

**POHYBOVÁ
SOUSTAVA,
SVALY A
TYPY
SVALOVÝCH
VLÁKEN**



POHYBOVÁ SOUSTAVA A SVALY

VÝZNAM POHYBOVÉ SOUSTAVY A SVALŮ

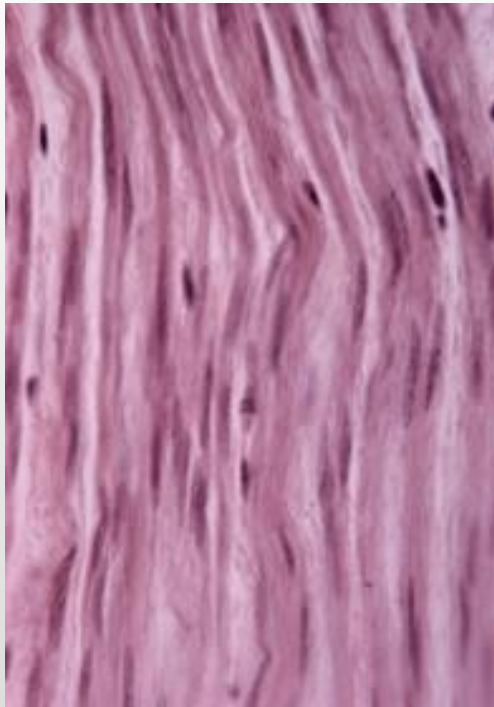
- Pohyb
- Držení těla
- Ochrana vnitřních orgánů
- Udržování tělesné teploty

SVALY

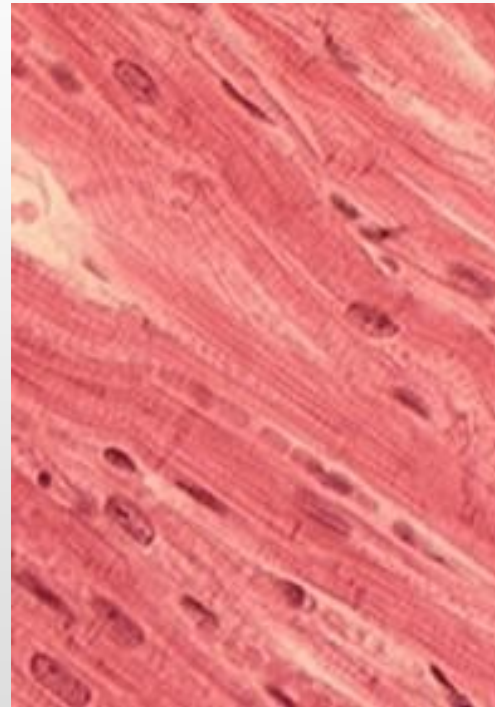
- Svaly jsou tkáně s elastickými vlastnostmi schopné po dodání vzrušivého podnětu kontrahovat a následně relaxovat
- Přeměňují tak chemickou energii v kinetickou
- Zajišťují pohyb jak uvnitř organismu tak i pohyb celého organismu

TYPY SVALOVÉ TKÁNĚ

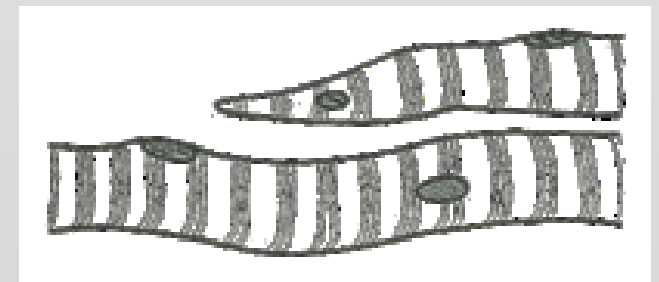
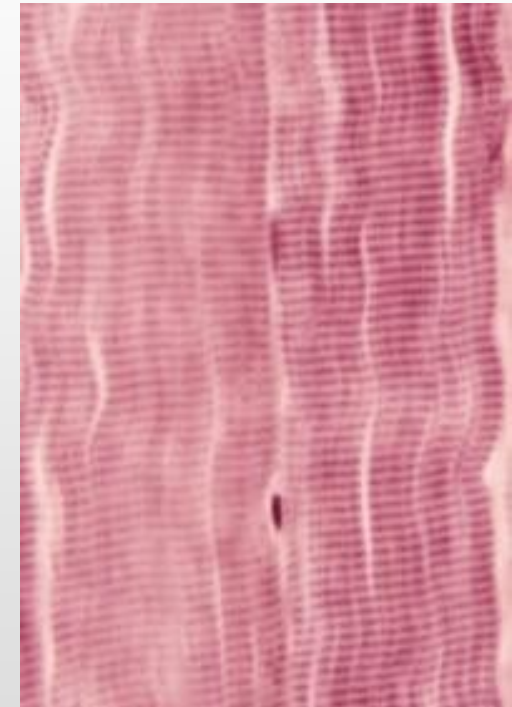
HLADKÁ SVALOVINA



SRDEČNÍ SVALOVINA



PŘÍČNĚPRUHOVANÁ SVALOVINA



TYPY SVALOVÉ TKÁNĚ

HLADKÁ

- **Není ovládaná vůlí** – inervace vegetativními nervy
- Buňky **jednojaderné**
- Žíly, orgány (žaludek, močový měchýř, děloha)
- 3% hmotnosti
- Funkce: udržuje/ mění **tonus vnitřních orgánů**

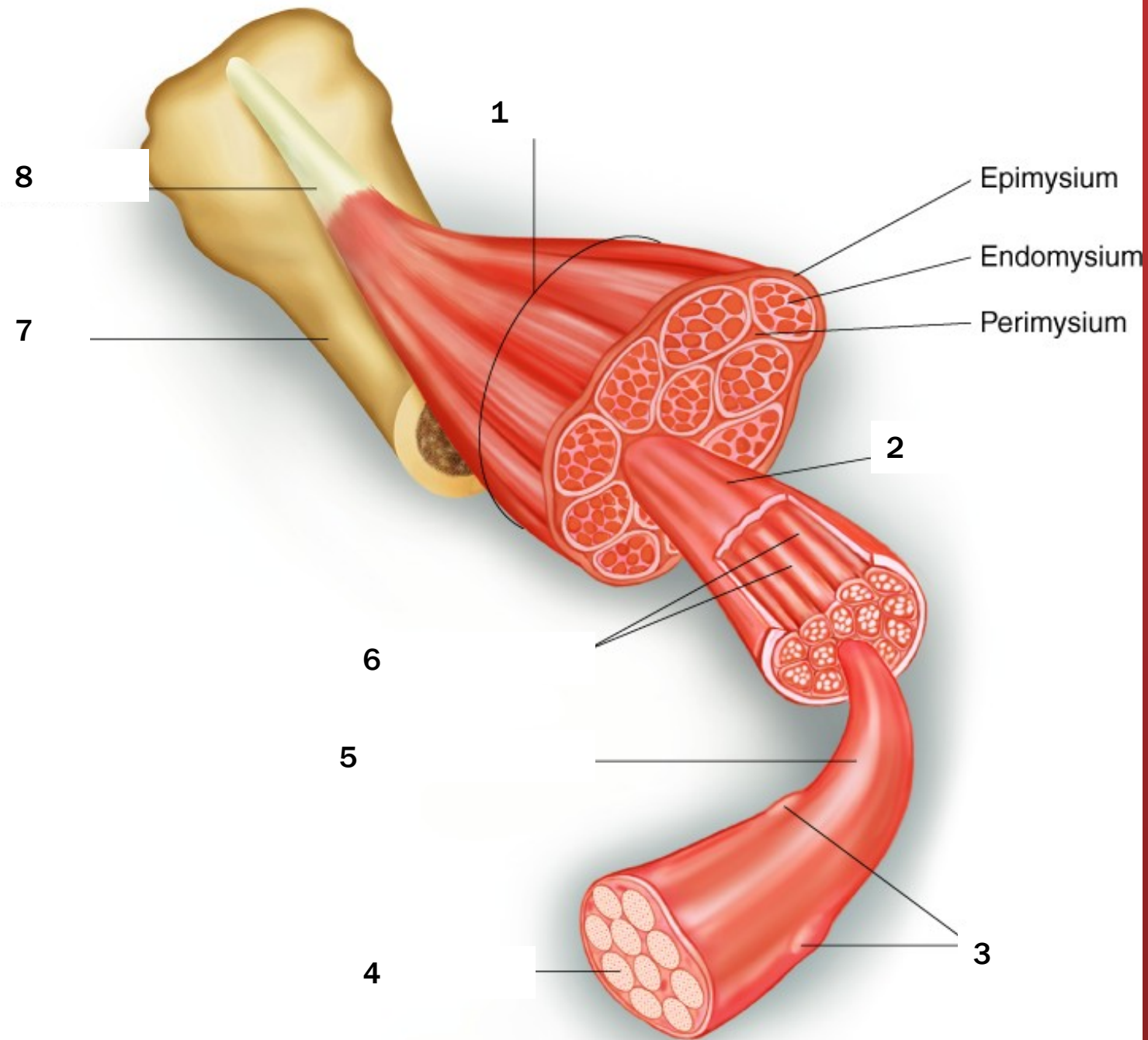
SRDEČNÍ

- Některé rysy společné příčně pruhované
- **Není ovládaná vůlí** - signály pro stahy srdečních buněk vznikají přímo v srdci
- **Stálá a rytmická aktivita**

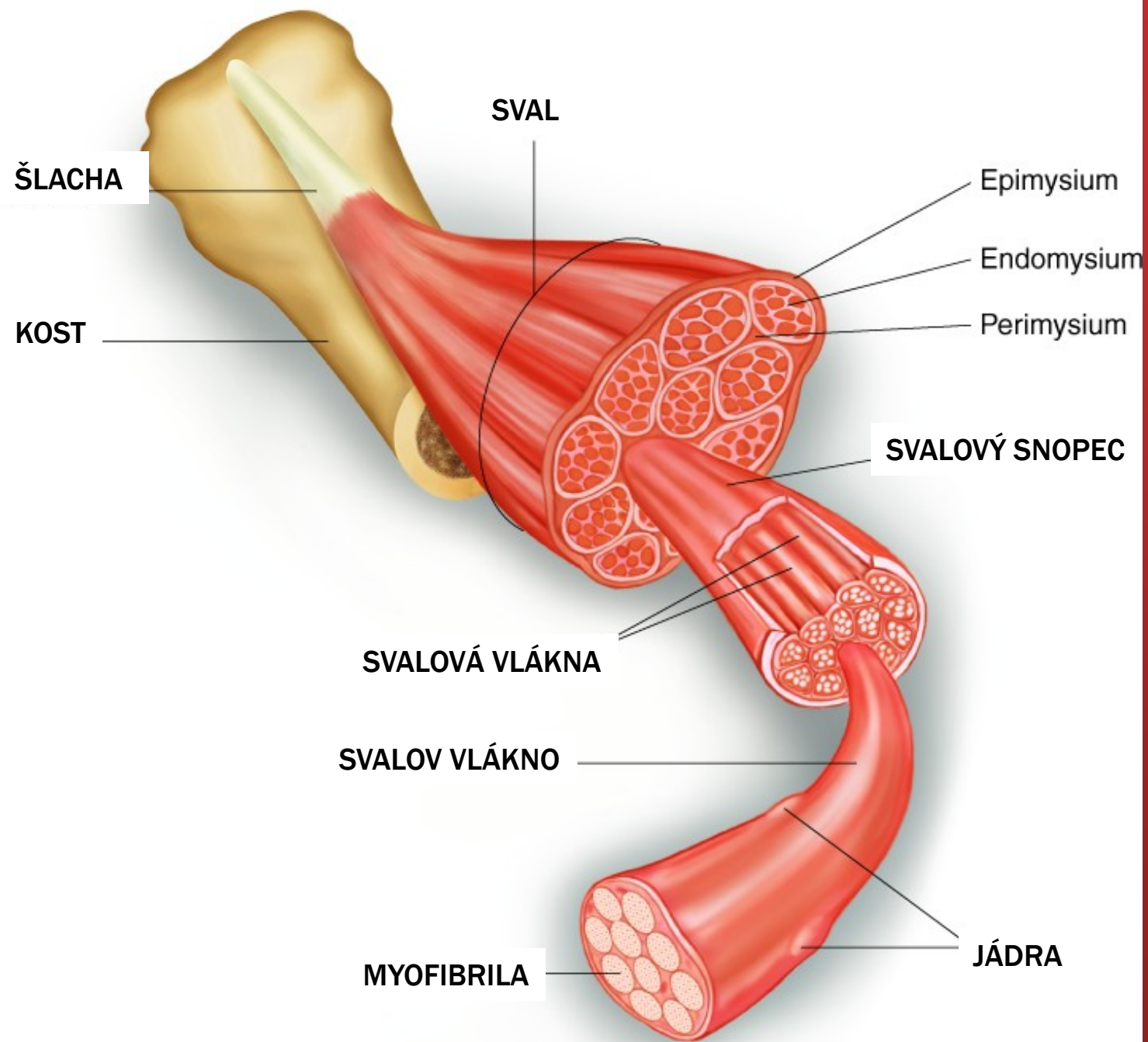
PŘÍČNĚ PRUHOVANÁ

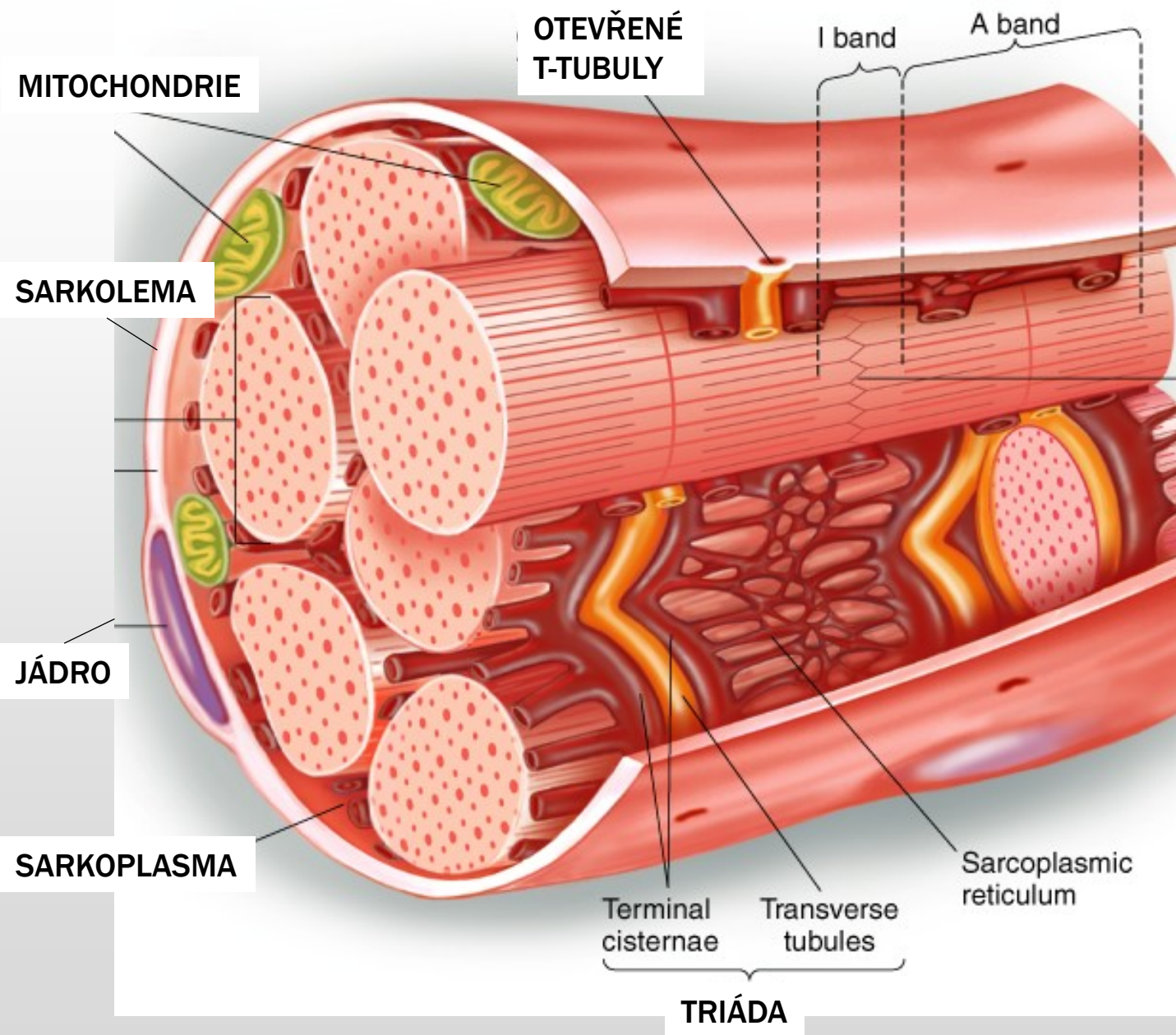
- **Ovládaná vůlí** – inervace mozkomíšními nervy
- Buňky **mnohojaderné**
- Přes 600 skeletárních svalů
- 40-50% tělesné hmotnosti

AKTIVITA - STRUKTURA KOSTERNÍHO SVALU



STRUKTURA KOSTERNÍHO SVALU





SVALOVÉ VLÁKNO

- Svalová buňka se nazývá svalové vlákno
- Svalové vlákno je mnohojaderný, 10–100 mikrometrů silný útvar
- Vlákna jsou průměrně dlouhá 1–40 mm, až 30cm
- Svalové vlákno je ohraničeno plazmatickou membránou nazývanou sarkolema – pod ní desítky jader
- Cytoplazma svalového vlákna se nazývá sarkoplazma – obsahuje svalové barvivo myoglobin - intracelulární zásoba kyslíku v období svalové práce
- Uvnitř sarkoplazmy jsou t-tubuly umožňující transport aktivních látek ke svalovému vláknu
- Sarkoplasmatické retikulum obsahuje kalcium

USPOŘÁDÁNÍ FILAMENT

Myofibrily jsou kontraktilní jednotky kosterních svalů, sval tvoří několik stovek až tisíc myofibril

Myofibrily se skládají ze sarkomer, nejmenších funkčních jednotek svalu – odděleny Z disky

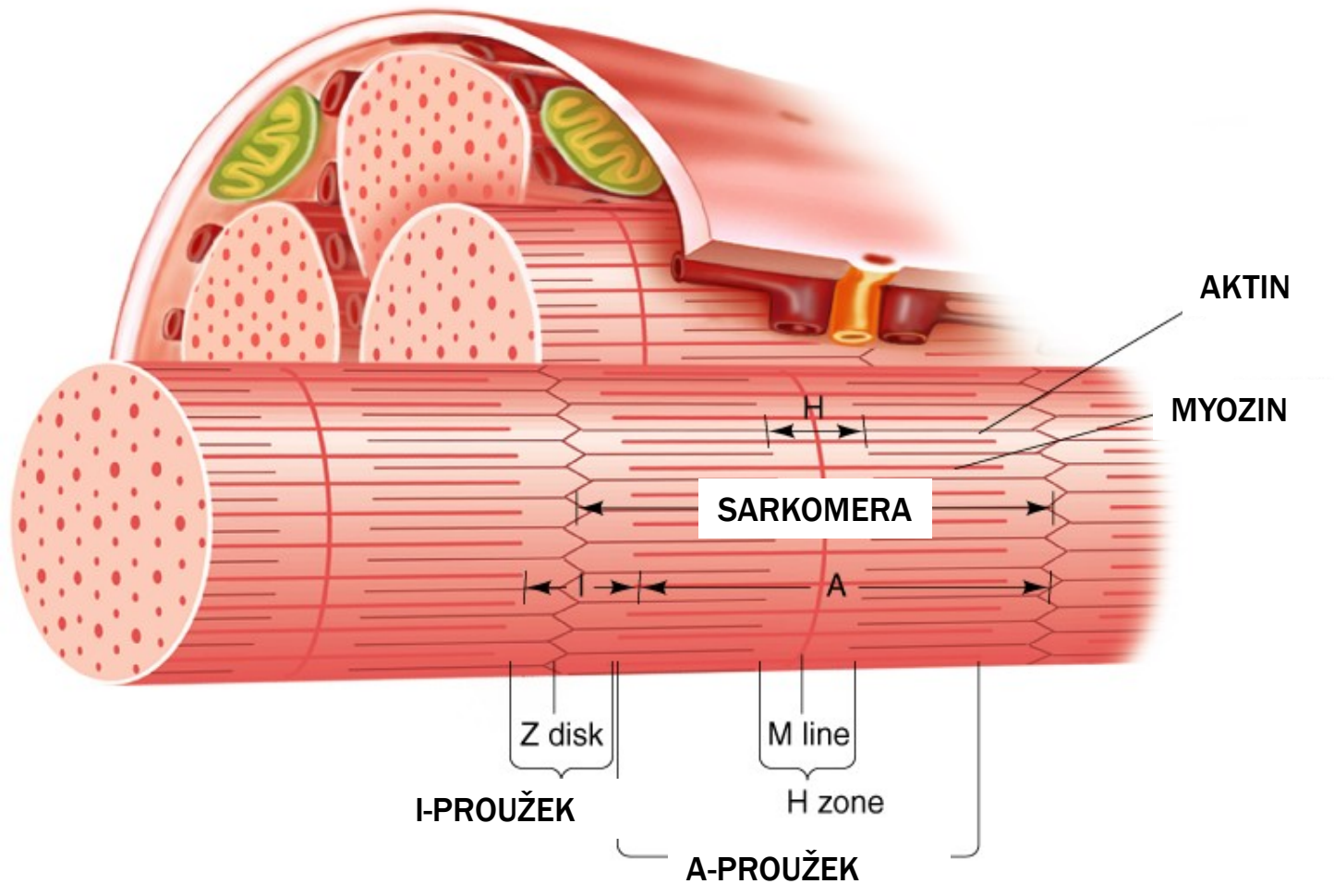
Každá myofibrila se skládá z pravidelně se střídajících světlejších (I-proužek) a tmavších (A-proužek) úseku

Sarkomera se skládá z vláken dvou bílkovin, myozin a aktin, které jsou zodpovědné za svalovou kontrakci

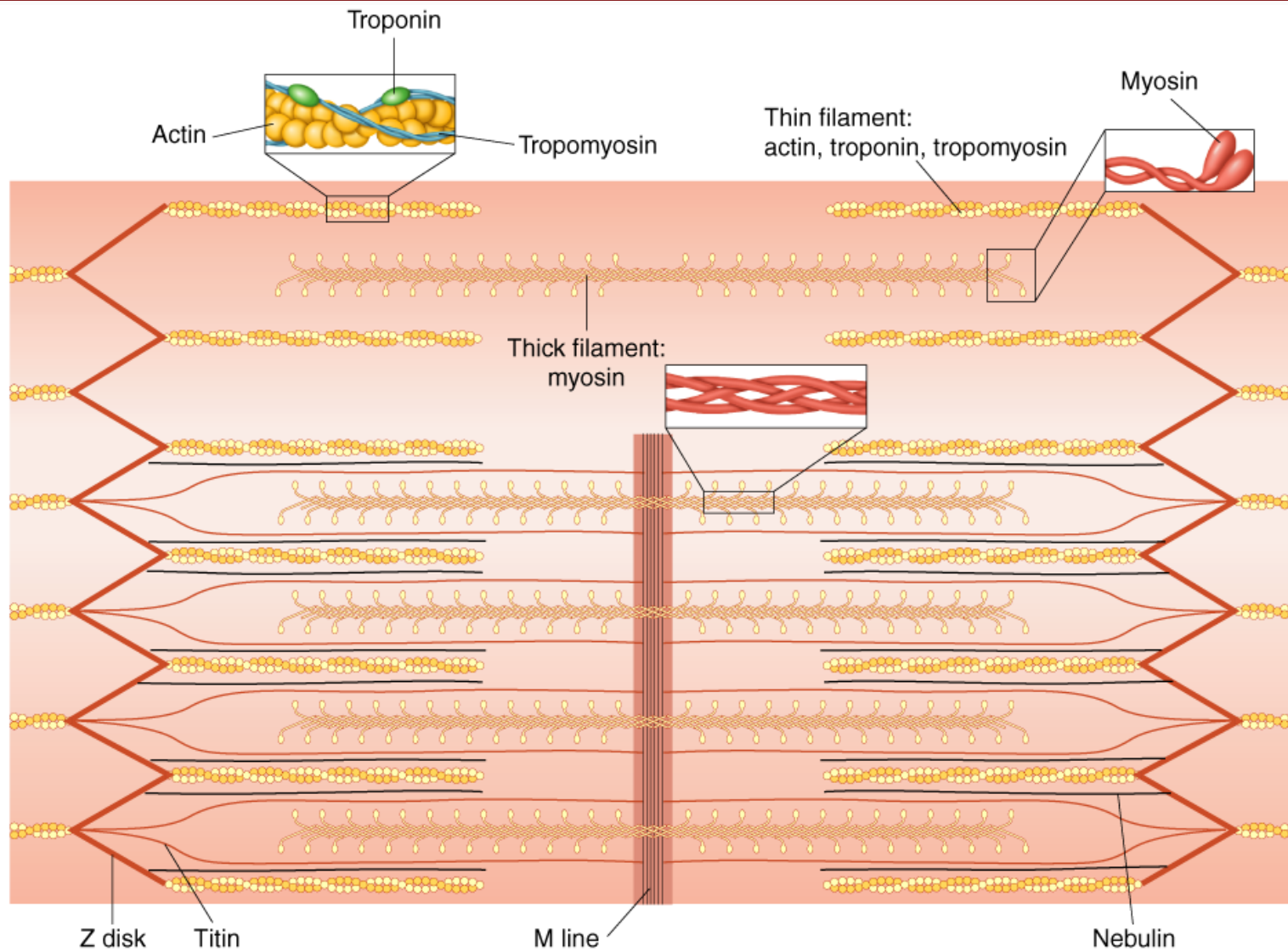
Myozin je tenké vlákno, které má kulovitou hlavu, ohebný krk a tyčinkovité tělo

Aktinové vlákno tvoří: aktin, tropomyozin, a troponin (připojeno k Z disku)

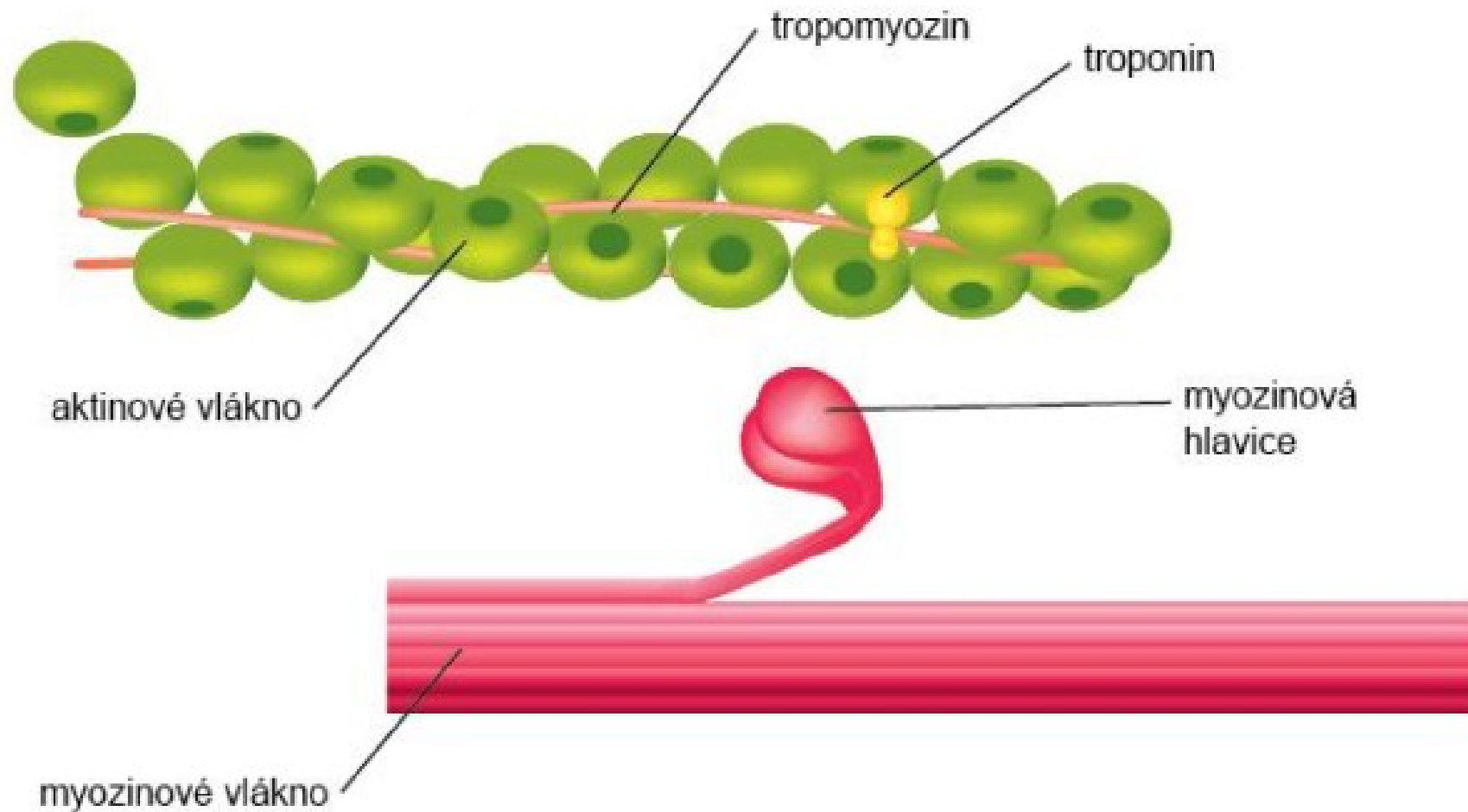
Aktin: myozin – 1:2



USPOŘÁDÁNÍ FILAMENT V SARKOMEŘE



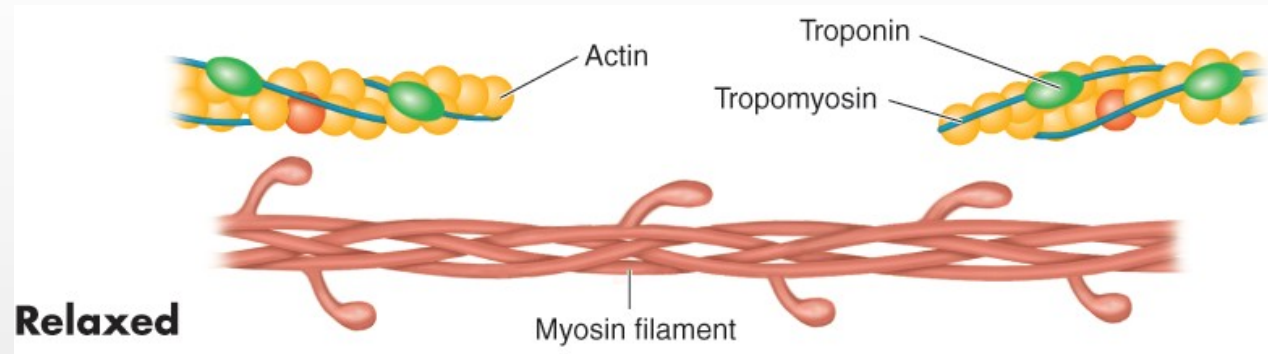
AKTINOVÉ A MYOZINOVÉ VLÁKNO



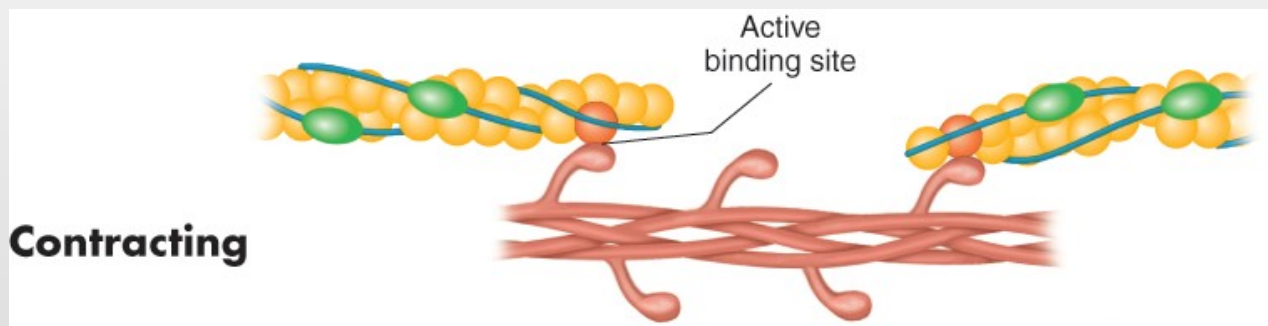
KONTRAKCE SVALOVÉHO VLÁKNA

<https://www.youtube.com/watch?v=BVcgO4p88AA>

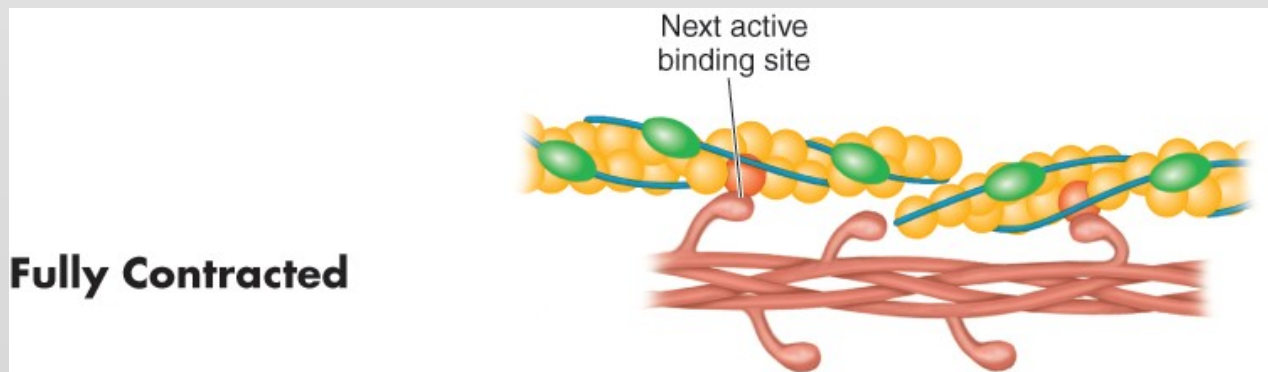
UVOLNĚNÉ SVALOVÉ
VLÁKNO

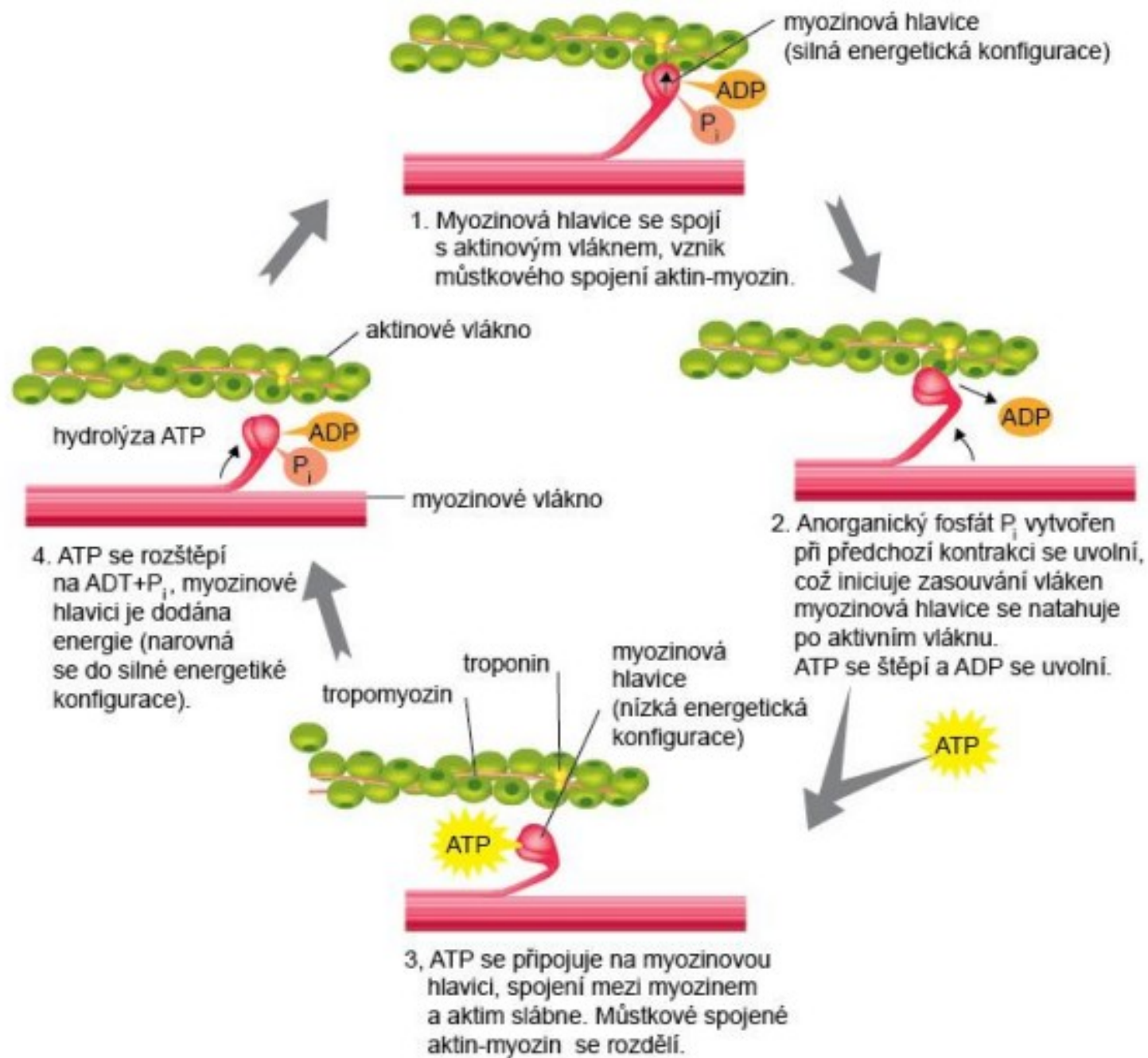


KONTRAKCE

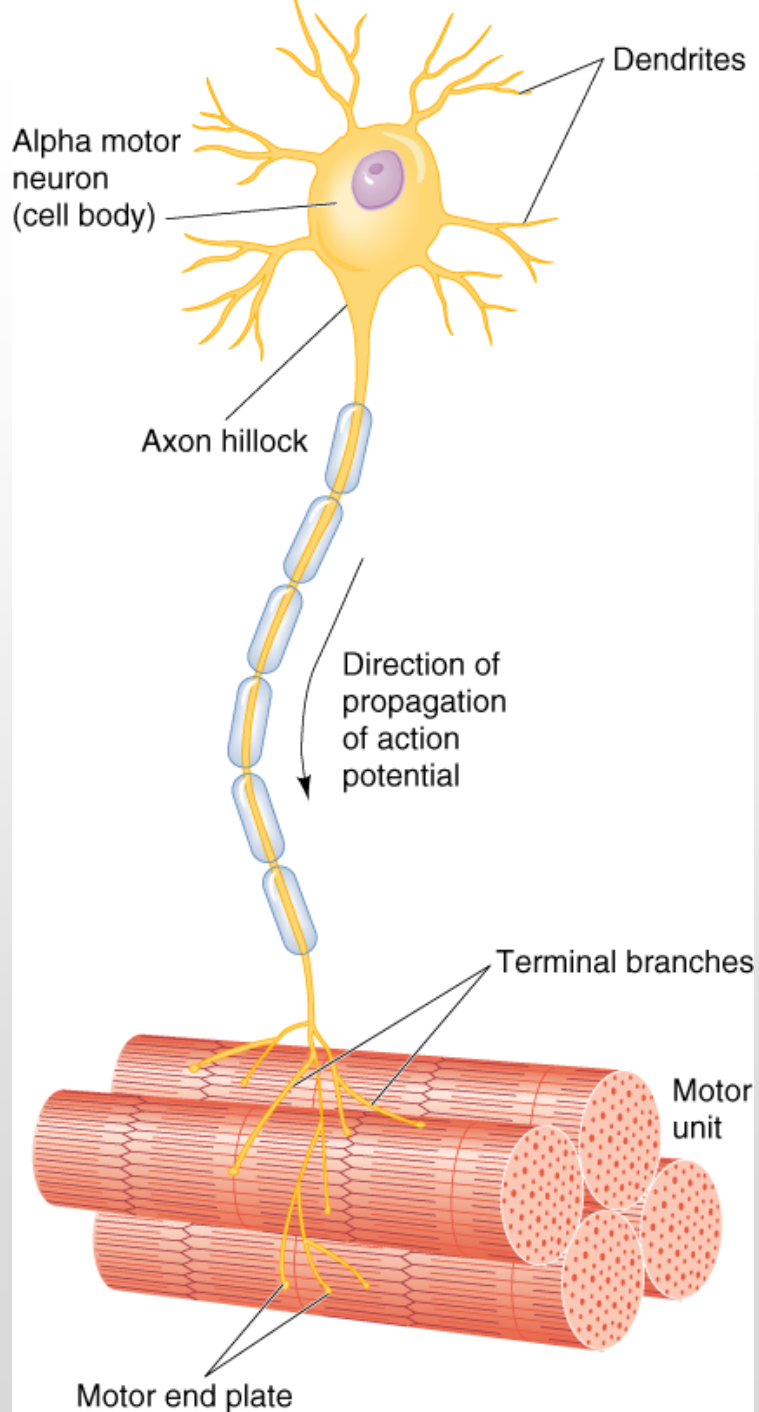


MAXIMÁLNÍ KONTRAKCE



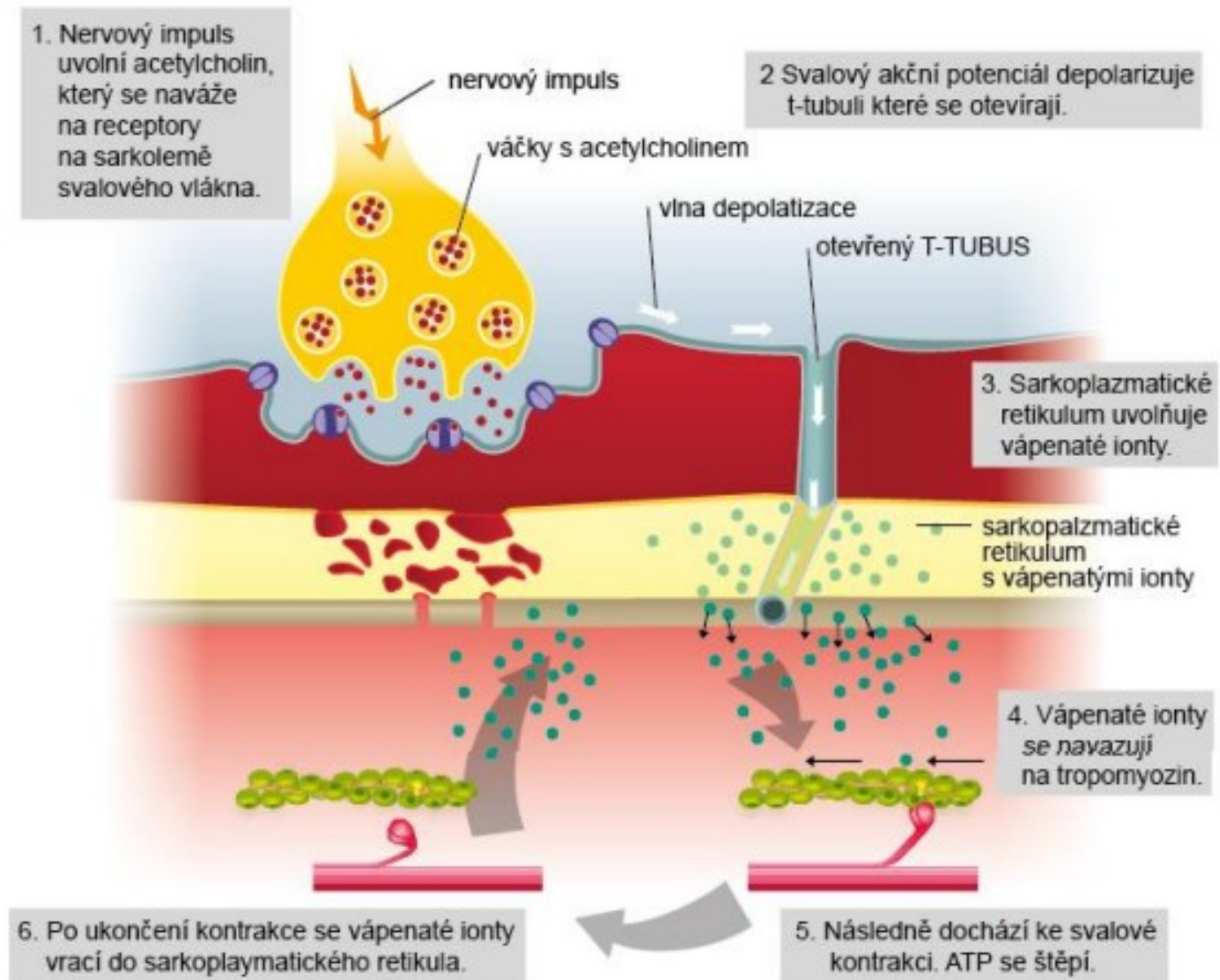


Obr. 35 Svalová kontrakce.



MOTORICKÁ JEDNOTKA

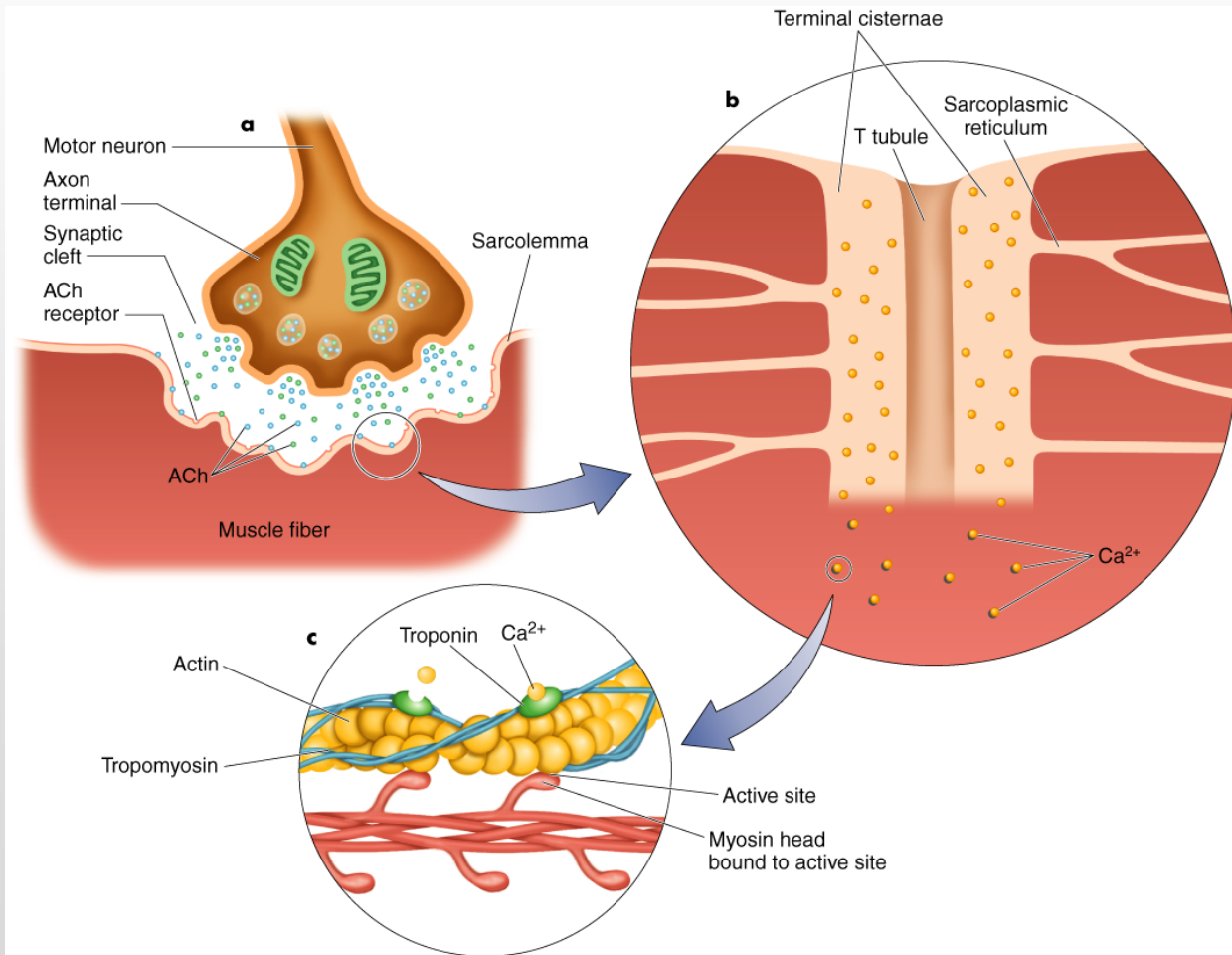
- Tělo, dendrity, axon
- Pro vyvolání kontrakce kosterních svalů je nezbytná aktivita CNS
- Motoneurony
- Motorická ploténka - přenos excitačních impulzů z motoneuronů na sval



Obr. 34 Nervosvalový přenos.

NERVOSVALOVÝ PŘENOS

<https://www.youtube.com/watch?v=KelwnMk89A4>



1. Motoneuron, vysílající signály z mozku nebo míchy, uvolňuje mediátor (neurotransmitér) tzv. acetylcholin (ACh) z nervosvalové ploténky
2. Navázáním ACh na receptor způsobí v membráně otevření kanálů pro sodné ionty, a vyvolá tak vznik akčního potenciálu svalové buňky
3. Akční potenciál se šíří po sarkolemě a skrz T-tubuly k sarkoplazmatickému retikulu, pak se do sarkoplazmy vylijí ionty Ca^{2+}
4. Ca^{2+} ionty se váží na troponin na aktinovém vlákně, troponin změni svoji prostorovou konfiguraci a umožní tropomyozinu zanořit se mezi vlákna aktinu, a odkryt tak jeho aktivní místa
5. Po těchto aktivních místech se „natahují“ hlavy myozinu, kloužou po nich a vytvářejí spojení neboli můstky mezi aktinem a myozinem
6. Myozinové vlákno tak aktivně přitahuje dvě aktinová vlákna zakotvená do protilehlých Z-proužků, a tím k sobě tyto proužky přitahuje
7. Výsledkem je zkrácení sarkomery, zkrácení myofibrily, a tím i zkrácení svalu čili svalový stah
8. Na konci svalové akce jsou vápenaté ionty aktivně pumpována zpět do plazmatického retikula, kde zůstanou uskladněna do příchodu dalšího akčního potenciálu

TYPY SVALOVÝCH VLÁKEN

Pomalé (červené) svalové vlákno (I) Slow-Twitch (ST) Muscle Fibers SLOW OXIDATIVE (SO)

- Velké množství myoglobinu – bílkovina vážící ve svalu kyslík
- Vysoká aerobní (oxidativní) kapacita a odolnost vůči únavě – vysoký počet mitochondrií a bohaté prokrvení
- Nízká anaerobní (neoxidativní, glykolitická) kapacita a svalová síla
- Pomalá kontrakce (110 ms/svalový tah) a myozinová ATPáza
- 10–180 vláken v motorické jednotce

Rychlé (červené) svalové vlákno (IIa) Fast-Twitch (FT_a) Muscle Fibers FAST OXIDATIVE GLYCOLYTIC (FOG)

- Střední aerobní (oxidativní) kapacita a odolnost vůči únavě
- Vysoká anaerobní (neoxidativní, glykolitická) kapacita a svalová síla
- Rychlá kontrakce (50 ms/svalový stah) a myozinová ATPáza
- 300–800 vláken v motorické jednotce

Rychlé (bílé) svalové vlákno (IIx/IIb) Fast-Twitch (FT_b/FT_x) Muscle Fibers FAST GLYCOLYTIC (FG)

- Menší množství myoglobinu, méně prokrvené
- Nízká aerobní (oxidativní) kapacita a odolnost vůči únavě
- Vysoká anaerobní (neoxidativní, glycolytická) kapacita s svalová síla
- Rychlá kontrakce (50 ms/svalový stah) a myozinová ATPáza
- 300–800 vláken v motorické jednotce

AKTIVITA - ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI SVALOVÝCH VLÁKEN

**TYP I
POMALÉ ČERVENÉ**

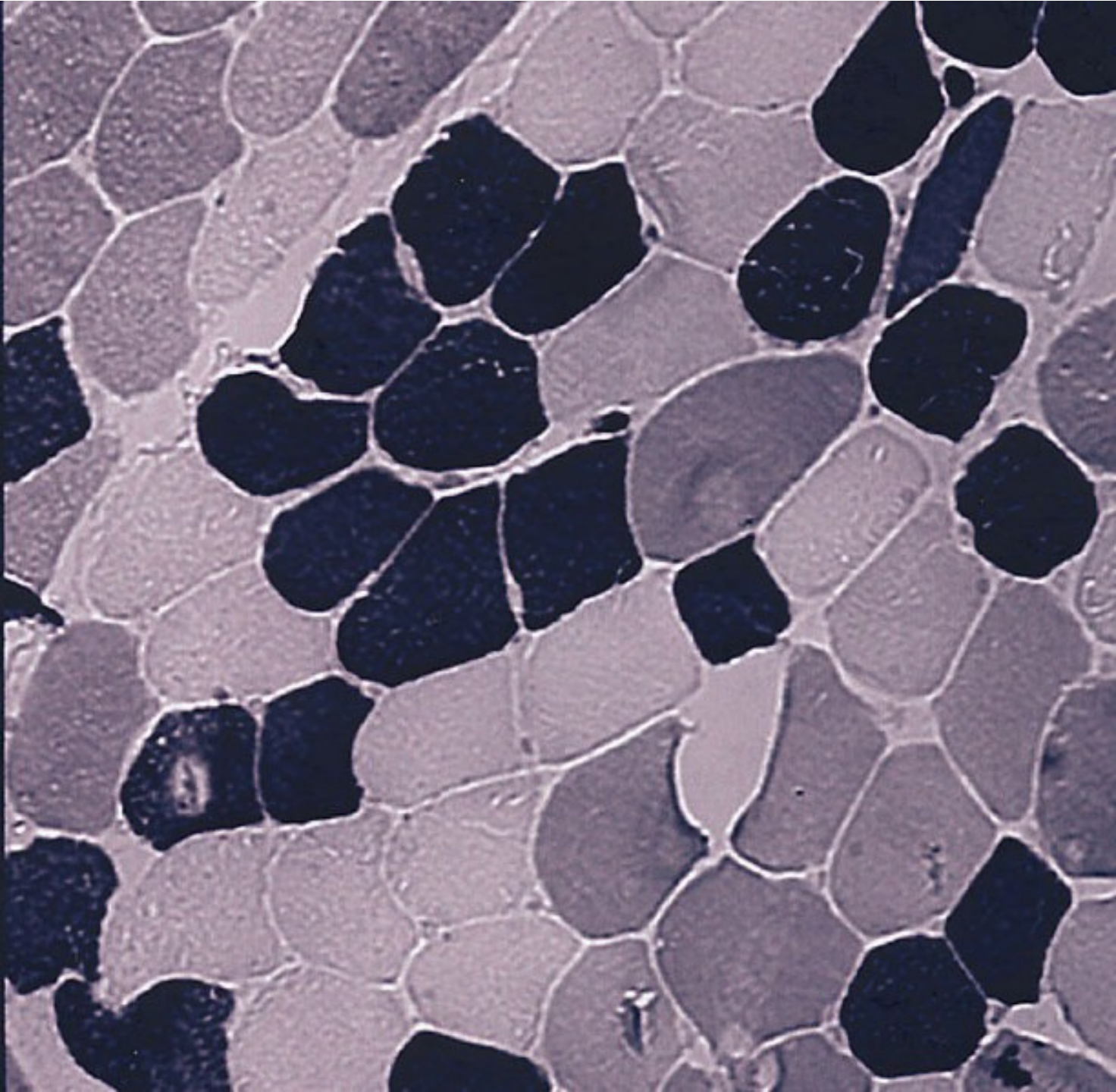
**TYP IIA
RYCHLÉ ČERVENÉ**

**TYP IIX
RYCHLÉ BÍLÉ**

	TYP I POMALÉ ČERVENÉ	TYP IIA RYCHLÉ ČERVENÉ	TYP IIX RYCHLÉ BÍLÉ
RYCHLOST KONTRAKCE			
SÍLA KONTRAKCE			
ODOLNOST VŮČI ÚNAVĚ			
OBSAH GLYKOGENU			
PRŮMĚR			
HUSTOTA MITOCHODRIÍ			
HUSTOTA KAPILÁR			
AKTIVITA ATP-ÁZY			
GLYKOLYTICKÁ KAPACITA			

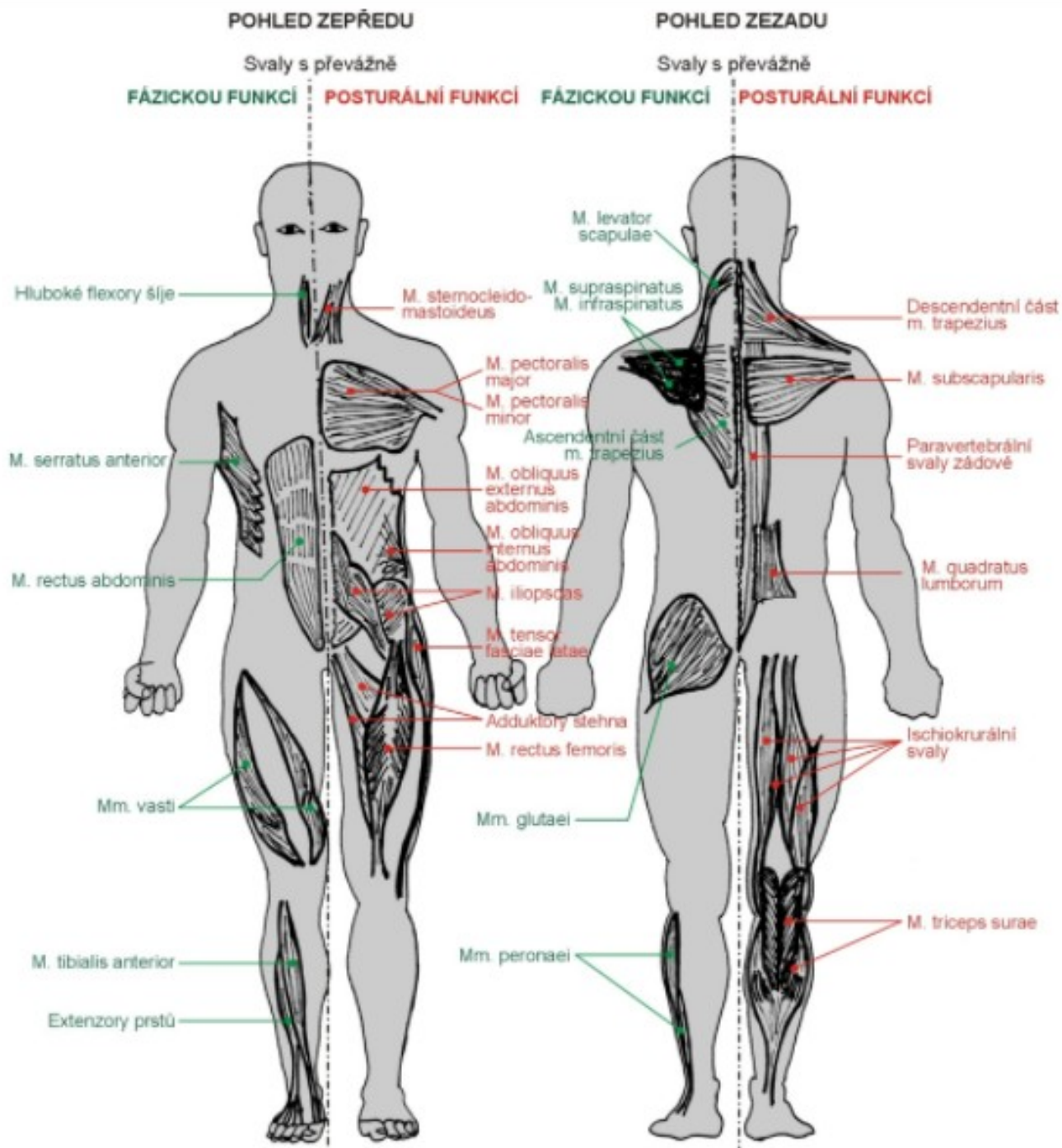
ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI SVALOVÝCH VLÁKEN

	TYP I POMALÉ ČERVENÉ	TYP IIA RYCHLÉ ČERVENÉ	TYP IIX RYCHLÉ BÍLÉ
RYCHLOST KONTRAKCE	pomalá	rychlá	rychlá
SÍLA KONTRAKCE	nízká	střední	vysoká
ODOLNOST VŮČI ÚNAVĚ	vysoká	střední	nízká
OBSAH GLYKOGENU	nízký	vysoký	vysoký
PRŮMĚR	malý	střední	velký
HUSTOTA MITOCHODRIÍ	vysoká	vysoká	nízká
HUSTOTA KAPILÁR	vysoká	vysoká	nízká
AKTIVITA ATP-ÁZY	nízká	vysoká	vysoká
GLYKOLYTICKÁ KAPACITA	nízká	vysoká	vysoká



ŘEZ SVALEM

PODÍL RYCHLÝCH A POMALÝCH SVALOVÝCH VLÁKEN



AKTIVACE SVALOVÝCH VLÁKEN

Podle intenzity svalové kontrakce

Nižší intenzita - pomalá svalová vlákna

Vzrůstající intenzita - postupné zapojení rychlých vláken - nejprve rychlá oxidativní vlákna a nakonec i vlákna rychlá glykolytická

Většina svalů - všechny typy

Posturální svaly - převaha pomalých vláken

Fázické svaly - převaha rychlých vláken

DŮLEŽITÉ – TYPY SVALOVÝCH VLÁKEN

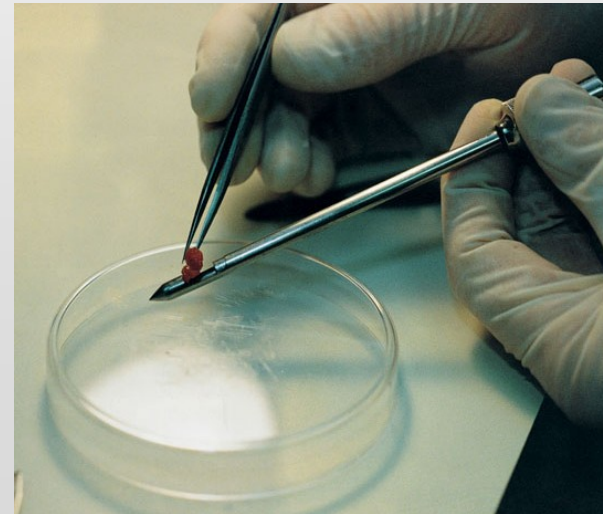
- Svaly obsahují tři typy vláken: I, IIa, IIx
- ATPáza v rychlých vláknech rychleji dodává energii pro svalovou práci než ATPáza v pomalých vláknech
- Rychlá vlákna lépe vyvinutá sarkoplazmatická retikula, tudíž mohou uvolnit více vápníku

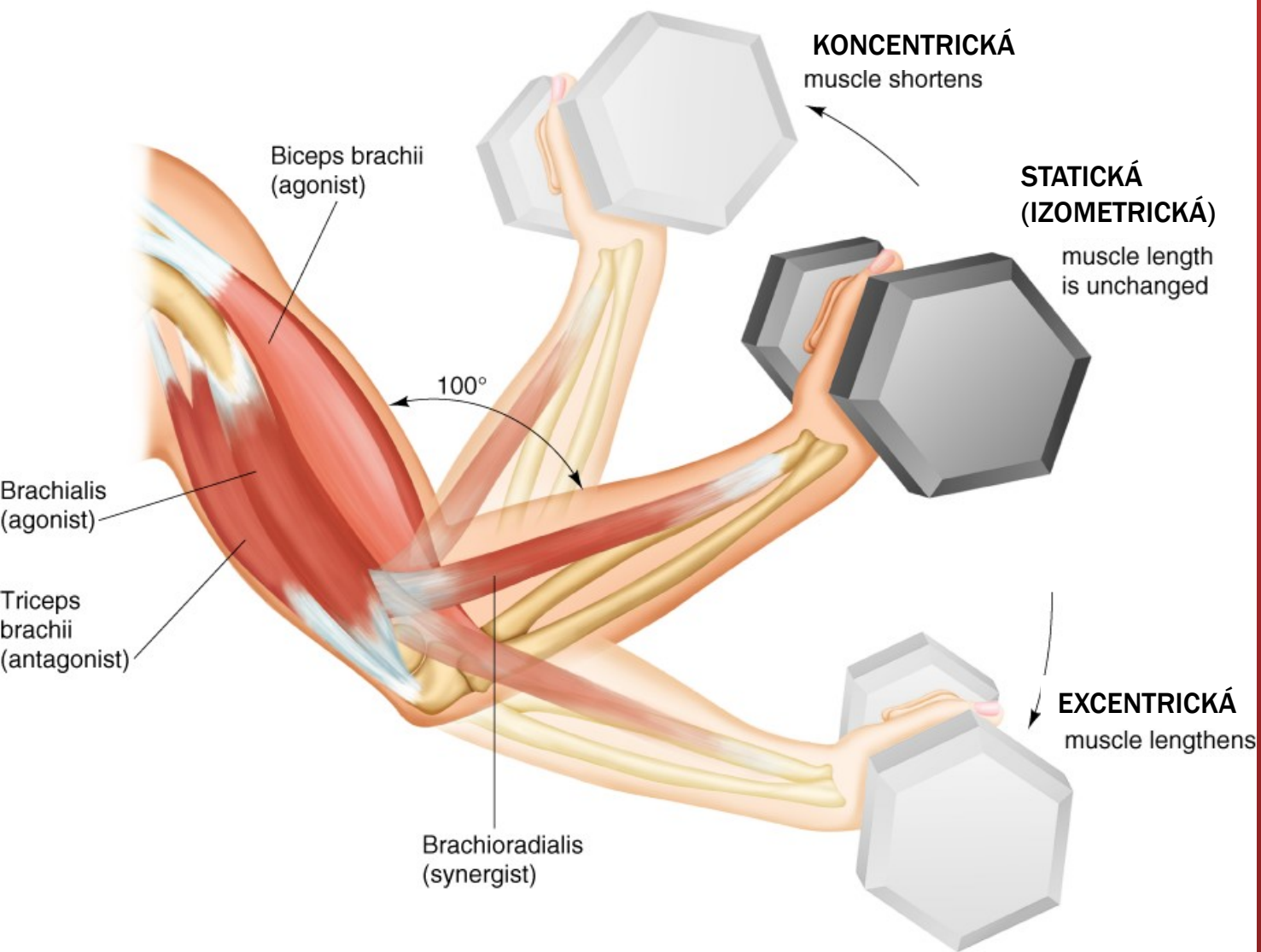
DIAGNOSTIKA SVALOVÝCH VLÁKEN

- SVALOVÁ BIOPSIE - invazivní metoda
- MAGNETICKÁ REZONANCE SE SOUČASNOU ANALÝZOU BIOCHEMICKÝCH PARAMETRŮ SNÍMANÉHO SVALU
- 1RM A NÁSLEDNÉ CVIČENÍ S 80%
 - < 8 převaha II
 - 8-12 50%:50%
 - > 12 převaha I
- VÝSKOKOVÁ ERGOMETRIE

SVALOVÁ BIOPSIE

- Dutou jehlou je odebrán vzorek ze svalu
- Vzorek se zmrazí, nakrájí na úzké plátky a zkoumá se pod mikroskopem
- To umožňuje určit typ svalových vláken





TYPY SVALOVÉ KONTRAKCE

- IZOMETRICKÁ
- IZOTONICKÁ (DYNAMICKÁ)
 - KONCENTRICKÁ
 - EXCENTRICKÁ

FUNKCE SVALŮ

- **AGONISTA** – hlavní vykonavatel pohybu
- **ANTAGONISTA** – sval vykonávající pohyb v opačném směru
- **SYNERGISTA** – sval asistující agonistovi, pomáhá vykonávat pohyb ve stejném směru

HODNOCENÍ SÍLY

Maximální síla

- Jedno opakovatelné maximum (1RM) je funkční test, při kterém zjišťujeme jak těžké závaží je člověk schopen uzvednout, stačí uzvednout jedenkrát
- 1 RM test
- Handgrip strength test

Dynamická síla

- Maximální výška/ délka skoku
- Counter movement jump

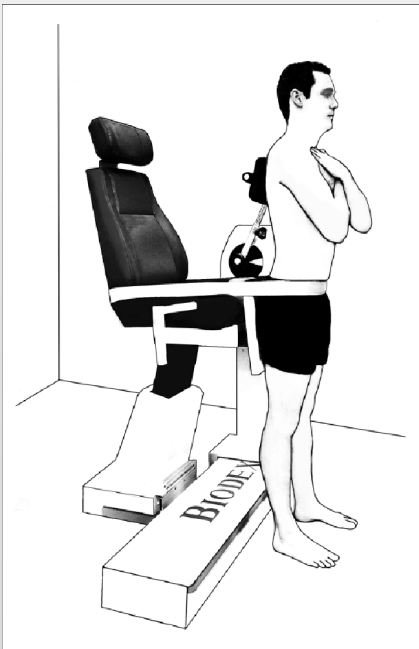
Silová vytrvalost

- Bench press beep test

DYNAMOMETRIE

IZOMETRICKÁ DYNAMOMETRIE

- Mění se svalové napětí



IZOKINETICKÁ DYNAMOMETRIE

- Mění se svalová délka
- Konstantní rychlost pohybu
- Rozsah v celém pohybu

