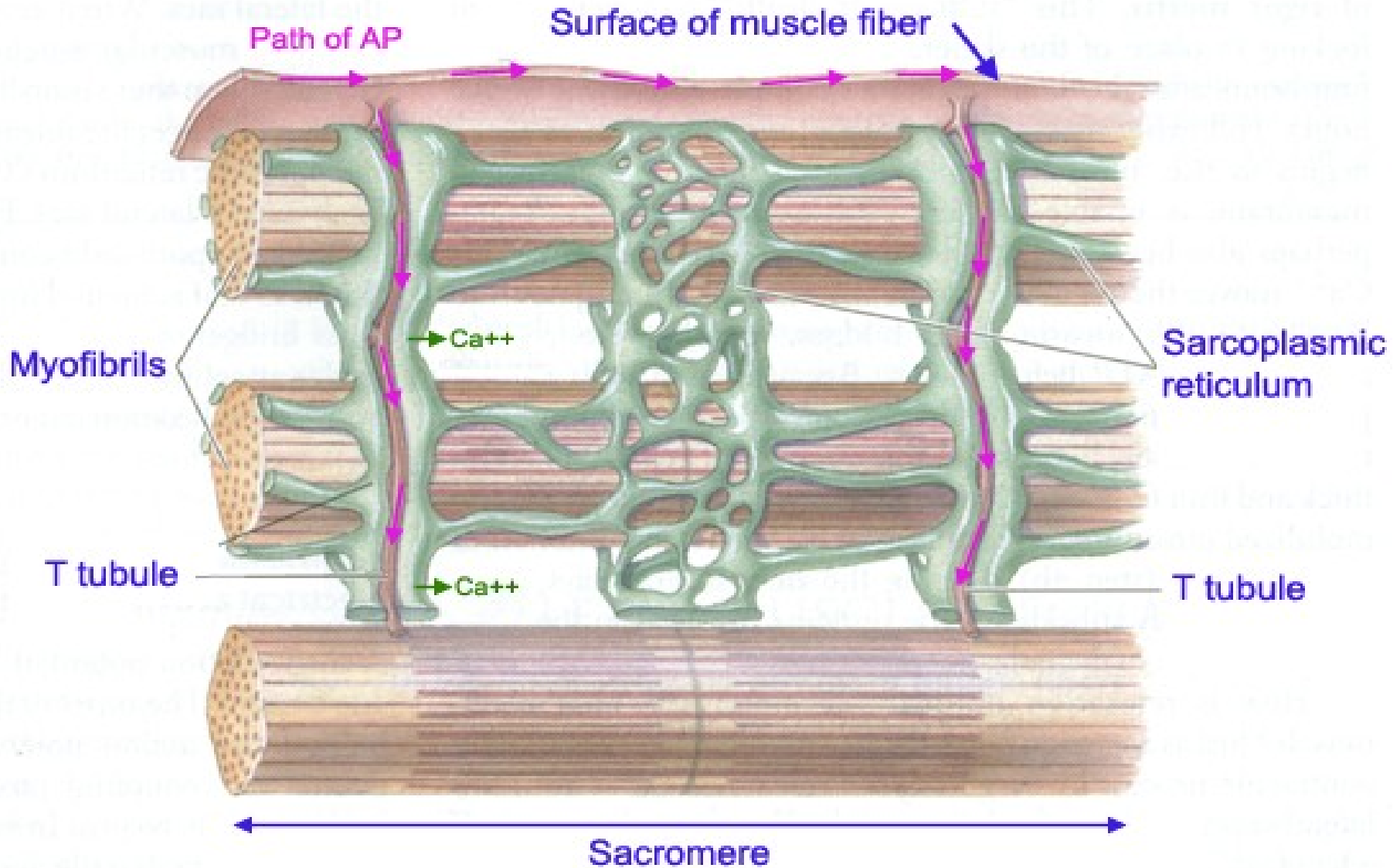
**Figure 1.3** The structure of a single muscle fiber.



# Primární svazek svalových vláken (rhabdomyocytů)

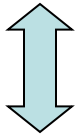


# Role of Action Potential and $\text{Ca}^{++}$ in Muscle Contraction





# Rhabdomyocyt



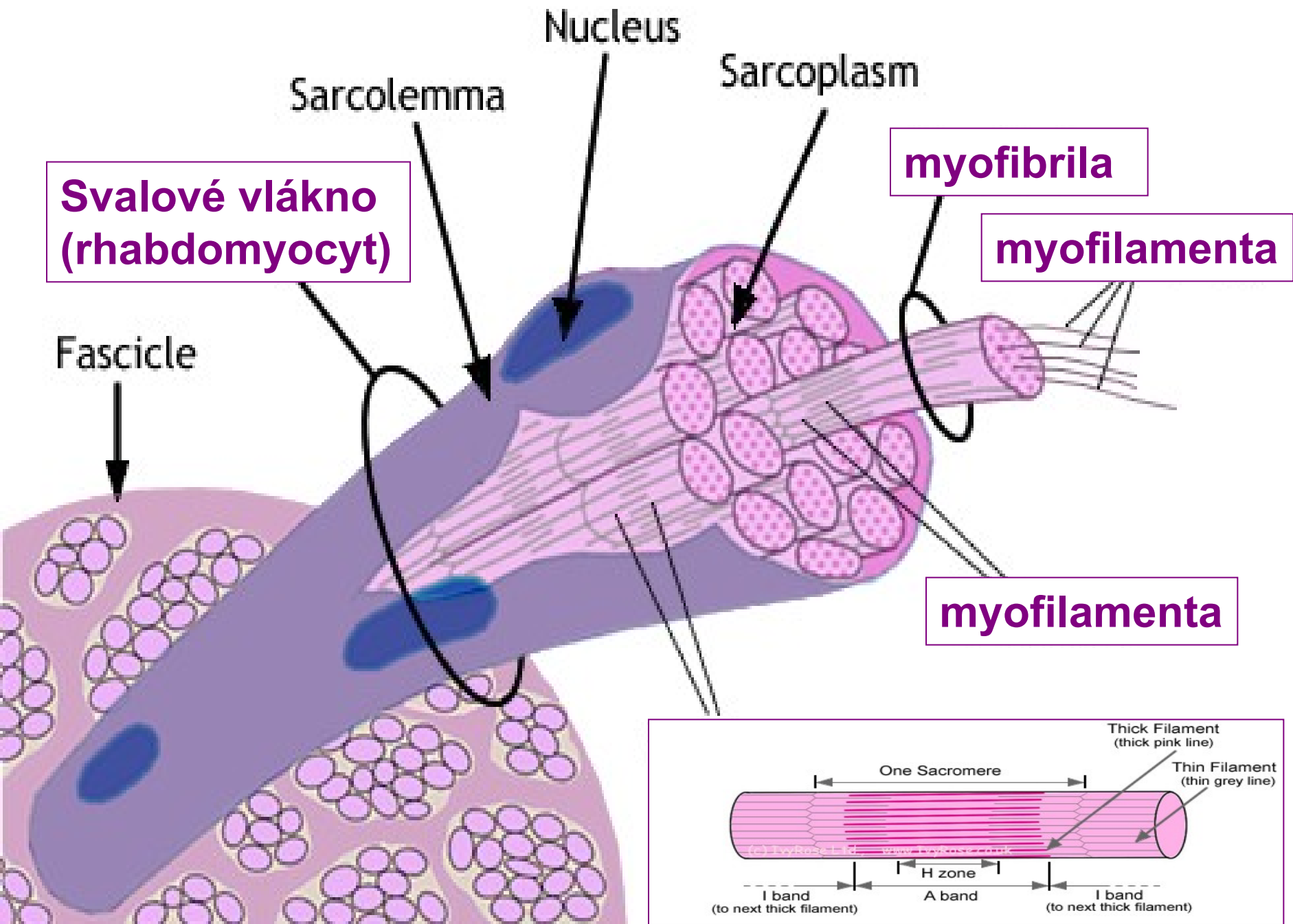
<fibrum>

**Sval. vlákno** – morfol. a funkční jednotka  
koster. svalu [Ø 25 – 100 µ]

**Myofibrila** – strukturní složka sarkoplazmy  
[Ø 0.5 – 1.5 µ]

**Myofilamentum** – aktin a myosin, uspořádání  
do sarkomer (několik v délce myofibrily)  
[Ø 7 and 15 nm]

**Sarkomera** – nejmenší kontraktilní jednotka  
[2.5 µm]



**Svalové vlákno  
(rhabdomyocyt)**

Sarcolemma

Nucleus

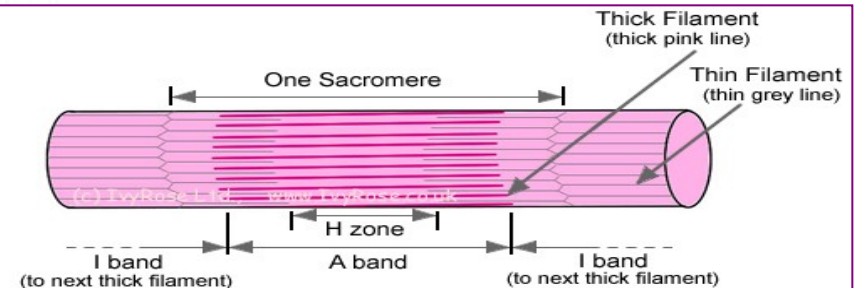
Sarcoplasm

**myofibrila**

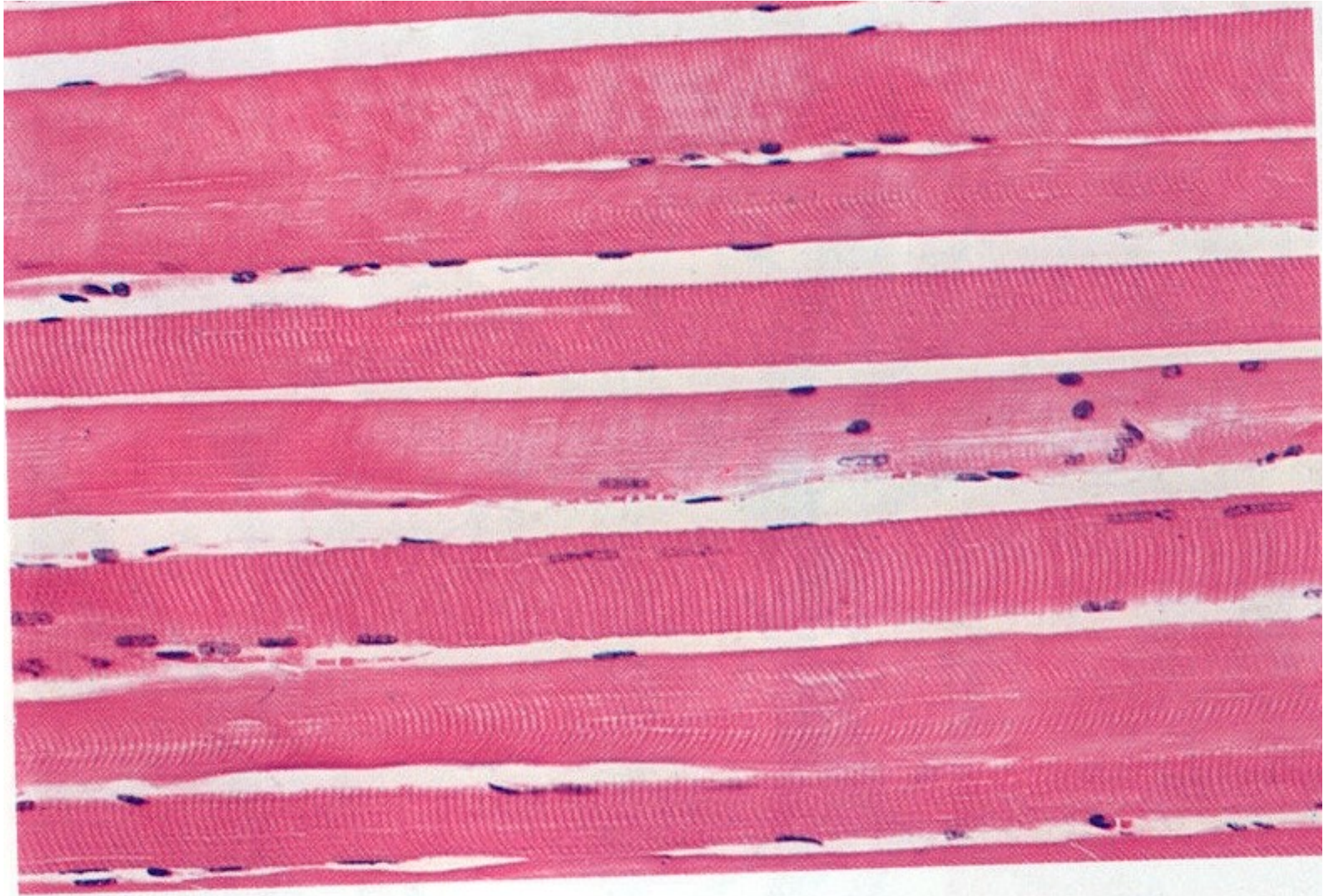
**myofilamenta**

Fascicle

**myofilamenta**

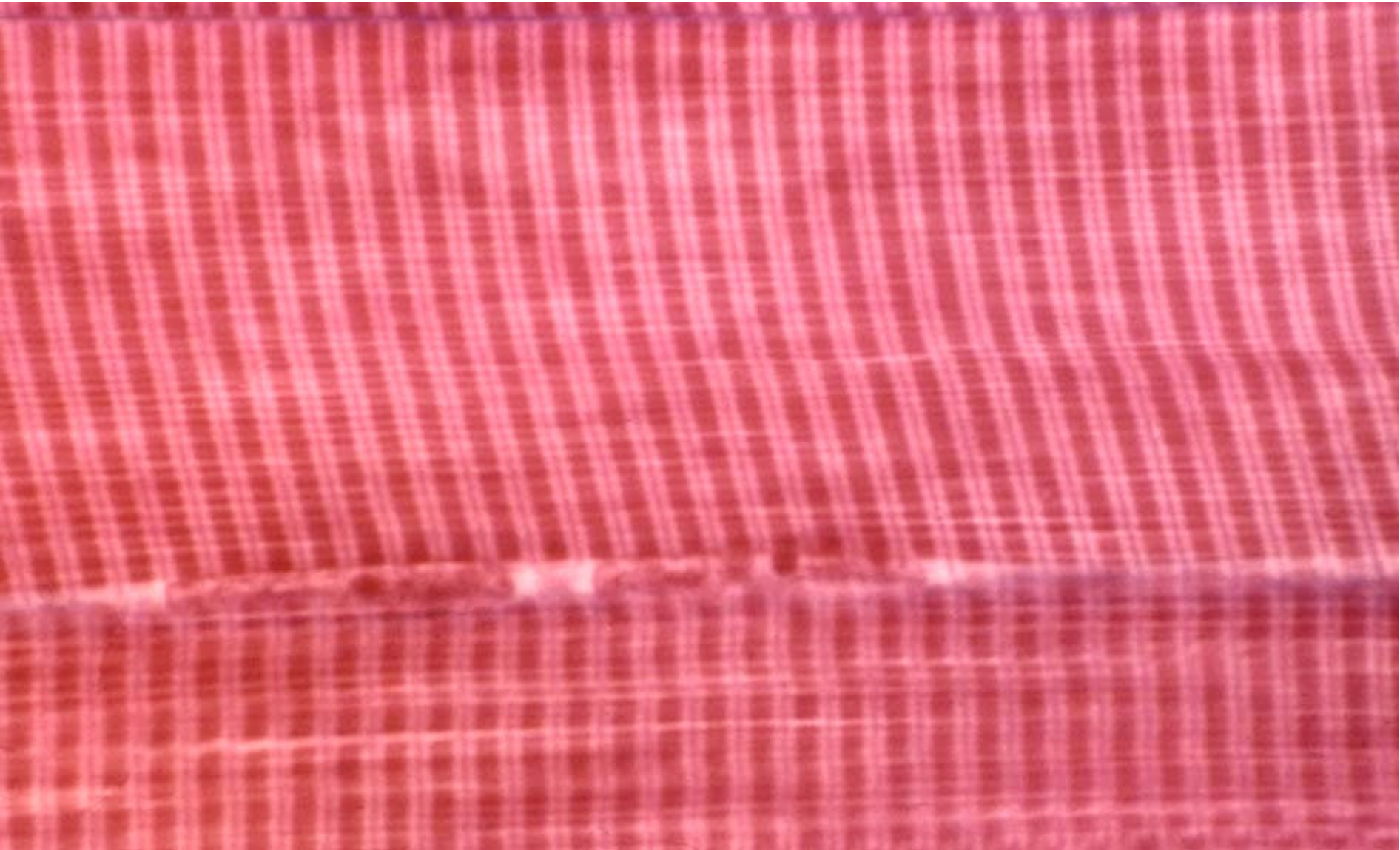


# Rhabdomyocyty (podélně)



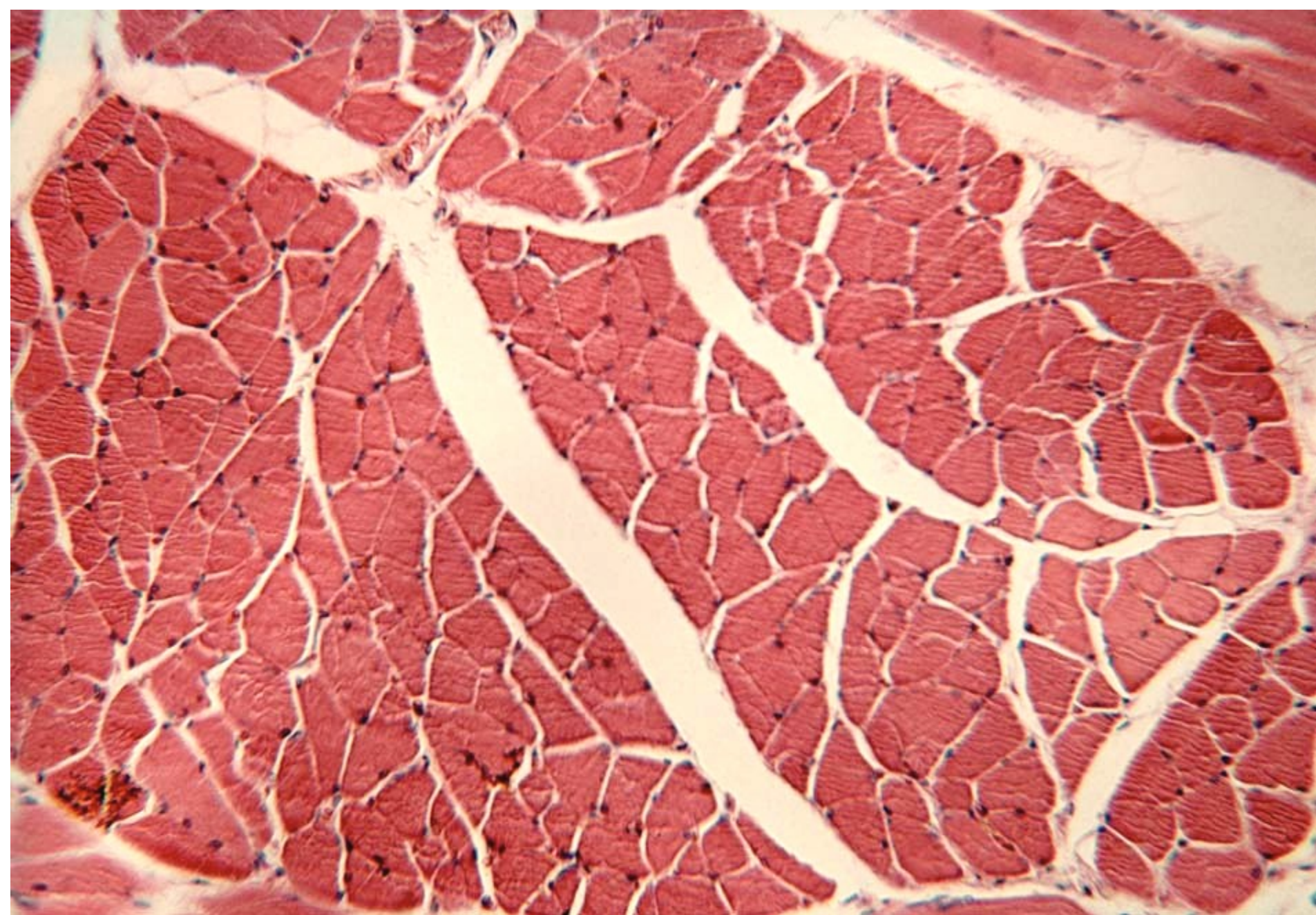


## Rhabdomyocyty (podélně)





Rhabdomyocyty (příčně)





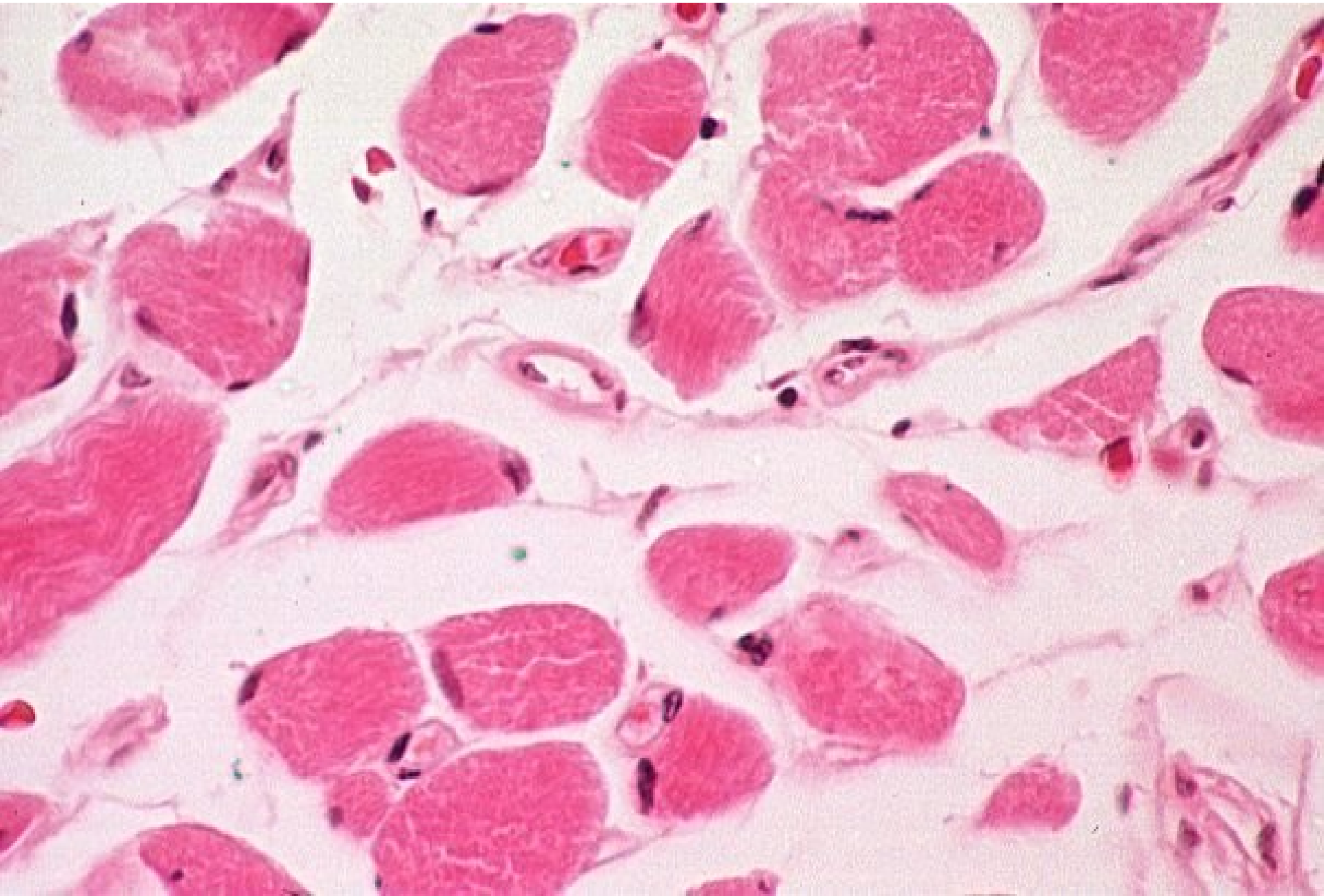
# Rhabdomyocyty (příčně)



epimysium

nerv

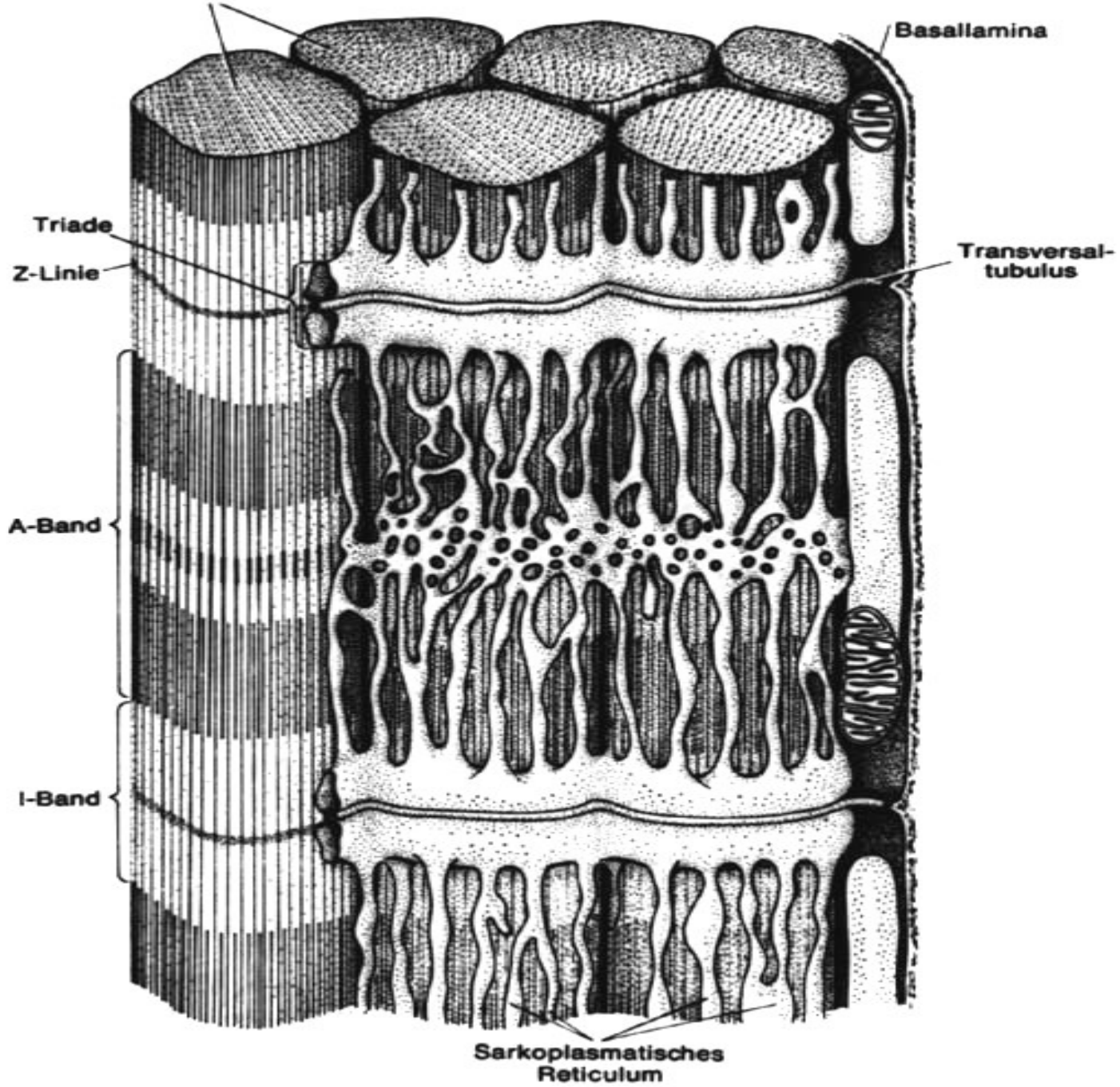
Rhabdomyocyty (příčně)



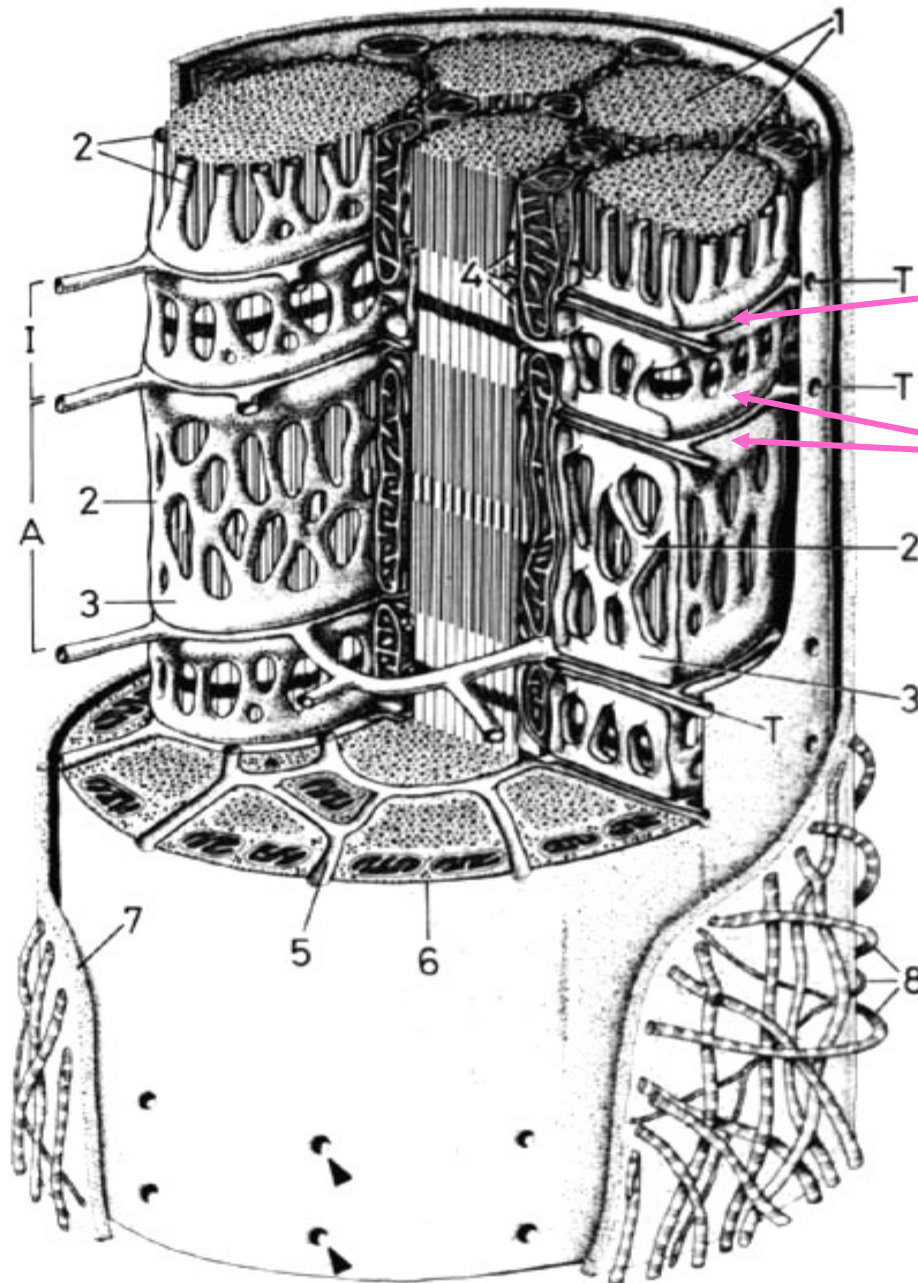


5  $\mu$ m





# TRIÁDA



T-tubulus

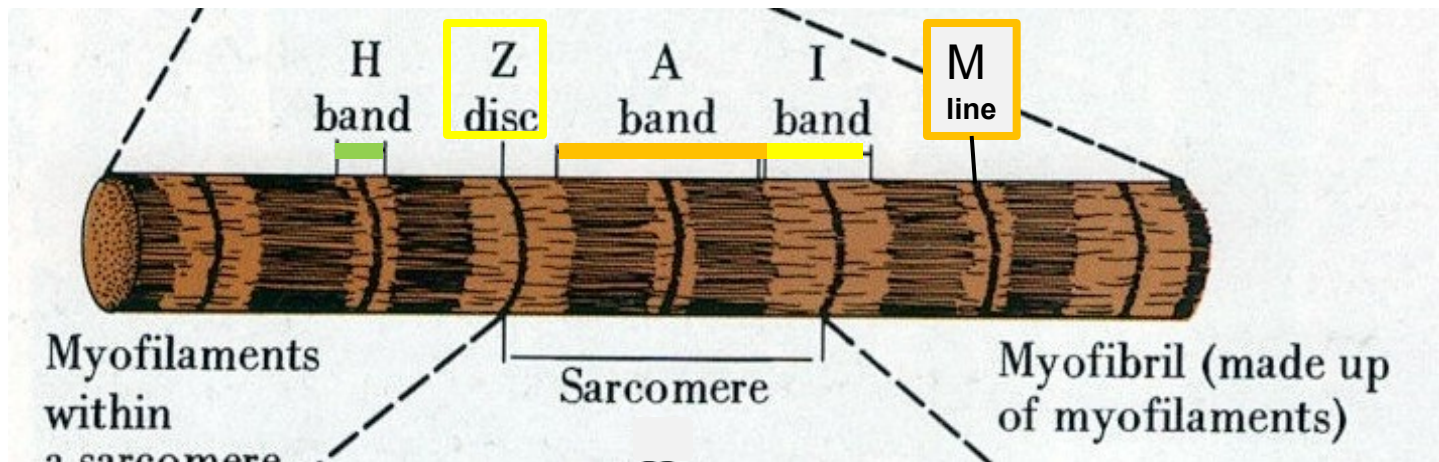
terminální cisterny

# Stavba myofibril

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

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

Sarkomera – úsek mezi dvěma Z-liniami



# sarkomera

I – proužek

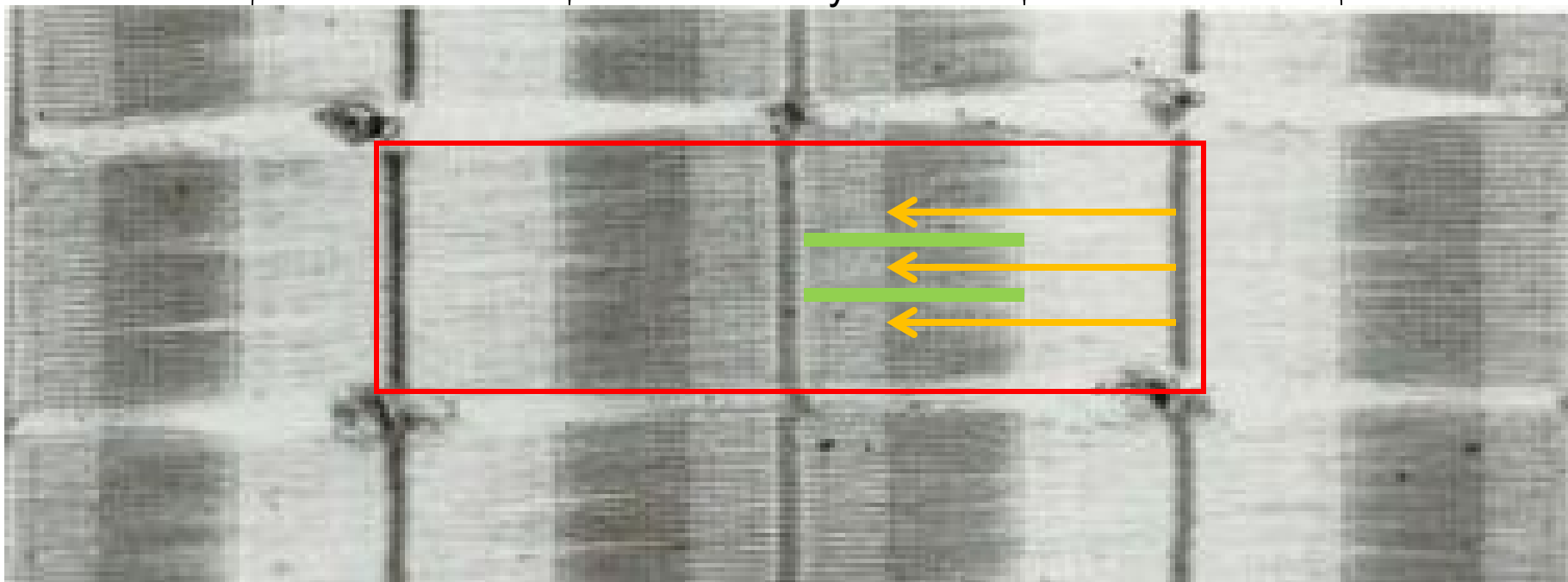
A – proužek

I-proužek

aktin

aktin + myozin

aktin



Z-linie

M-linie

Z-linie

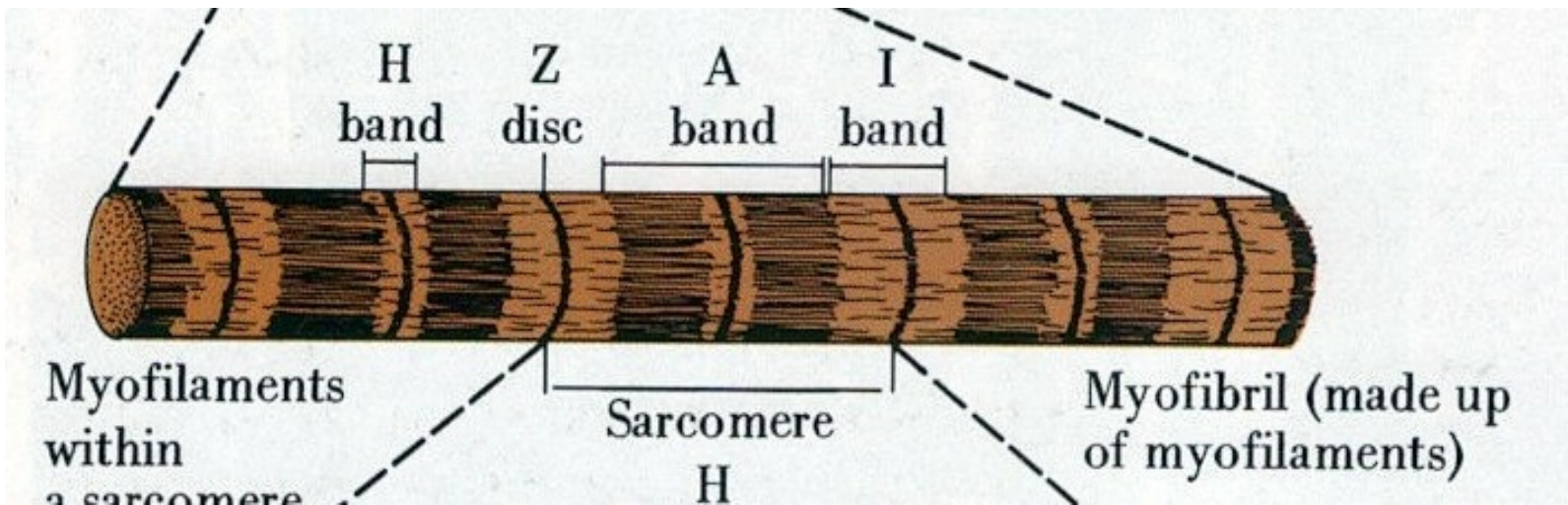
H - zóna

# 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), **aktin a regulační proteiny**, tloušťka 7 nm, délka 1,5  $\mu\text{m}$

zkrácení myofibril při svalovém stahu se děje na principu posuvného mechanismu, **délka tenkých a tlustých filament se při kontrakci nemění**





# Stavba myofilament

## Tlustá myofilamenta - myozin

(molekuly tvaru golfové hole - hlavice, krček a tyčinkovitá násada)

## Tenká myofilamenta - aktin + regulační proteinový komplex troponinu a tropomyozinu

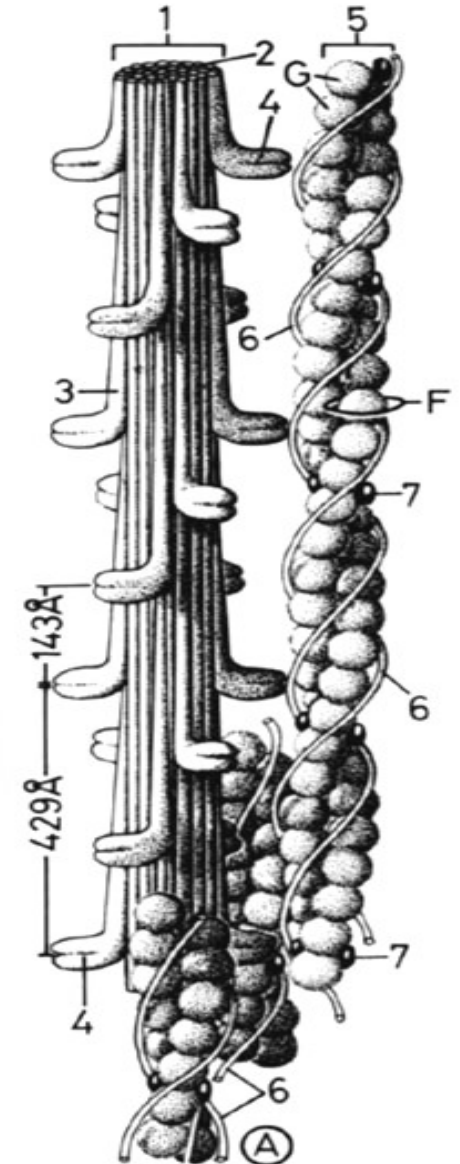
**Tropomyozin** obtáčí vlákno aktinu

**troponin** - 3 podjednotky:

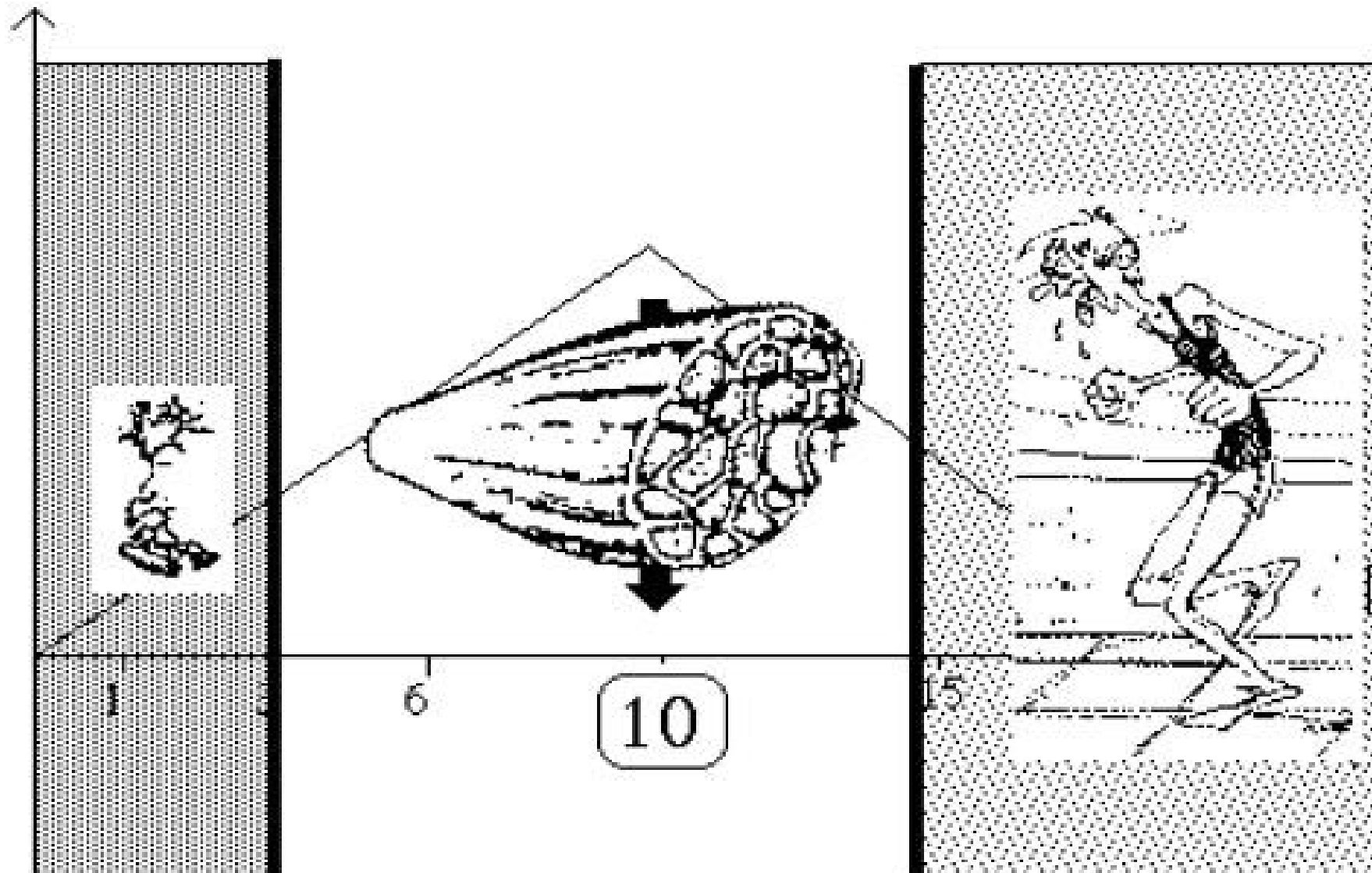
**TpC** odpovídá za vazbu vápenatých iontů

**TpT** váže troponin k tropomyozinu,

**TpI** inhibuje interakci aktinu s myozinem



# Svalová kontrakce





# sarkomera

I – proužek

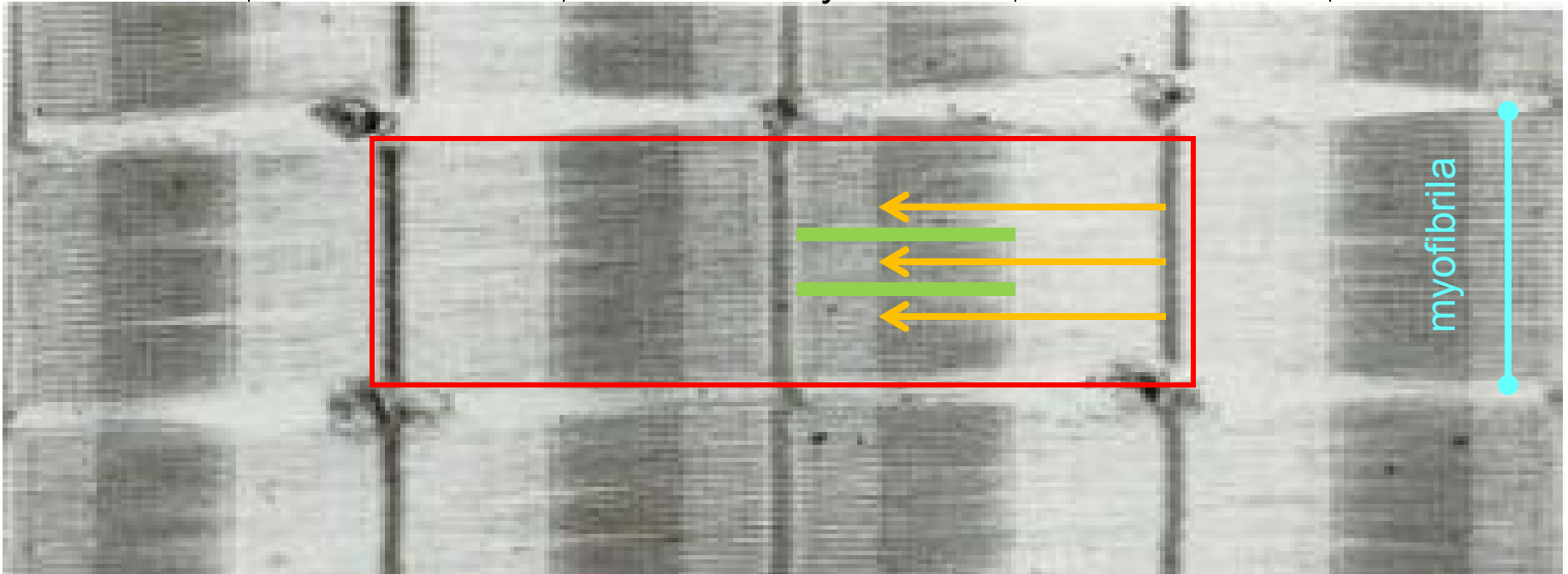
A – proužek

I-proužek

aktin

aktin + myozin

aktin



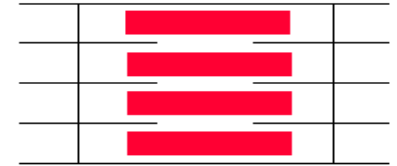
Z-linie

M-linie

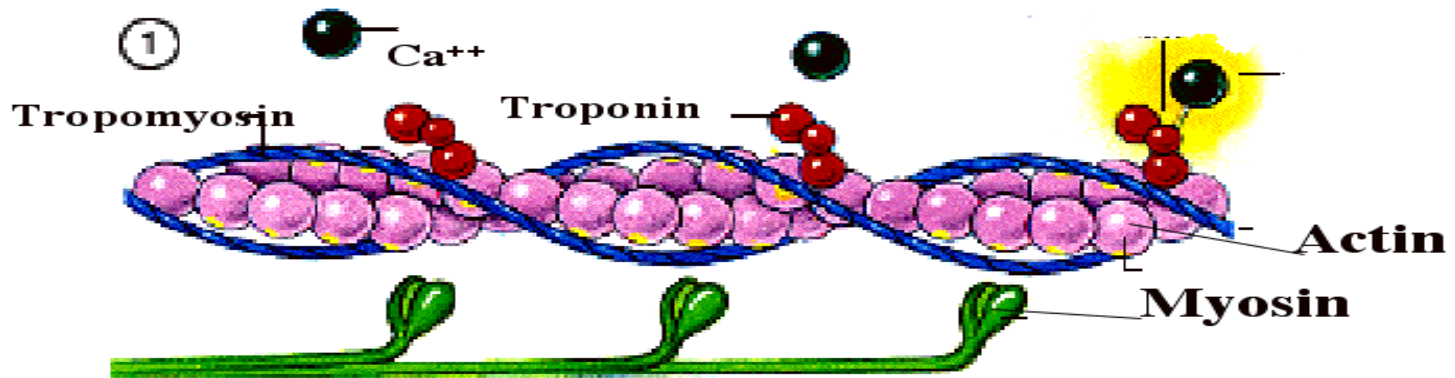
Z-linie

H - zóna

# Kontraktilní jednotka a princip svalové kontrakce

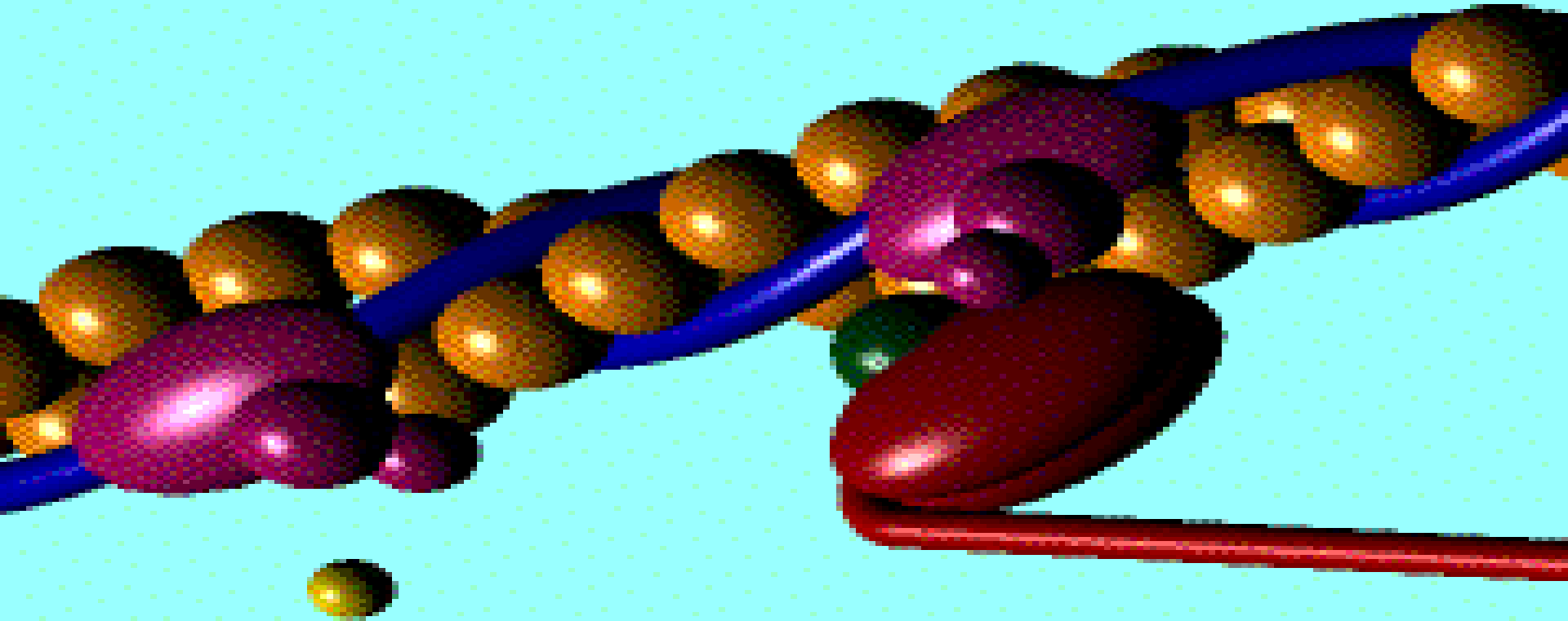


- Kontrakce - posun myofilament vůči sobě
- Spotřeba ATP
- $\text{Ca}^{2+}$
- Regulační proteiny
- **Sarkomera** = nejmenší kontraktilní jednotka myofibril.

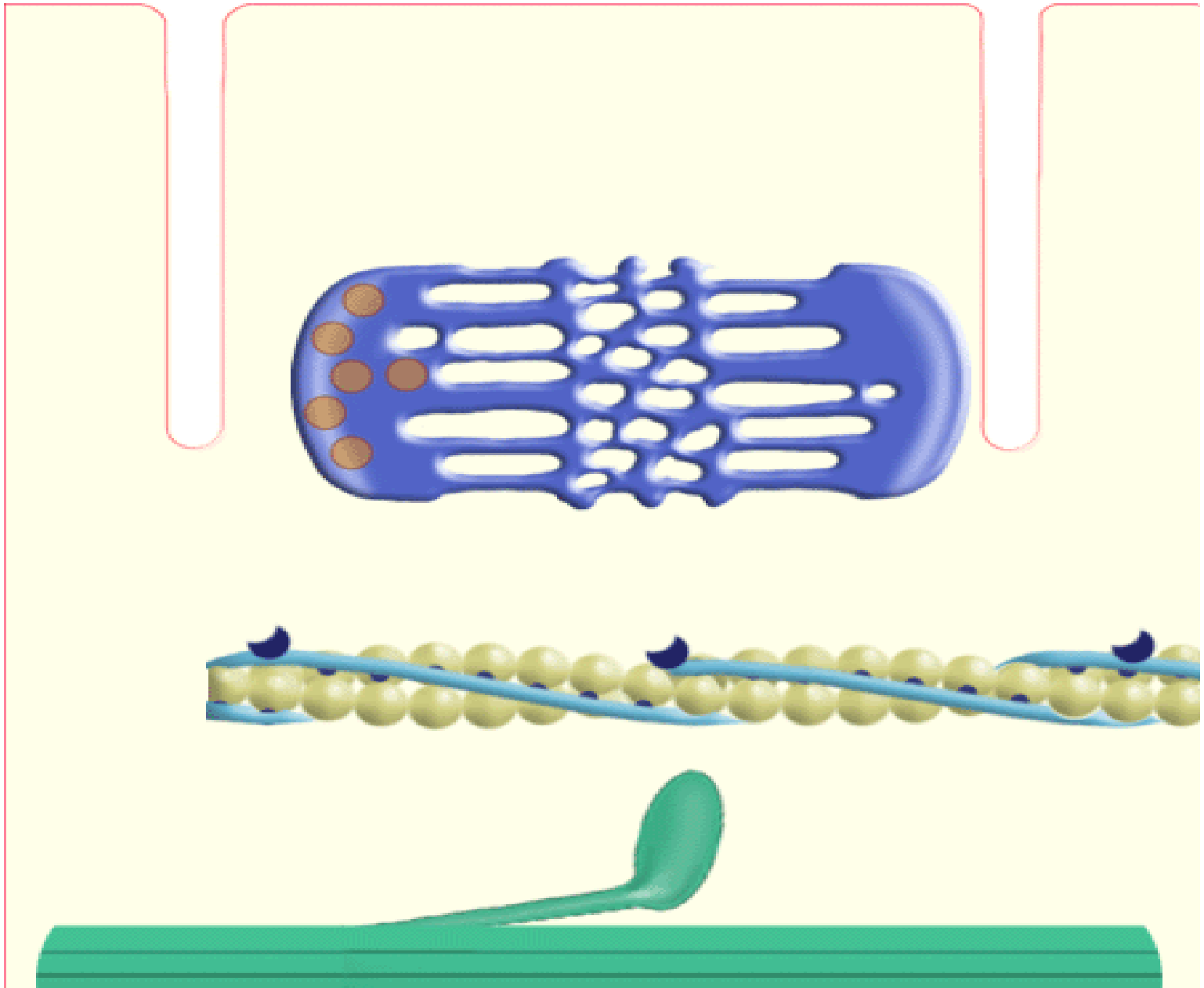


- Ca<sup>2+</sup> + troponin ⇒ odkrytí vazebných míst na aktinových filamentech pro myozinové hlavice (ATPáza)
- myozinové hlavice + aktinové filamentum ⇒ uvolní se energie ⇒ ohnutí krčku a hlavice ⇒ posun aktinových vláken ke středu sarkomery
- konec depolarizace: Ca<sup>2+</sup> zpět do sarkoplazmatického retikula

# Svalová kontrakce



- $\text{Ca}^{2+}$  + na TpC
- TpT + tropomyozin
- štěpení ATP
- myozin + aktin - kontrakce



# Klasifikace svalových vláken

- **Červená vlákna**



↑ myoglobin, mitochondrie, lipidové kapky

↓ myofibrily, glykogen – pomalá, vytrvalá kontrakce

- **Bílá vlákna**

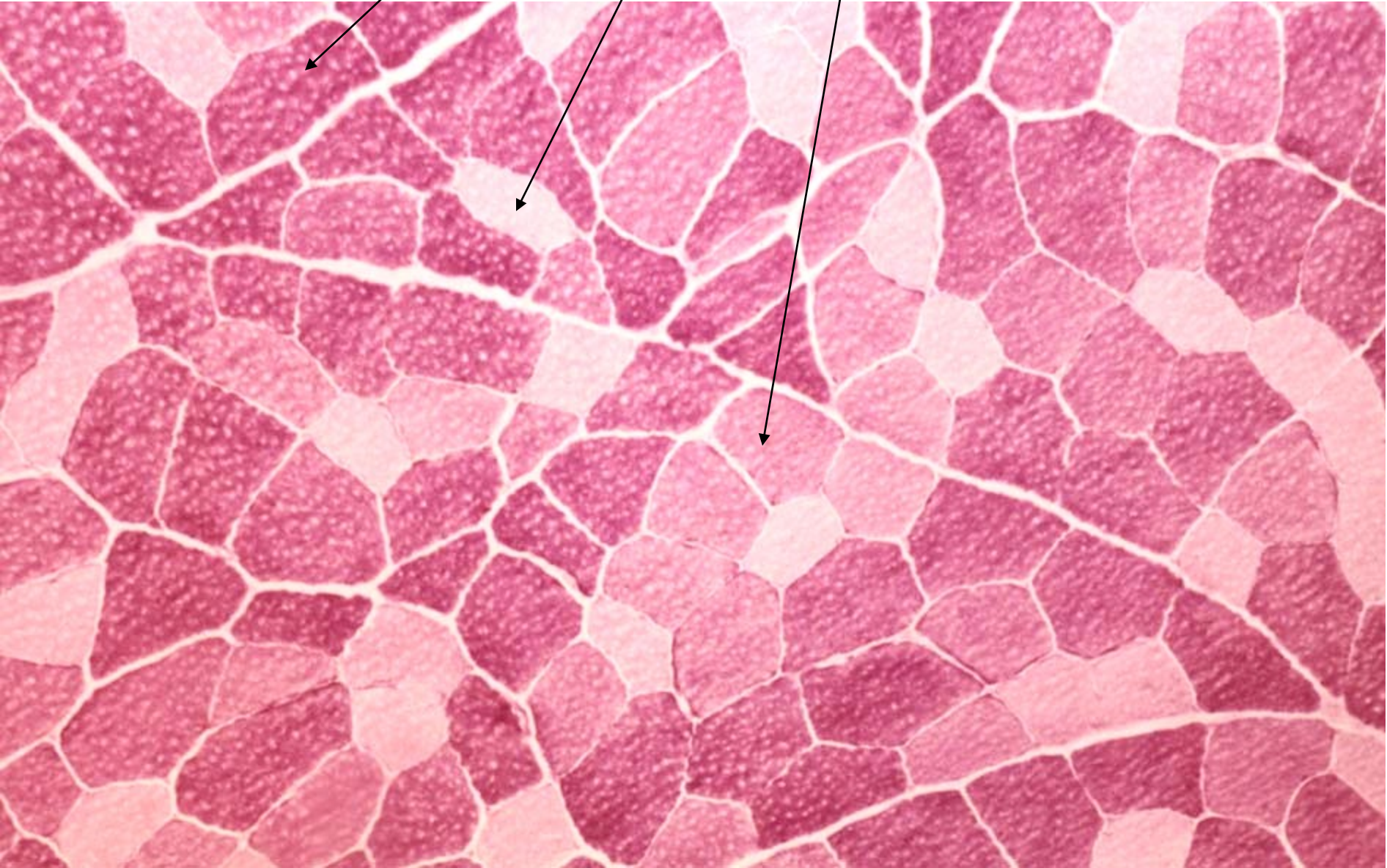
↓ myoglobin, mitochondrie, lipid. kapky

↑ myofibrily, glykogen – rychlá, krátká kontrakce

- **Intermediární vlákna**

– rychlá, vytrvalá kontrakce

# Svalová vlákna červená, bílá a intermediární



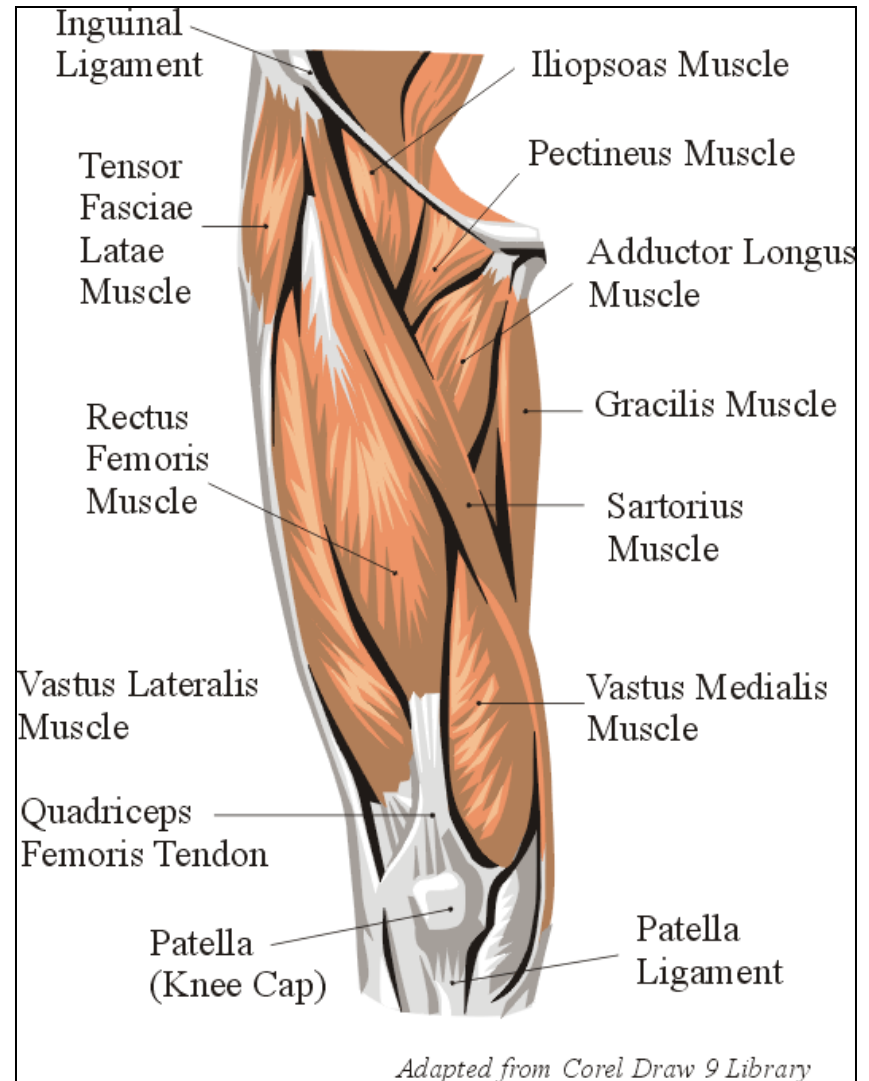


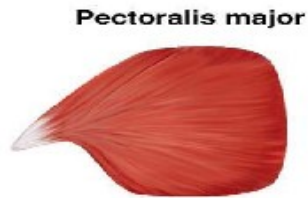
# Charakteristika jednotlivých typů svalových vláken

<b>Vlákná</b>	<b>Červená</b>	<b>Intermediární</b>	<b>Bílá</b>
<b>Barva</b>	<b>Tmavá (červená)</b>	<b>Tmavá (červená)</b>	<b>Světlá (bílá)</b>
<b>Obsah myoglobinu</b>	<b>Vysoký</b>	<b>Střední</b>	<b>Nízký</b>
<b>Počet mitochondrií</b>	<b>Hodně malých</b>	<b>Hodně velkých</b>	<b>Málo malých</b>
<b>ATPazová aktivita</b>	<b>Nízká</b>	<b>Vysoká</b>	<b>Vysoká</b>
<b>Typ metabolismu</b>	<b>Oxidativní</b>	<b>Aerobní i anaerobní</b>	<b>Anaerobní, glykolitický</b>
<b>Stah</b>	<b>Pomalý</b>	<b>Rychlý</b>	<b>Rychlý</b>
<b>Unavitelnost</b>	<b>Velmi malá</b>	<b>Malá</b>	<b>Vysoká</b>
<b>Hustota vlásečnic</b>	<b>Velká</b>	<b>Velká</b>	<b>Malá</b>

# Sval

- Masitá část svalu
- Šlacha
- Nervově-cévní svazek
- Pomocná svalová zařízení





**(b) Convergent**



**(c) Parallel**

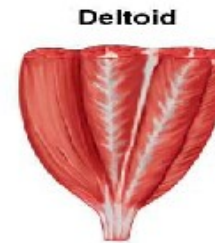
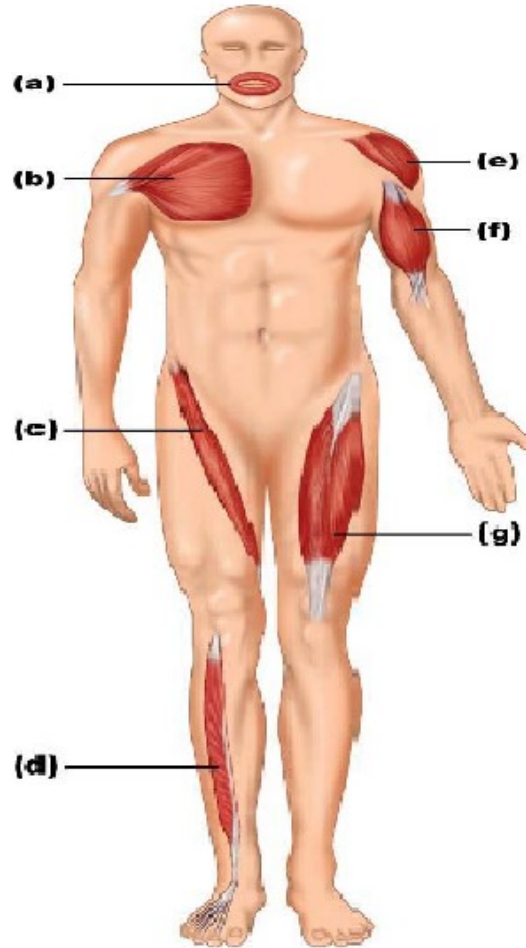
**Extensor digitorum longus**



**(d) Unipennate**



**(a) Circular**



**(e) Multipennate**

**Biceps brachii**



**(f) Fusiform**

**Rectus femoris**



**(g) Bipennate**

# Masitá část svalu

Tvar – různý, barva – červenohnědá, schopnost kontrakce

## Vazivo svalu

Jednotlivé rhabdomyocyty

**endomysium** (*jemné vazivo, kolag. a retikul. vlákna, oj. fibrocyty*)

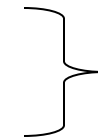
**Snopce (svazky)** – 10 – 50 rhabdomyocytů (sval. vláken)

**Perimysium** (*řidké kolag. vazivo, cévy, nervy, tuk. buňky*)

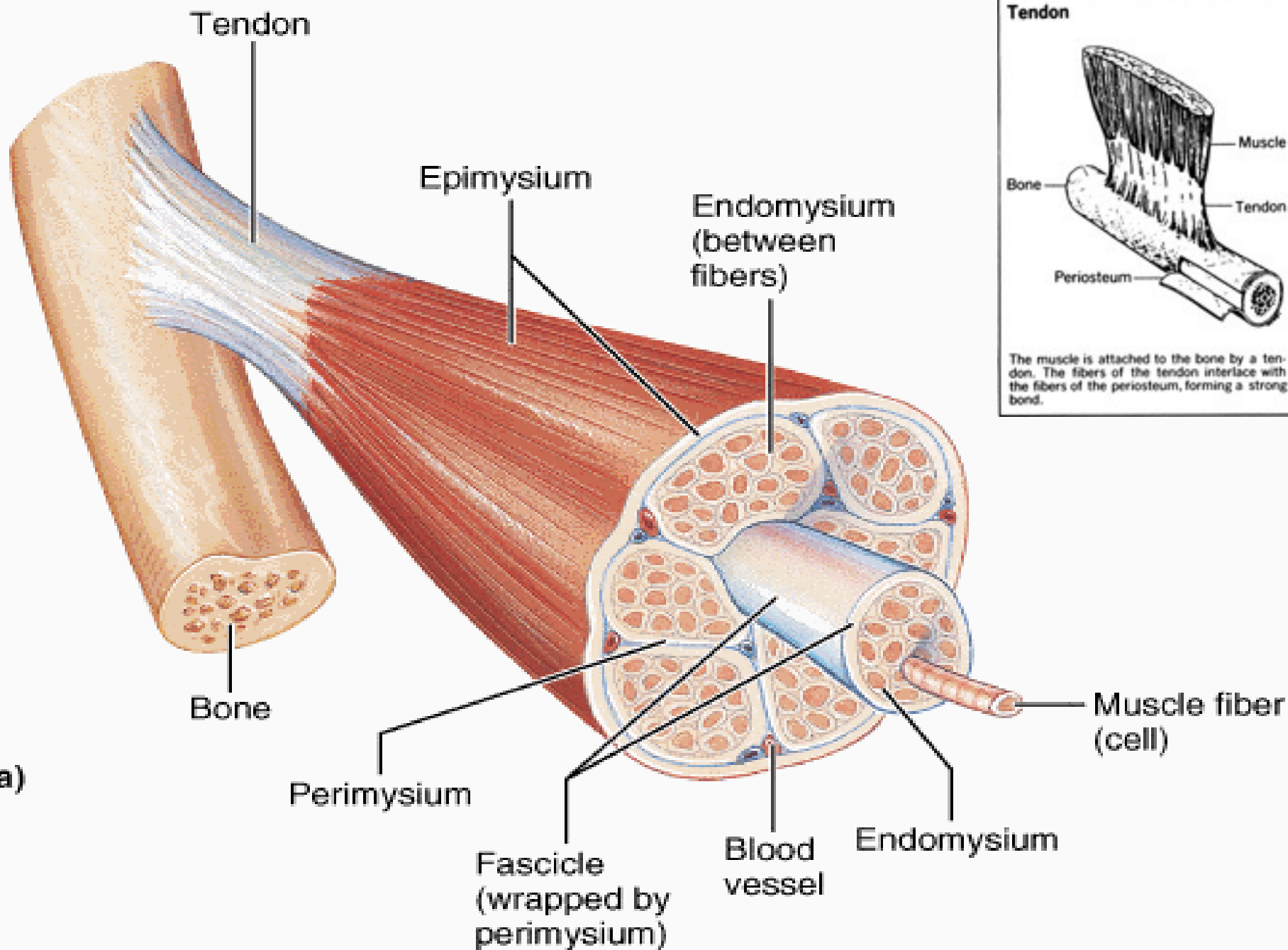
Celý sval

**Epimysium** (*husté kolag. vazivo neuspořádané*)

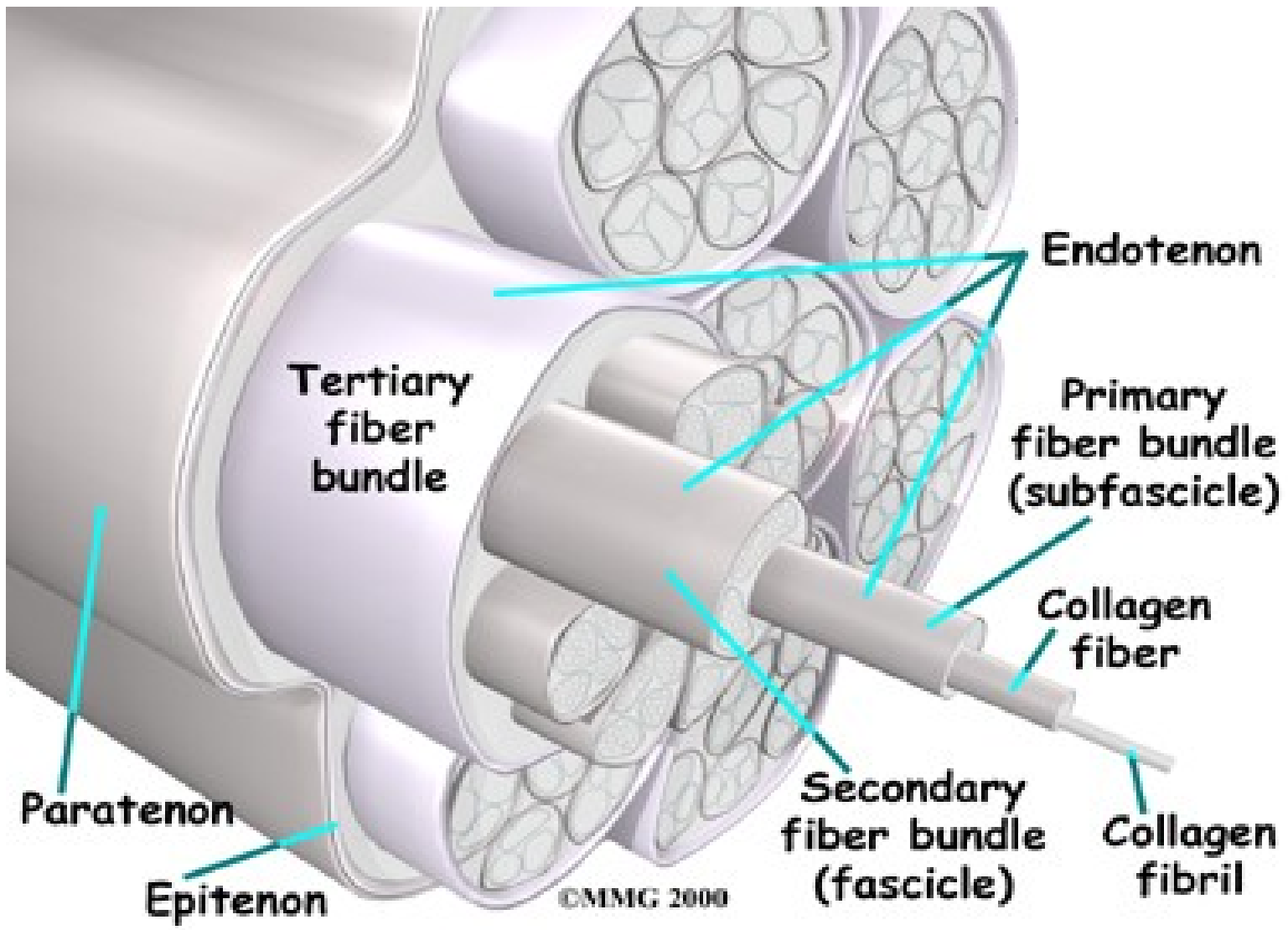
**Svalová fascie**



**Obal svalu**



# Šlacha

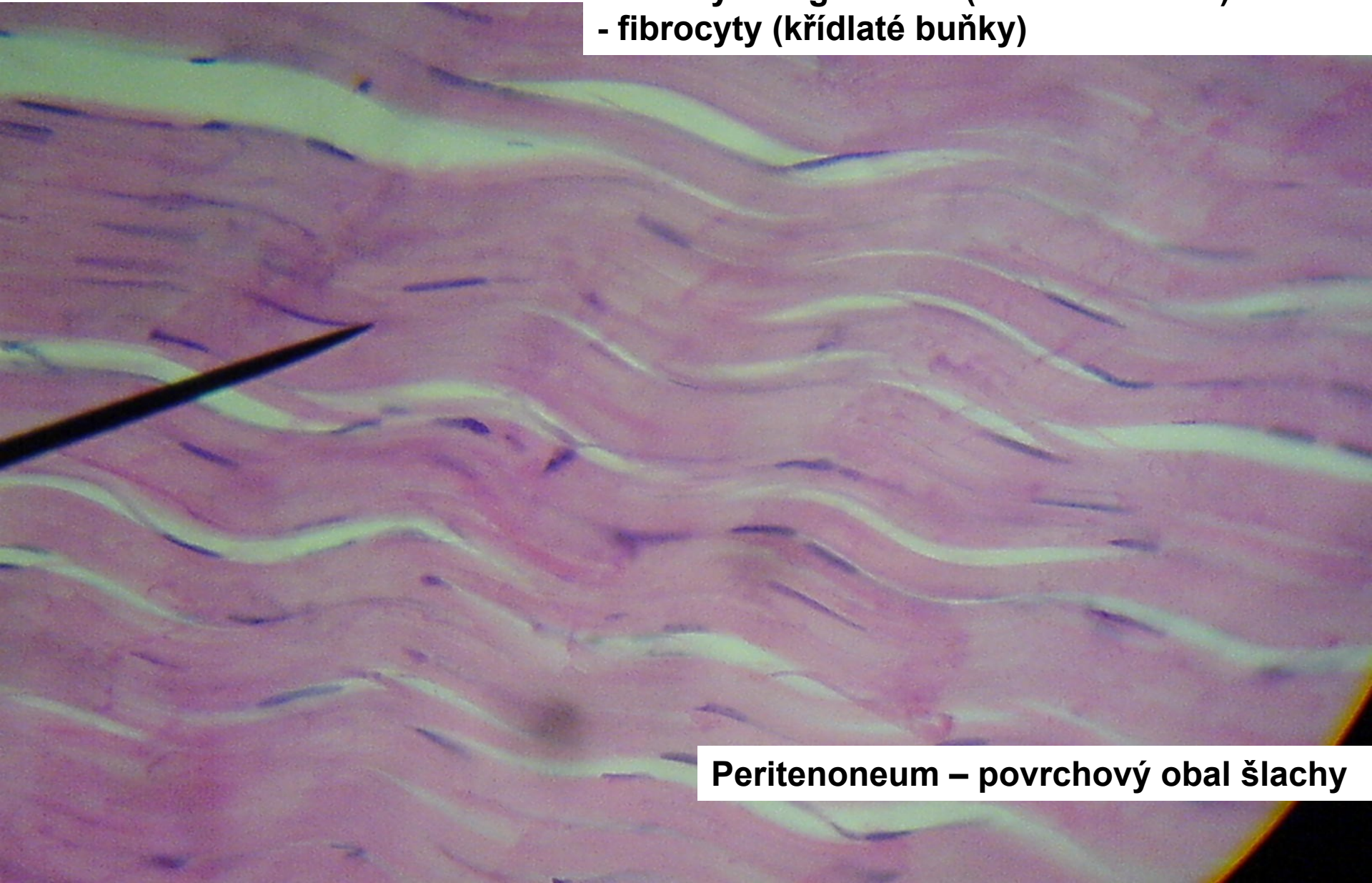




# Šlacha

Husté kolag. vazivo uspořádané:

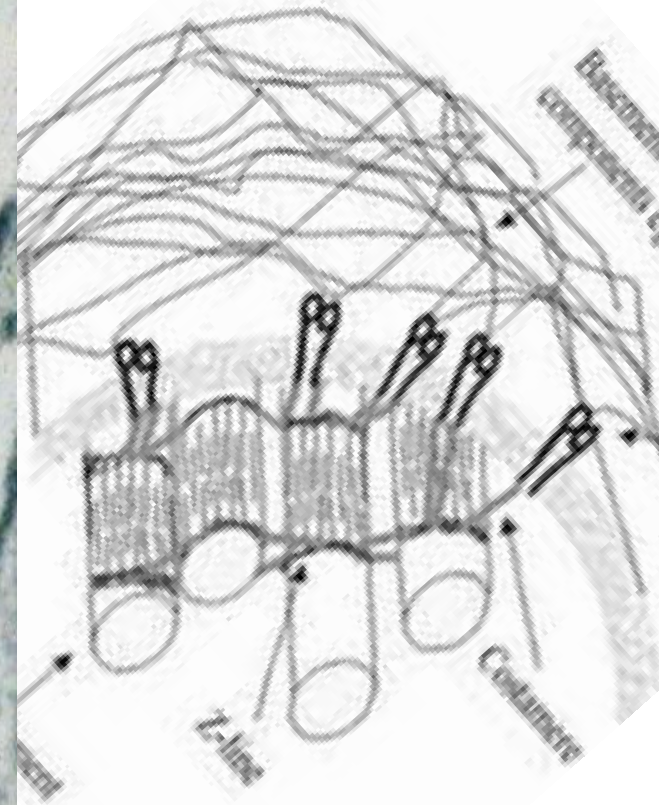
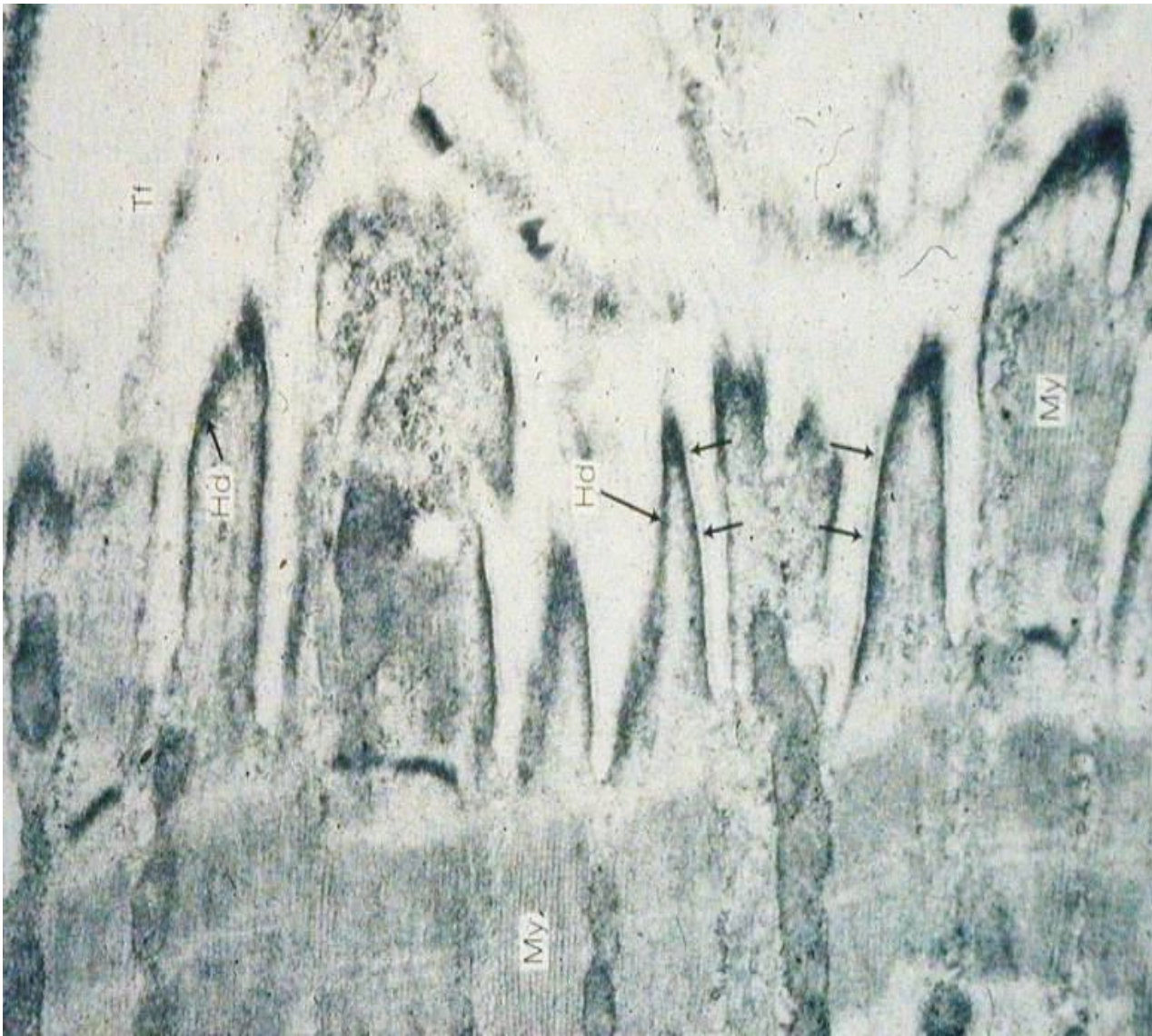
- svazky kolag. vláken (fibrae tendinae)
- fibrocyty (křídlaté buňky)

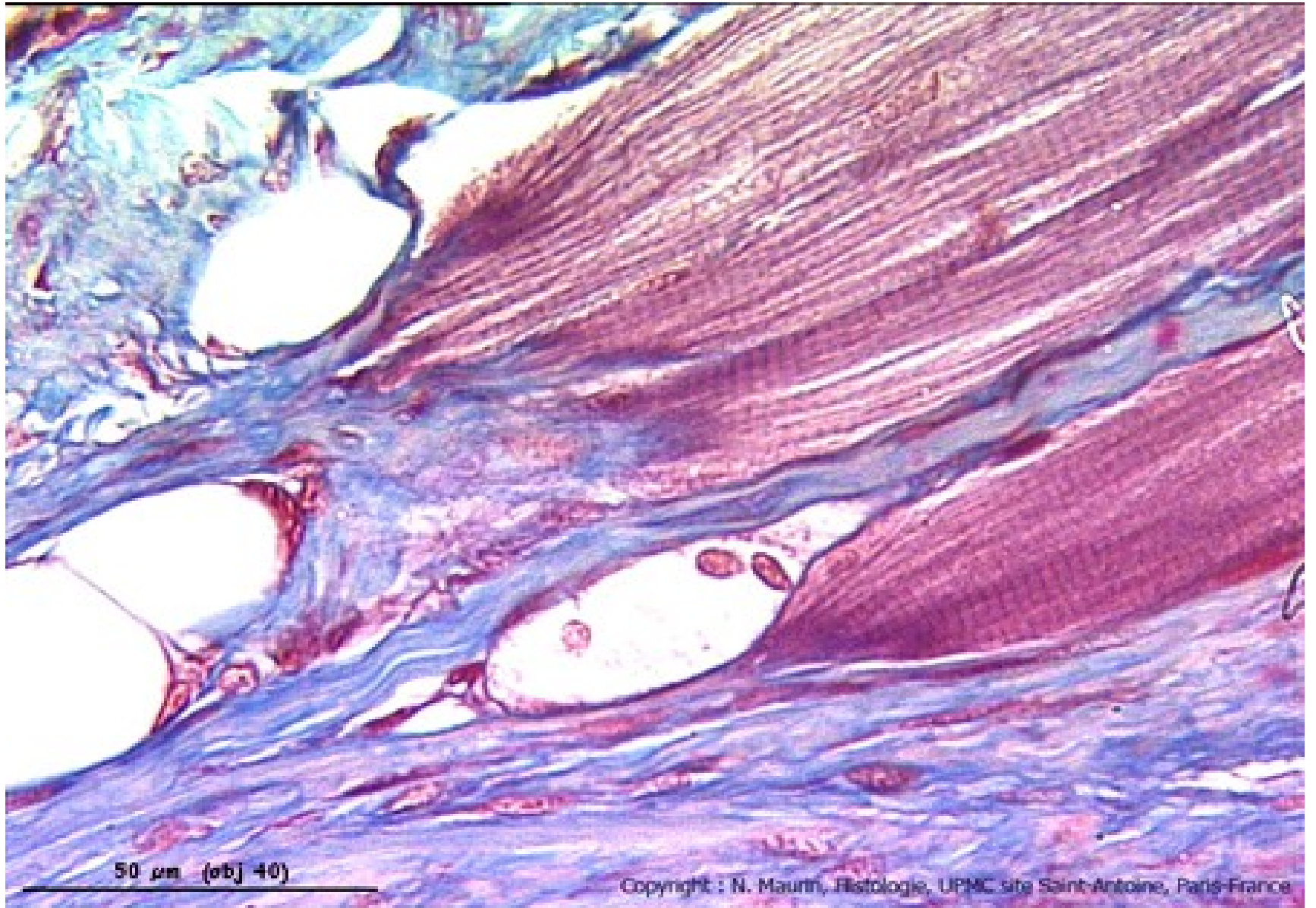


Peritenoneum – povrchový obal šlachy



# Spojení šlacha - sval





50  $\mu\text{m}$  (obj 40)

Copyright : N. Maurin, Histologie, UPMC site Saint-Antoine, Paris-France

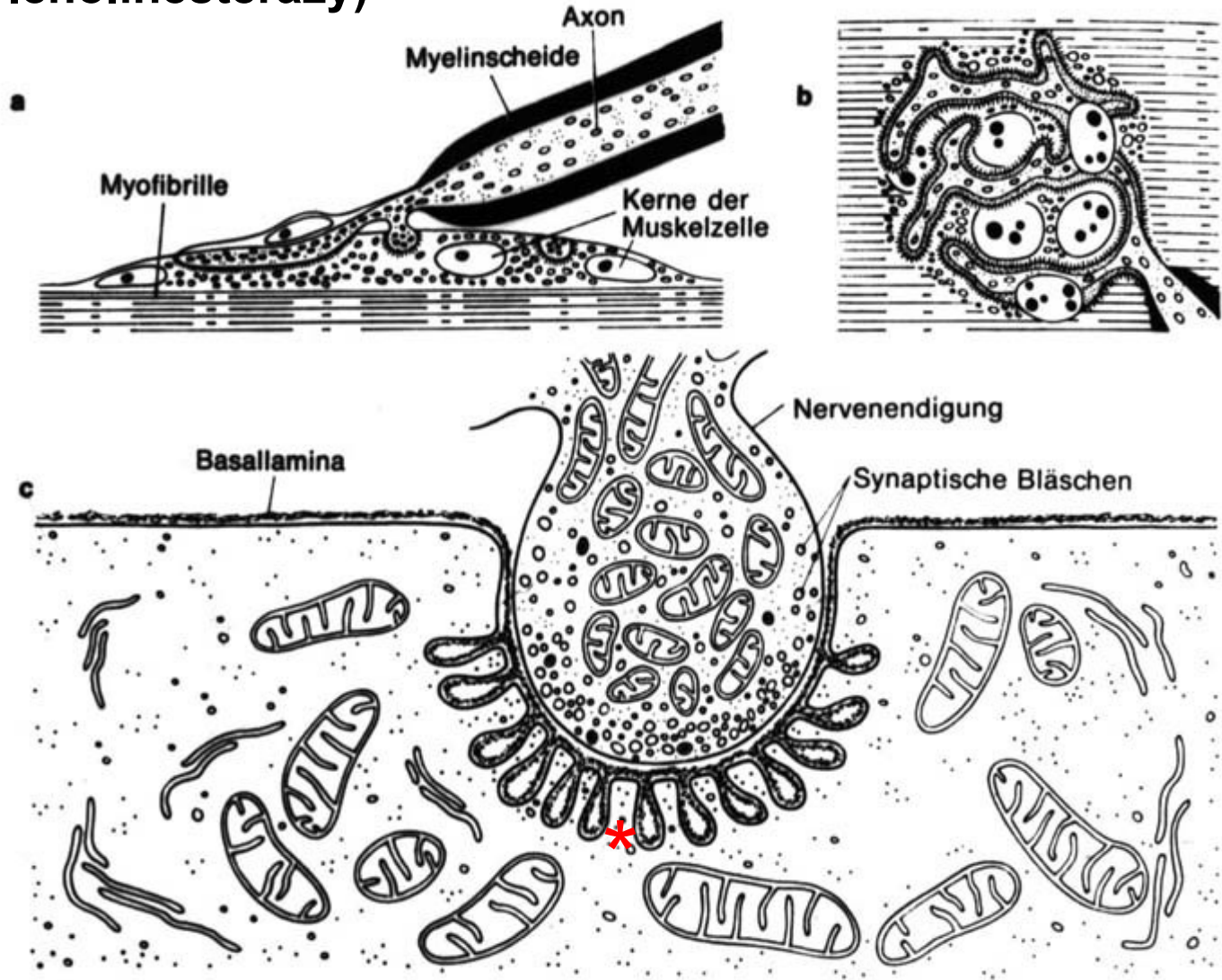
# Zásobení svalu

- cévy i nervy se větví ve vazivu svalu
- senzitivní nervy
  - nervosvalová vřeténka (délka svalu)
  - šlachová vřeténka (napětí svalu)
  - volná nervová zakončení (bolest)
- motorické nervy, motorická jednotka
  - myelinizované axony motoneuronů v míše
  - motorické ploténky



# Motorická ploténka

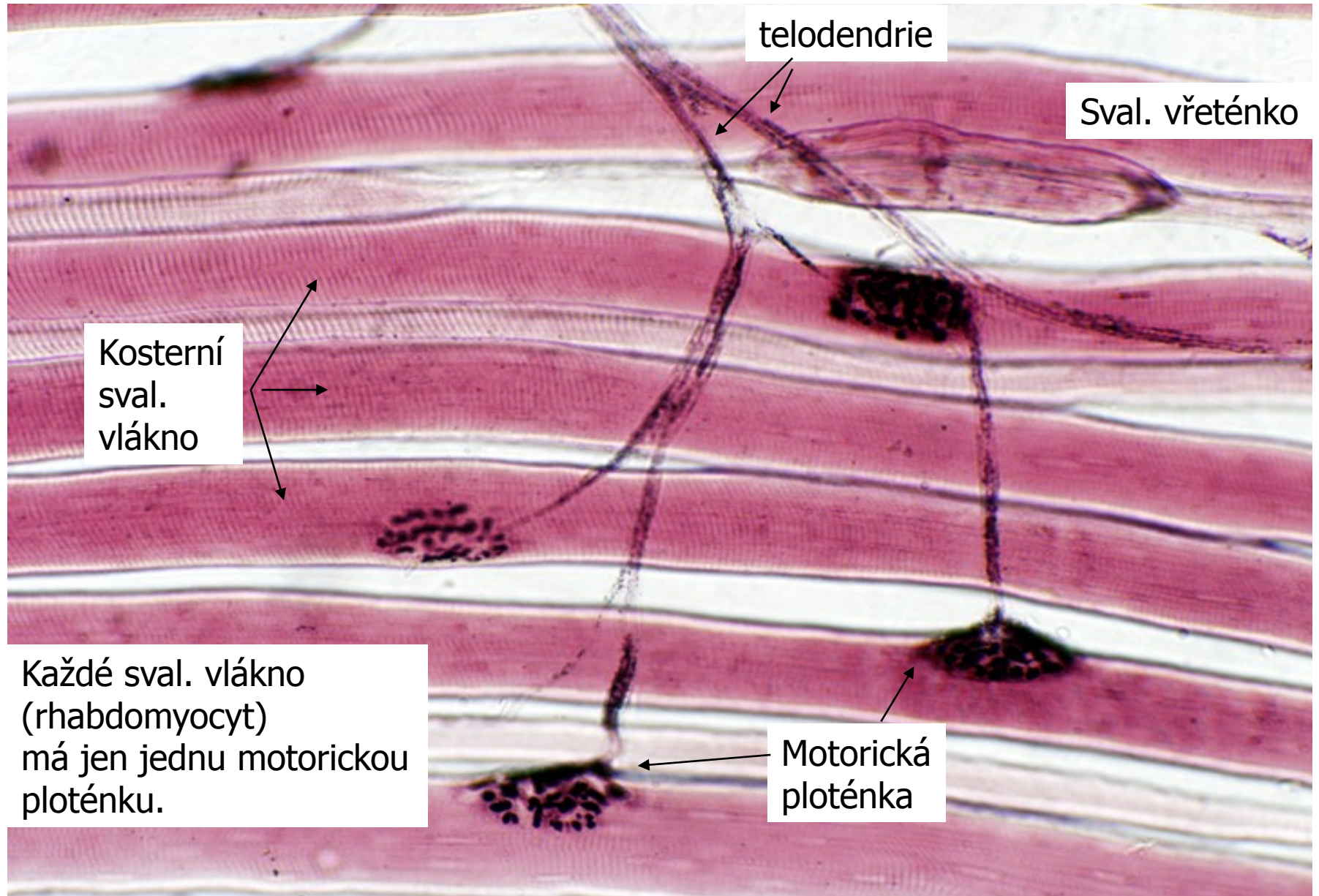
(průkaz acetylcholinesterázy)



\* subneurální aparát s Ach-receptory

# Motorické ploténky v motorické jednotce

Tato svalová vlákna s kontrahují současně

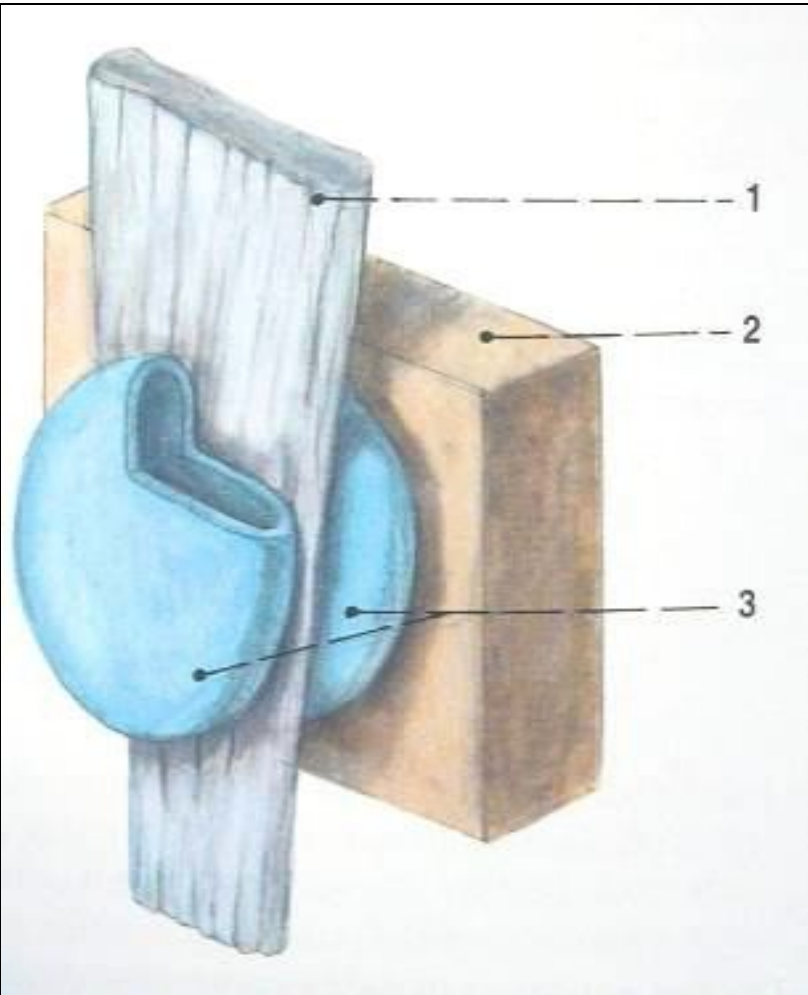
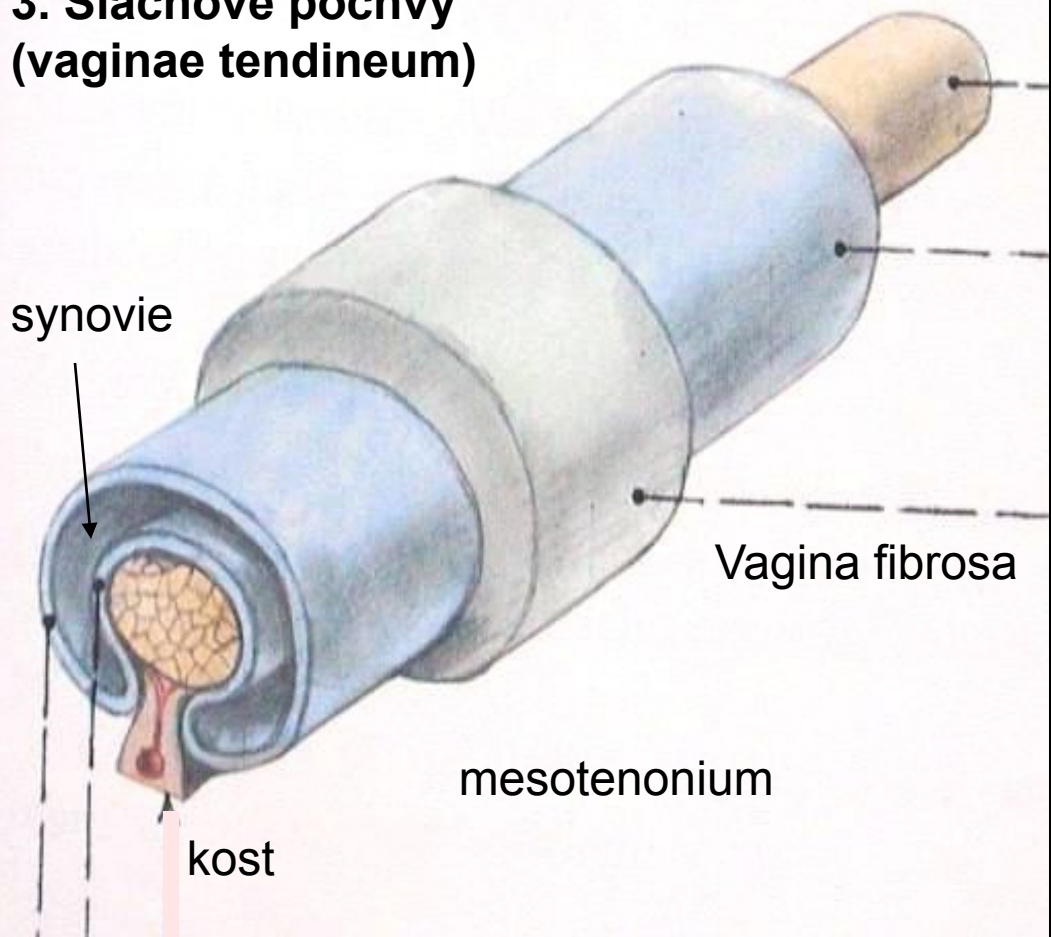




# Pomocná svalová zařízení – vazivové struktury:

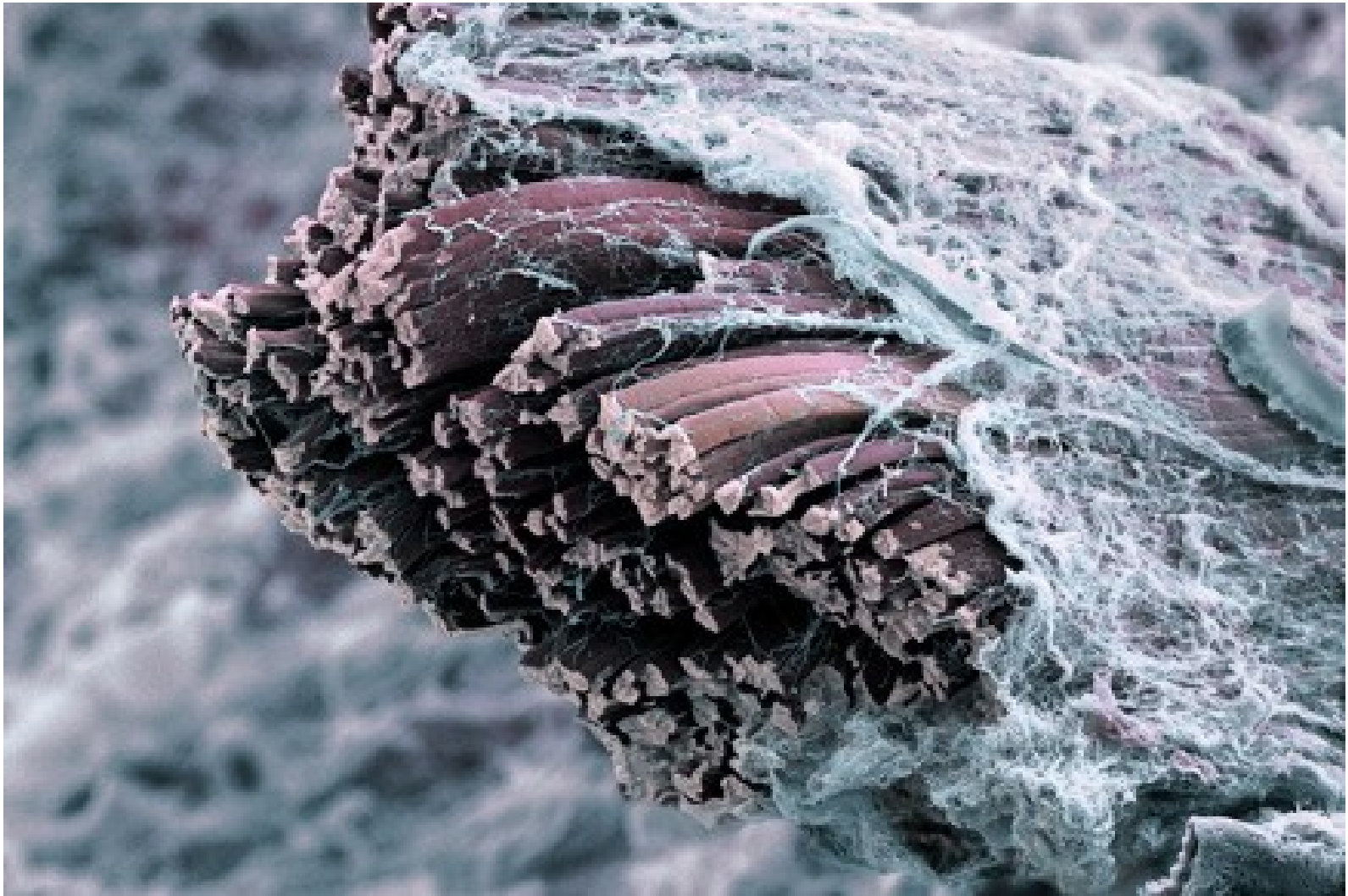
1. Povázky (fascie), 2. Kladky (trochleae),

3. Šlachové pochvy  
(vaginae tendineum)



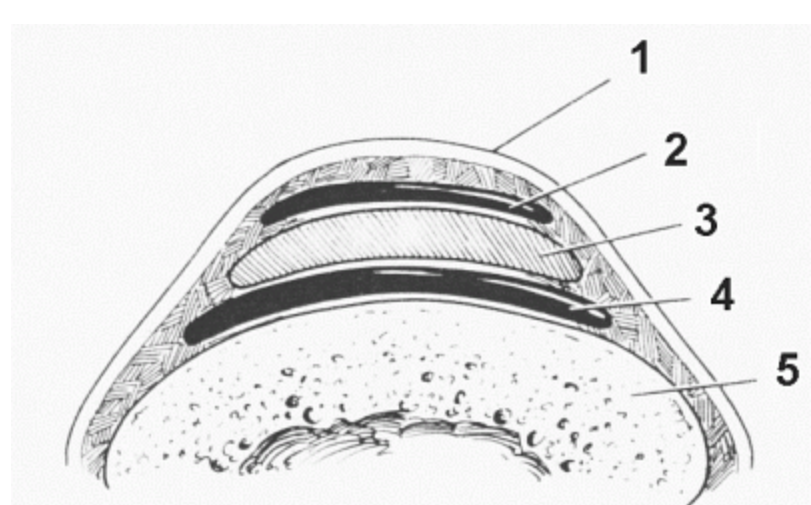
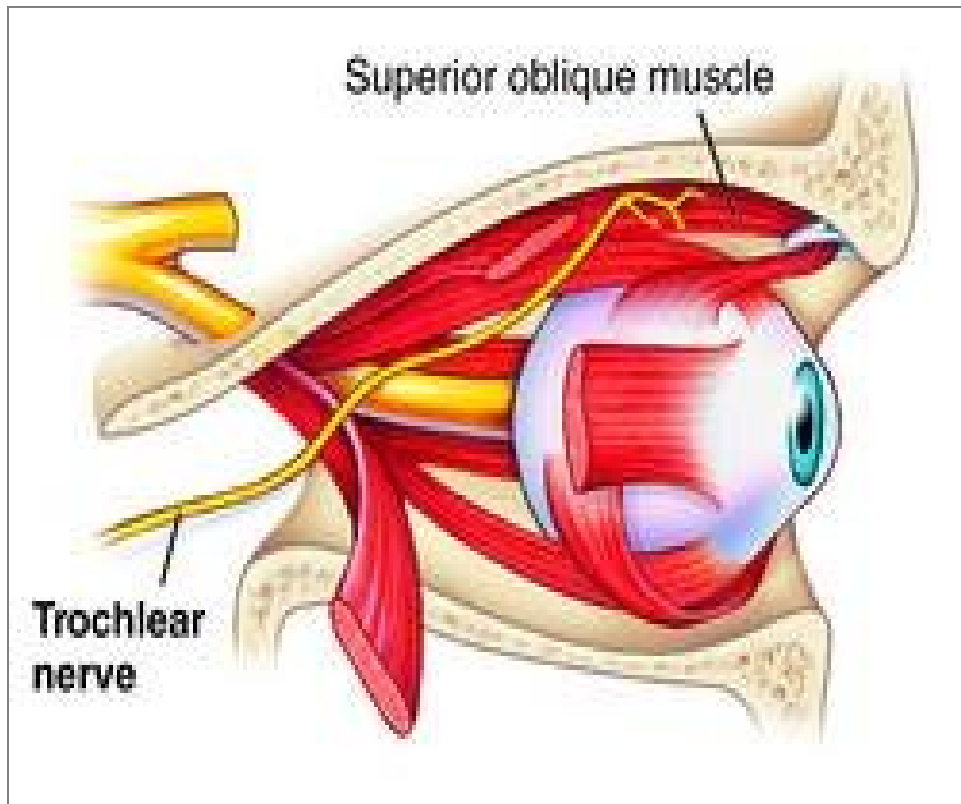
vagina synovialis  $\left\{ \begin{array}{l} \text{viscerální list} \\ \text{parietální list} \end{array} \right.$

4. Synoviální tíhové váčky  
(bursae synoviales)



**Fascia muscularis**

# kladka (trochlea)



podkožní (2) a podšlachový (4) tíhový váček

# Svalová tkáň příčně pruhovaná srdeční

- **morfologická a funkční jednotka:**  
**srdeční svalová buňka (kardiomyocyt)** –  
cylindrická buňka s 1 – 2 jádry uloženými  
centrálně
- průměr: 15  $\mu\text{m}$
- délka: 85-100  $\mu\text{m}$

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

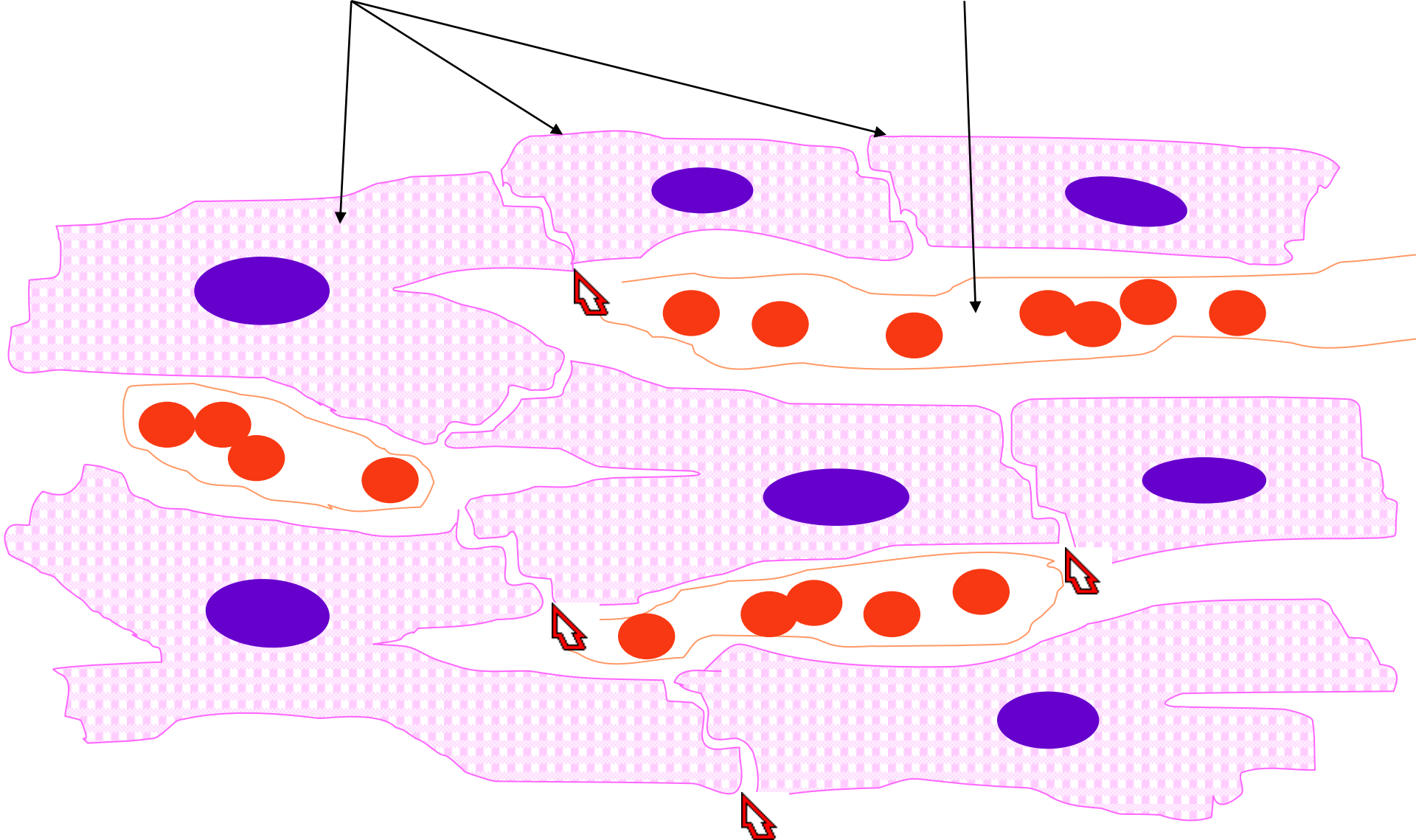
# Kardiomyocyt pracovní (kontraktilní) vzrušivé

- oválné jádro centrálně (1-2)
- množství mitochondrií
  - GER, GA, glykogen, lipidy
- kontraktilní aparát - myofibrily
- SR - příčně probíhá na úrovni Z-linií
  - jsou vytvořeny diády (T-tubulus +1 cisterna)
- v síních - granula aurikulinu (natriuretický faktor)



řetězec kardiomyocytů

kapilára s erytrocyty

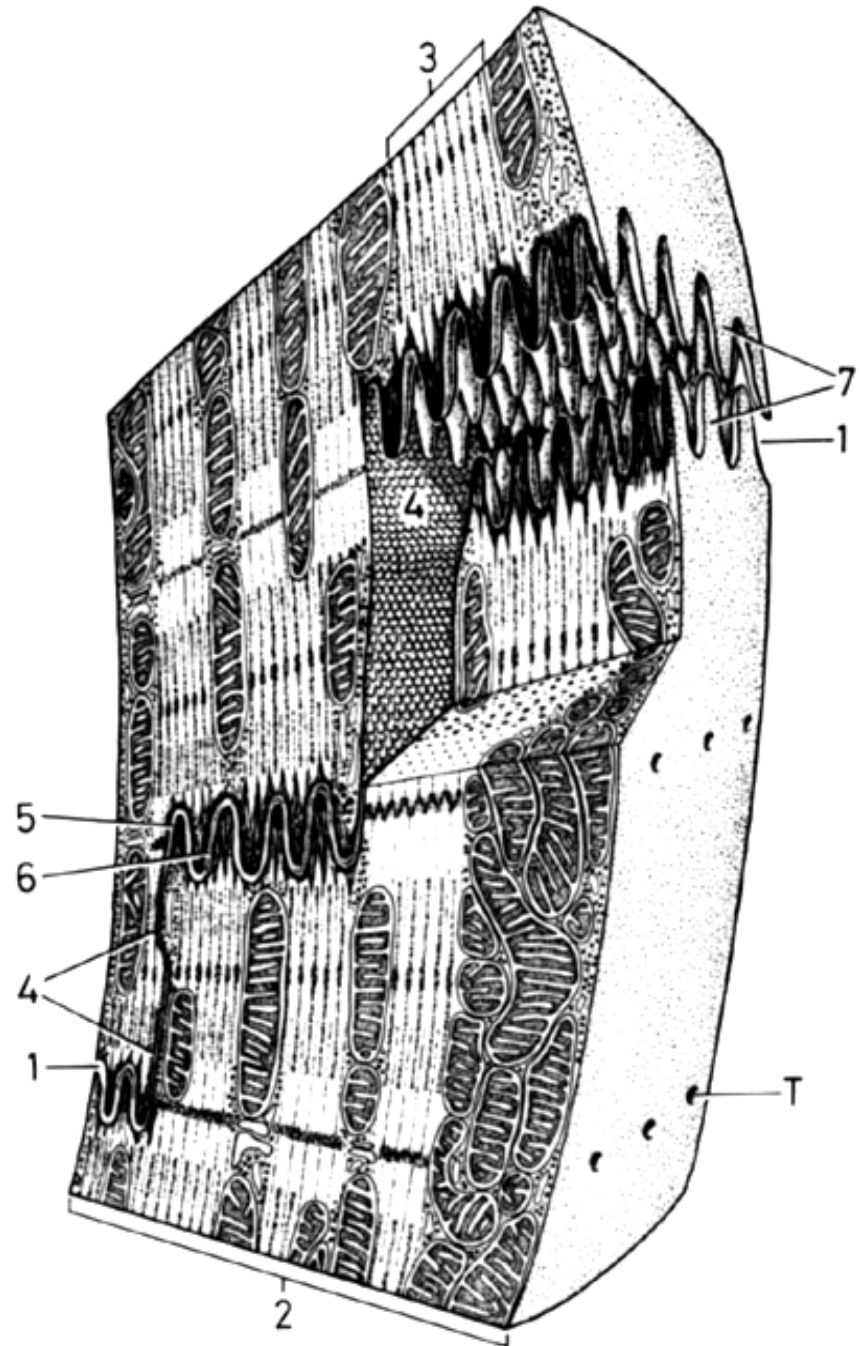


Interkalární disk



# Interkalární disk

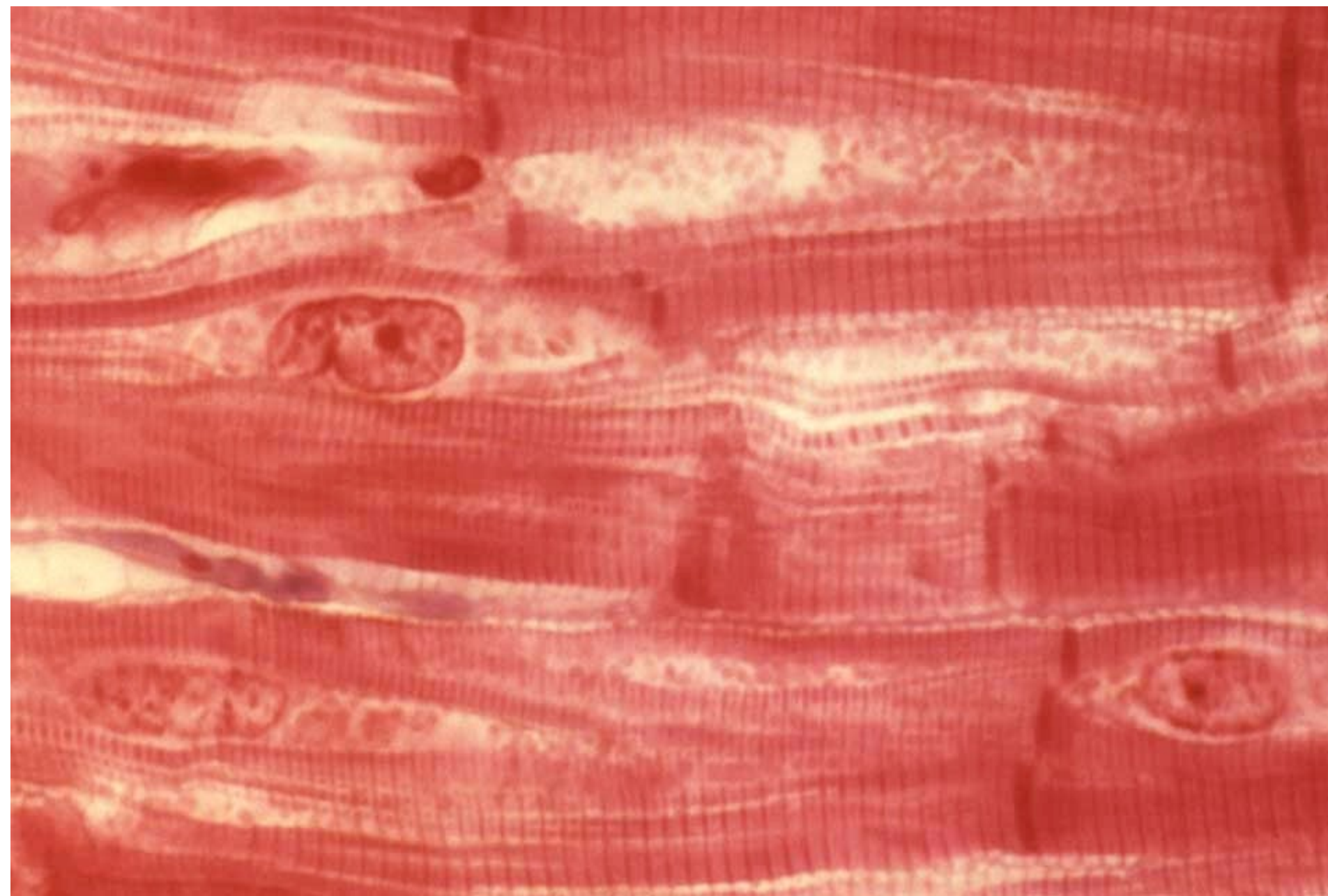
- spojení sousedních kardiomyocytů
- intercelulární spoje
  - *desmosom*
  - *fasciae adherentes*
  - *gap junction (nexus)*





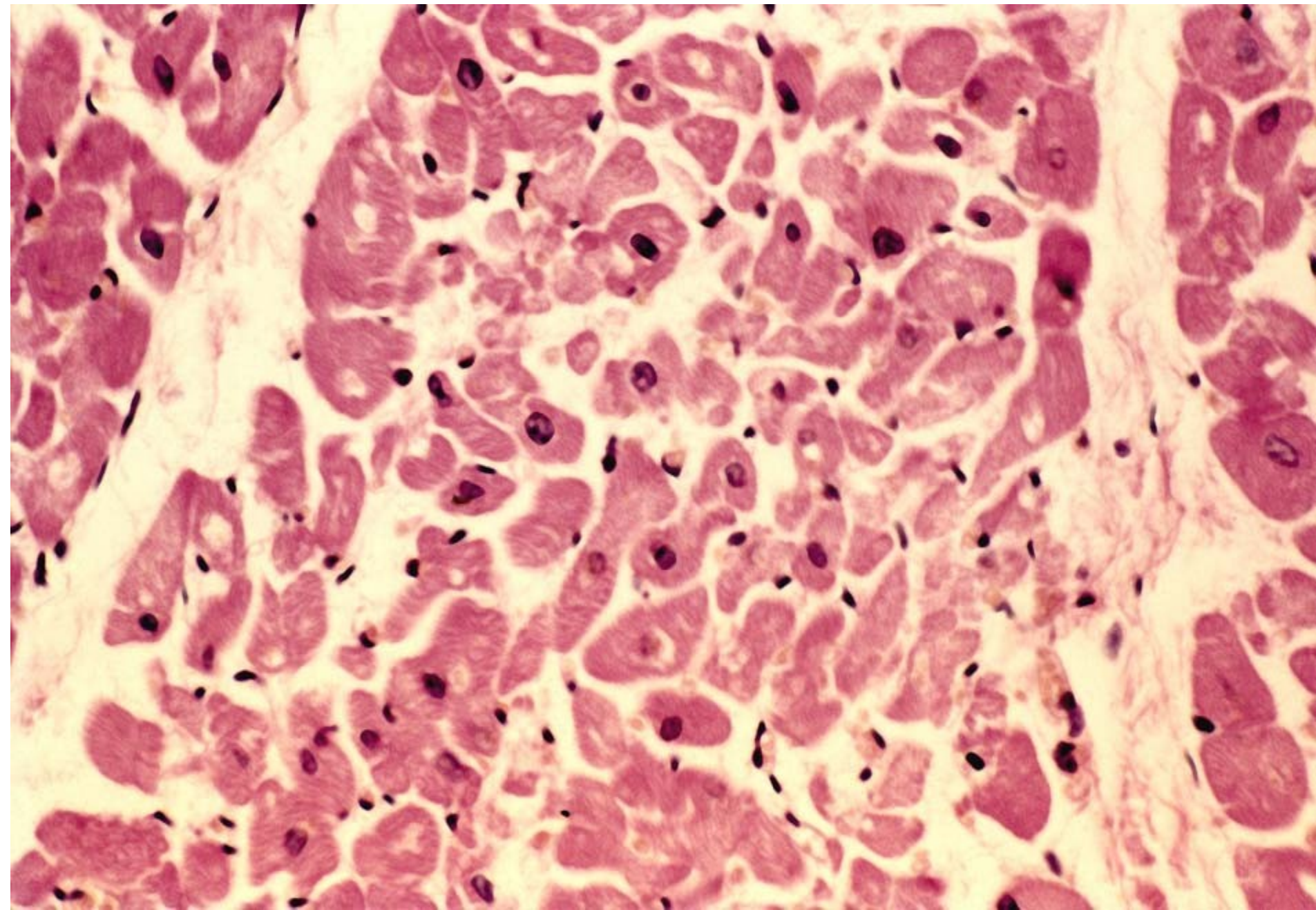




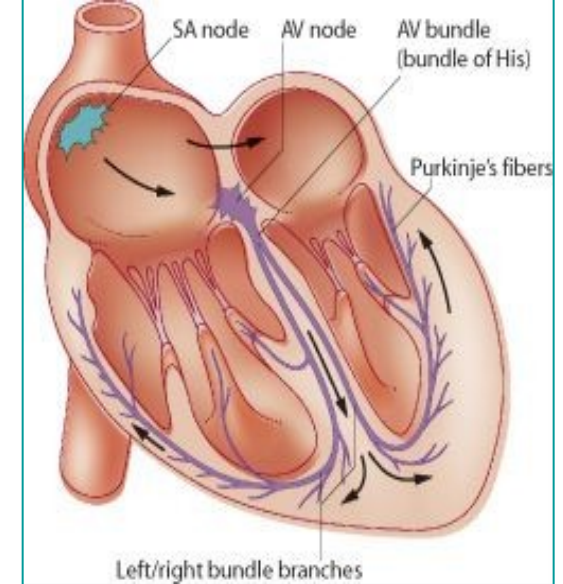




Myokard – kardiomyocyty (HE, příčně)



# Vzrušivé ( nonkontraktilní) kardiomyocyty



- součást převodního /excitomotorického/ aparátu srdce: **sinusový a síňokomorový uzlík, Hissův svazek** rozdělený na pravé a levé raménko a **Purkyňova vlákna**
- nízký počet myofibril, zvýšený obsah glykogenu v sarkoplasmě, chybí T-tubuly a interkalární disky, četné nexusy



**Pracovní  
kardiomyocyty**

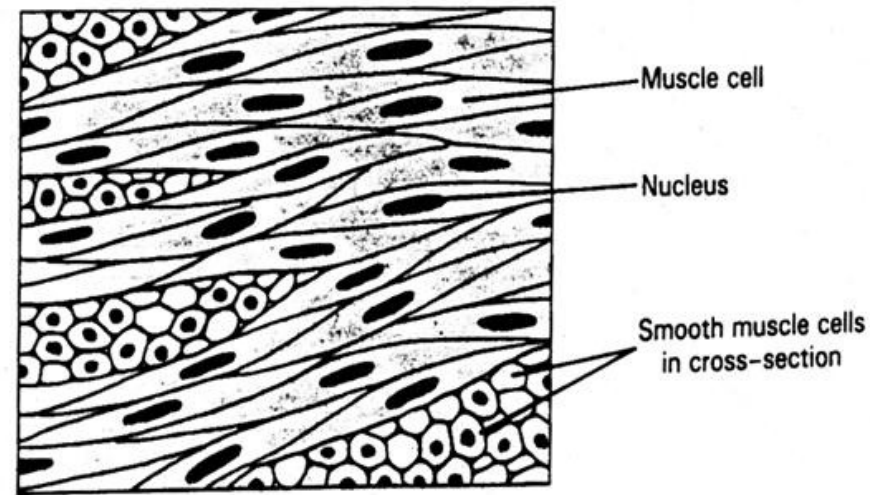
This histological image shows a cross-section of cardiac tissue. The left side is dominated by 'Pracovní kardiomyocyty' (working cardiomyocytes), which are characterized by their elongated, striated appearance and centrally located nuclei. The right side shows 'Vzrušivé kardiomyocyty' (pacemaker cardiomyocytes), which are smaller, more rounded, and have a more granular cytoplasm with centrally located nuclei. The overall structure is organized into a regular, repeating pattern of these two cell types.

**Vzrušivé  
kardiomyocyty**

# Svalová tkáň hladká

- **morfologická a funkční jednotka: svalová buňka (leiomyocyt) –**  
buňka s 1 jádrem uloženým centrálně
- průměr: 3-10  $\mu\text{m}$
- délka: 20-200  $\mu\text{m}$

# Hladká svalová tkáň

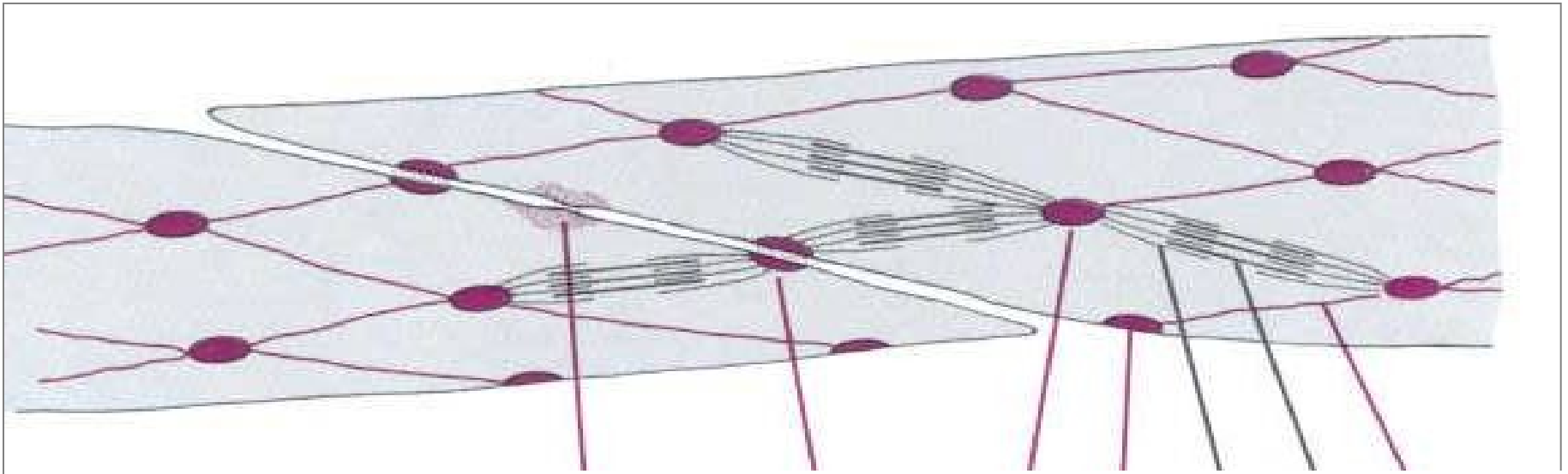


- Schopnost hypertrofie ( gravidní uterus – až 10x)
- Jádro (1) – centrálně
- Myofilamenta **nejsou** uspořádána do myofibril, *(buňka nevykazuje příčné pruhování)*.
- Mezibuněčné spoje – nexusy, desmosomy, ZO
- Na povrchu buněk lamina basalis
- *(jsou schopny produkovat kolagen a elastin – např. ve stěně cév)*



# Leiomyocyt

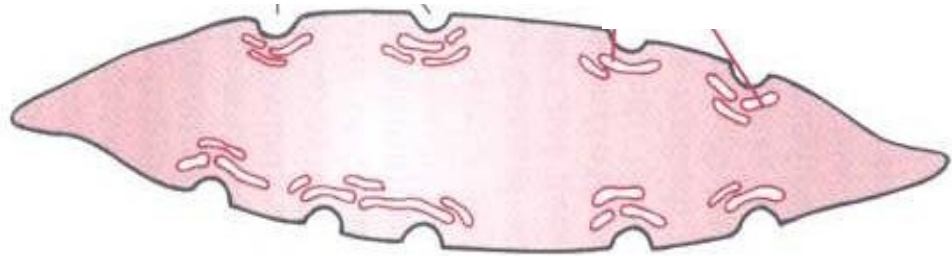
- sarkoplazmatické retikulum: pouze izolované váčky, chybějí terminální cisterny i T-tubuly
- kaveoly ( $\approx$  T-tubuly)
- aktinová a myosionová **myofilamenta** uspořádána do složité prostorové sítě, chybí periodické střídání obou typů filament (= nejsou vytvořeny myofibrily)



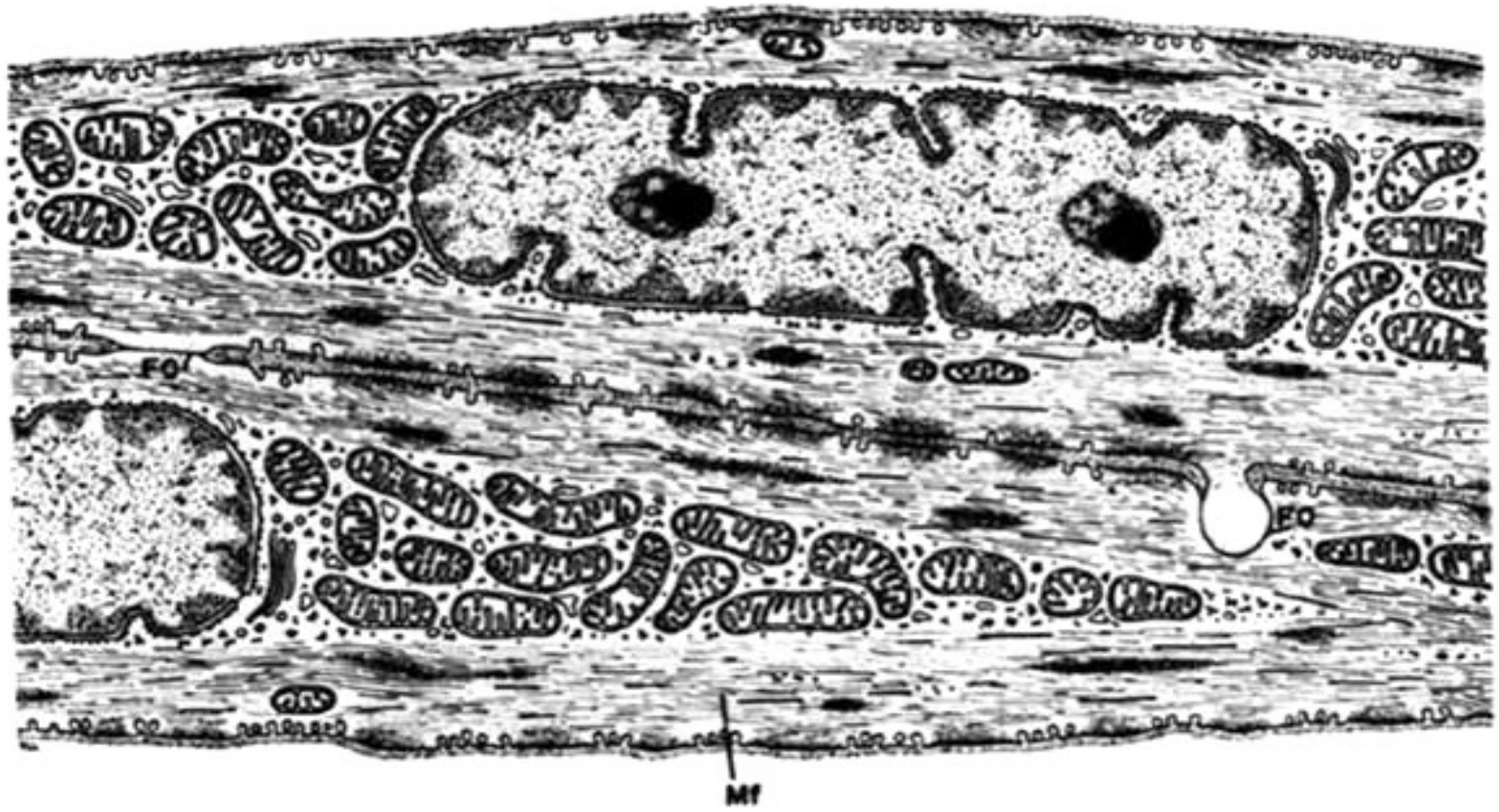
Aktinová myofilamenta – fokálně adherují k sarkolemě nebo do **denzních tělísek** ( $\approx$  Z-linie) v sarkoplasmě.

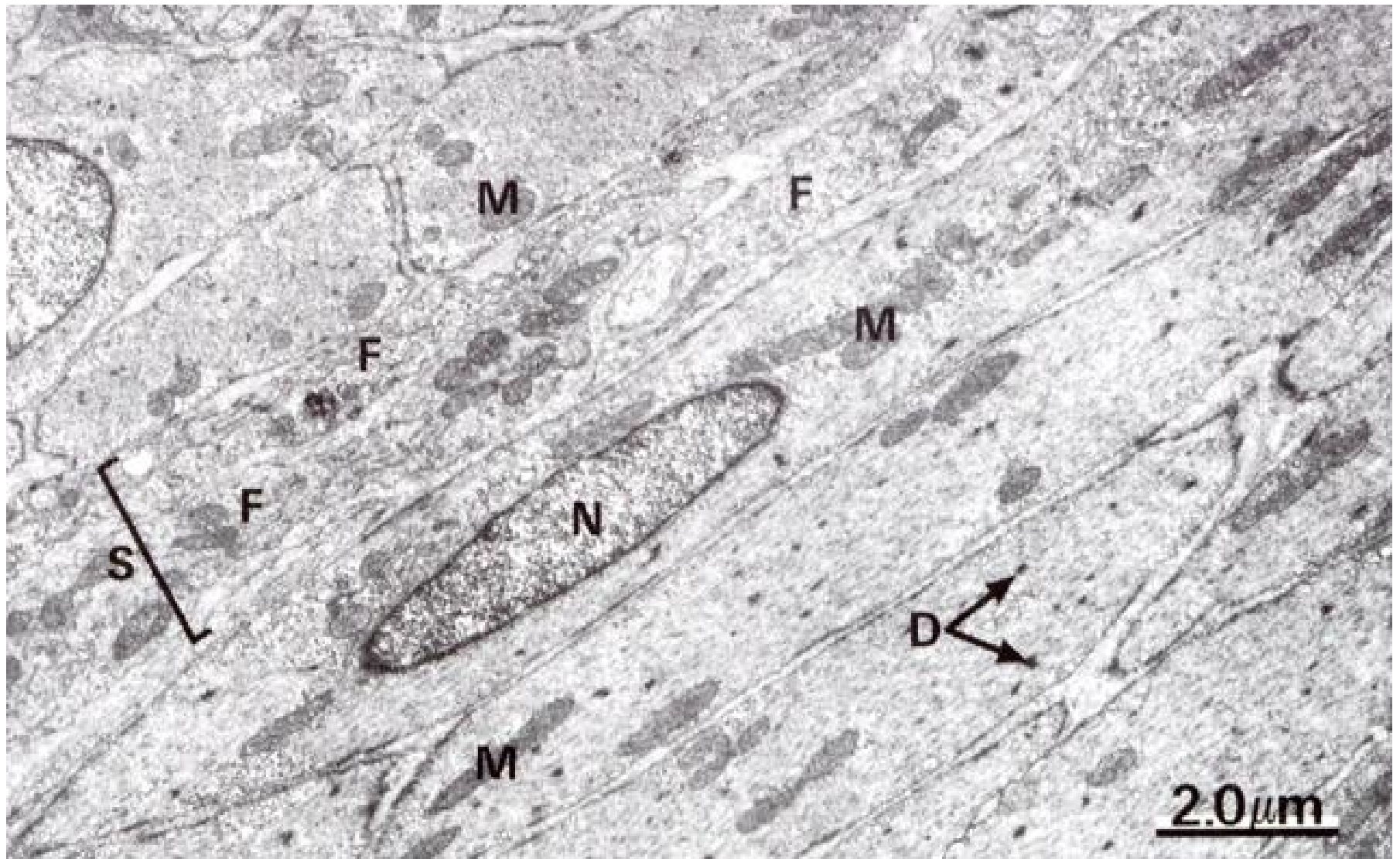
Kalmodulin ( $\approx$  troponin) – váže Ca („zvenčí“, z vnitř. zásob)

Sarkoplazmatické retikulum – jen krátké tubuly; kaveoly



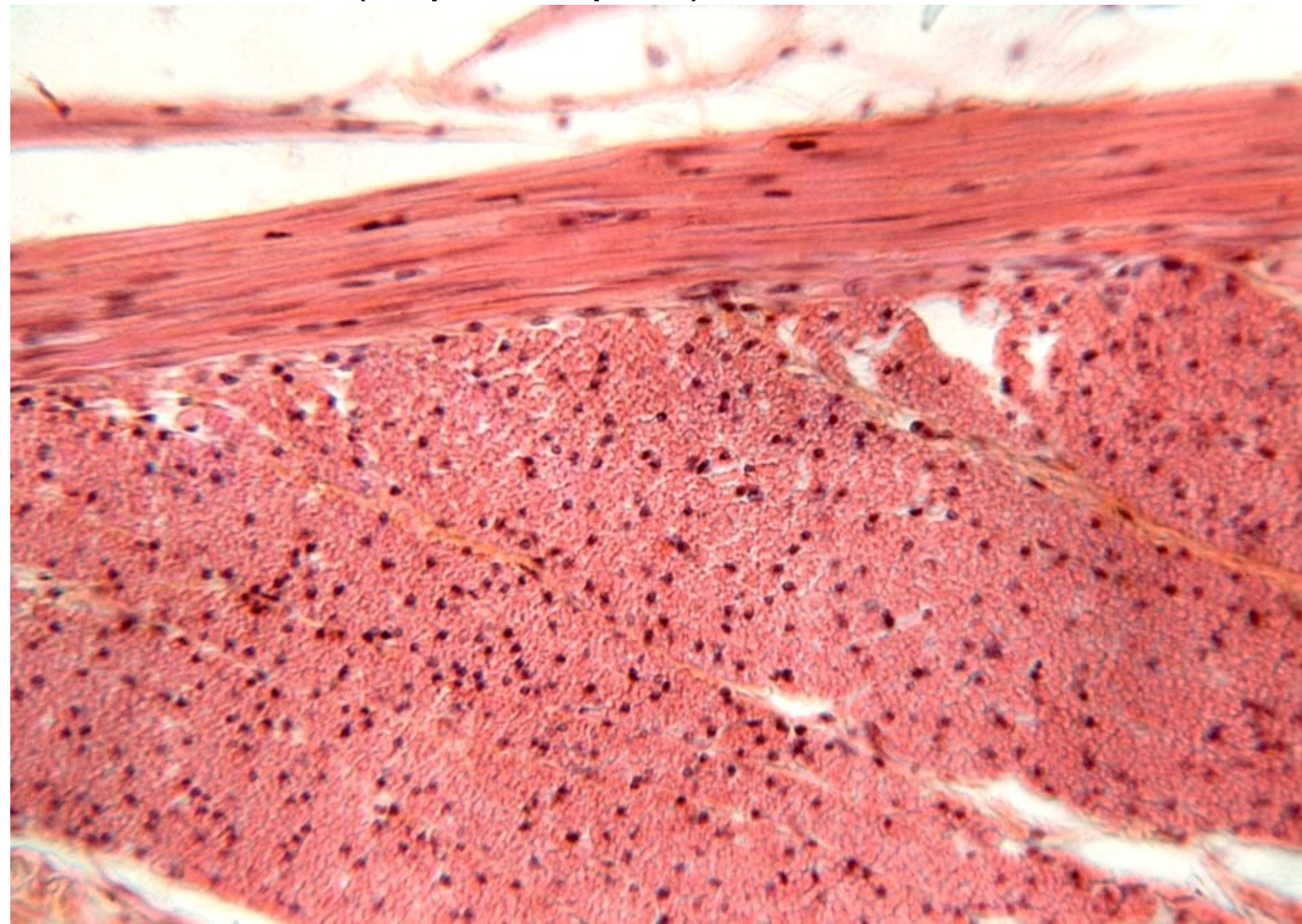
# Leiomyocyty (2)





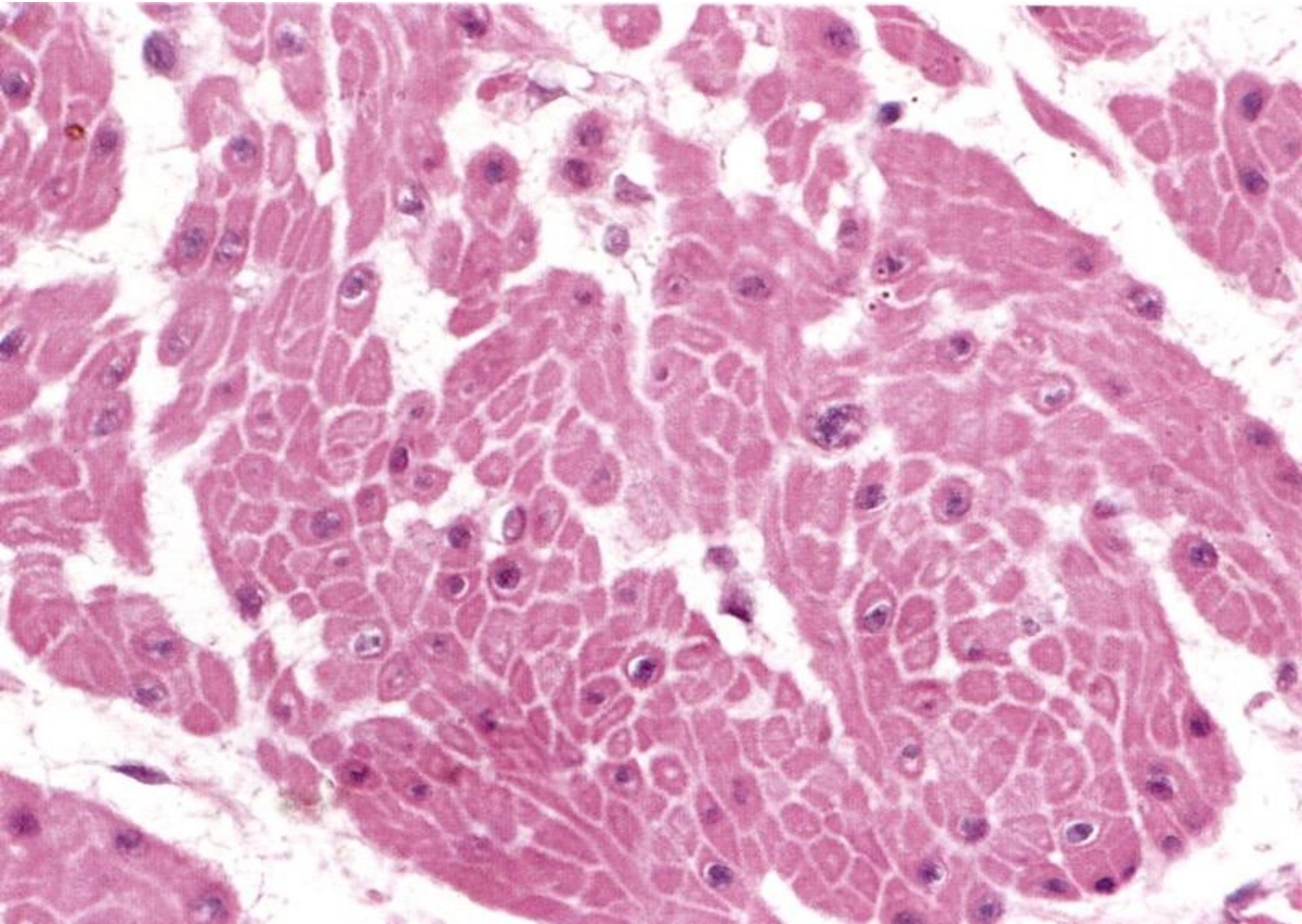


# Hladká svalová tkáň (HE, podélně a příčně)



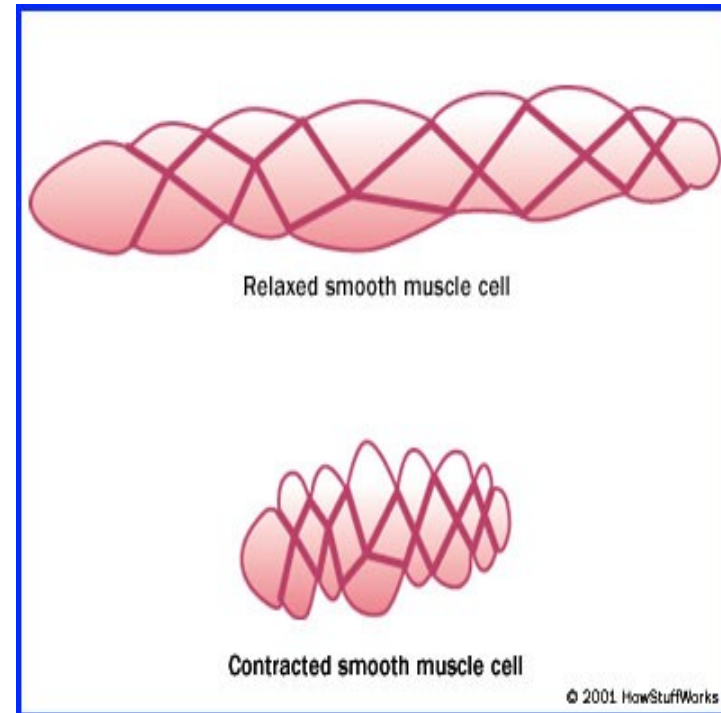


Hladká svalová tkáň (HE, příčně)



# Mechanismus kontrakce

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



# 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

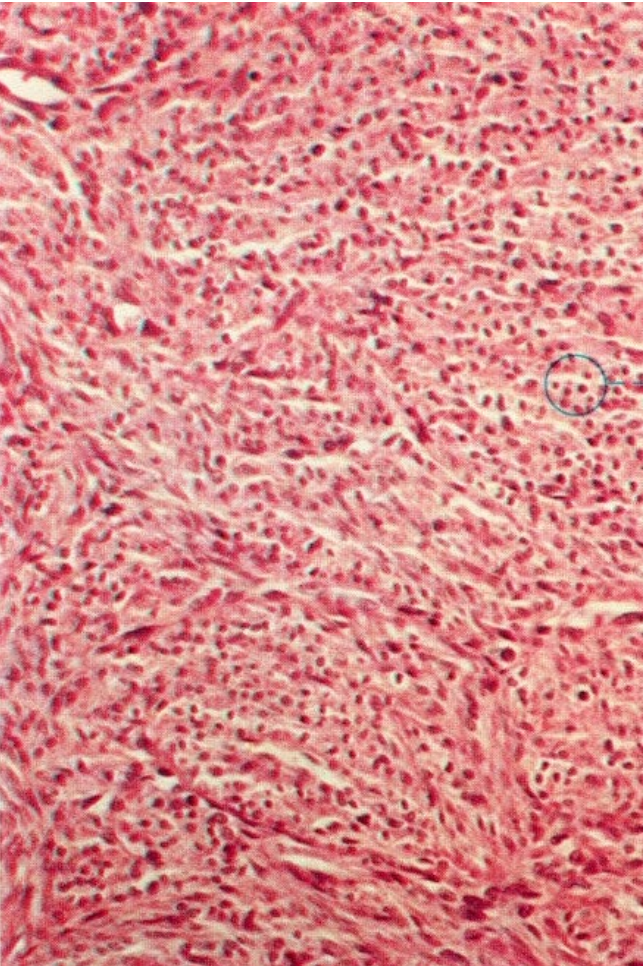
# Regenerace svalové tkáně

- vysoce diferencovaná tkáň (zejména příčně pruhovaná)
- nízká schopnost regenerace
- srdeční sval se hojí jizvou
- kosterní sval se hojí jizvou + lehce regeneruje ze satelitových bb. (regenerace, růst)
- hladké svalové bb. se dělí a snadno regenerují

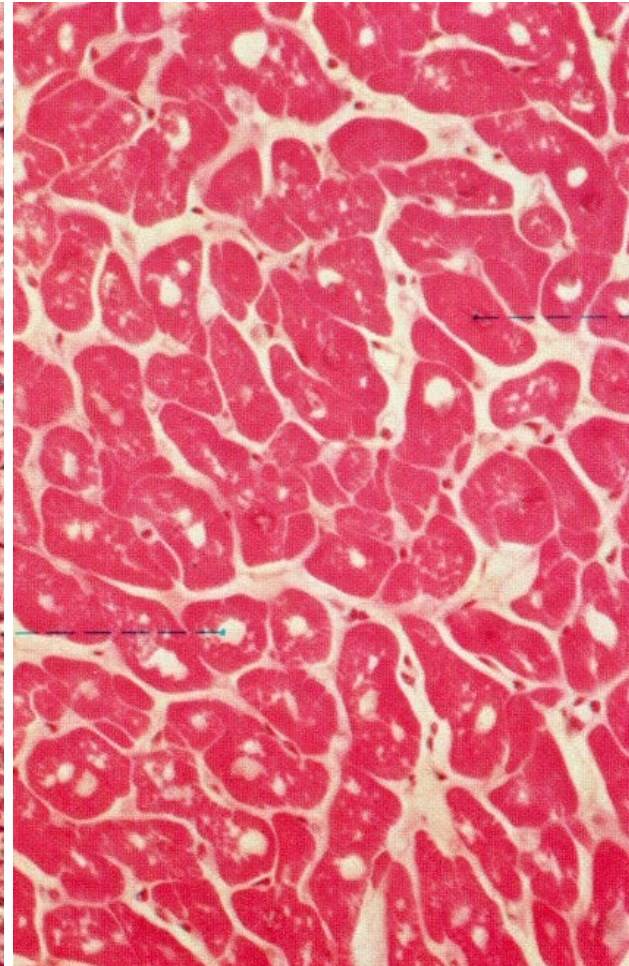


# svalová tkáň – příčný řez

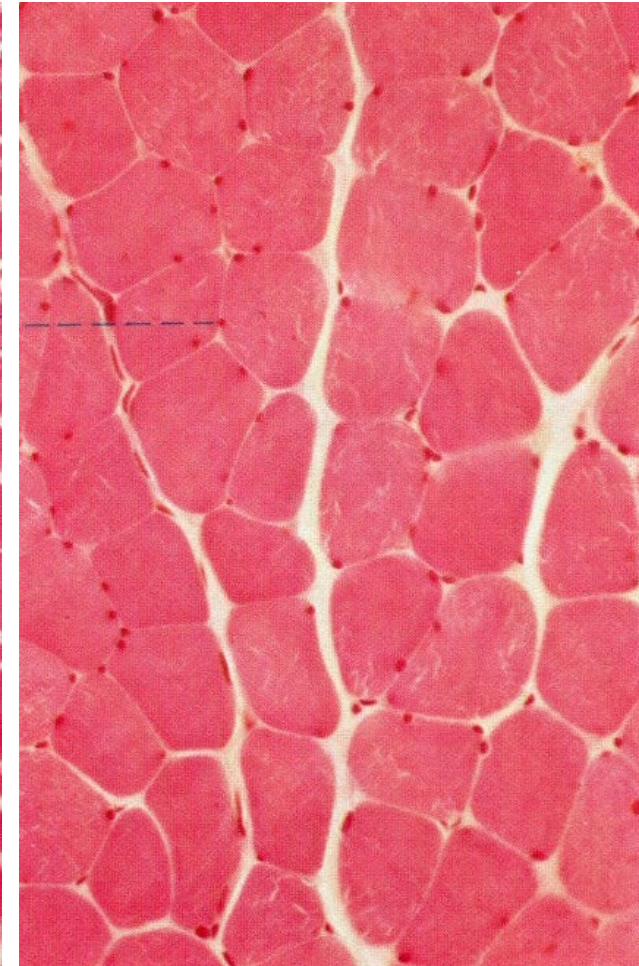
hladká



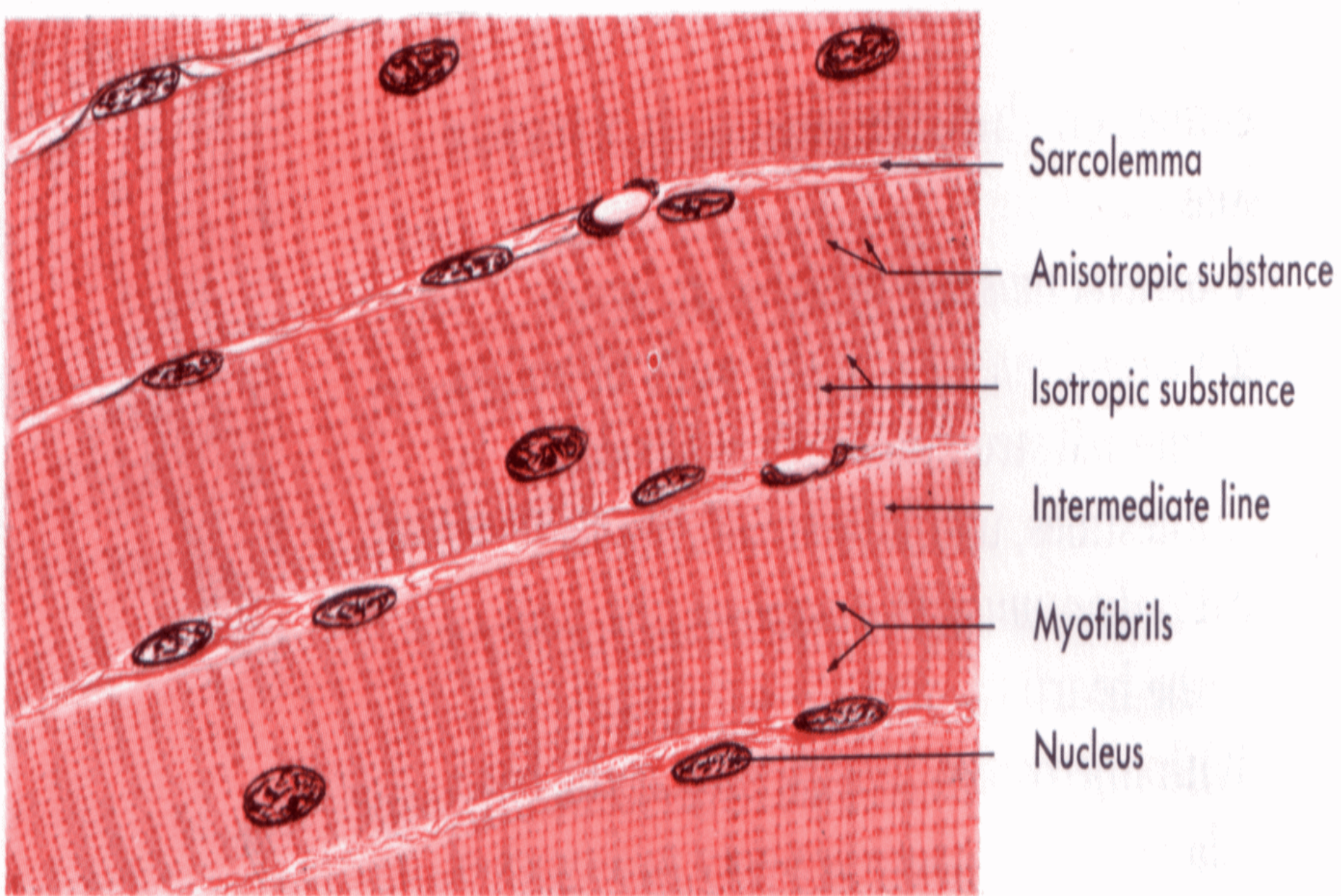
srdeční



kosterní

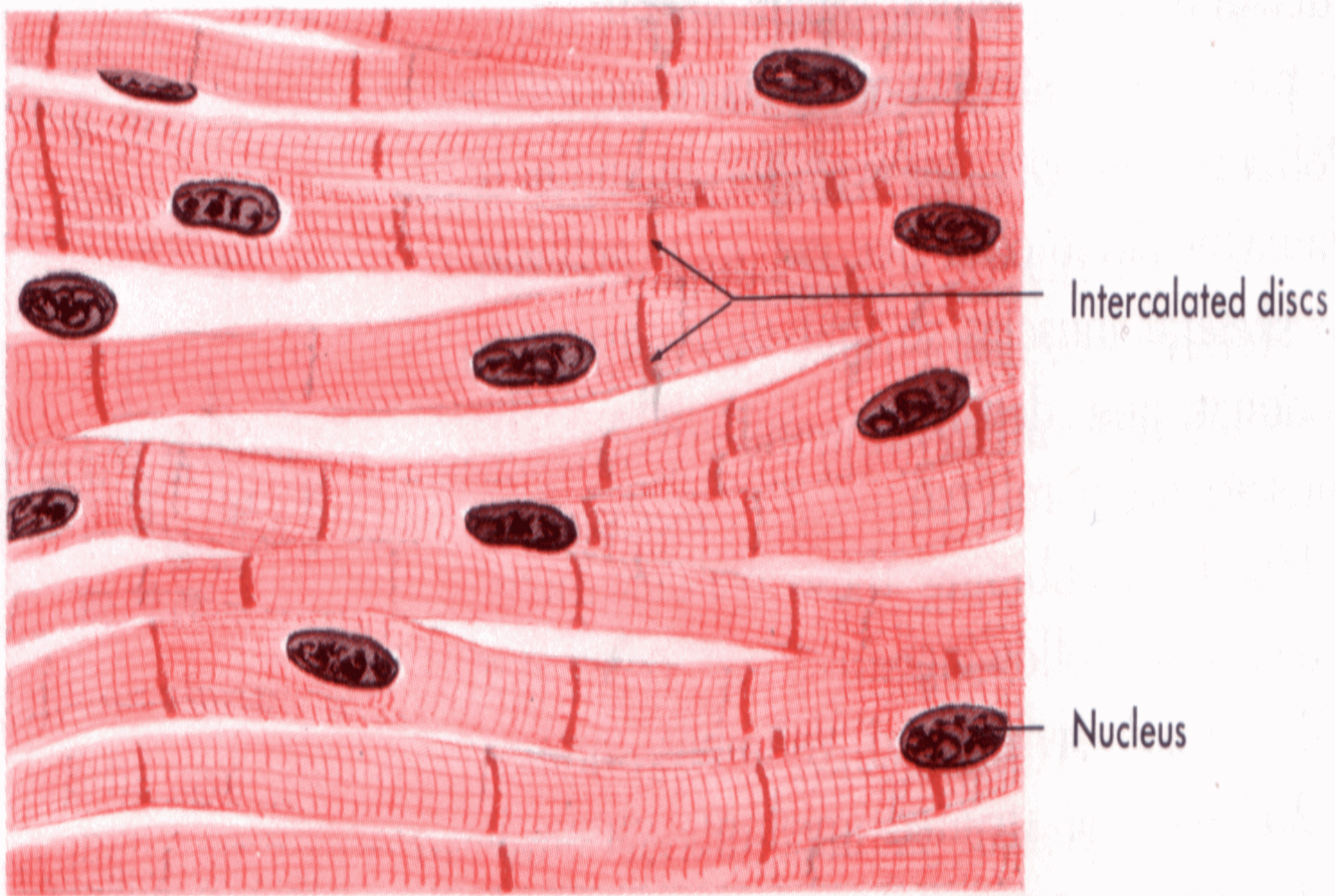






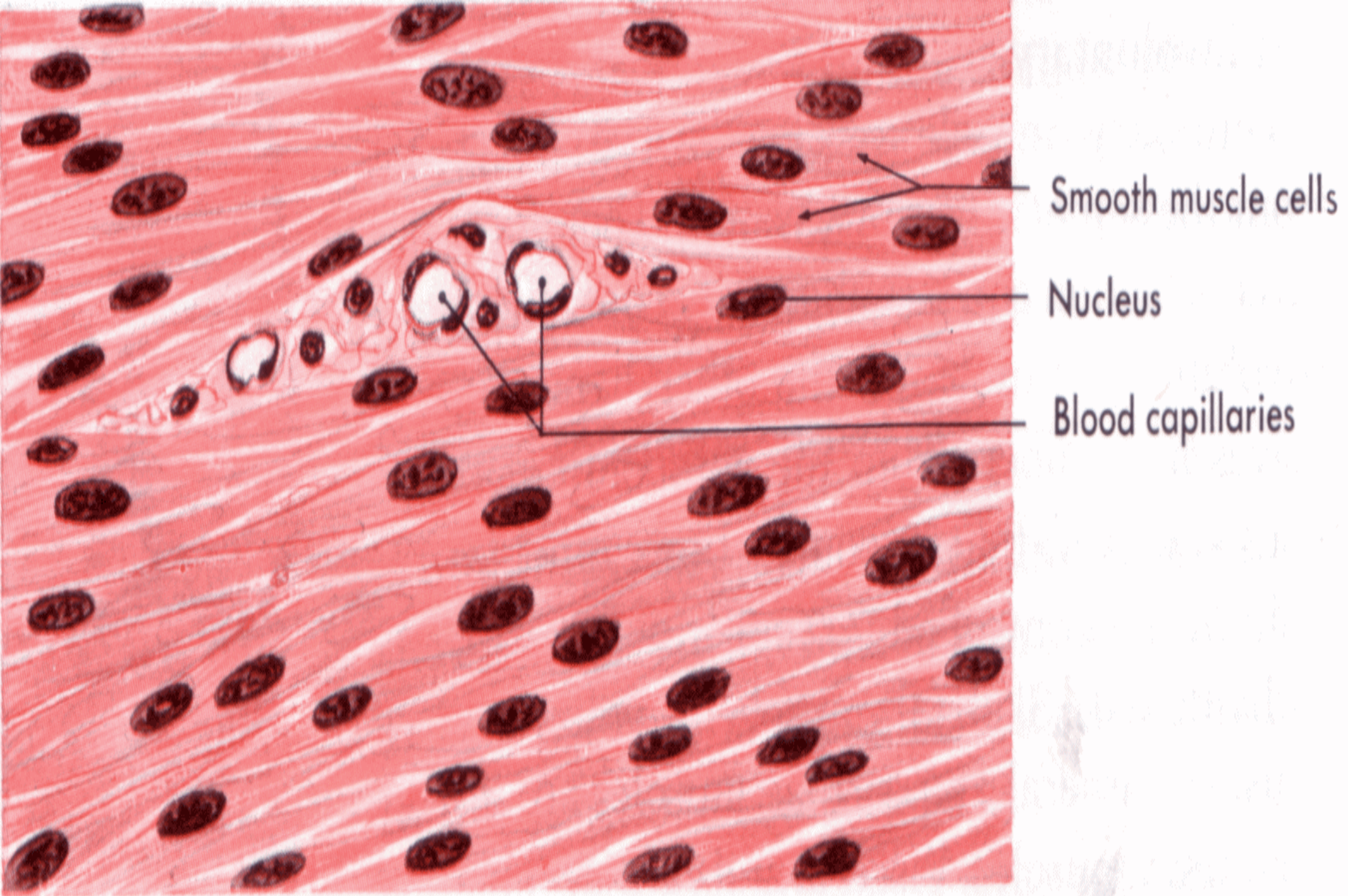
Skeletal or striated voluntary muscle tissue.





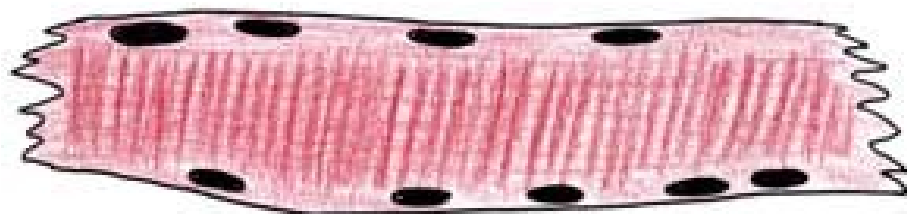
Cardiac or striated involuntary muscle tissue.



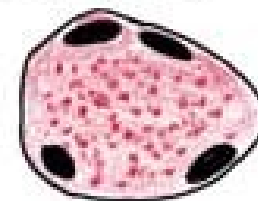


Visceral or nonstriated (smooth) involuntary muscle tissue.

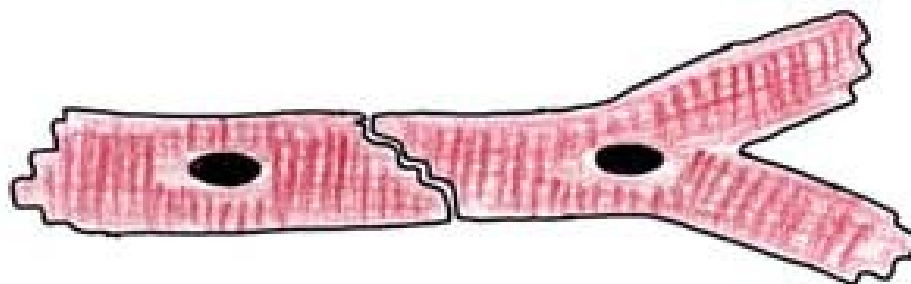
Podélný řez



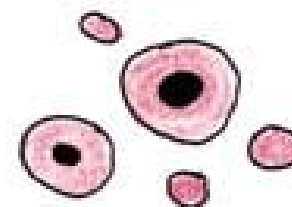
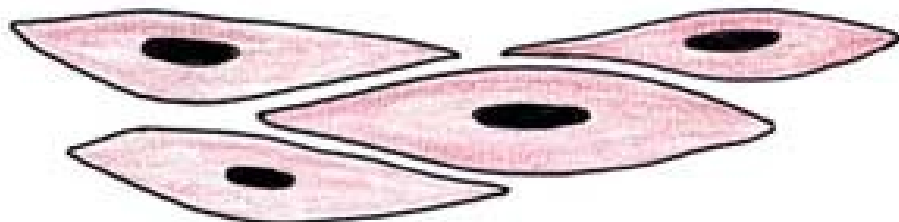
Příčný řez



A



B

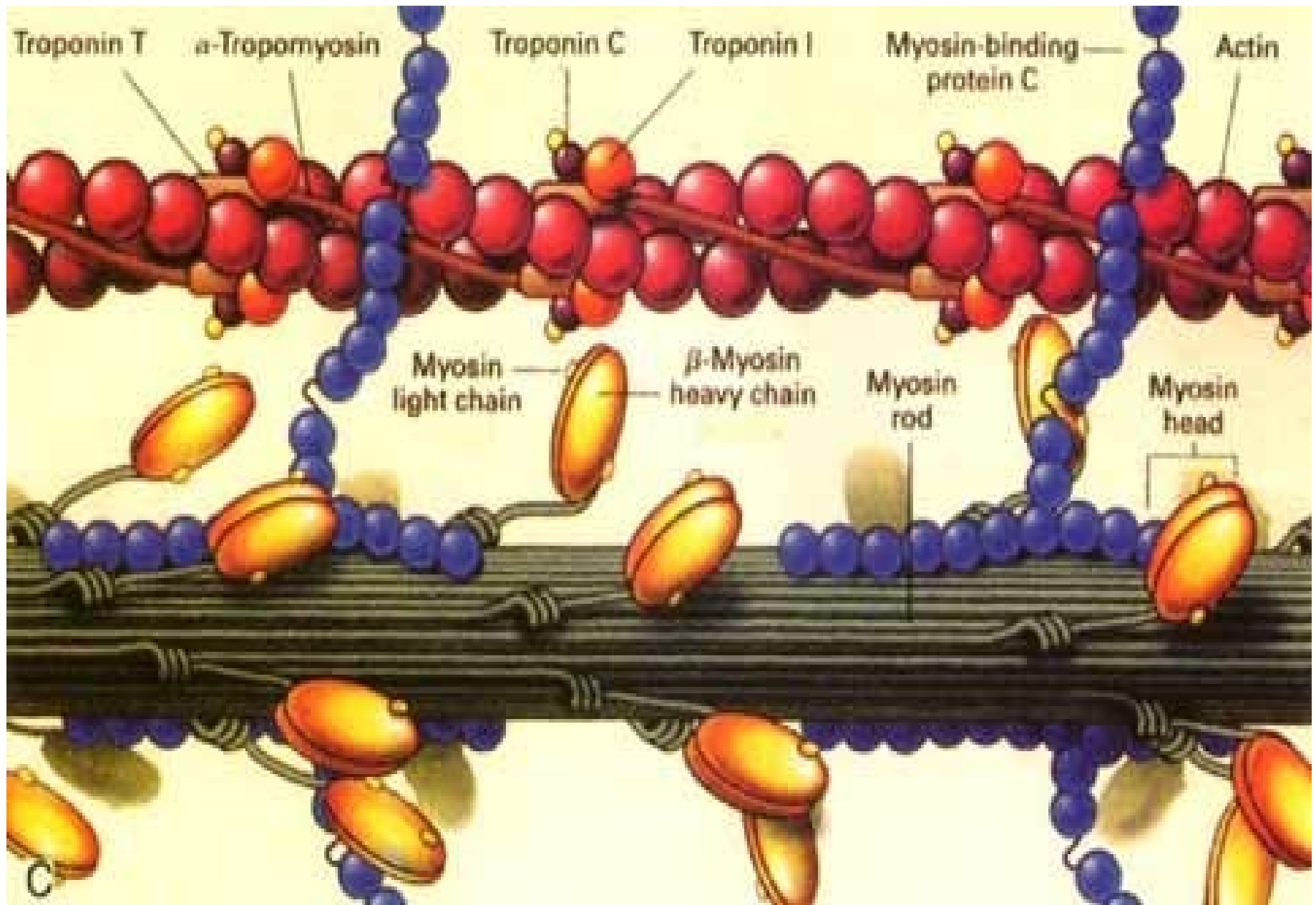


C

# Děkuji za pozornost

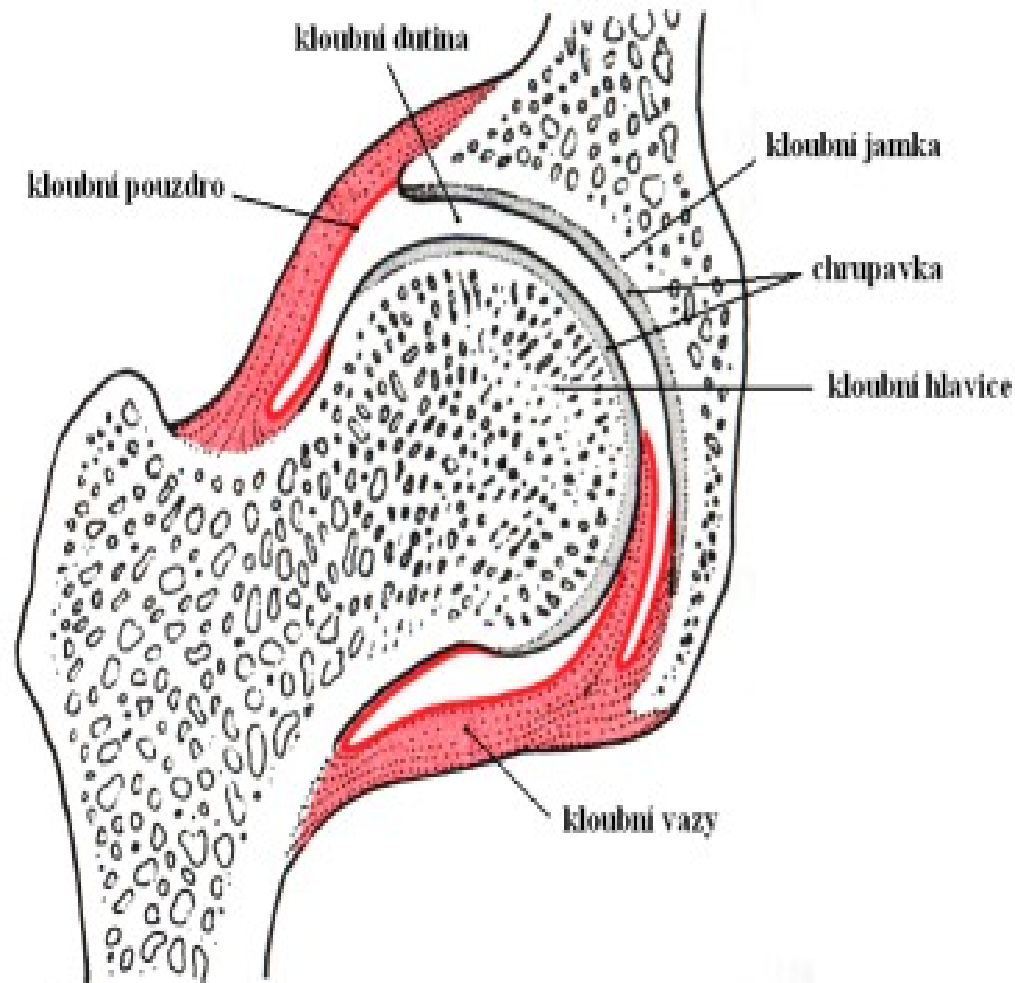






# Kloubní vazy

- Kloubní ligamenta - pruhovitá ztlustění pouzdra. Mohou být do pouzdra zavzata nebo od něj oddělena řidším vazivem nebo bursami.
- Kolagenní vlákna ligament přecházejí do kosti jako Sharpeyova vlákna.



*Strap with  
tendinous  
intersections*

*Strap*

*Tricipital*

*Triangular*



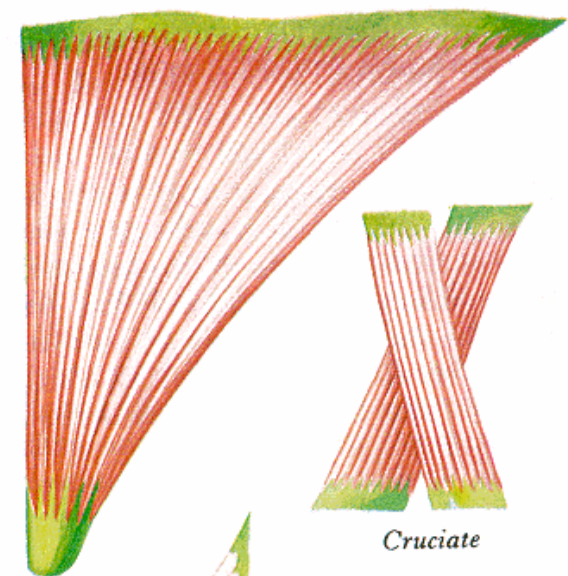
*Quadrilateral*



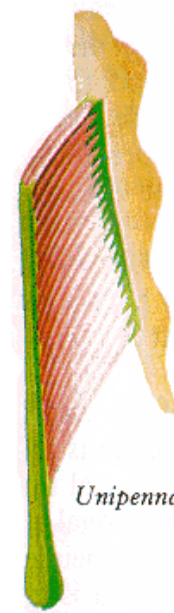
*Fusiform*



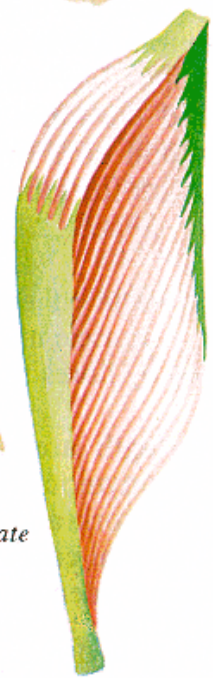
*Digastric*



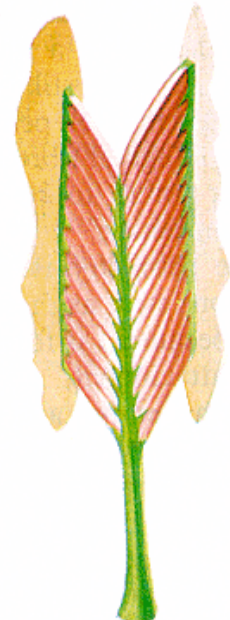
*Cruciate*



*Unipennate*



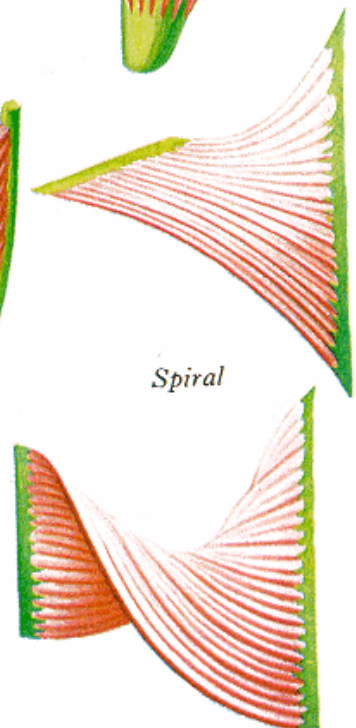
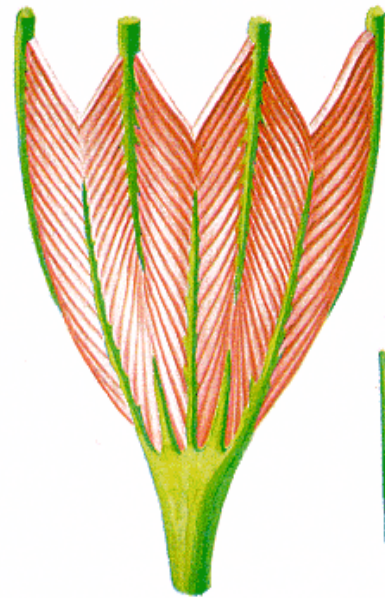
*Bipennate*



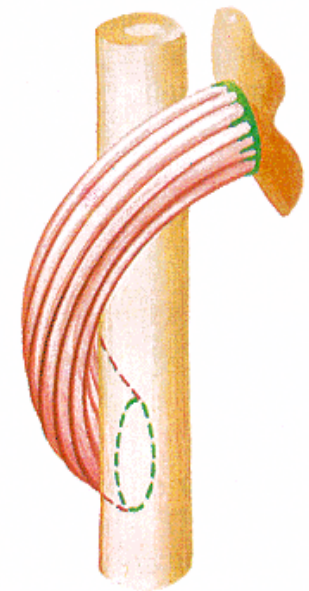
*Radial*



*Multi-pennate*



*Spiral*



Efferent

Afferent

Flower spray ending

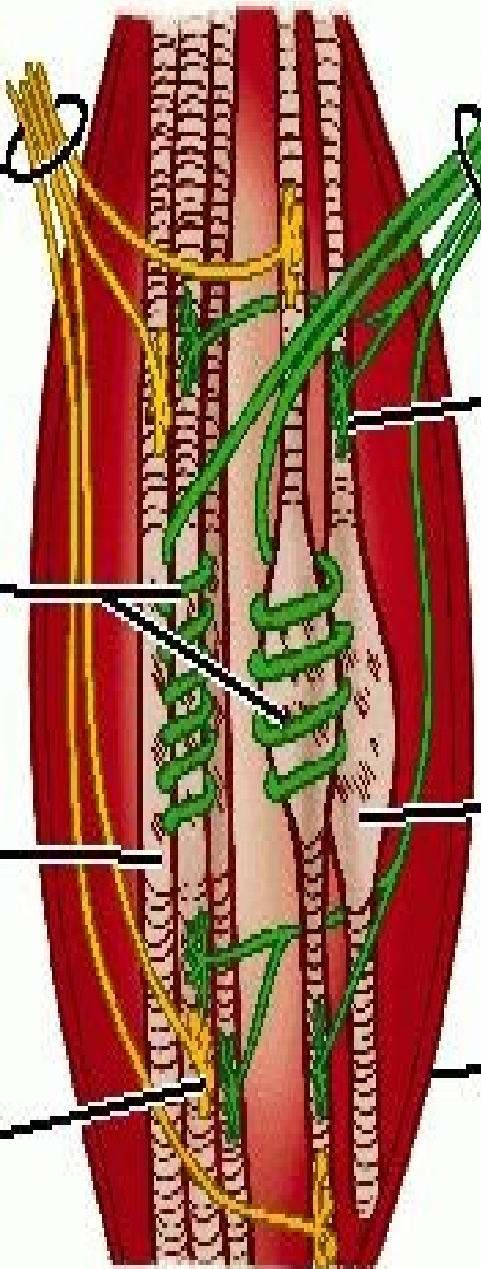
Annulospiral endings

Nuclear bag fiber

Nuclear chain fiber

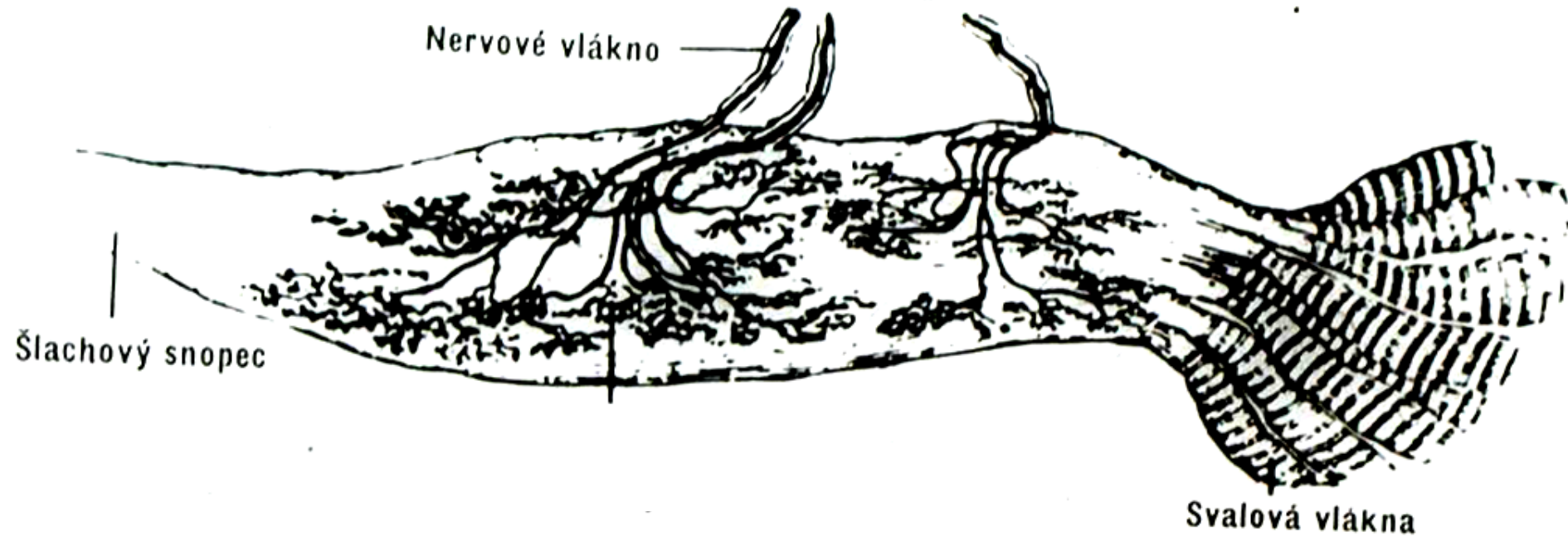
Capsule

Motor end plate

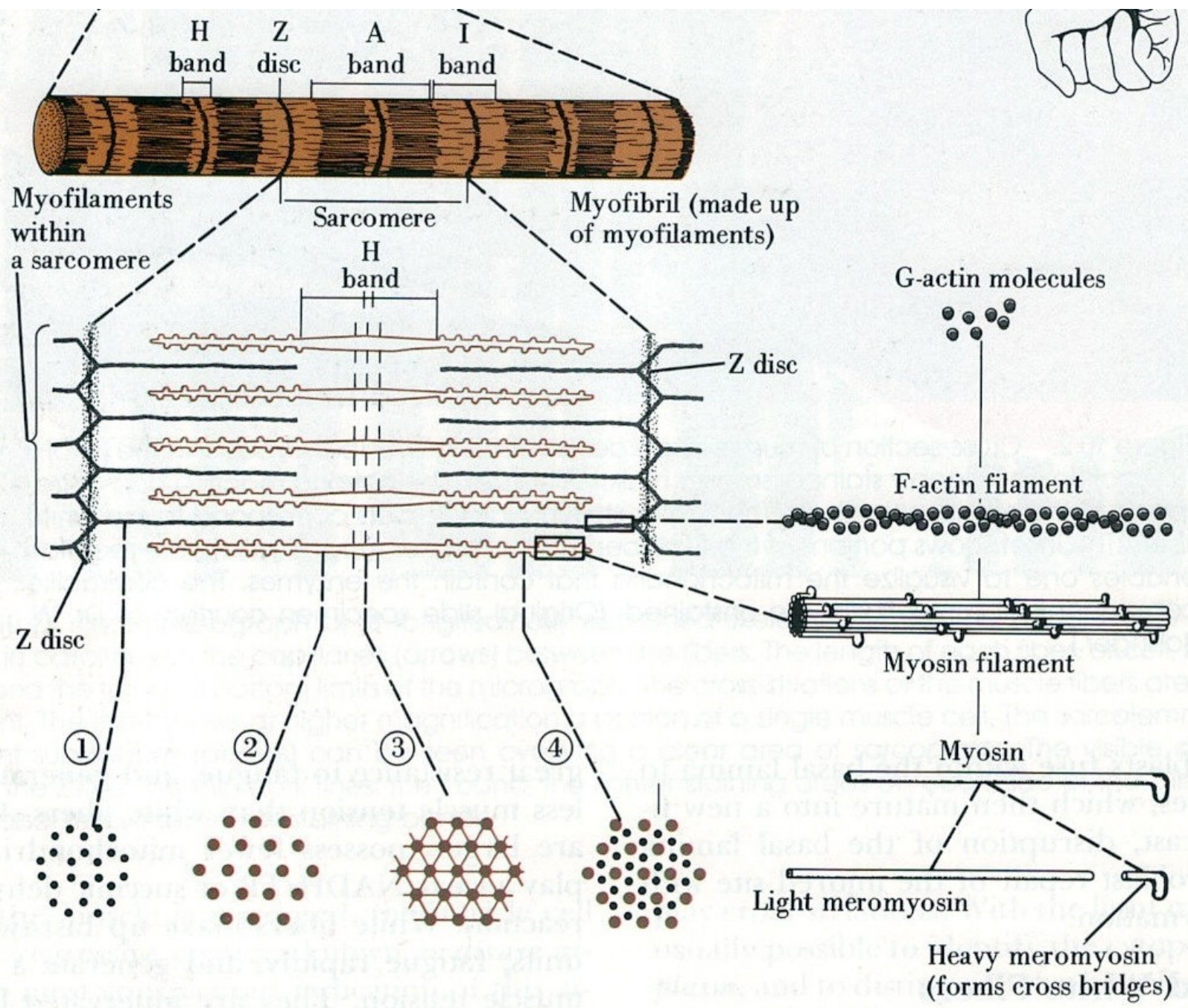


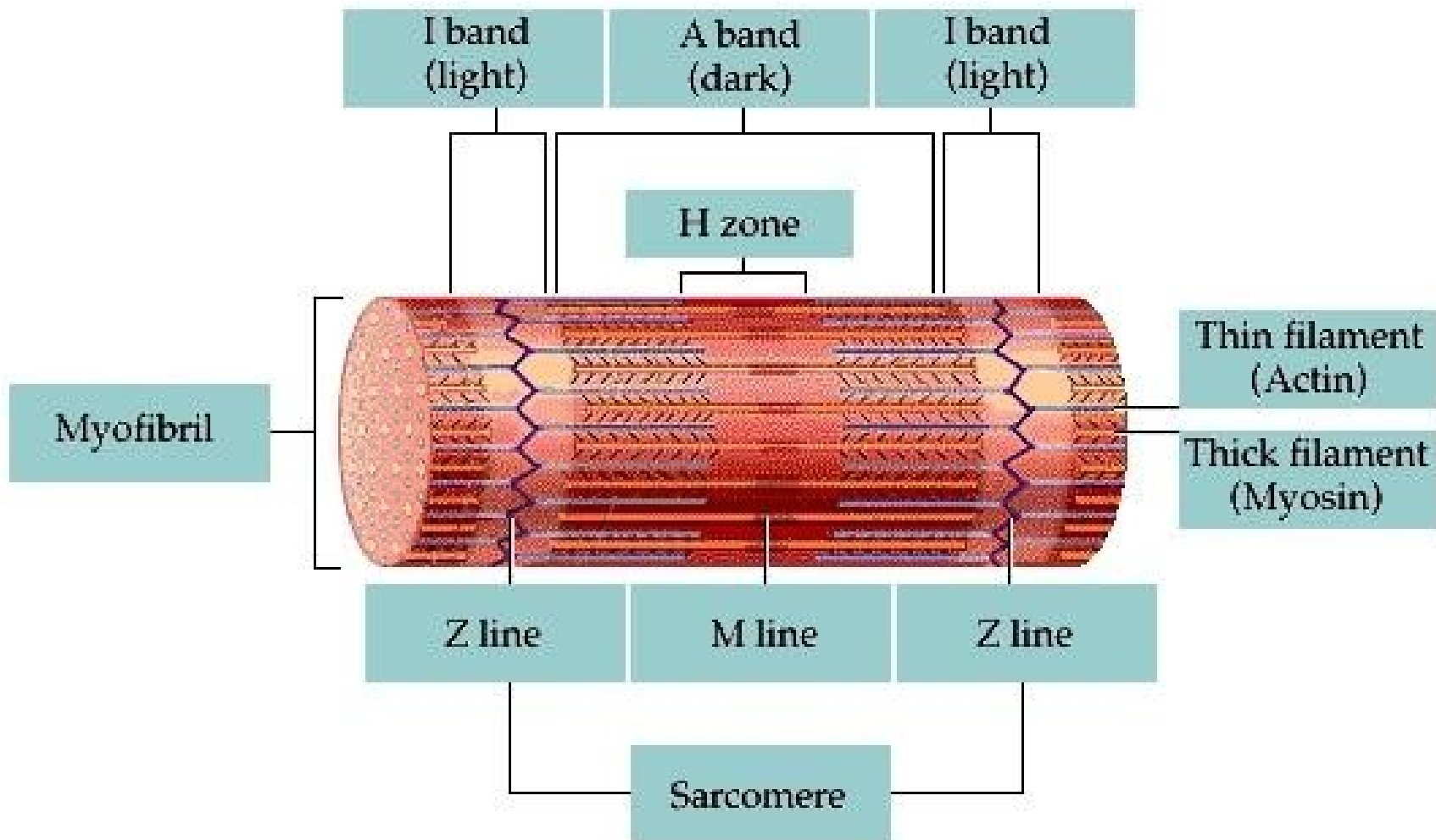


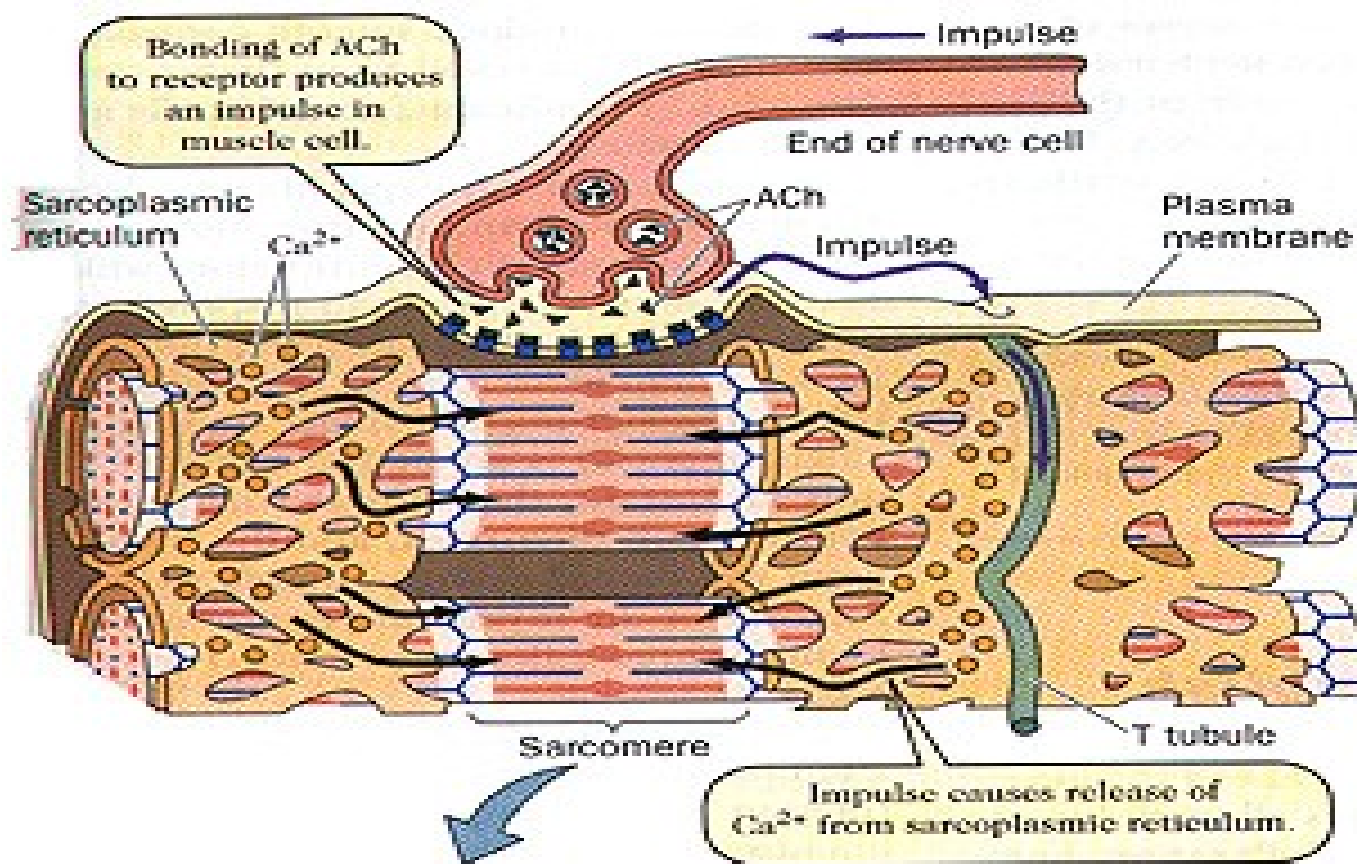
# Golgiho šlachové vřeténko



- na přechodu šlachy ve sval
- registrace svalového napětí a tlaku na šlachu







přenos vzruchu: akční potenciál  $\Rightarrow$  depolarizace sarkolemy

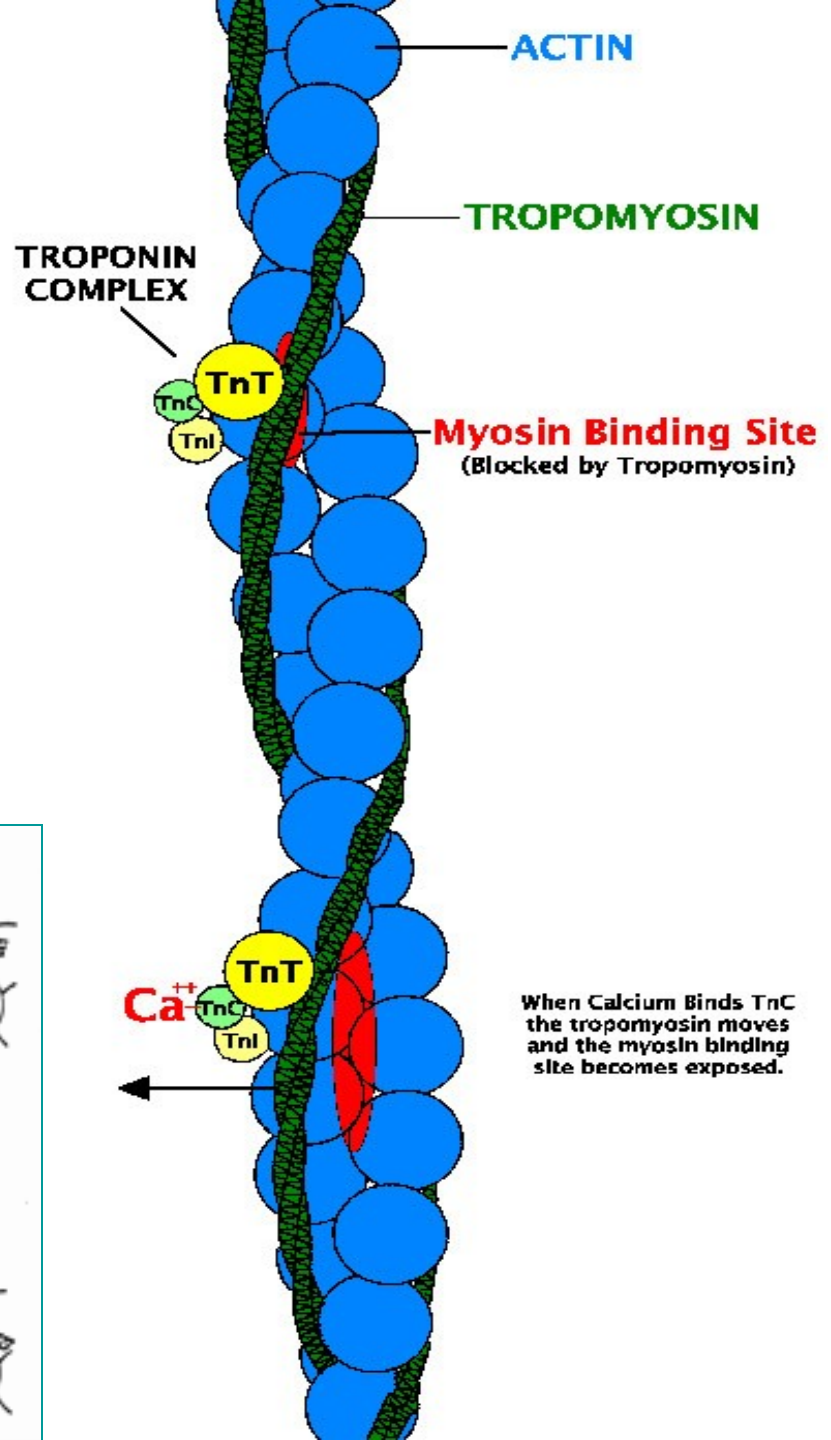
$\Rightarrow$  T-tubuly  $\Rightarrow$  přestup na membrány sarkoplazmatického retikula:

$\Rightarrow$  výstup  $\text{Ca}^{2+}$  do sarkoplazmy

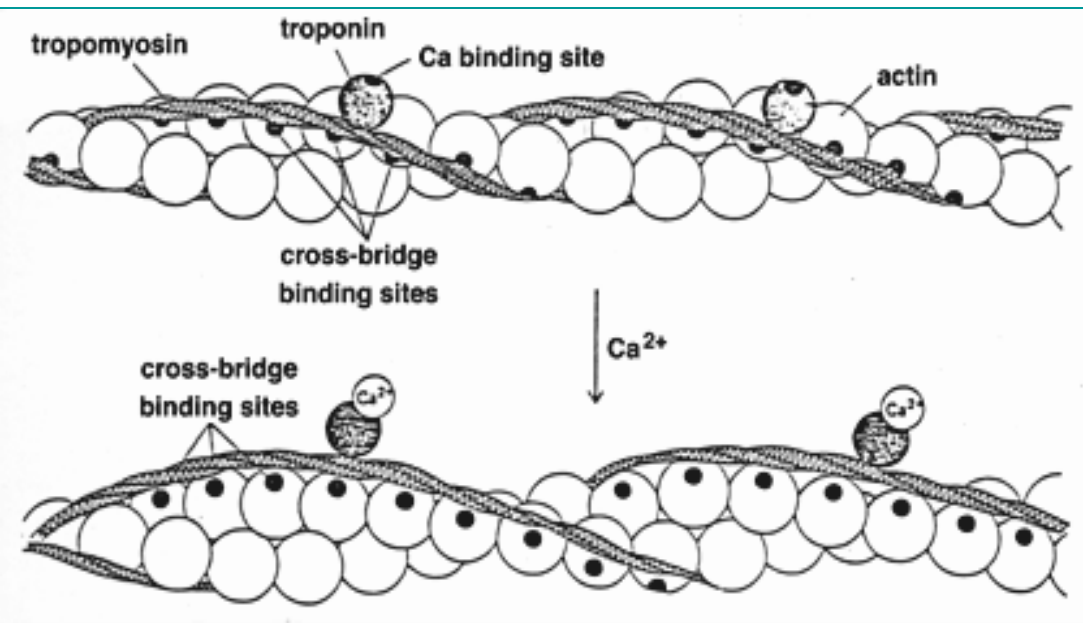


# Aktin

- Vlákna aktinu (F-aktin, fibrilární) jsou složena z polymerizovaných molekul globulárního proteinu G-aktinu o průměru 5,6nm.
- Z-linie =  $\alpha$ -aktinin

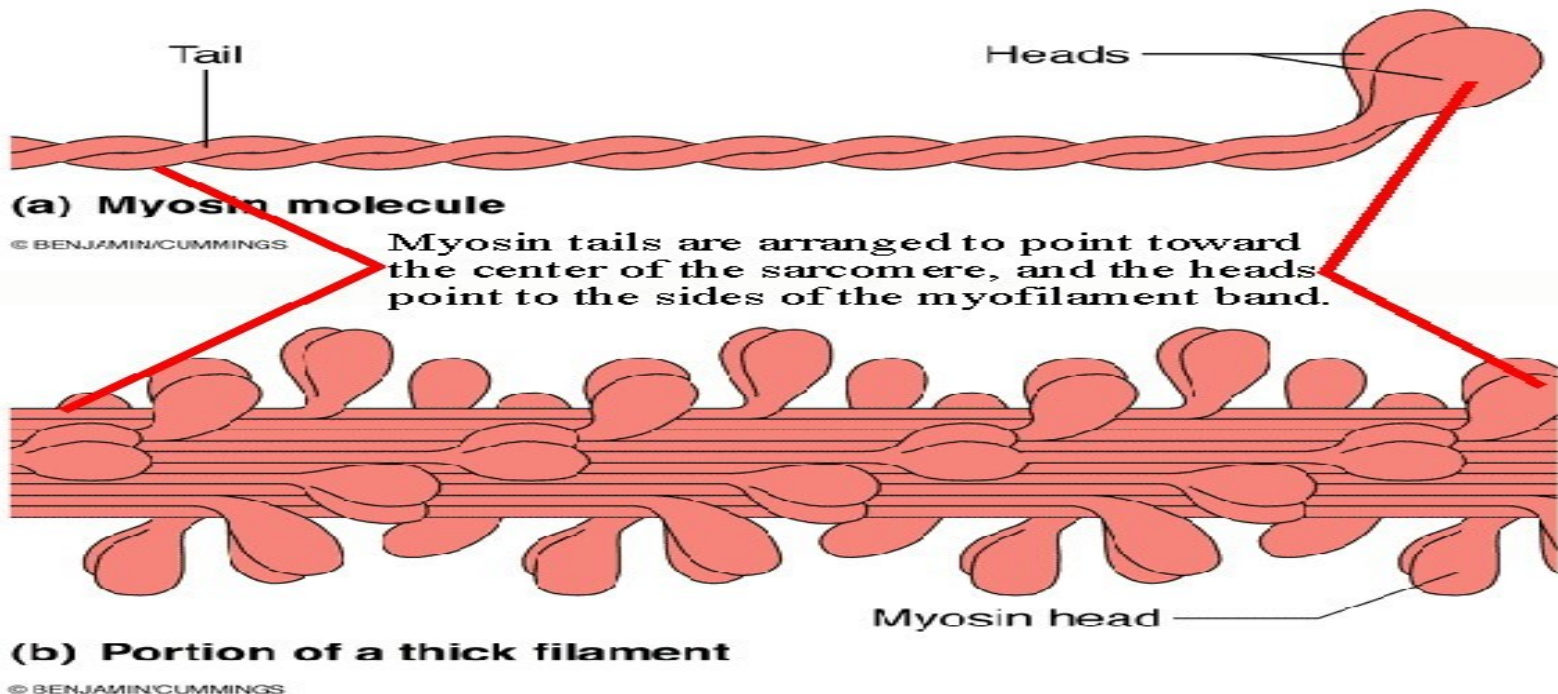


When Calcium Binds TnC the tropomyosin moves and the myosin binding site becomes exposed.

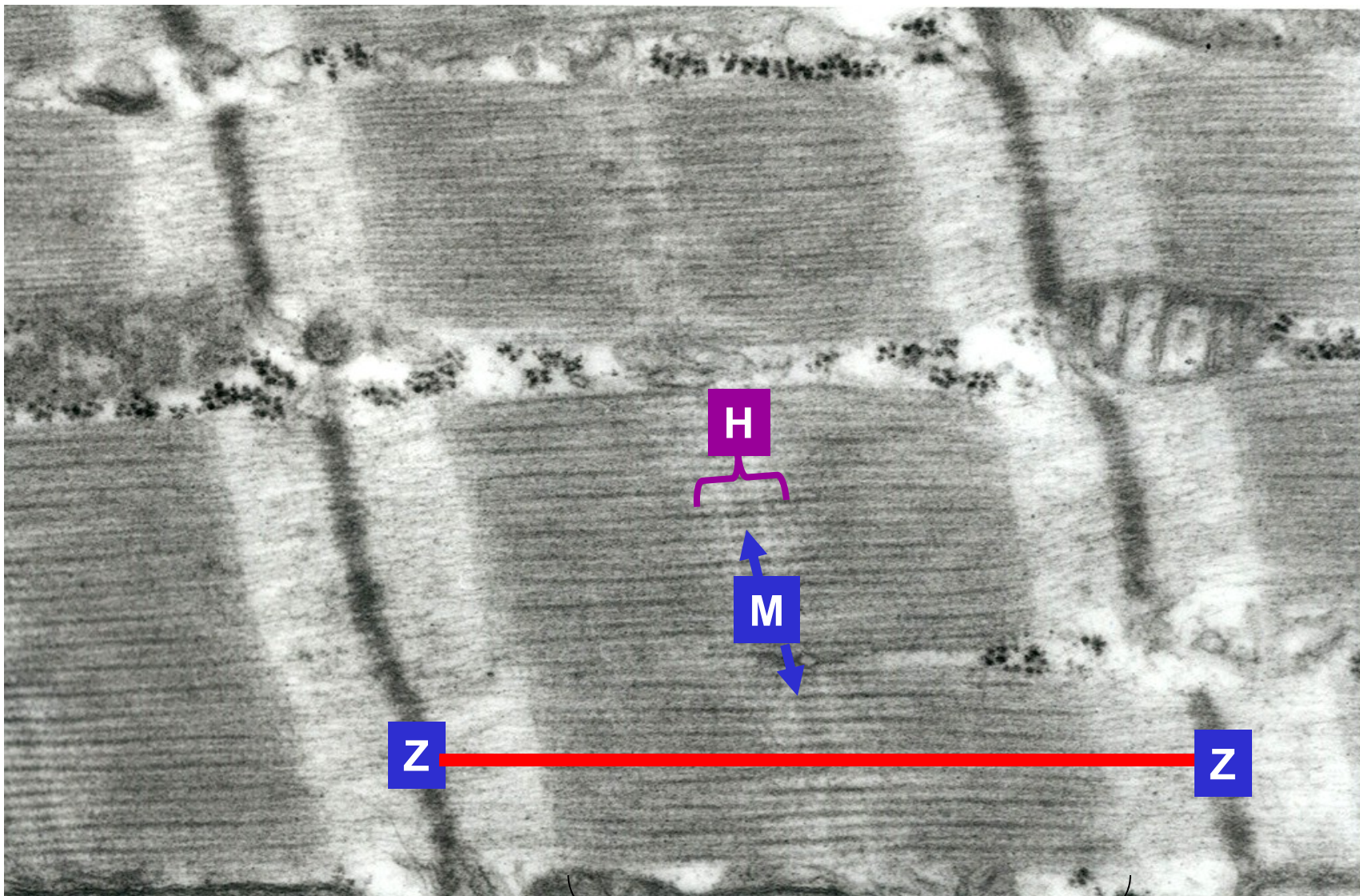


# Myosin

- Molekula myosinu je podstatně větší
- Na povrchu vlákna jsou hlavice spojené s vláknem flexibilním krčkem.
- Hlavice mají ATPázovou aktivitu





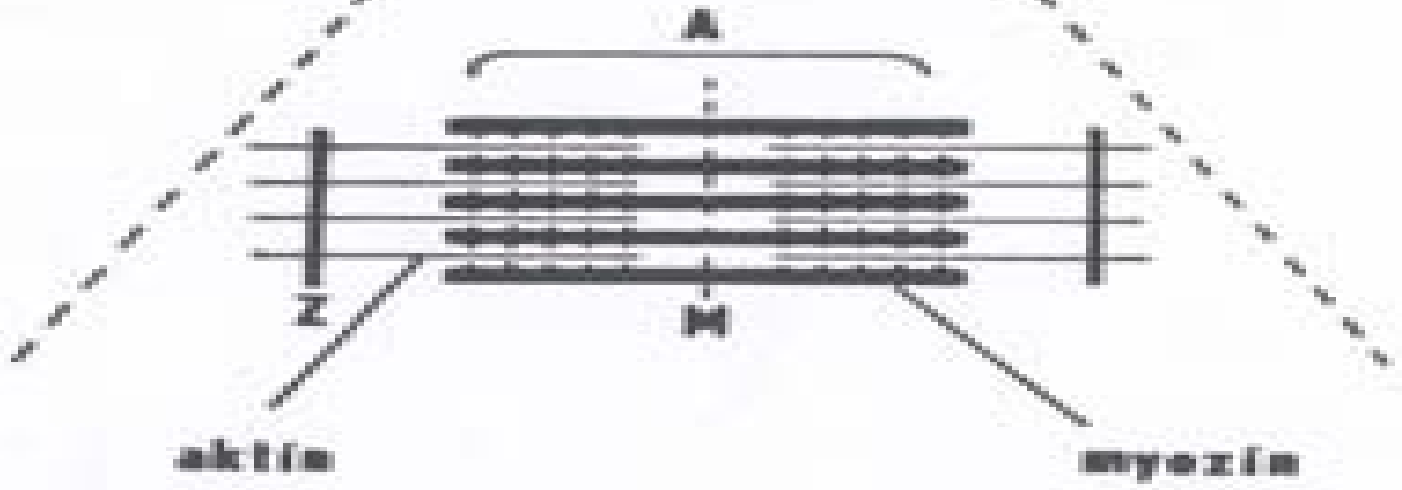
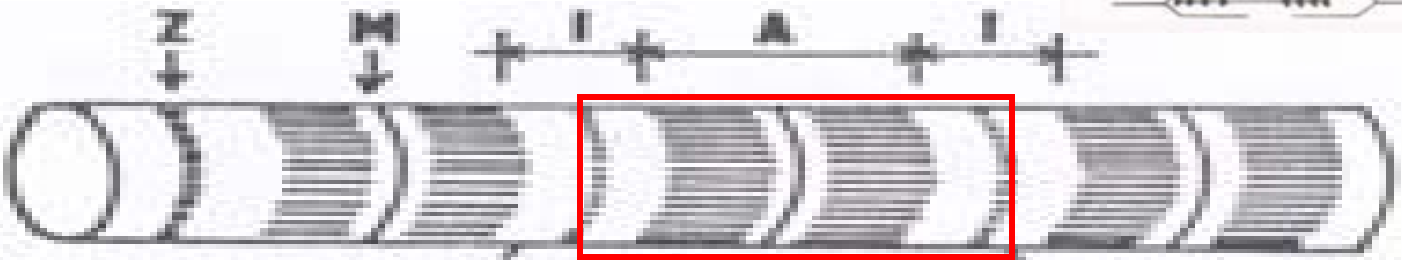
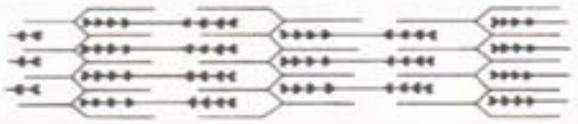


I-proužek

A-proužek

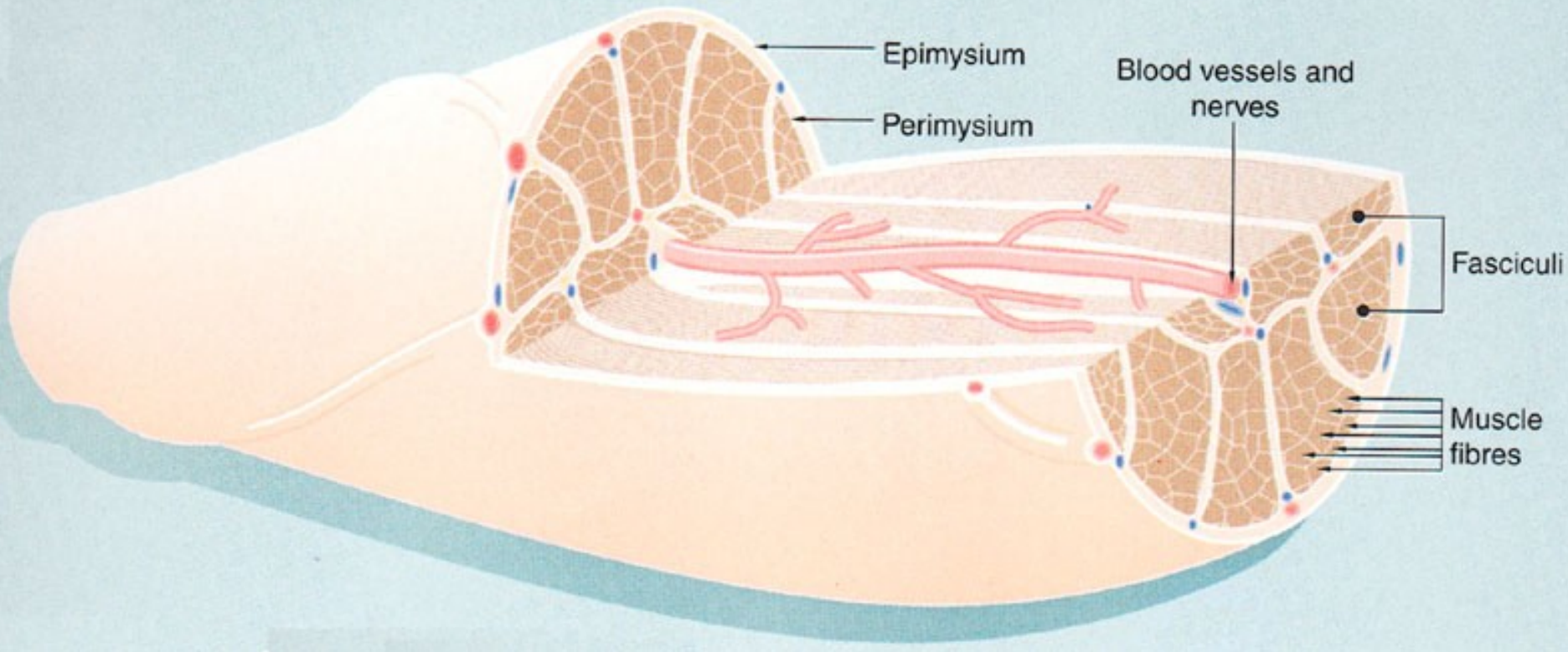
SARKOMERA

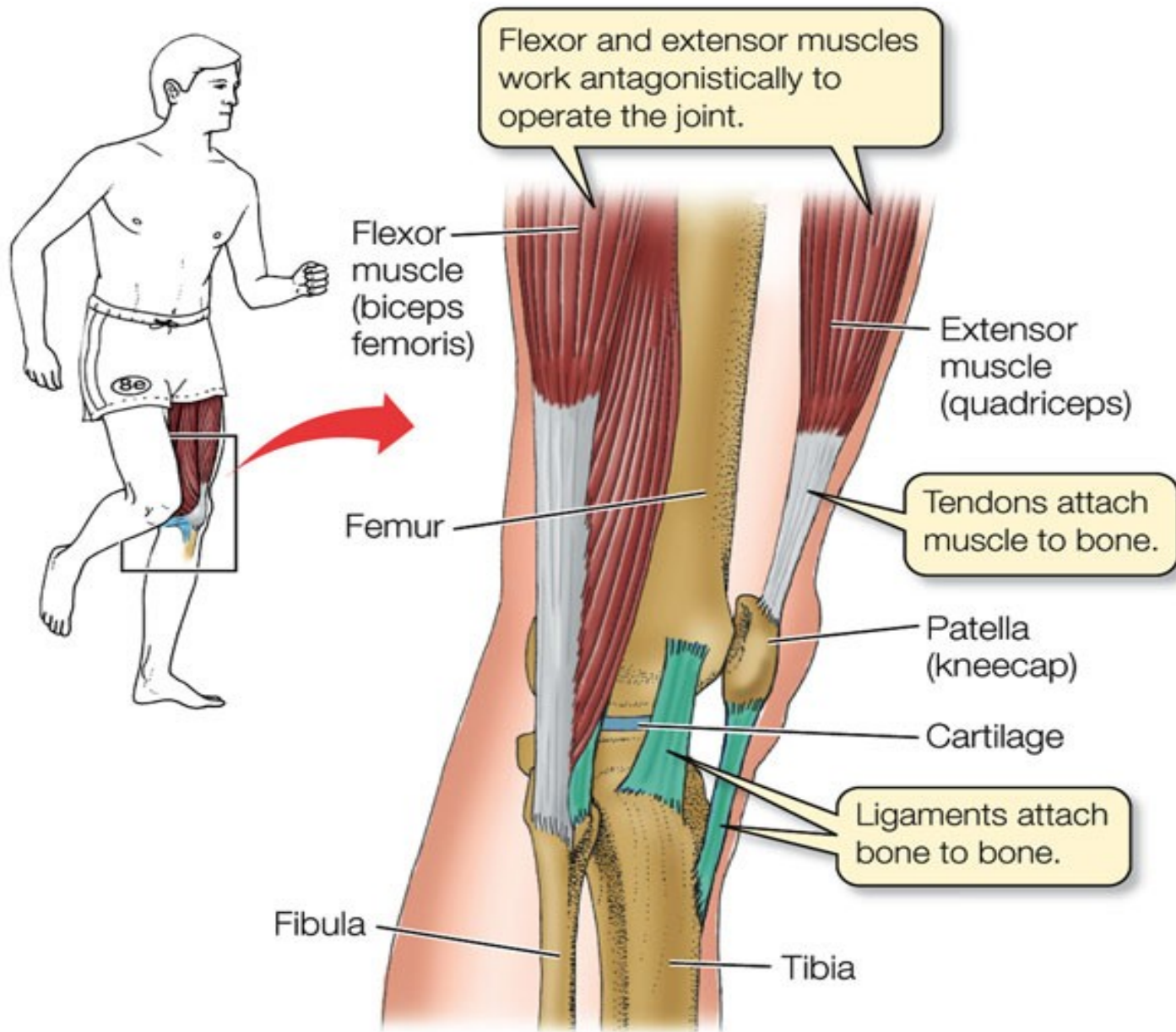
# Myofibrila – myofilamentum – sarkomera





# Stavba svalu



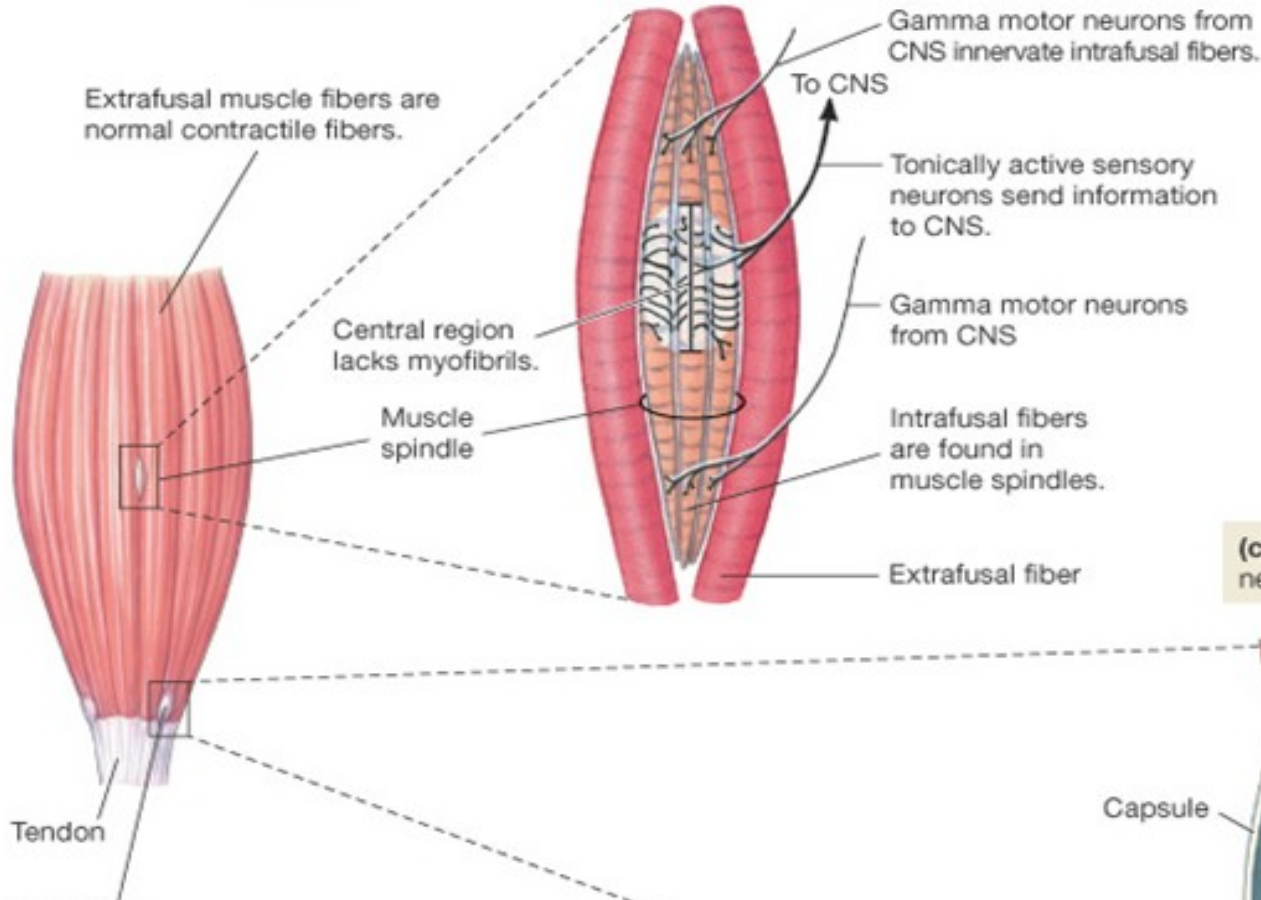


# Nervosvalové vřeténko

# Golgiho šlachové vřeténko

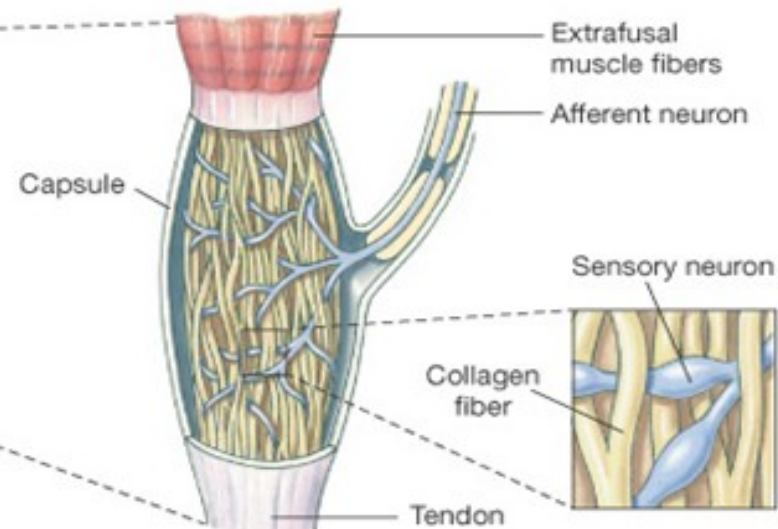
(a) Muscle spindles are buried among the extrafusal fibers of the muscle.

(b) Muscle spindle sends information about muscle stretch to the CNS.

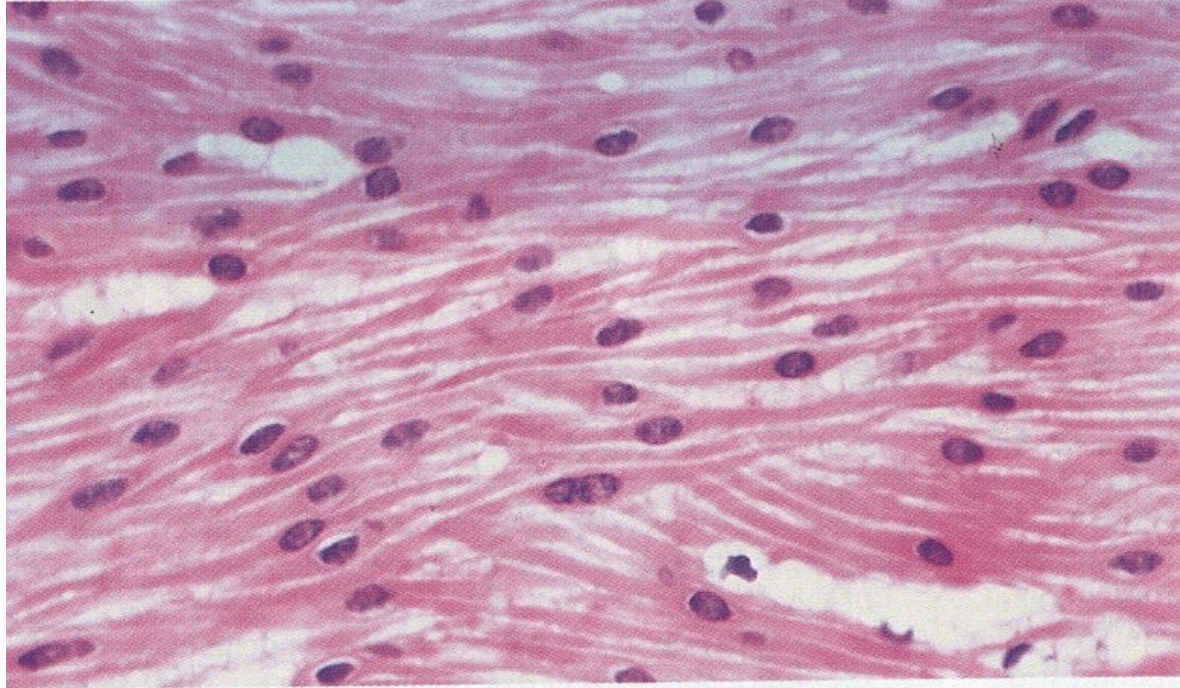


(c) Golgi tendon organ consists of sensory nerve endings interwoven among collagen fibers.

Golgi tendon organ links the muscle and the tendon.







a)

