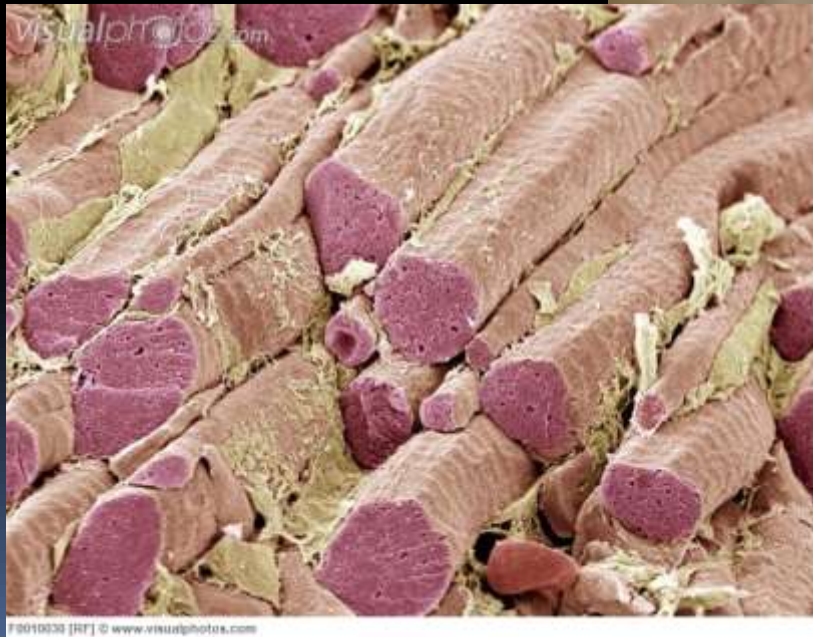
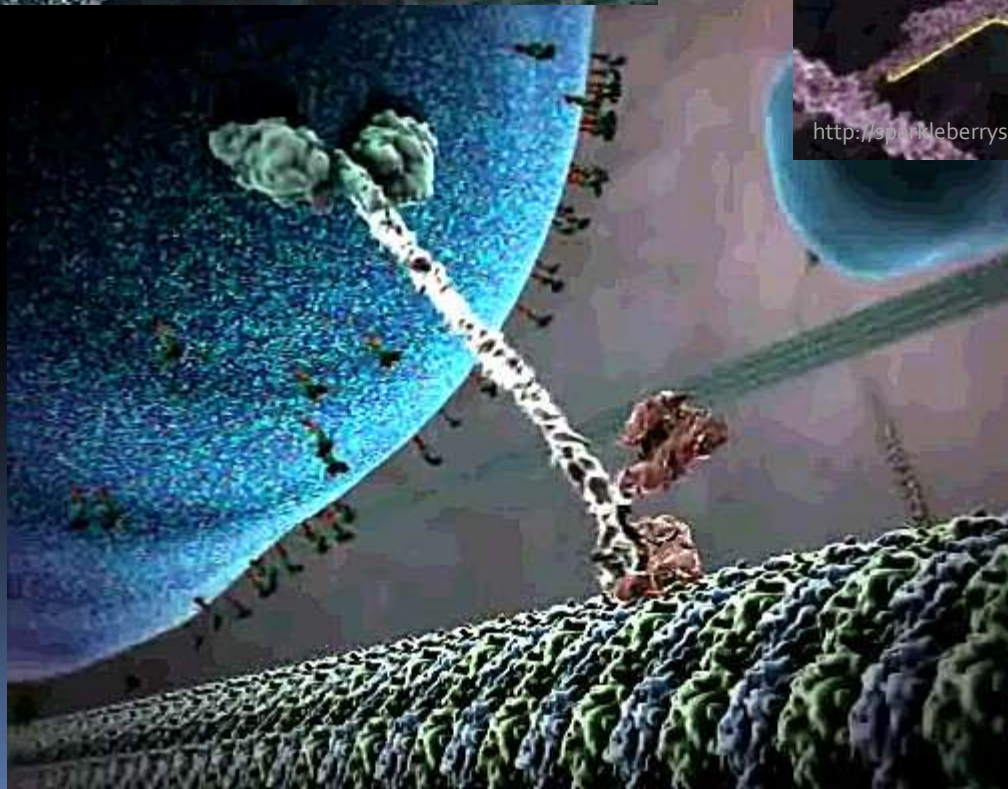
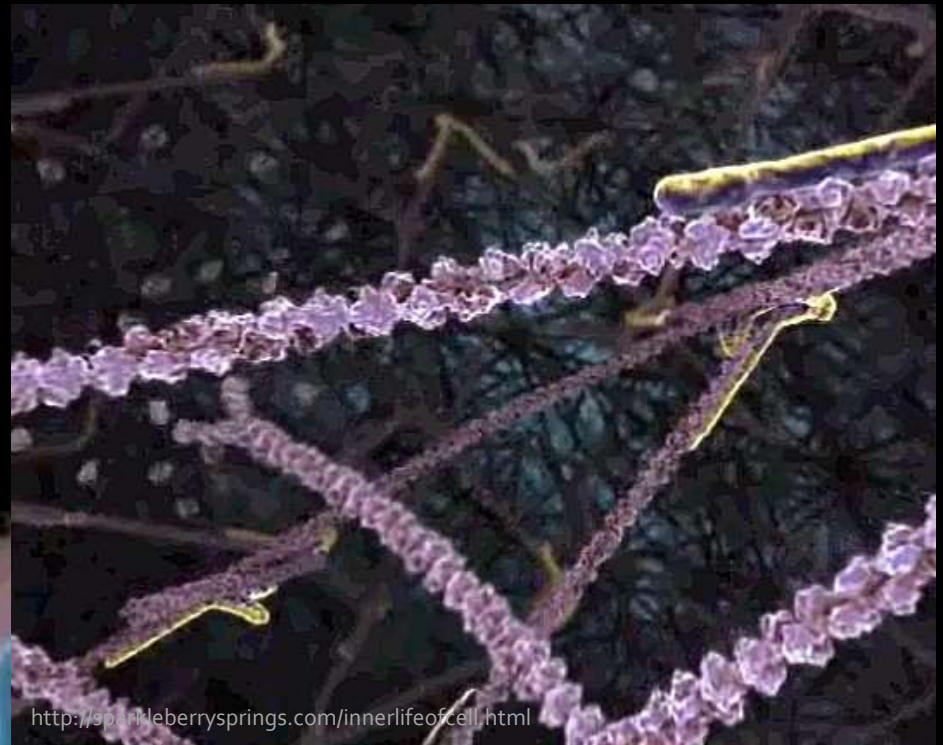


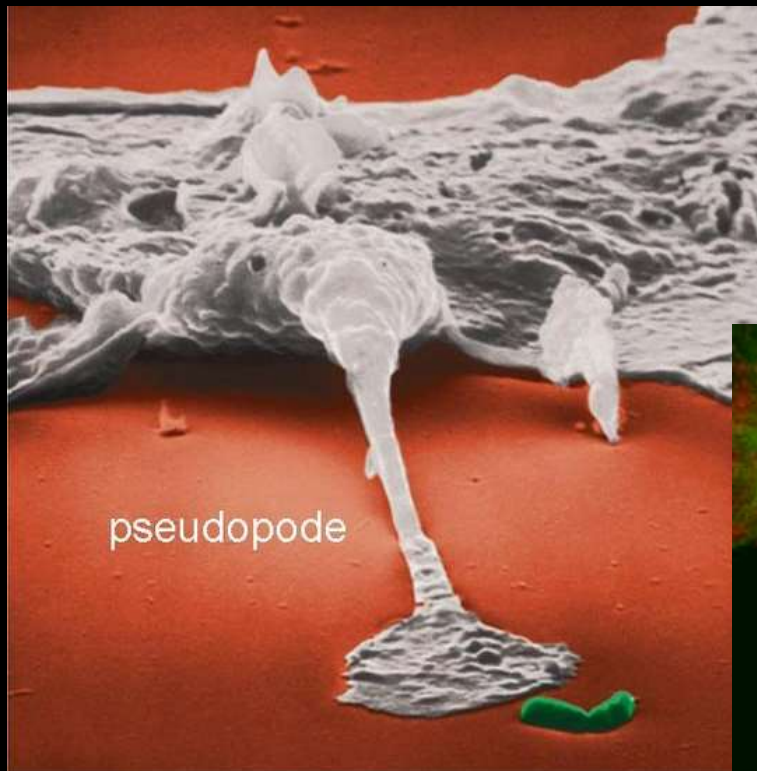
Pohyb a svaly



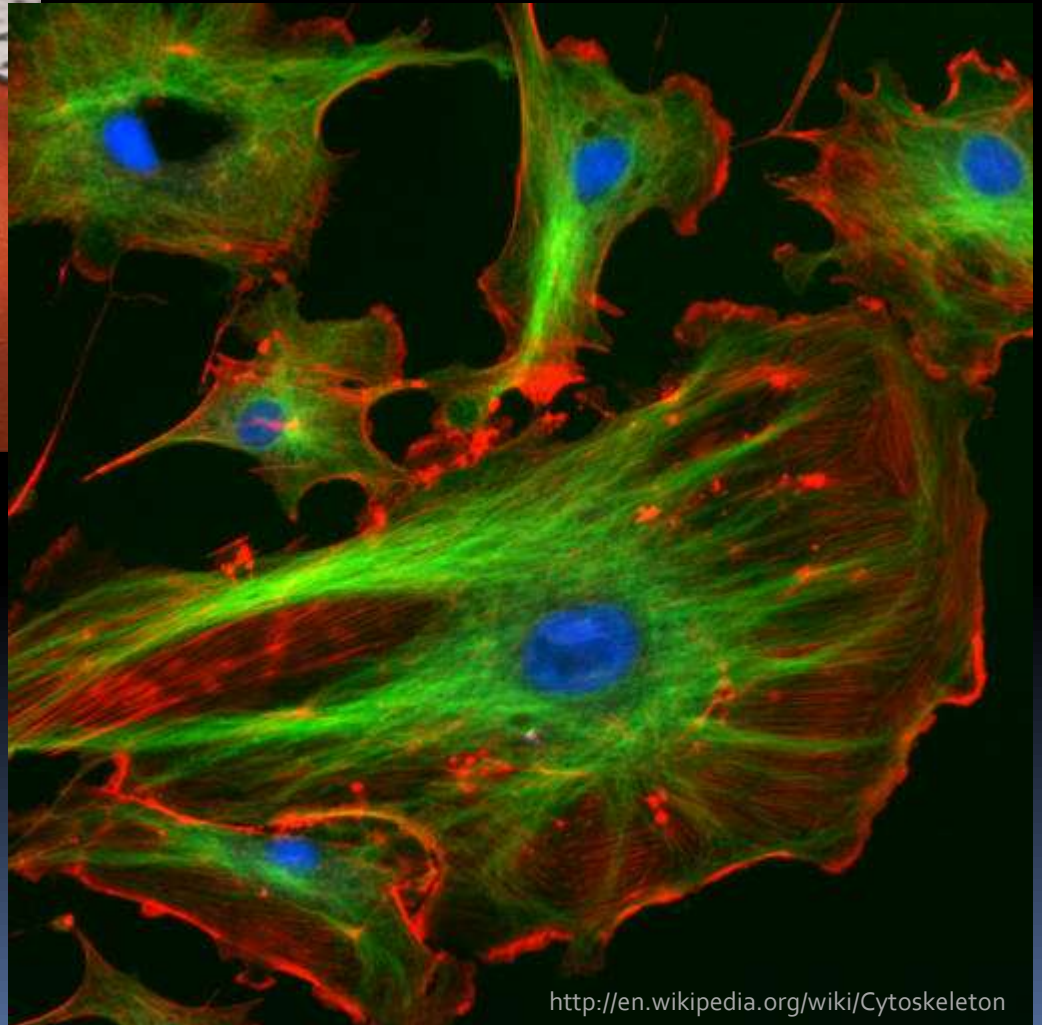
Jeden ze základních rysů
života.



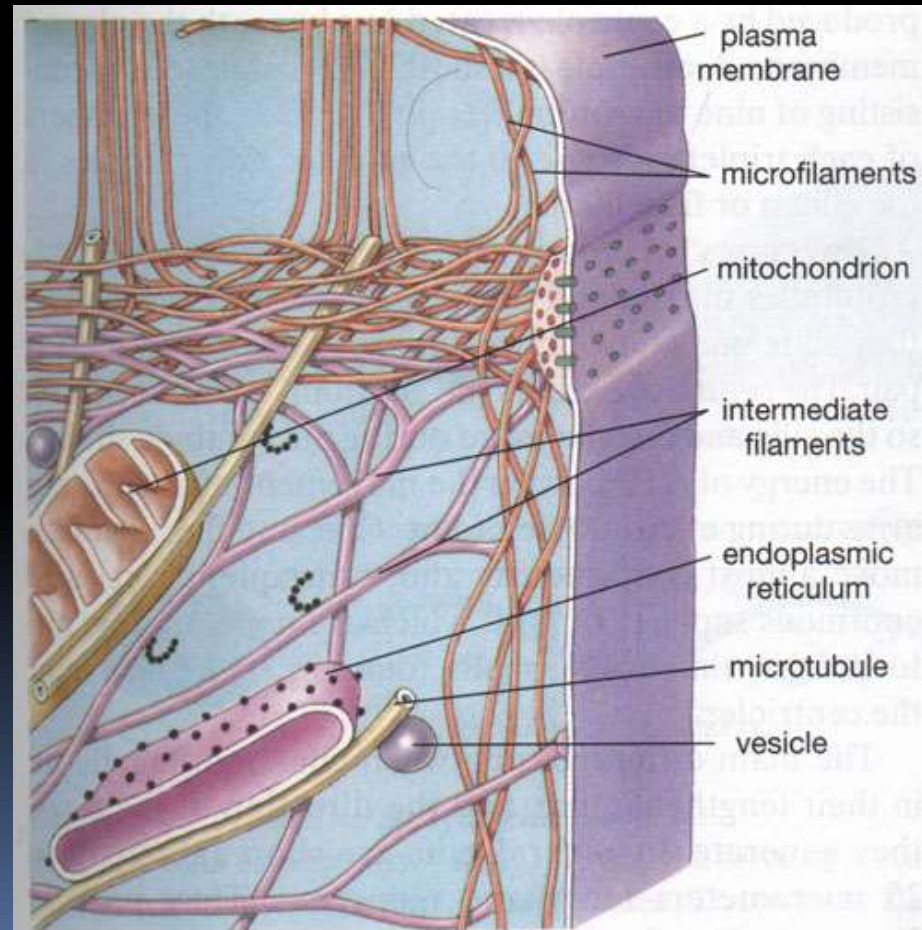
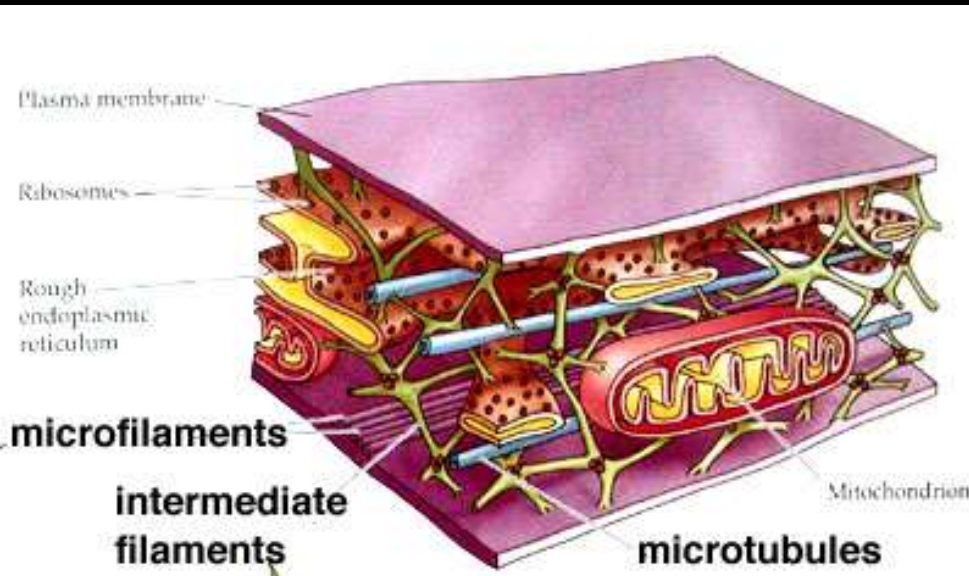
Pohyb v buňce je možný díky cytoskeletu.



Pohyb celých buněk zajišťuje cytoskelet => bez cytoskeletu není aktivní pohyb



Cytoskelet



3 typy filament

Figure 2-27 • Internal structure of cilia and flagella.

(a) Schematic diagram of a cilium in cross-section show characteristic “nine plus two” arrangement of microtubule with the dynein arms and other accessory proteins. (b) Electron micrograph of numerous cilia in cross-section.

(Source: Adapted from *Molecular Biology of the Cell*, Fig. 10-27, p. 565 by Bruce Alberts, Dennis Bray, Julian Lewis, Martin Raff, Keith Roberts, and James D. Watson. Reprinted with permission of Garland Science/Taylor & Francis Books, Inc.)

Mikrotubulární struktura řasinky, brvy – cilie a bičíku, brvy - flagellum

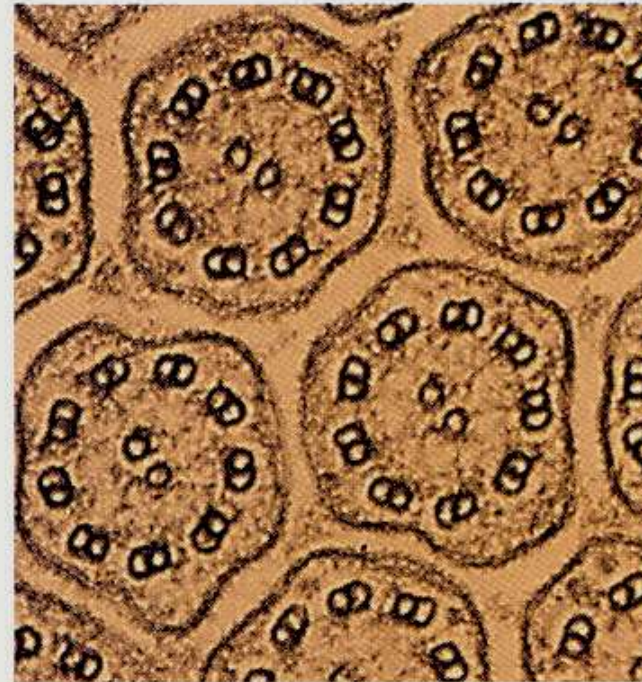
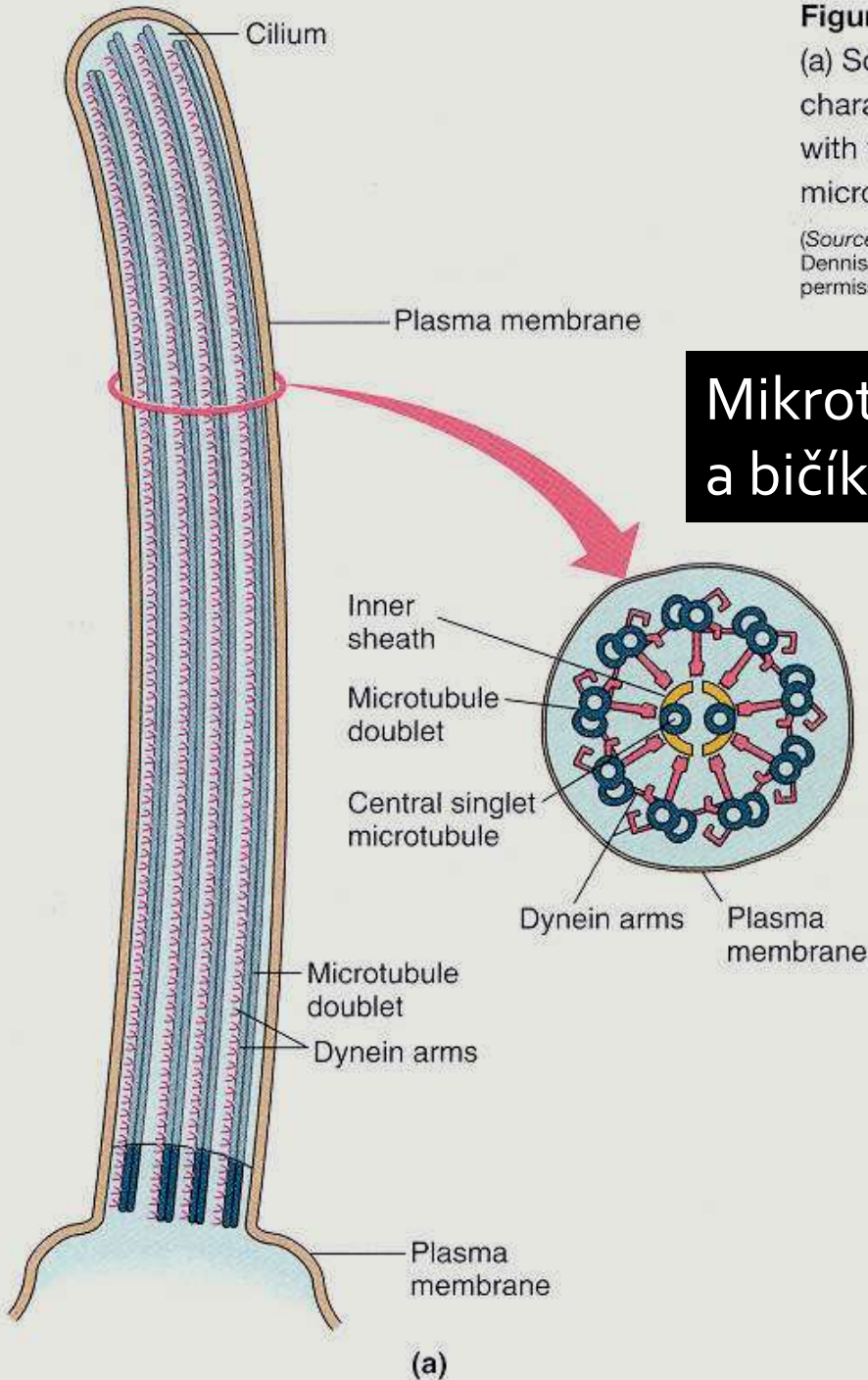
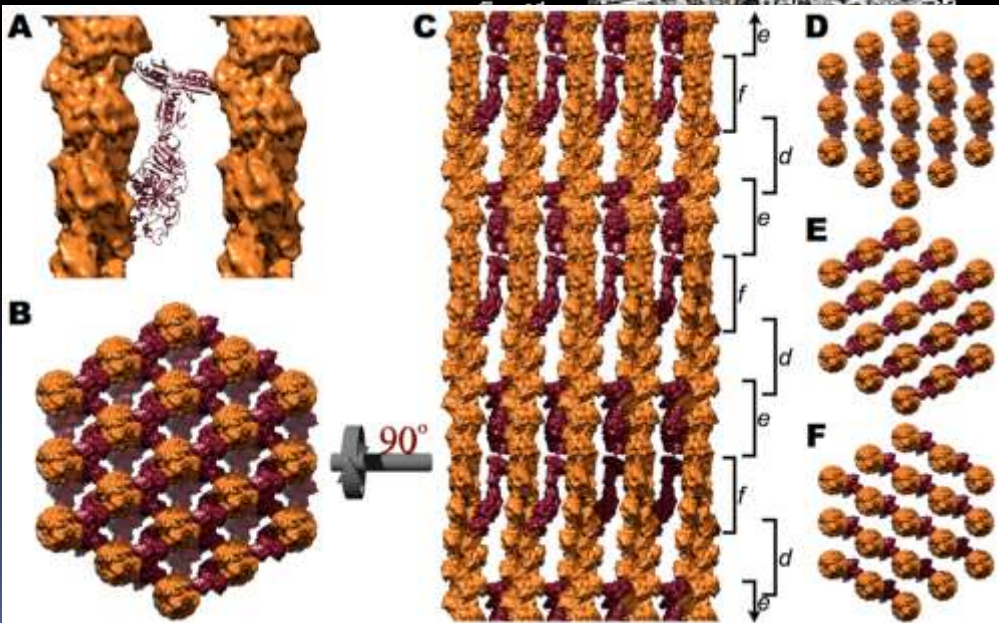
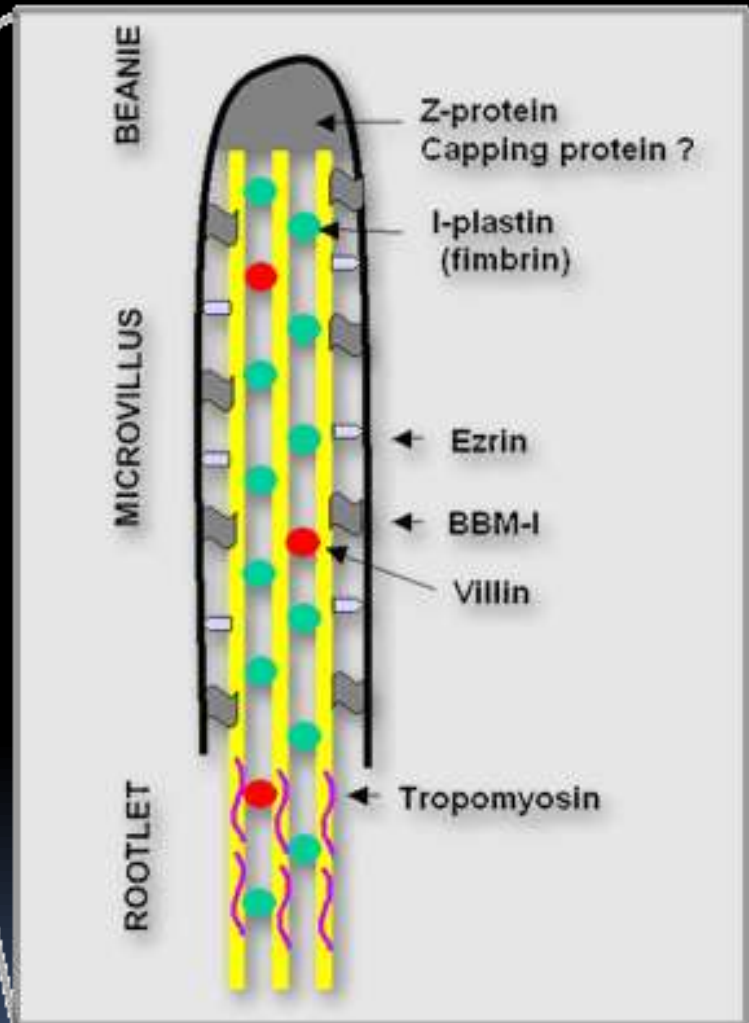
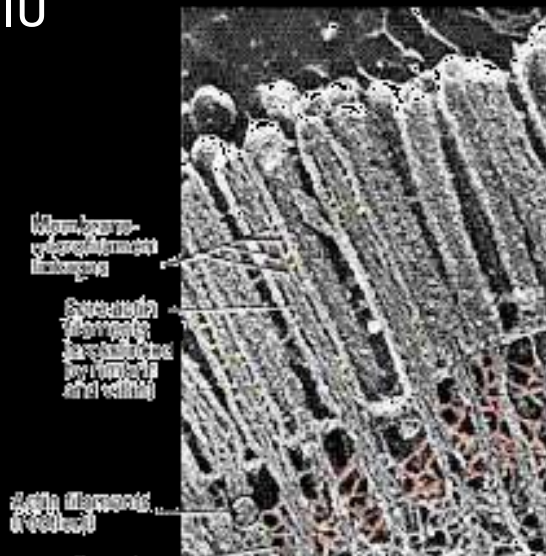


Photo: © David M. Phillips/Visuals Unlimited

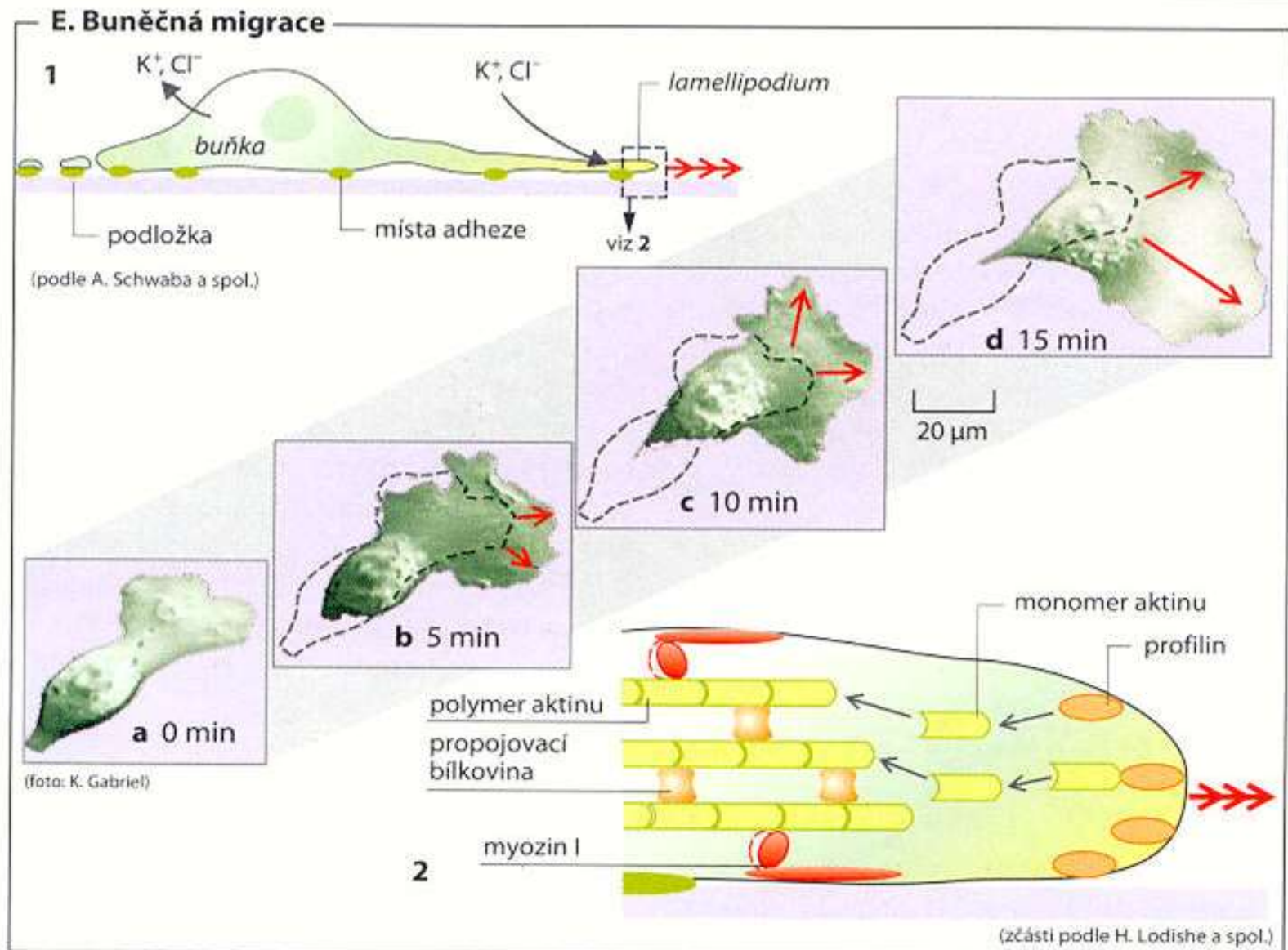
(a)

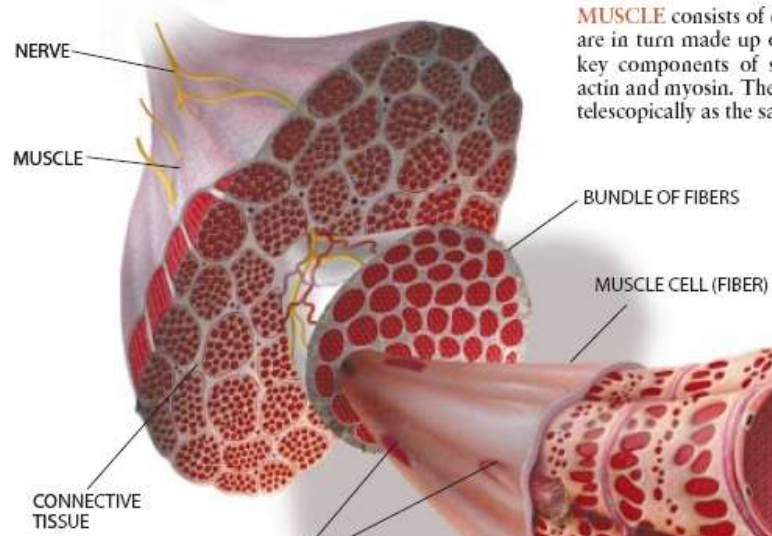
(b)

Mikrofilamentární (aktinová) struktura střevního mikrokliku - mikrovilu

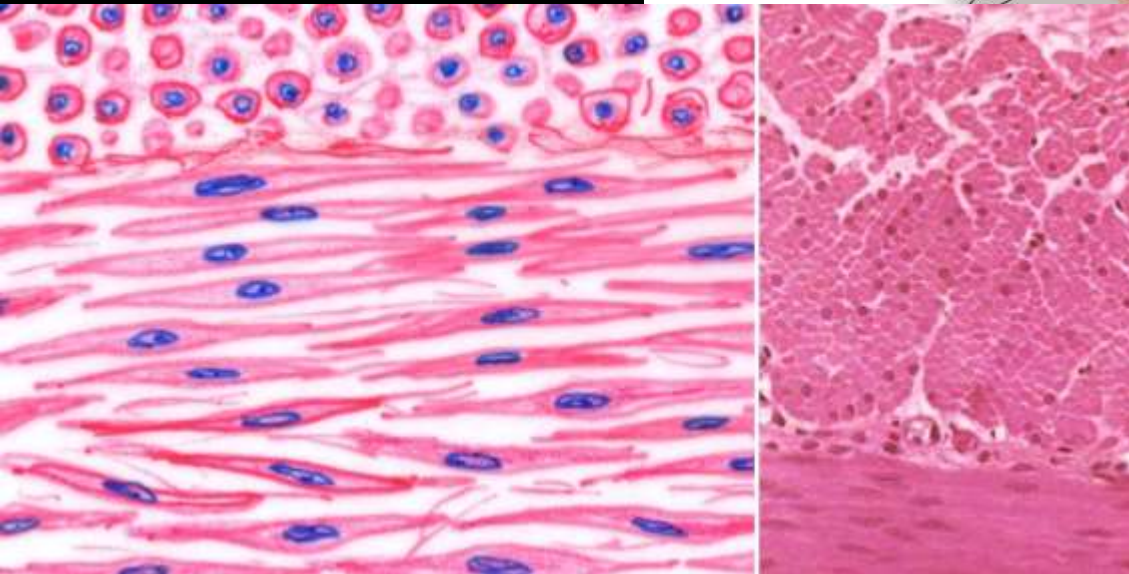


Améboidní pohyb a úloha mikrofilament



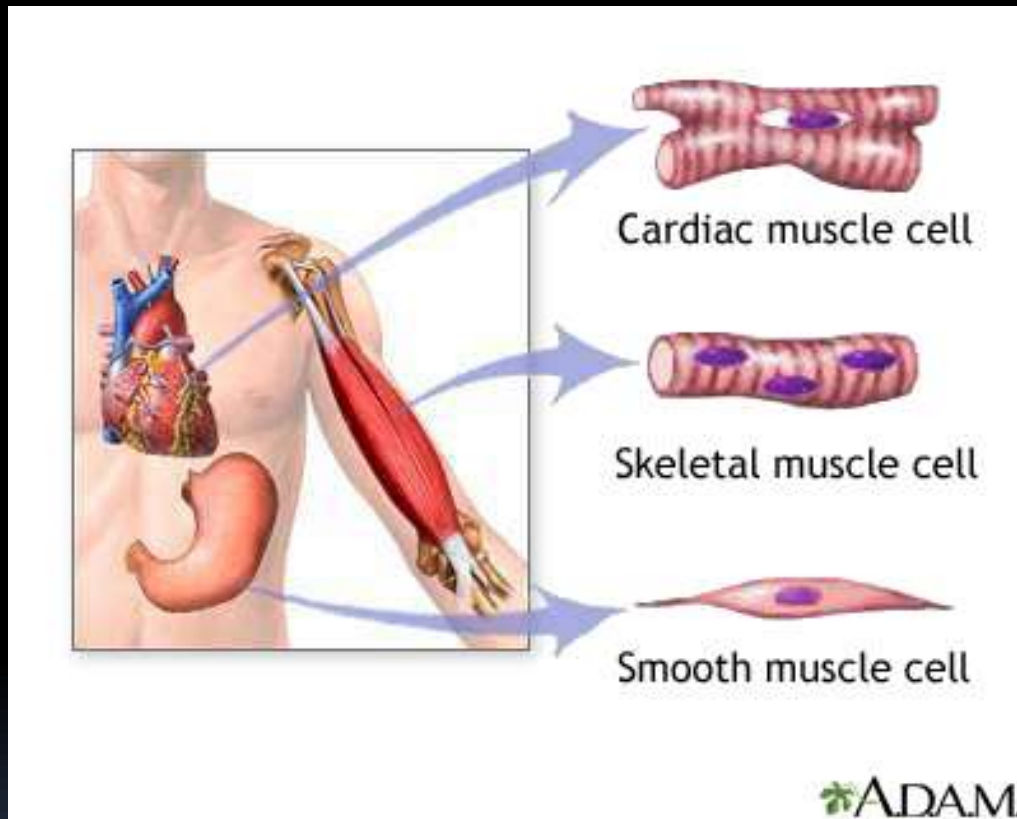


MUSCLE consists of cells full of strands called myofibrils, which are in turn made up of contractile units called sarcomeres. The key components of sarcomeres are two filamentary proteins, actin and myosin. These protein molecules slide over one another telescopically as the sarcomere contracts and uncontracts.



Svaly využívají buněčného pohybového aparátu. Pohyb svalů a tedy i celých živočichů je možný díky uspořádané stažlivosti spolupracujících buněk.

Tři typy svalů



obratlovci

Cirkulace

Lokomoce

Vnitřní řízení

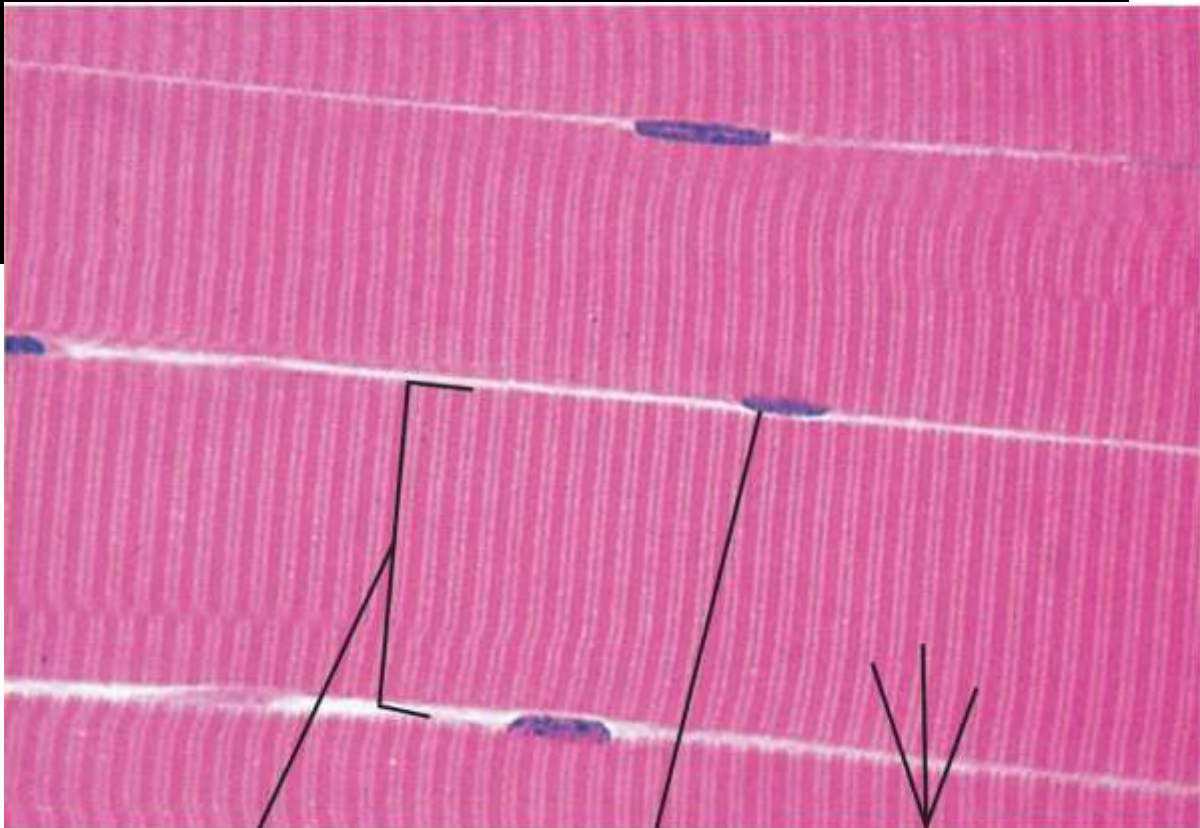
Neplatí u všech živočichů:

U měkkýšů pouze hladká svalovina.

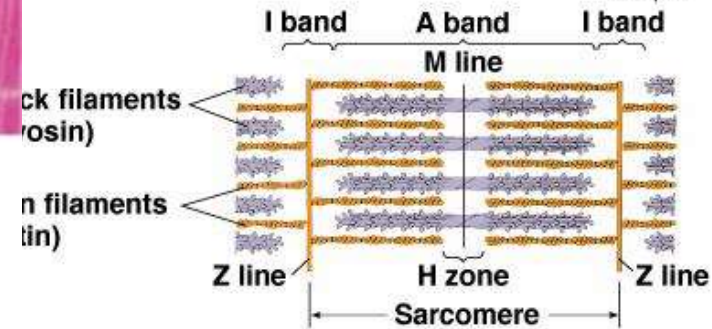
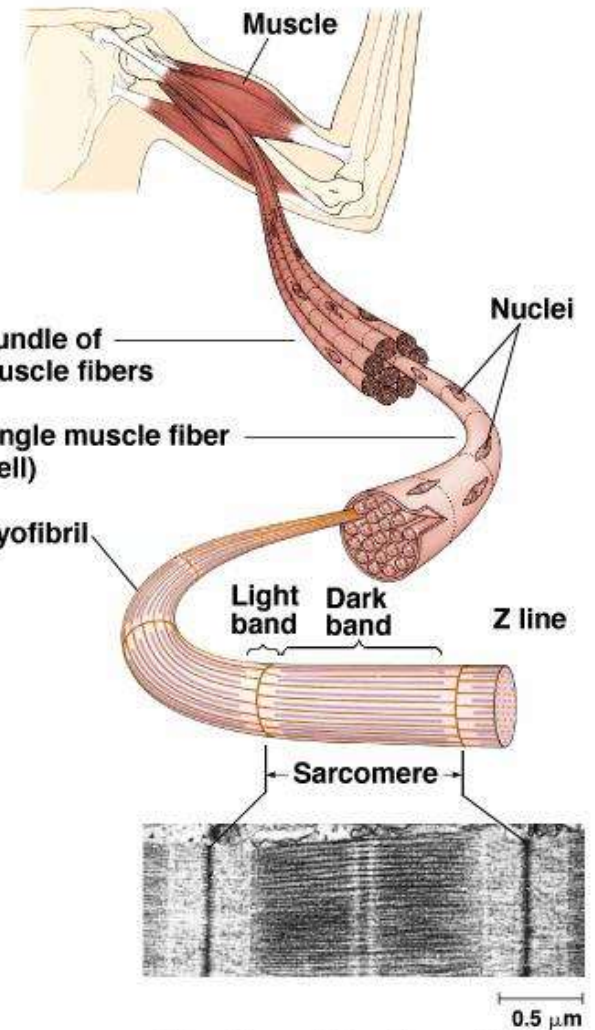
U hmyzu pouze žíhaná.

Stavba kosterního svalu

Proužkování kosterního svalu.



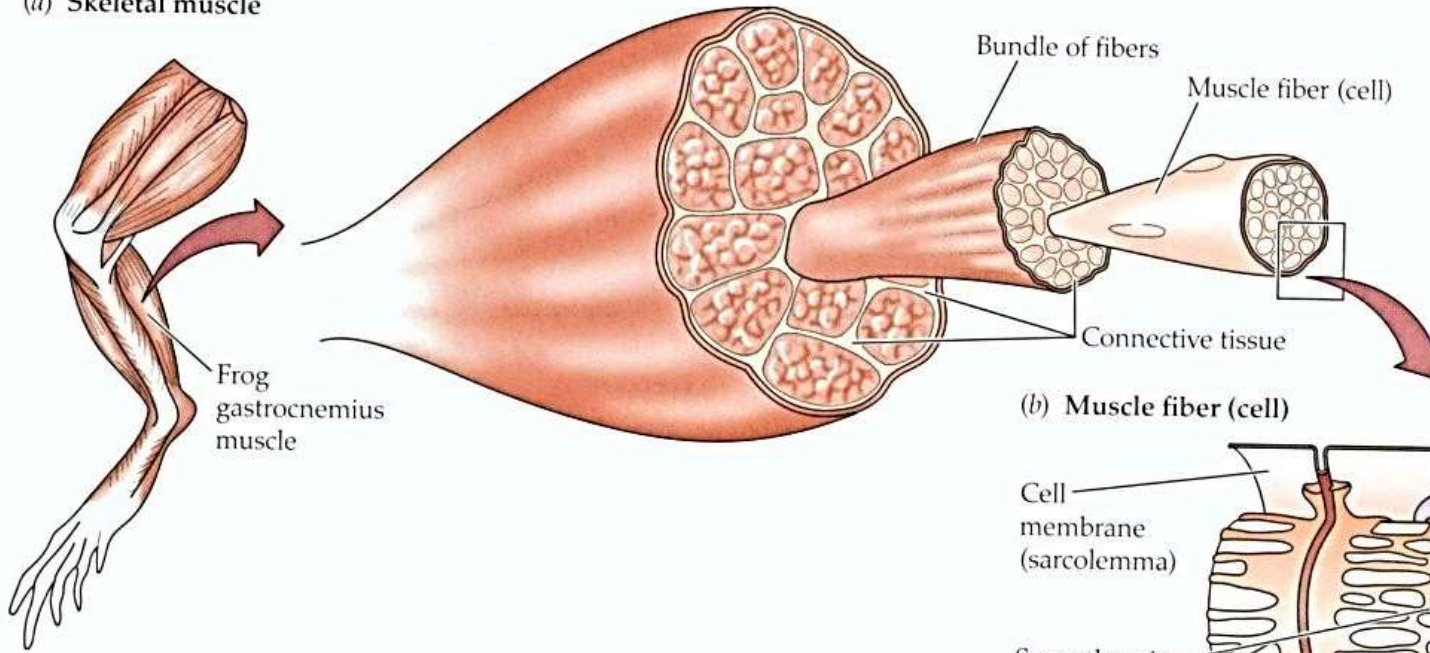
Skeletal muscle fiber
Z-linie
M-linie
Nucleus
Aktin
Myozin
Aktin
Striations



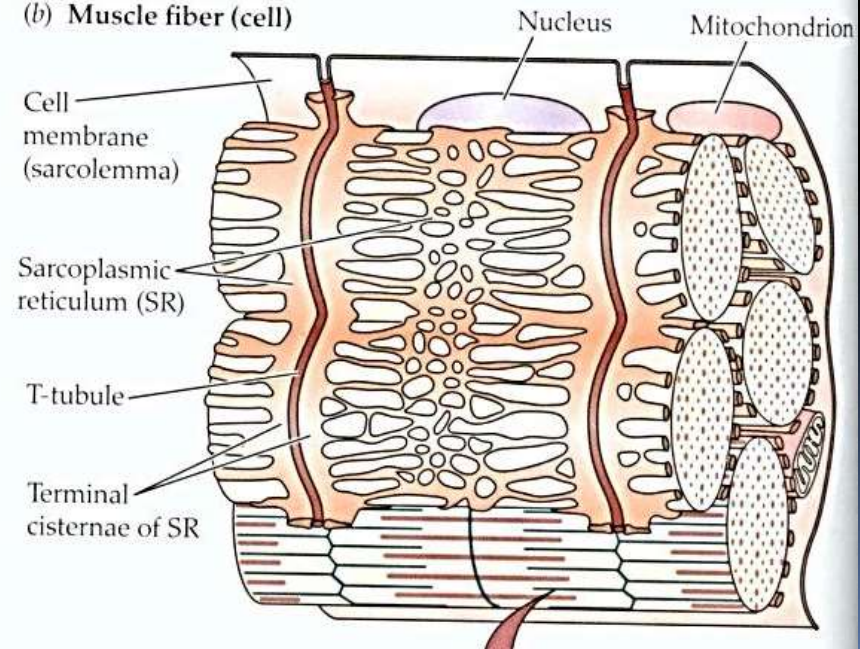
Stavba kosterního svalu

Mitochondrie (sarkozomy) a sarkoplasmatické retikulum

(a) Skeletal muscle

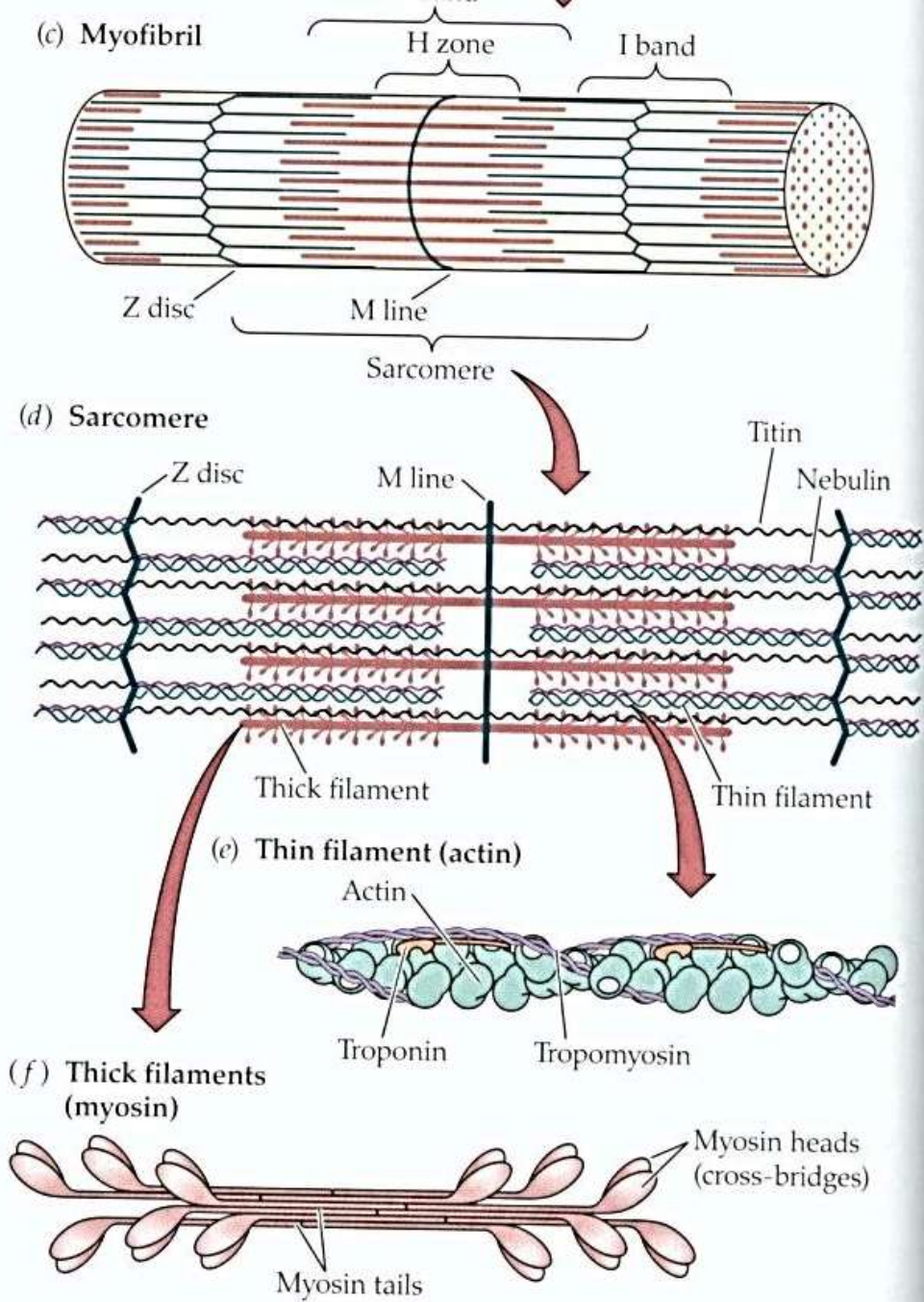
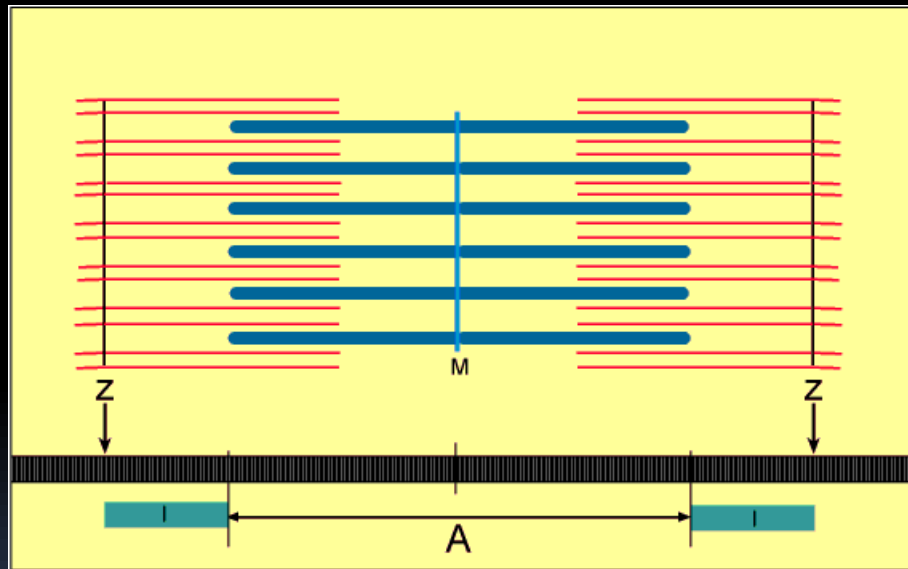


(b) Muscle fiber (cell)



Stavba myofibrily

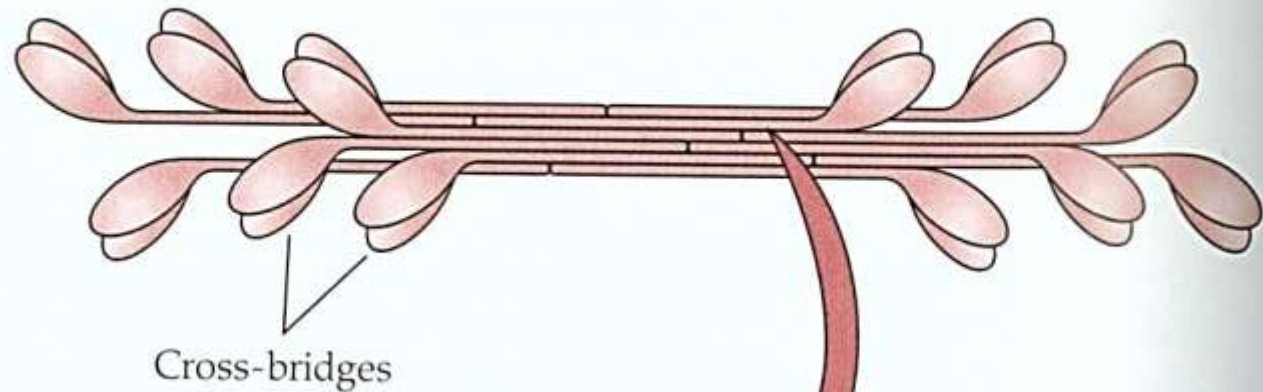
Součásti aktivní, pasivní,
regulační, elastické (titin)



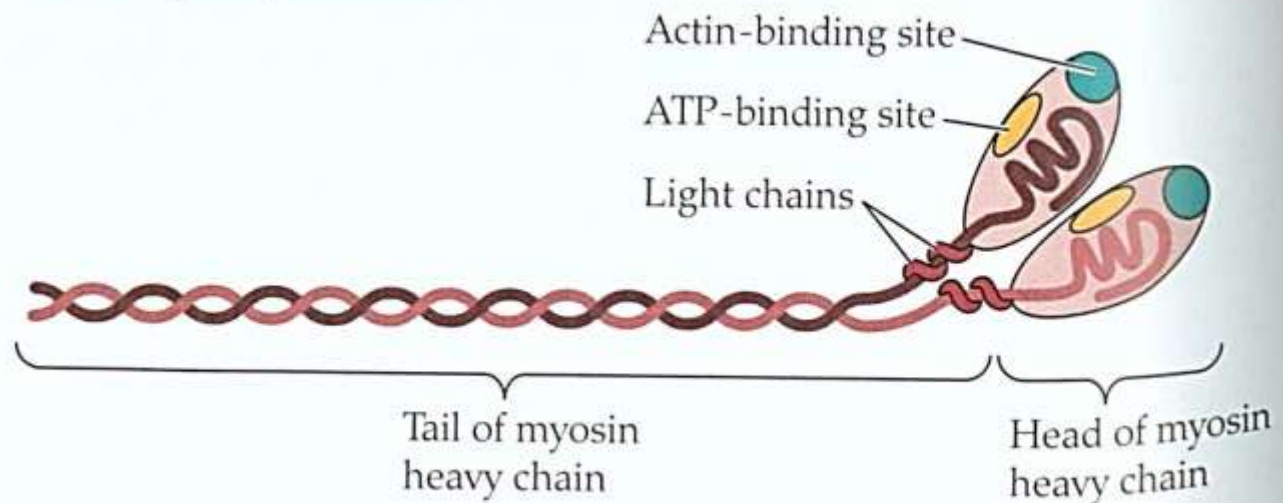
Stavba myosinové fibrily

Myosinové hlavy mají dvě vazebná místa. Jedno pro ATP s ATPázovou aktivitou, druhé pro aktin.

(a) Myosin molecules of a thick filament



(b) A single myosin molecule

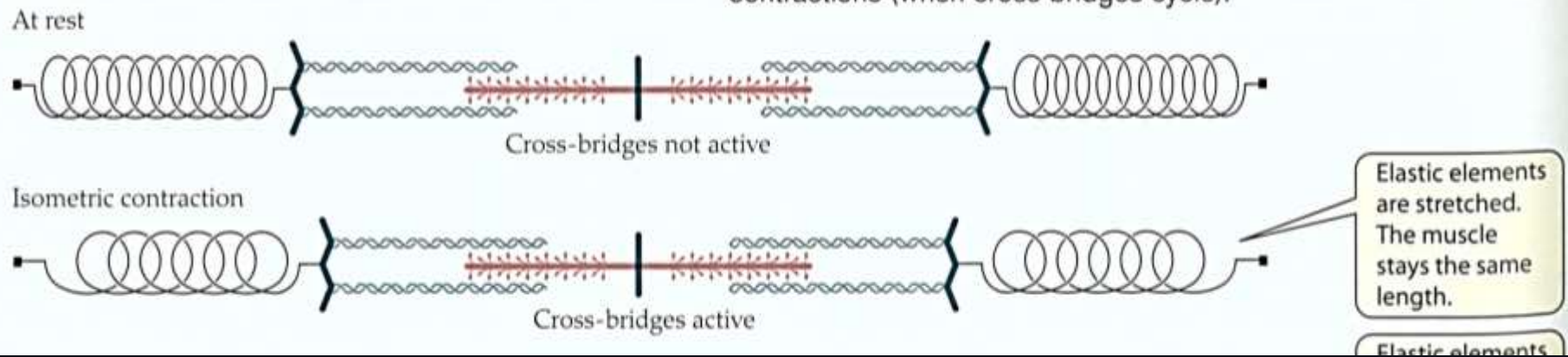


Animace spolupráce aktinu a myozinu

Spolupráce mnoha můstků – molekulární děje

Molekulární organizace sarkomery

Stavba myofibrily

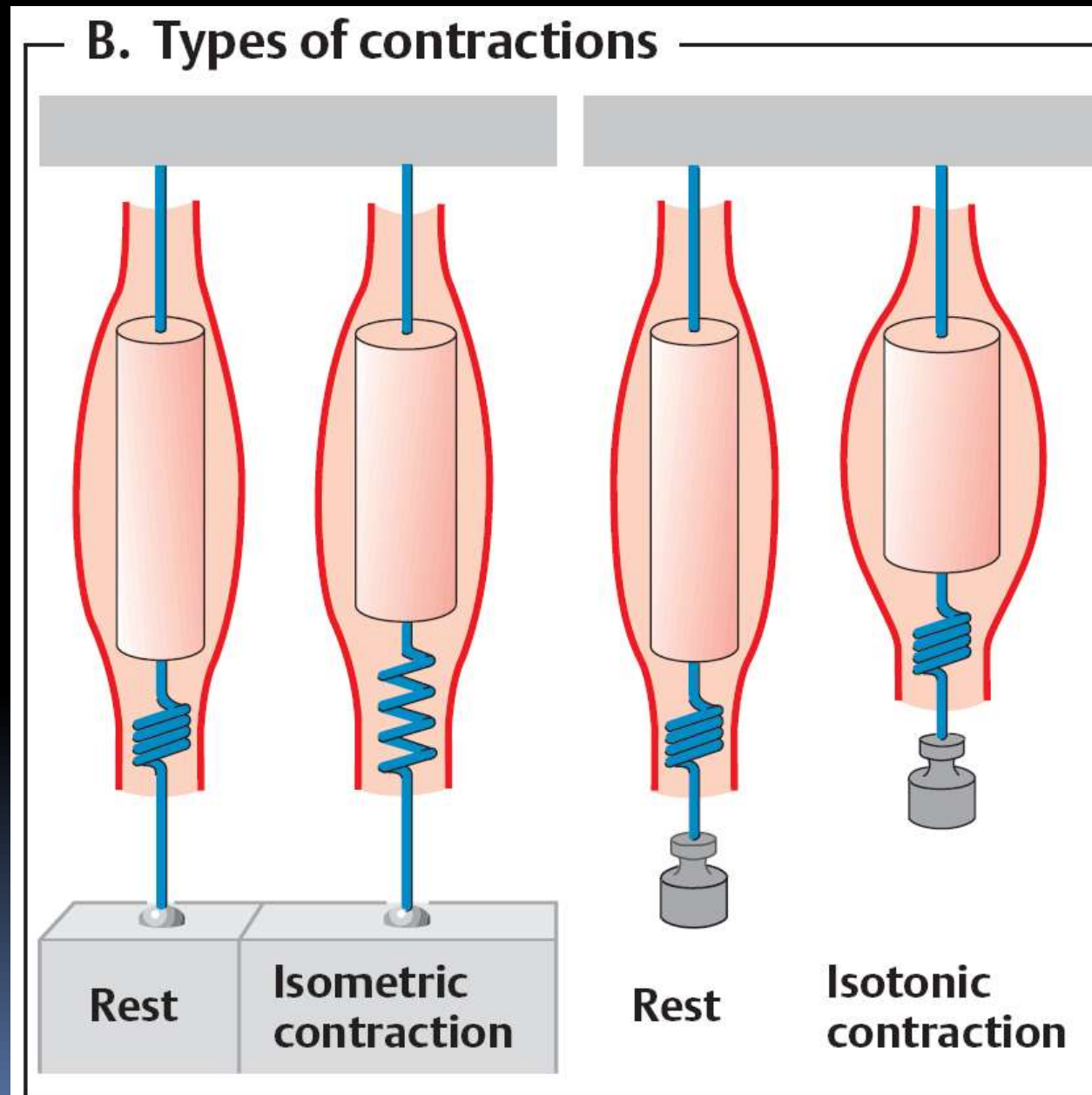


Elastické elementy umožňují izometrickou kontrakci

Typy stahu

Izometrická a izotonická kontrakce

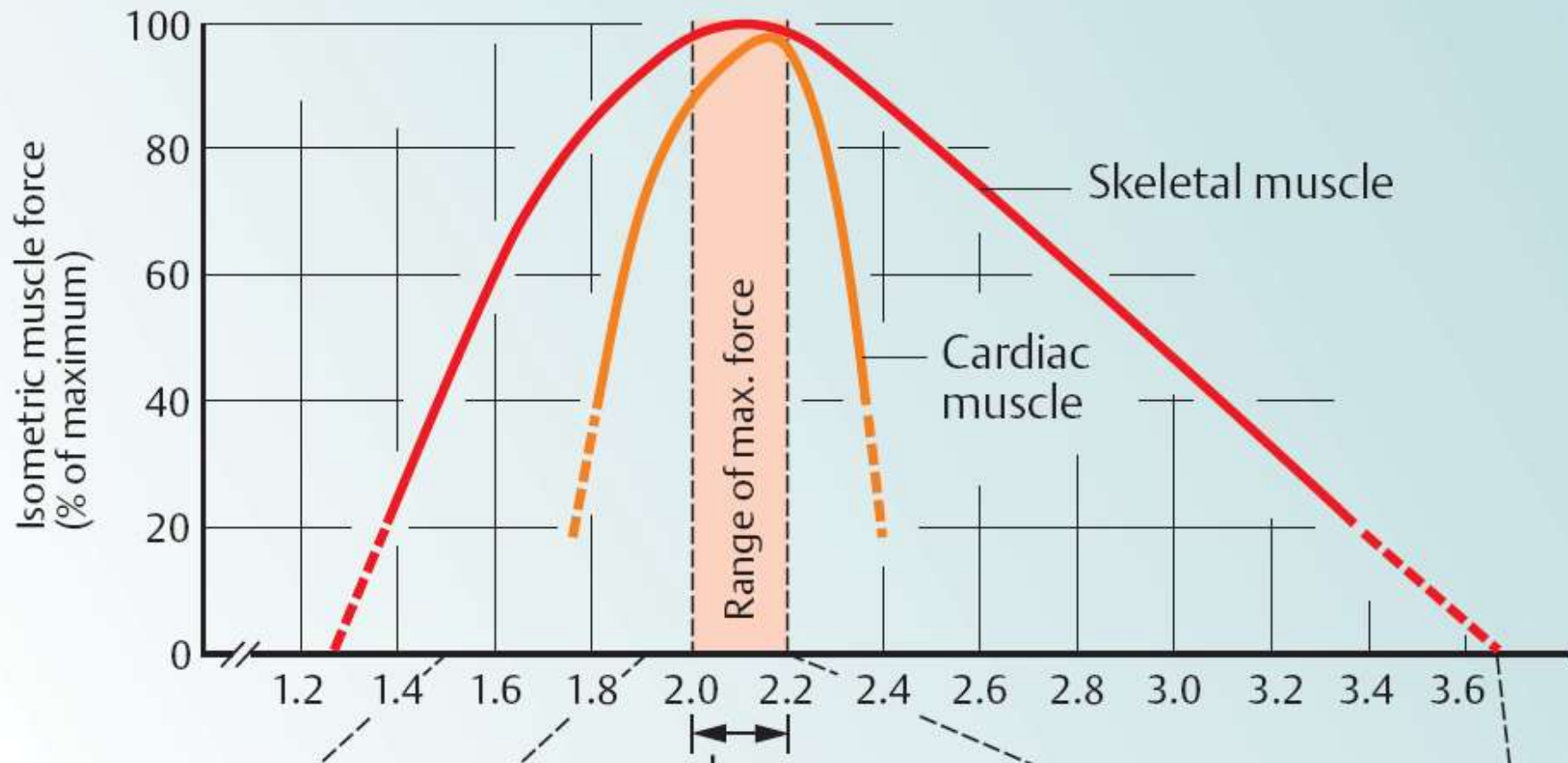
Práce elastických komponent



Typy stahu

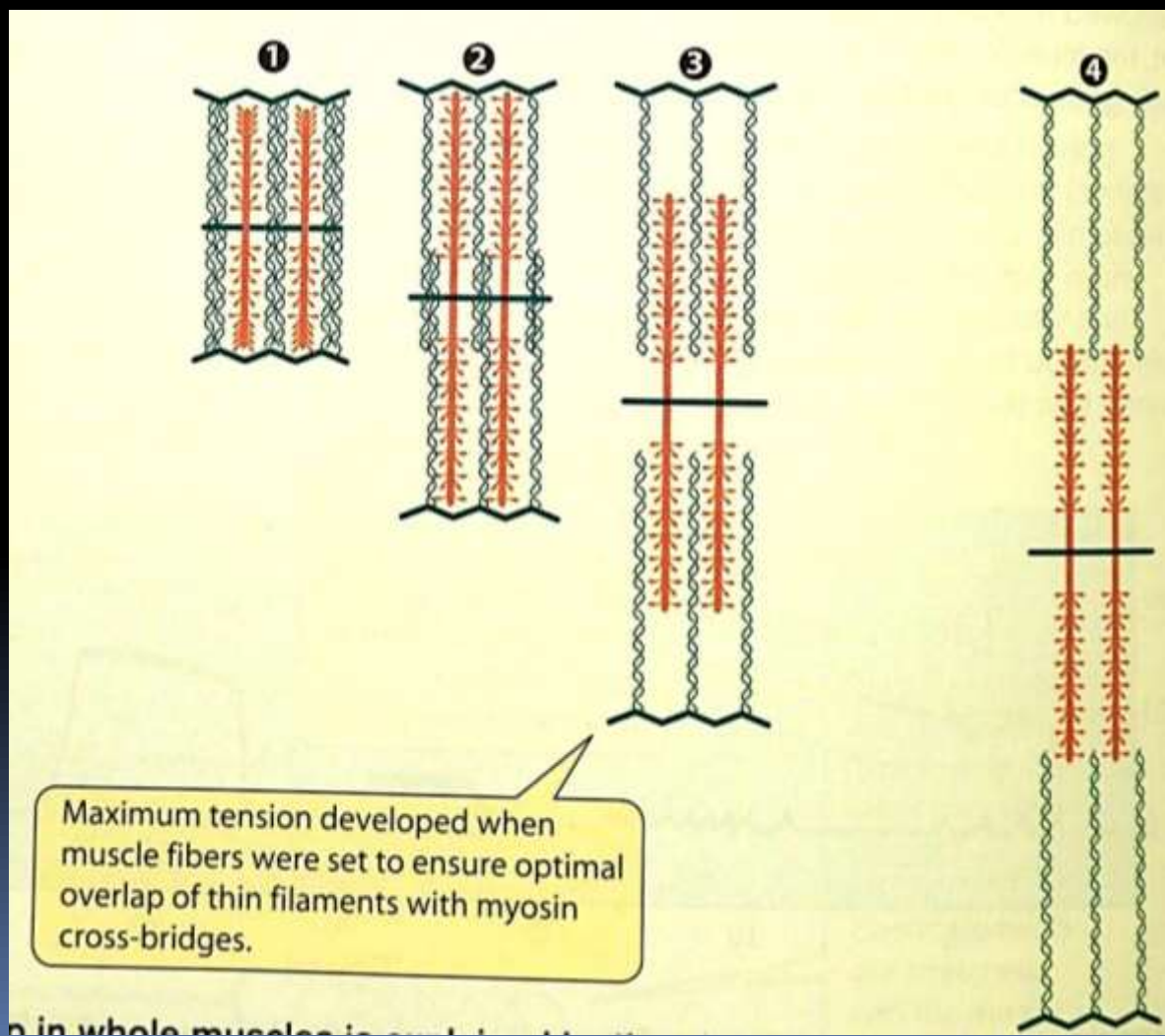
Největší sílu u izometrické kontrakce má sval uprostřed délky sarkomery

C. Isometric muscle force relative to sarcomere length



Typy stahu

Největší sílu u izometrické kontrakce má sval uprostřed délky sarkomery



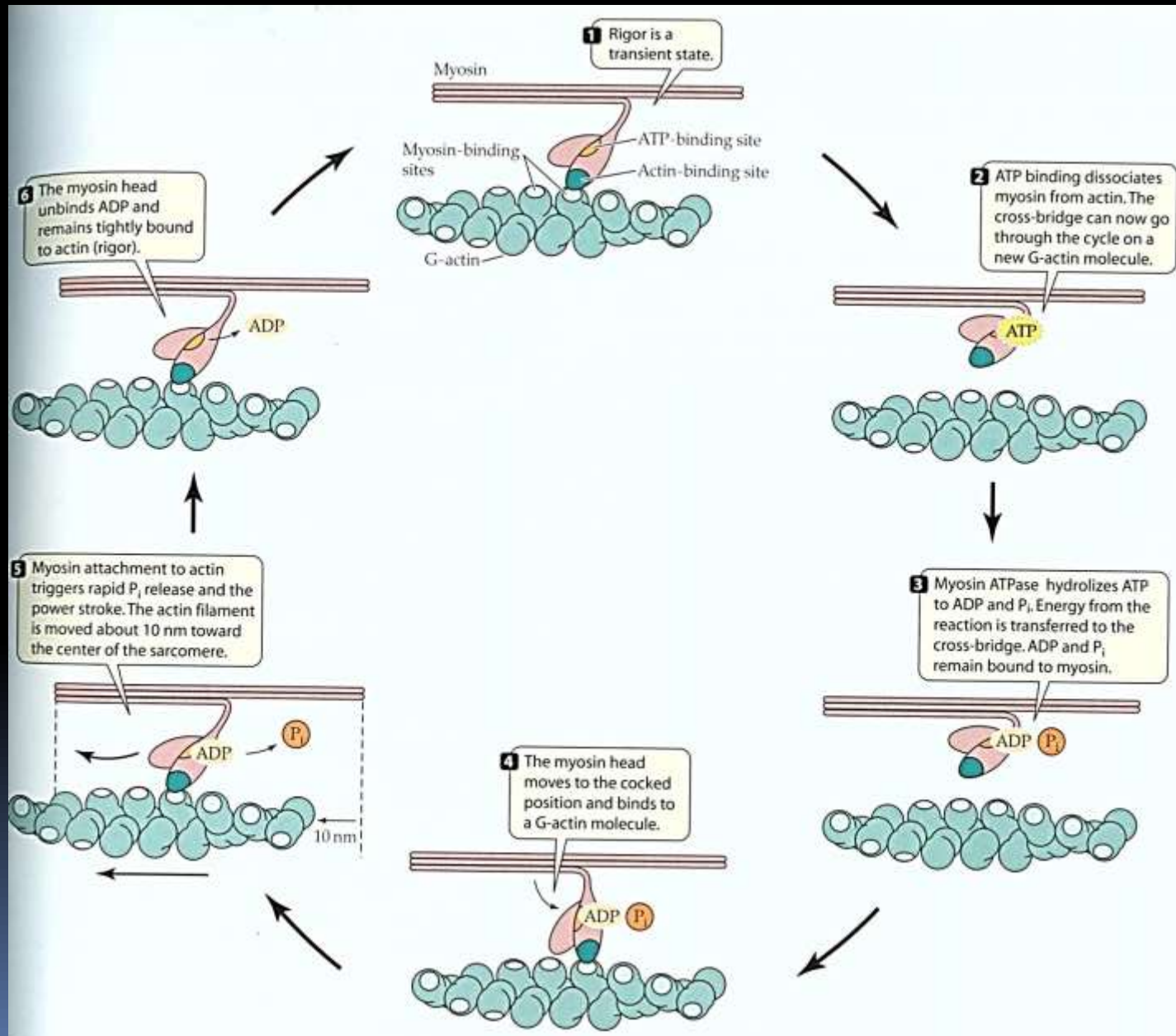
Cyklus stahu a úloha ATP

Odpojení myosinu od aktinu vyžaduje navázání ATP, čímž se změní konformace vazebného místa, ale není k tomu potřeba energie ATP.

Jak se hlava odpoutá od aktinu, hydrolyzuje ATP. Energie ATP vztyčí hlavu.

Setkání A a M uvolní P_i a sklápí se hlava. 10nm posun

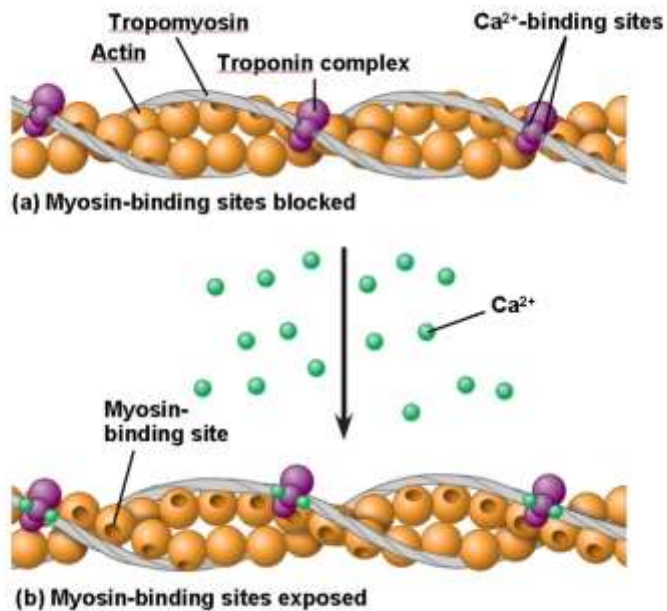
ADP se odpojí, ale A a M zůstávají vázani



Ca spouští interakci myosinu s aktinem

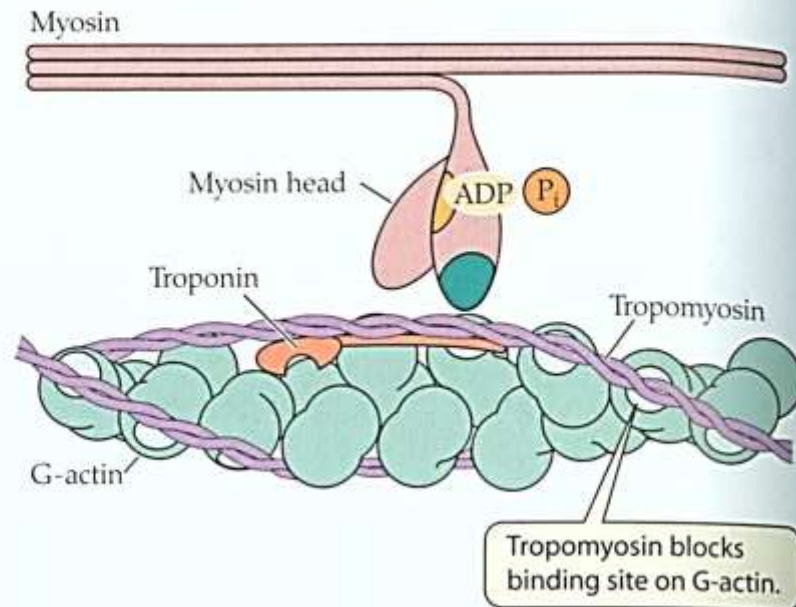
Vápník iniciuje setkání Myosinu s Aktinem

Fig. 50-26

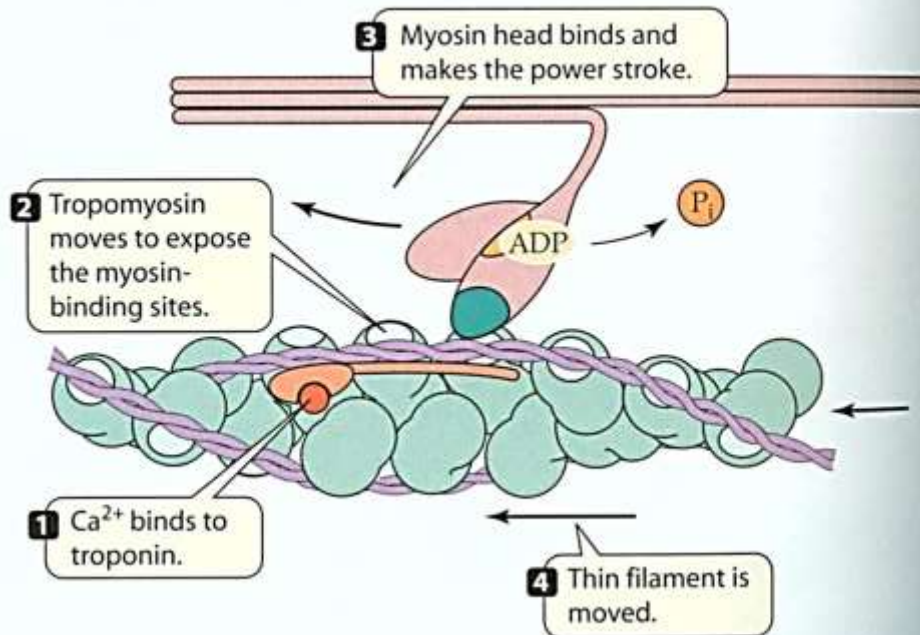


Molekulární události stahu – animace

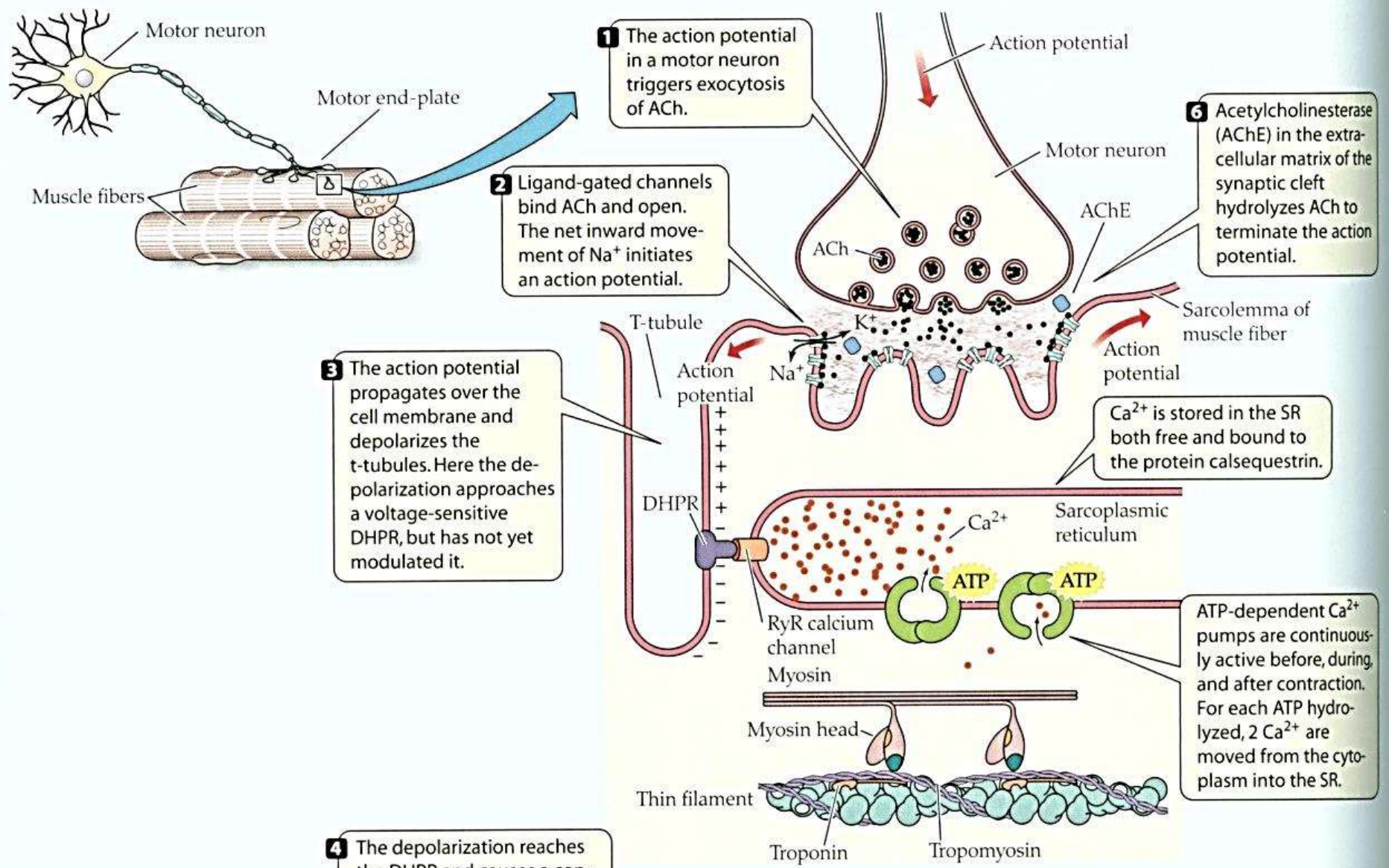
(a) No Ca^{2+} ions present in cytoplasm (relaxed)



(b) Ca^{2+} ions released from the sarcoplasmic reticulum



Spřažení excitace a kontrakce kosterního svalu



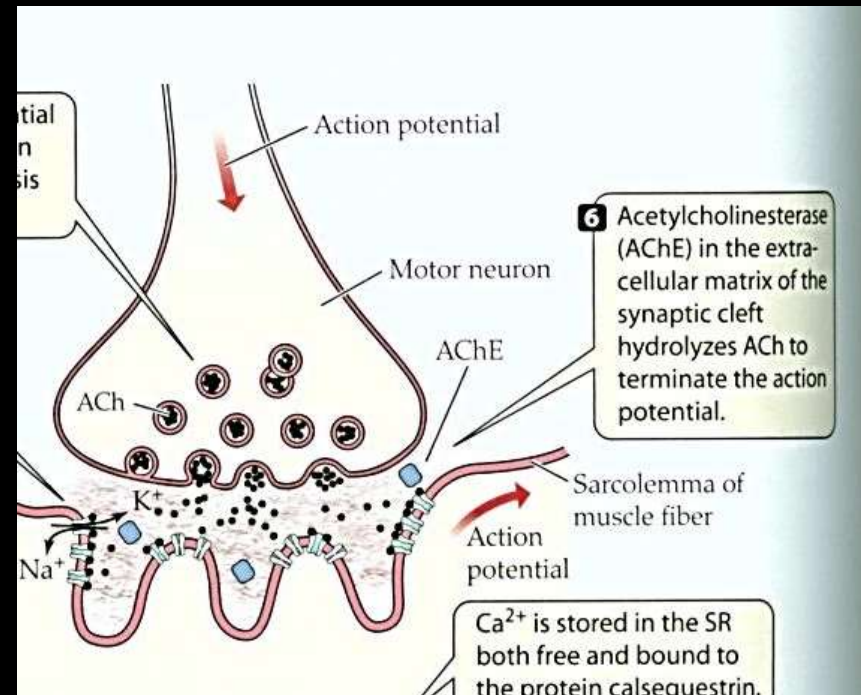
Spřažení excitace a kontrakce kosterního svalu

Nervosvalovou ploténku může zablokovat:

Kurare, hadí jedy – kompetitivní inhibice receptorů

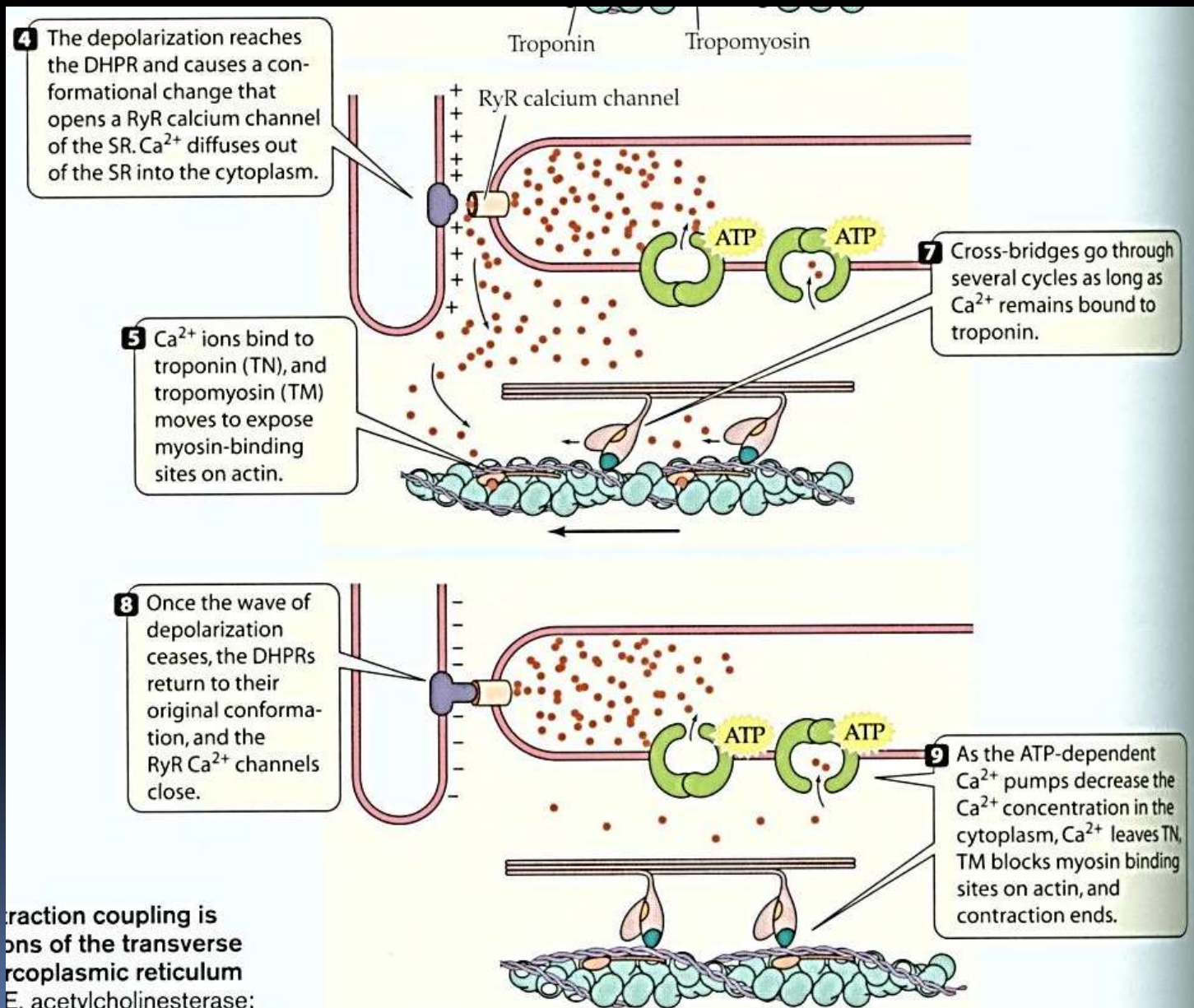
Pesticidy – blokáda AChE

Botulin – rozpad proteinů vezikulární exocyt.

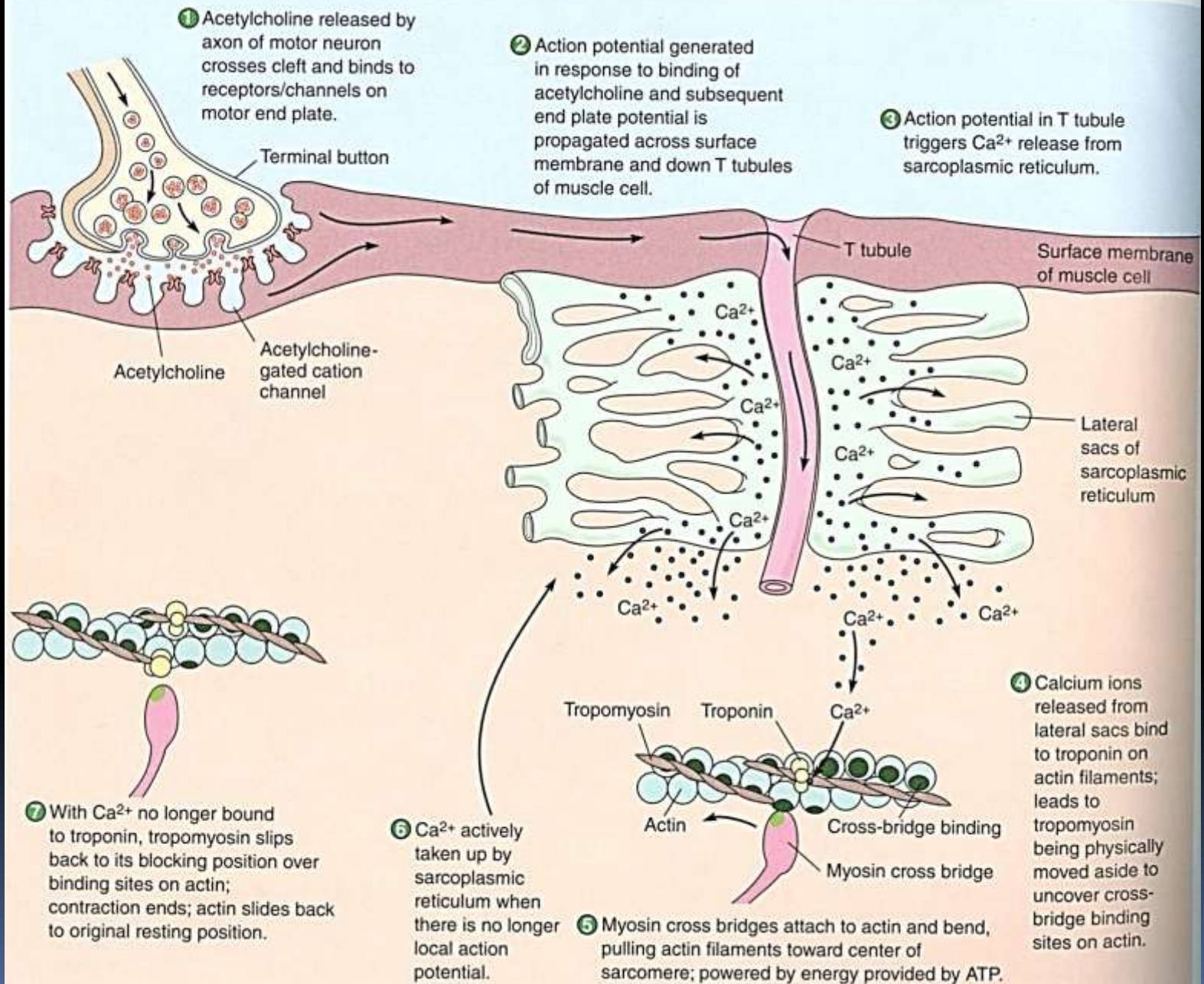


Ionotropní řízení:
Nervosvalová ploténka

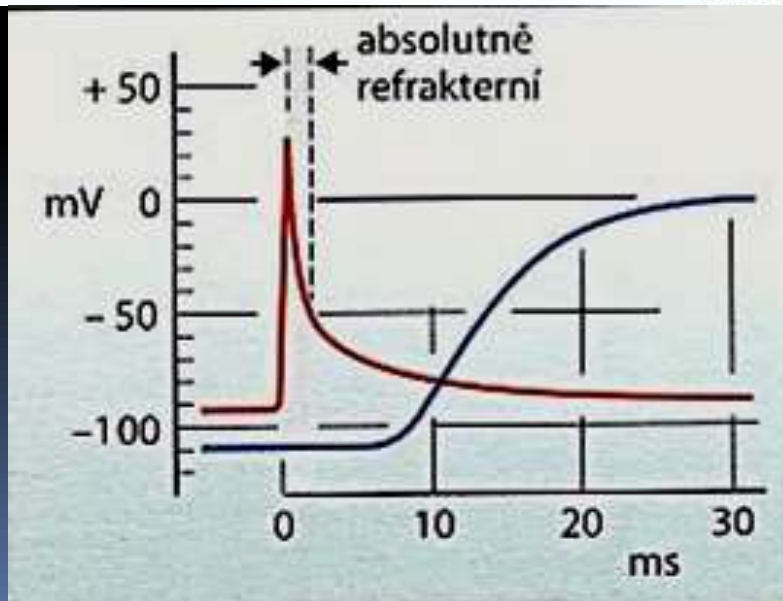
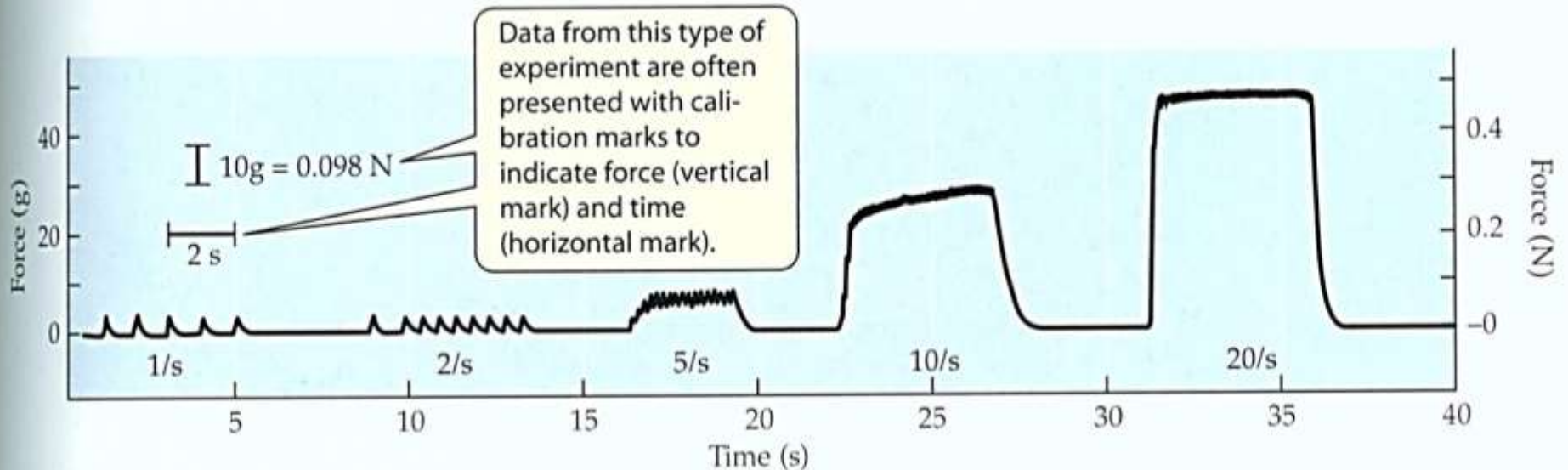
Spřažení excitace a kontrakce



contraction coupling is
ions of the transverse
sarcoplasmic reticulum
E, acetylcholinesterase;
D, D, nicotinic receptor



Odstupňování stahu – časová sumace

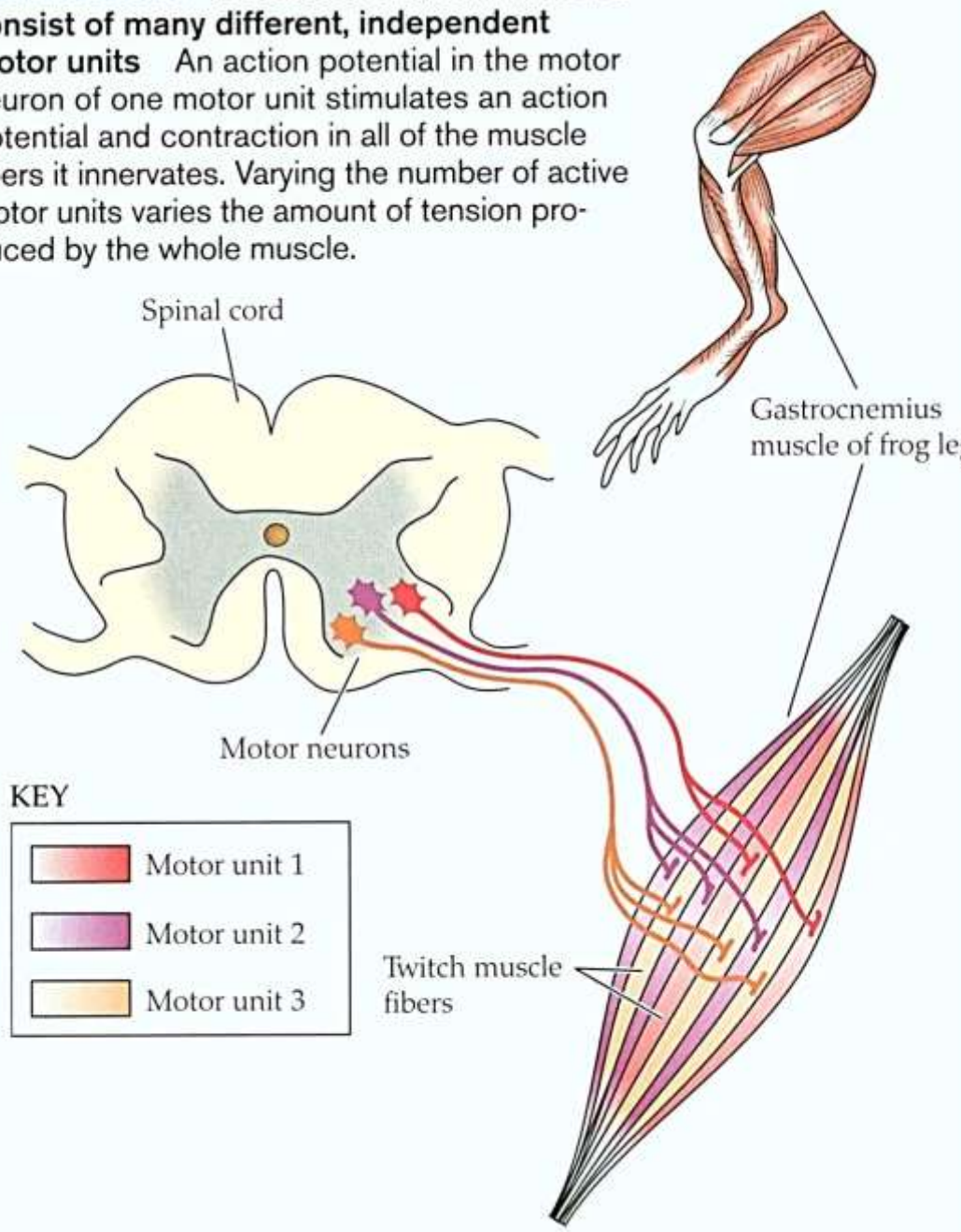


Vyšší frekvence AP udrží sval v trvalém stahu – hladký tet.

Další zvyšování f zvýší sílu stahu – čas. sumace

Motorické jednotky a odstupňování stahu – prostorová sumace

FIGURE 20.15 Vertebrate skeletal muscles consist of many different, independent motor units. An action potential in the motor neuron of one motor unit stimulates an action potential and contraction in all of the muscle fibers it innervates. Varying the number of active motor units varies the amount of tension produced by the whole muscle.

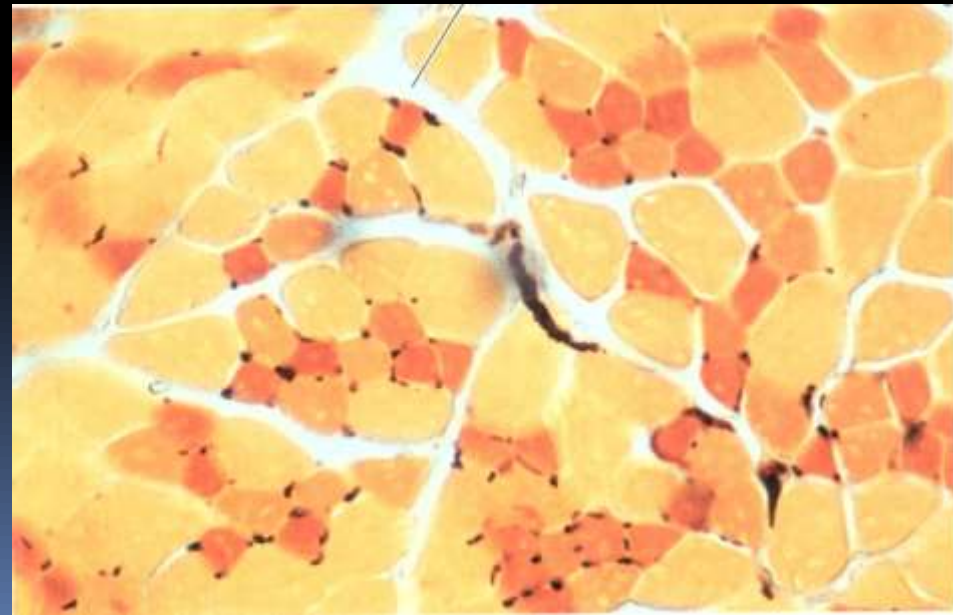


V pracujícím svalu se zapíná více či méně motorických jednotek.
Tzv. nábořem se odstupňuje síla stahu

Druhy kosterní svaloviny

U člověka existují tři typy :

- **typ I** (pomalá) – koná vytrvalostní aerobní práci (obsahuje hodně myoglobinu a sarkozomů),
- **typ II** (rychlá)
 - *Ila* má i určitý aerobní potenciál, je pomalejší
 - *Ilb* se uplatňuje při krátkodobých anaerobních výkonech (má málo myoglobinu a sarkozomů, obsahuje hodně myofibril),
- typ I a *Ila* se označuje též jako **svalovina červená** (zbarvení propůjčuje myoglobin), typ *Ilb* jako **bledá**



Druhy kosterní svaloviny - srovnání

	Slow oxidative (SO)	Fast oxidative glycolytic (FOG)	Fast glycolytic (FG)
Myosin ATPase activity	Slow		Fast
Speed to reach peak tension	Slow		Fast
Duration of twitches	Long		Short
Rate of Ca ²⁺ uptake by sarcoplasmic reticulum	Slow to intermediate		High
Resistance to fatigue	High		Low
Number of mitochondria	Many		Few
Myoglobin content	High		Low
Color	Red		White
Diameter of fiber	Small		Large
Number of surrounding capillaries	Many		Few
Levels of glycolytic enzymes	Low		High
Ability to produce ATP using oxidative phosphorylation	High		Low
Force developed per cross-sectional area of entire fiber	Low		High
Function in animal	Posture		Jumping, bursts of high-speed locomotion
Frequency of use by animal	High		Low

Druhy kosterní svaloviny - srovnání

	Slow oxidative (SO)	Fast oxidative glycolytic (FOG)	Fast glycolytic (FG)
Myosin ATPase activity	Slow		Fast
Speed to reach peak tension	Slow		Fast
Duration of twitches	Long		Short
Rate of Ca ²⁺ uptake by sarcoplasmic reticulum	Slow to intermediate		High
Resistance to fatigue	High		Low
Number of mitochondria	Many		Few
Myoglobin content	High		Low
Color	Red		White
Diameter of fiber	Small		Large
Number of surrounding capillaries	Many		Few
Levels of glycolytic enzymes	Low		High
Ability to produce ATP using oxidative phosphorylation	High		Low
Force developed per cross-sectional area of entire fiber	Low		High
Function in animal	Posture		Jumping, bursts of high-speed locomotion
Frequency of use by animal	High		Low

Druhy kosterní svaloviny - srovnání

	Slow oxidative (SO)	Fast oxidative glycolytic (FOG)	Fast glycolytic (FG)
Myosin ATPase activity	Slow		Fast
Speed to reach peak tension	Slow		Fast
Duration of twitches	Long		Short
Rate of Ca ²⁺ uptake by sarcoplasmic reticulum	Slow to intermediate		High
Resistance to fatigue	High		Low
Number of mitochondria	Many		Few
Myoglobin content	High		Low
Color	Red		White
Diameter of fiber	Small		Large
Number of surrounding capillaries	Many		Few
Levels of glycolytic enzymes	Low		High
Ability to produce ATP using oxidative phosphorylation	High		Low
Force developed per cross-sectional area of entire fiber	Low		High
Function in animal	Posture		Jumping, bursts of high-speed locomotion
Frequency of use by animal	High		Low

Druhy kosterní svaloviny - srovnání

	Slow oxidative (SO)	Fast oxidative glycolytic (FOG)	Fast glycolytic (FG)
Myosin ATPase activity	Slow		Fast
Speed to reach peak tension	Slow		Fast
Duration of twitches	Long		Short
Rate of Ca ²⁺ uptake by sarcoplasmic reticulum	Slow to intermediate		High
Resistance to fatigue	High		Low
Number of mitochondria	Many		Few
Myoglobin content	High		Low
Color	Red		White
Diameter of fiber	Small		Large
Number of surrounding capillaries	Many		Few
Levels of glycolytic enzymes	Low		High
Ability to produce ATP using oxidative phosphorylation	High		Low
Force developed per cross-sectional area of entire fiber	Low		High
Function in animal	Posture		Jumping, bursts of high-speed locomotion
Frequency of use by animal	High		Low

Druhy kosterní svaloviny - srovnání

	Slow oxidative (SO)	Fast oxidative glycolytic (FOG)	Fast glycolytic (FG)
Myosin ATPase activity	Slow		Fast
Speed to reach peak tension	Slow		Fast
Duration of twitches	Long		Short
Rate of Ca ²⁺ uptake by sarcoplasmic reticulum	Slow to intermediate		High
Resistance to fatigue	High		Low
Number of mitochondria	Many		Few
Myoglobin content	High		Low
Color	Red		White
Diameter of fiber	Small		Large
Number of surrounding capillaries	Many		Few
Levels of glycolytic enzymes	Low		High
Ability to produce ATP using oxidative phosphorylation	High		Low
Force developed per cross-sectional area of entire fiber	Low		High
Function in animal	Posture		Jumping, bursts of high-speed locomotion
Frequency of use by animal	High		Low

Druhy kosterní svaloviny - srovnání

	Slow oxidative (SO)	Fast oxidative glycolytic (FOG)	Fast glycolytic (FG)
Myosin ATPase activity	Slow		Fast
Speed to reach peak tension	Slow		Fast
Duration of twitches	Long		Short
Rate of Ca ²⁺ uptake by sarcoplasmic reticulum	Slow to intermediate		High
Resistance to fatigue	High		Low
Number of mitochondria	Many		Few
Myoglobin content	High		Low
Color	Red		White
Diameter of fiber	Small		Large
Number of surrounding capillaries	Many		Few
Levels of glycolytic enzymes	Low		High
Ability to produce ATP using oxidative phosphorylation	High		Low
Force developed per cross-sectional area of entire fiber	Low		High
Function in animal	Posture		Jumping, bursts of high-speed locomotion
Frequency of use by animal	High		Low

Druhy kosterní svaloviny - srovnání

	Slow oxidative (SO)	Fast oxidative glycolytic (FOG)	Fast glycolytic (FG)
Myosin ATPase activity	Slow		Fast
Speed to reach peak tension	Slow		Fast
Duration of twitches	Long		Short
Rate of Ca ²⁺ uptake by sarcoplasmic reticulum	Slow to intermediate		High
Resistance to fatigue	High		Low
Number of mitochondria	Many		Few
Myoglobin content	High		Low
Color	Red		White
Diameter of fiber	Small		Large
Number of surrounding capillaries	Many		Few
Levels of glycolytic enzymes	Low		High
Ability to produce ATP using oxidative phosphorylation	High		Low
Force developed per cross-sectional area of entire fiber	Low		High
Function in animal	Posture		Jumping, bursts of high-speed locomotion
Frequency of use by animal	High		Low

Druhy kosterní svaloviny - srovnání

	Slow oxidative (SO)	Fast oxidative glycolytic (FOG)	Fast glycolytic (FG)
Myosin ATPase activity	Slow		Fast
Speed to reach peak tension	Slow		Fast
Duration of twitches	Long		Short
Rate of Ca ²⁺ uptake by sarcoplasmic reticulum	Slow to intermediate		High
Resistance to fatigue	High		Low
Number of mitochondria	Many		Few
Myoglobin content	High		Low
Color	Red		White
Diameter of fiber	Small		Large
Number of surrounding capillaries	Many		Few
Levels of glycolytic enzymes	Low		High
Ability to produce ATP using oxidative phosphorylation	High		Low
Force developed per cross-sectional area of entire fiber	Low		High
Function in animal	Posture		Jumping, bursts of high-speed locomotion
Frequency of use by animal	High		Low

Druhy kosterní svaloviny - srovnání

	Slow oxidative (SO)	Fast oxidative glycolytic (FOG)	Fast glycolytic (FG)
Myosin ATPase activity	Slow		Fast
Speed to reach peak tension	Slow		Fast
Duration of twitches	Long		Short
Rate of Ca ²⁺ uptake by sarcoplasmic reticulum	Slow to intermediate		High
Resistance to fatigue	High		Low
Number of mitochondria	Many		Few
Myoglobin content	High		Low
Color	Red		White
Diameter of fiber	Small		Large
Number of surrounding capillaries	Many		Few
Levels of glycolytic enzymes	Low		High
Ability to produce ATP using oxidative phosphorylation	High		Low
Force developed per cross-sectional area of entire fiber	Low		High
Function in animal	Posture		Jumping, bursts of high-speed locomotion
Frequency of use by animal	High		Low

Druhy kosterní svaloviny - srovnání

	Slow oxidative (SO)	Fast oxidative glycolytic (FOG)	Fast glycolytic (FG)
Myosin ATPase activity	Slow		Fast
Speed to reach peak tension	Slow		Fast
Duration of twitches	Long		Short
Rate of Ca ²⁺ uptake by sarcoplasmic reticulum	Slow to intermediate		High
Resistance to fatigue	High		Low
Number of mitochondria	Many		Few
Myoglobin content	High		Low
Color	Red		White
Diameter of fiber	Small		Large
Number of surrounding capillaries	Many		Few
Levels of glycolytic enzymes	Low		High
Ability to produce ATP using oxidative phosphorylation	High		Low
Force developed per cross-sectional area of entire fiber	Low		High
Function in animal	Posture		Jumping, bursts of high-speed locomotion
Frequency of use by animal	High		Low

Druhy kosterní svaloviny - srovnání

	Slow oxidative (SO)	Fast oxidative glycolytic (FOG)	Fast glycolytic (FG)
Myosin ATPase activity	Slow		Fast
Speed to reach peak tension	Slow		Fast
Duration of twitches	Long		Short
Rate of Ca ²⁺ uptake by sarcoplasmic reticulum	Slow to intermediate		High
Resistance to fatigue	High		Low
Number of mitochondria	Many		Few
Myoglobin content	High		Low
Color	Red		White
Diameter of fiber	Small		Large
Number of surrounding capillaries	Many		Few
Levels of glycolytic enzymes	Low		High
Ability to produce ATP using oxidative phosphorylation	High		Low
Force developed per cross-sectional area of entire fiber	Low		High
Function in animal	Posture		Jumping, bursts of high-speed locomotion
Frequency of use by animal	High		Low

Druhy kosterní svaloviny - srovnání

	Slow oxidative (SO)	Fast oxidative glycolytic (FOG)	Fast glycolytic (FG)
Myosin ATPase activity	Slow		Fast
Speed to reach peak tension	Slow		Fast
Duration of twitches	Long		Short
Rate of Ca ²⁺ uptake by sarcoplasmic reticulum	Slow to intermediate		High
Resistance to fatigue	High		Low
Number of mitochondria	Many		Few
Myoglobin content	High		Low
Color	Red		White
Diameter of fiber	Small		Large
Number of surrounding capillaries	Many		Few
Levels of glycolytic enzymes	Low		High
Ability to produce ATP using oxidative phosphorylation	High		Low
Force developed per cross-sectional area of entire fiber	Low		High
Function in animal	Posture		Jumping, bursts of high-speed locomotion
Frequency of use by animal	High		Low

Druhy kosterní svaloviny - srovnání

	Slow oxidative (SO)	Fast oxidative glycolytic (FOG)	Fast glycolytic (FG)
Myosin ATPase activity	Slow		Fast
Speed to reach peak tension	Slow		Fast
Duration of twitches	Long		Short
Rate of Ca ²⁺ uptake by sarcoplasmic reticulum	Slow to intermediate		High
Resistance to fatigue	High		Low
Number of mitochondria	Many		Few
Myoglobin content	High		Low
Color	Red		White
Diameter of fiber	Small		Large
Number of surrounding capillaries	Many		Few
Levels of glycolytic enzymes	Low		High
Ability to produce ATP using oxidative phosphorylation	High		Low
Force developed per cross-sectional area of entire fiber	Low		High
Function in animal	Posture		Jumping, bursts of high-speed locomotion
Frequency of use by animal	High		Low

Druhy kosterní svaloviny - srovnání

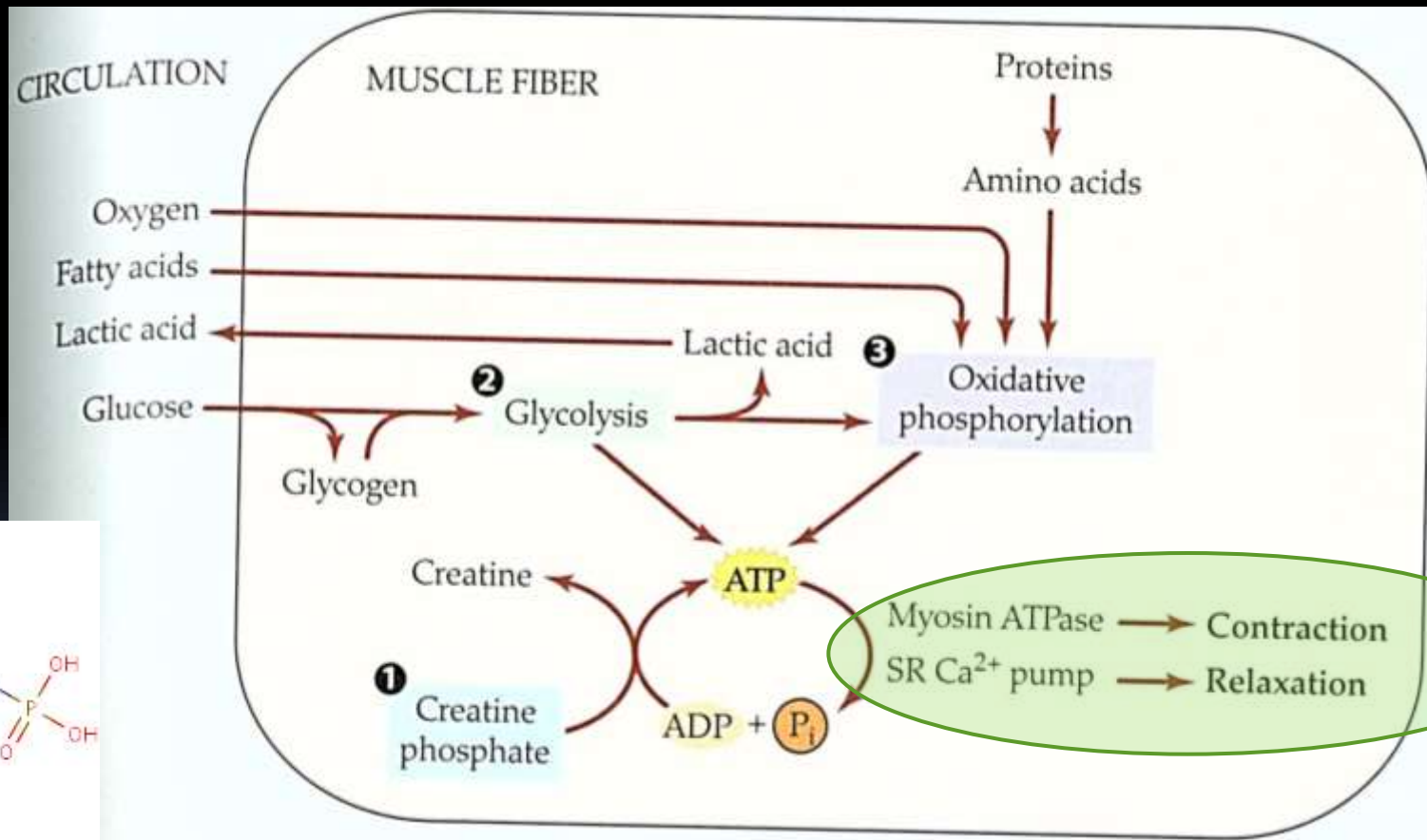
	Slow oxidative (SO)	Fast oxidative glycolytic (FOG)	Fast glycolytic (FG)
Myosin ATPase activity	Slow		Fast
Speed to reach peak tension	Slow		Fast
Duration of twitches	Long		Short
Rate of Ca ²⁺ uptake by sarcoplasmic reticulum	Slow to intermediate		High
Resistance to fatigue	High		Low
Number of mitochondria	Many		Few
Myoglobin content	High		Low
Color	Red		White
Diameter of fiber	Small		Large
Number of surrounding capillaries	Many		Few
Levels of glycolytic enzymes	Low		High
Ability to produce ATP using oxidative phosphorylation	High		Low
Force developed per cross-sectional area of entire fiber	Low		High
Function in animal	Posture		Jumping, bursts of high-speed locomotion
Frequency of use by animal	High		Low

Druhy kosterní svaloviny - srovnání

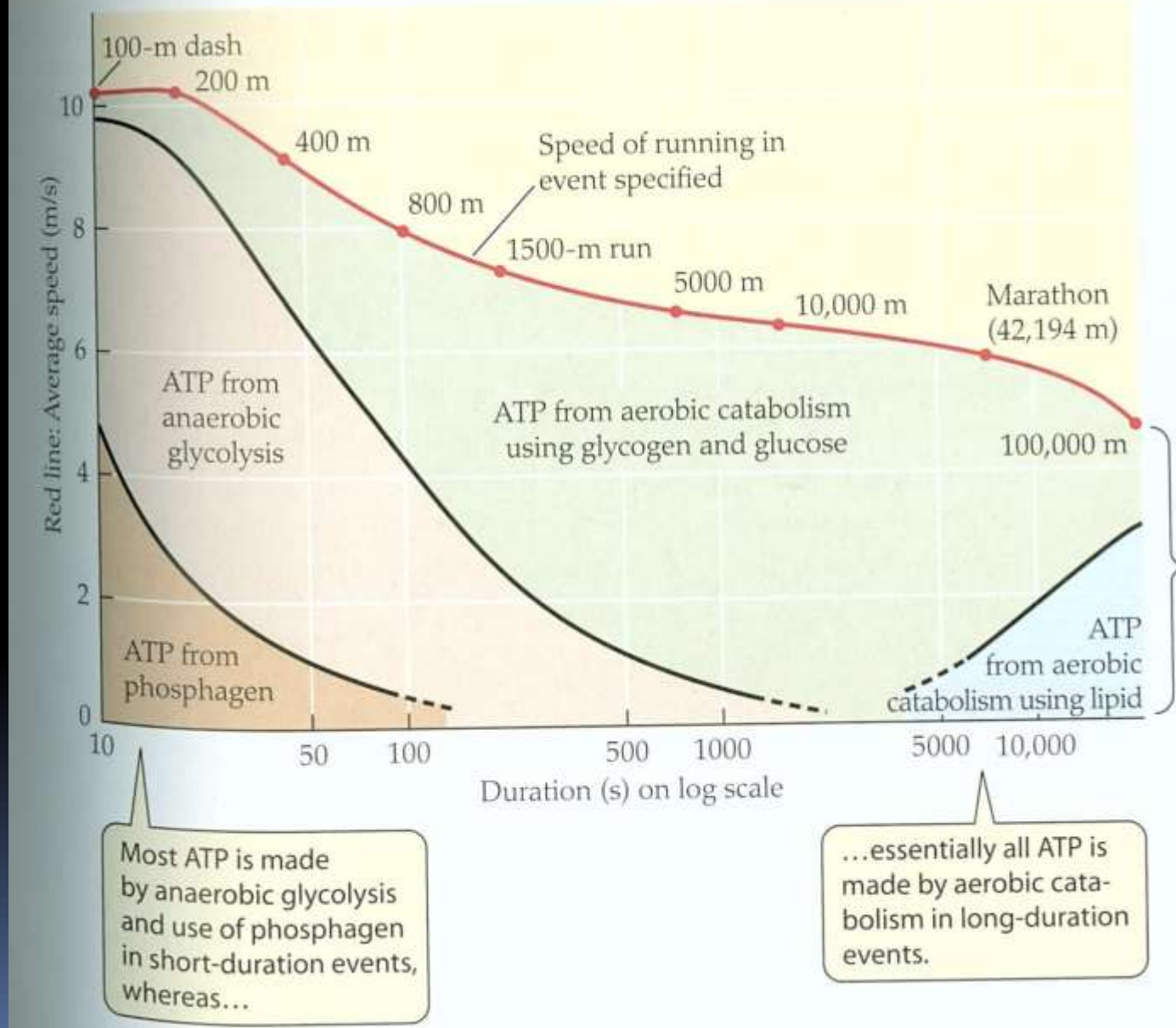
	Slow oxidative (SO)	Fast oxidative glycolytic (FOG)	Fast glycolytic (FG)
Myosin ATPase activity	Slow		Fast
Speed to reach peak tension	Slow		Fast
Duration of twitches	Long		Short
Rate of Ca ²⁺ uptake by sarcoplasmic reticulum	Slow to intermediate		High
Resistance to fatigue	High		Low
Number of mitochondria	Many		Few
Myoglobin content	High		Low
Color	Red		White
Diameter of fiber	Small		Large
Number of surrounding capillaries	Many		Few
Levels of glycolytic enzymes	Low		High
Ability to produce ATP using oxidative phosphorylation	High		Low
Force developed per cross-sectional area of entire fiber	Low		High
Function in animal	Posture		Jumping, bursts of high-speed locomotion
Frequency of use by animal	High		Low

Zdroje energie svalového stahu

ATP v centru dění – co jej poskytuje a co spotřebovává



Zdroje energie pracujícího kosterního svalu závisí na době a intenzitě práce



Most ATP is made by anaerobic glycolysis and use of phosphagen in short-duration events, whereas...

...essentially all ATP is made by aerobic catabolism in long-duration events.

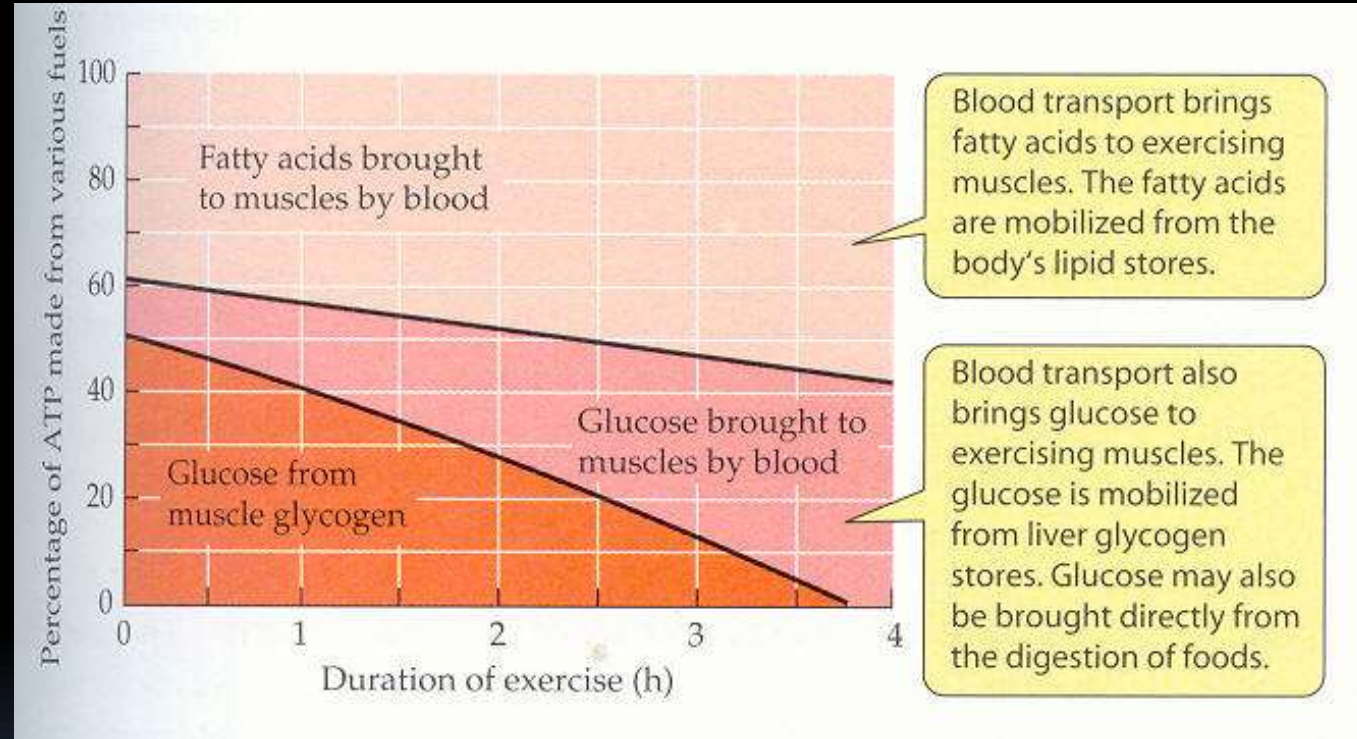
Rychlost a trvání běhu jdou proti sobě

ATP je asi na 10 kont., což je jen asi 1s v klidu CP – 50 kontrakcí

Po delší době:
Anaerobní glykolýza
Aerobní cukry
Aerobní tuky

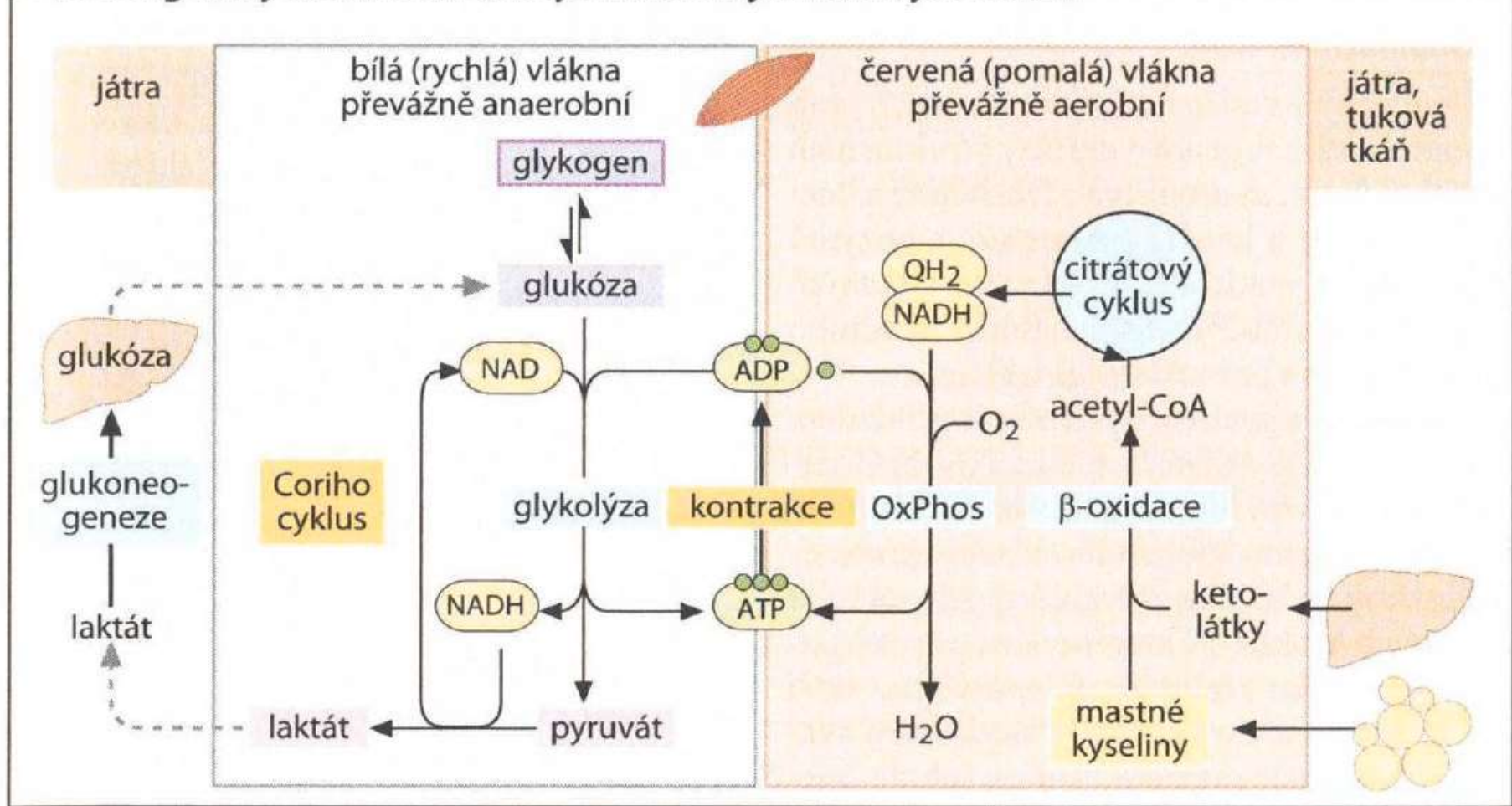
Zdroje energie pracujícího kosterního svalu závisí na době a intenzitě práce

Svalový glykogen se vyčerpává a čím dál víc záleží na zásobení krví.



Červená vlákna mají rezervu kyslíku (myoglobin) Bílá, rychlá vlákna ji nemají a přechází na glykolýzu Potřeba NAD je důvodem vzniku laktátu

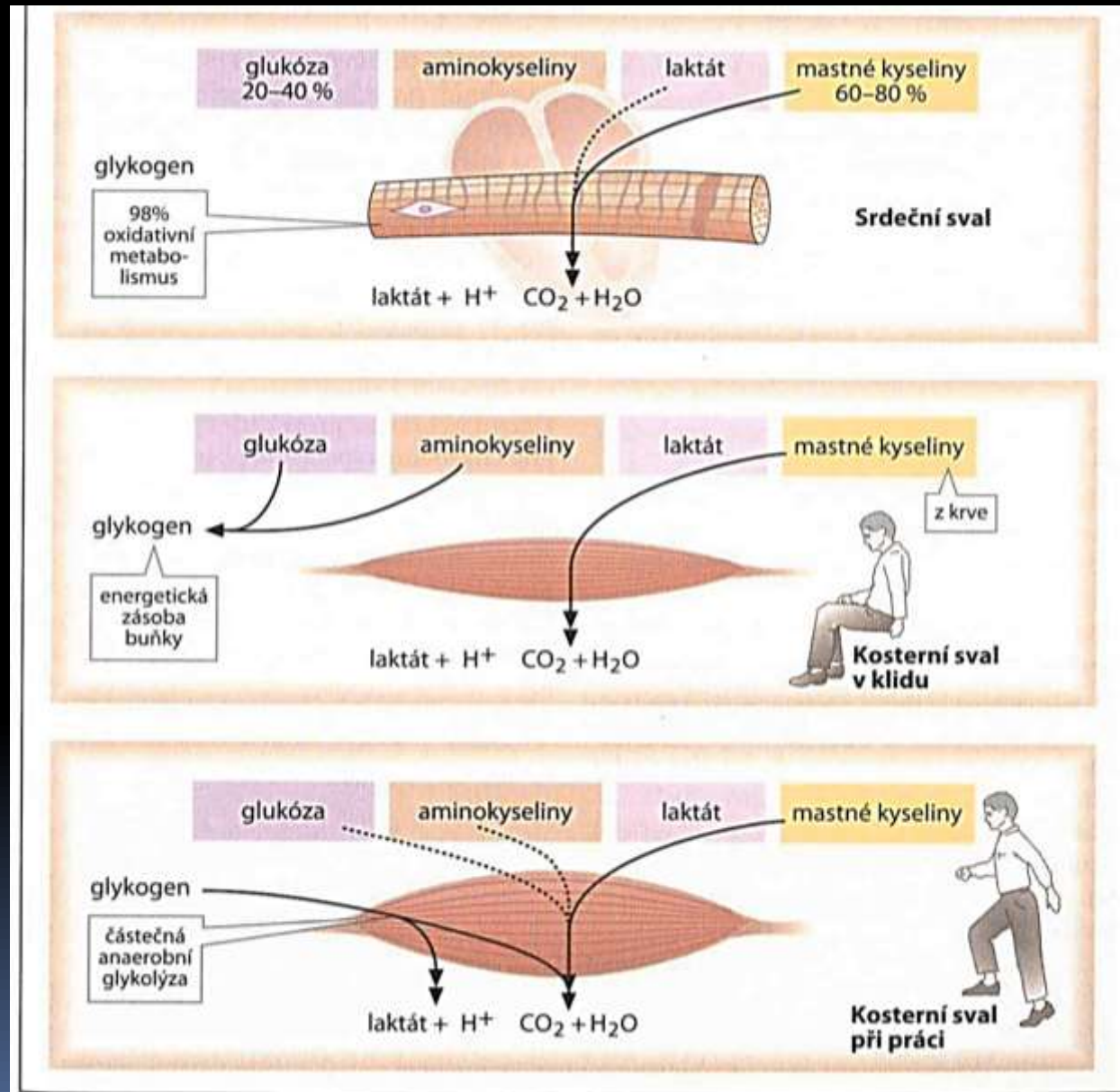
A. Energetický metabolismus bílých a červených svalových vláken



Zdroje energie srdce a kosterního svalu

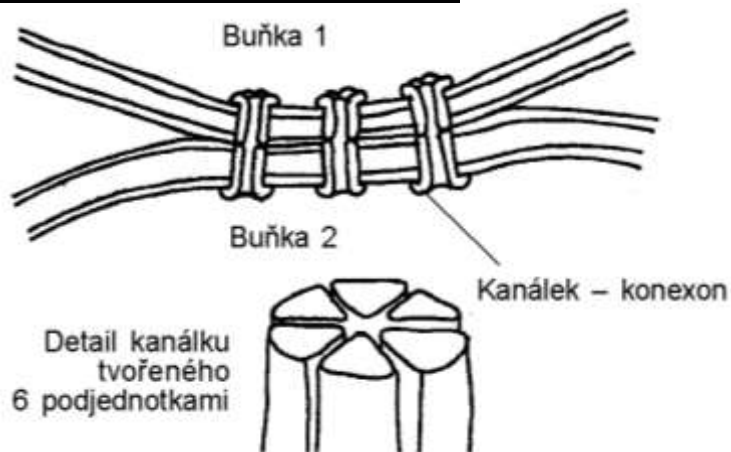
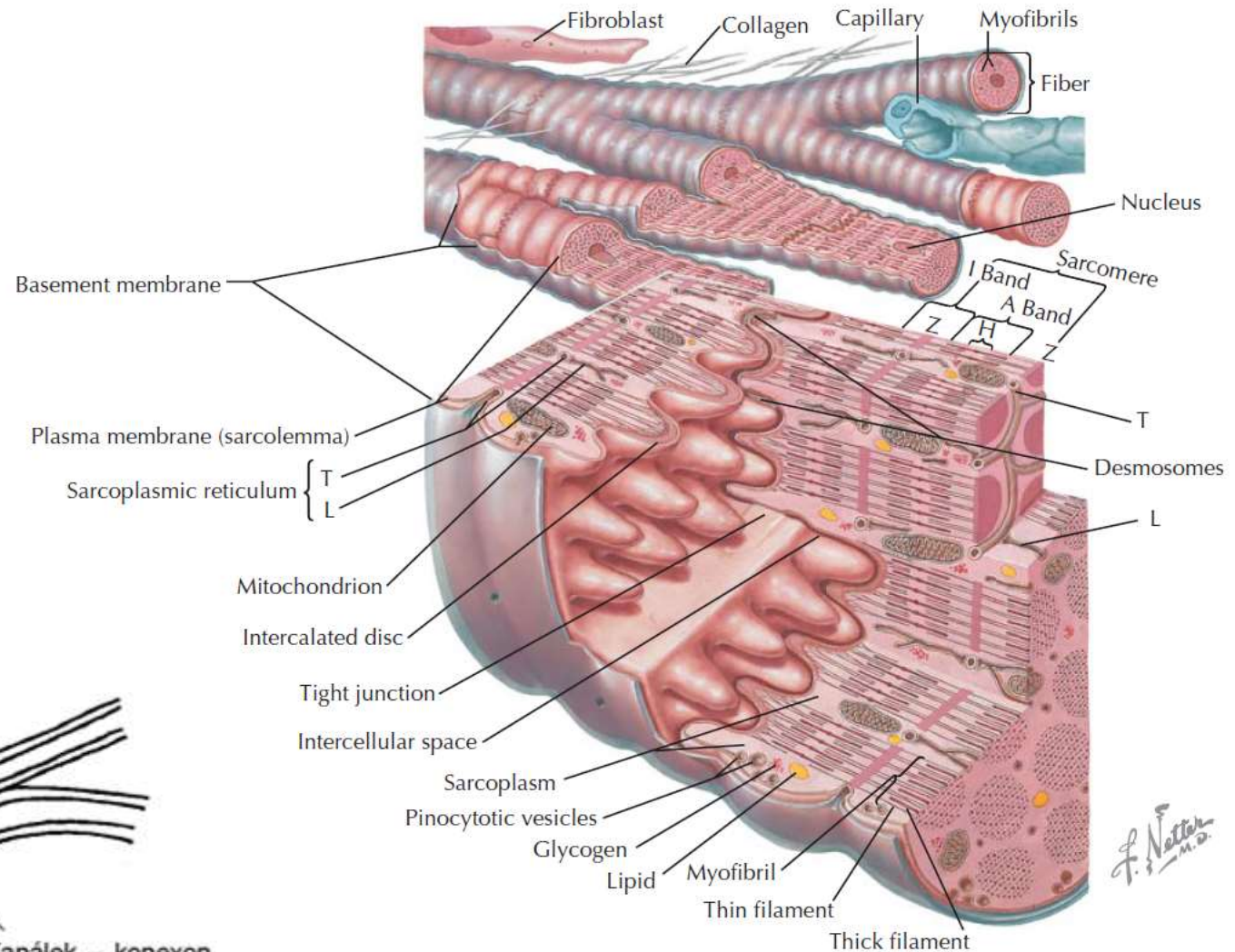
Srdce – především na MK,
Glc jen při Inzulínové
stimulaci a vysoké glykémii

Kosterní –
V klidu na MK, tvoří se
zásoba glykogenu.
Při práci 1. min anaerobně,
pak vyšší prokrvení zajistí
aerobní metabolismus.



Srdeční svalovina - myokard

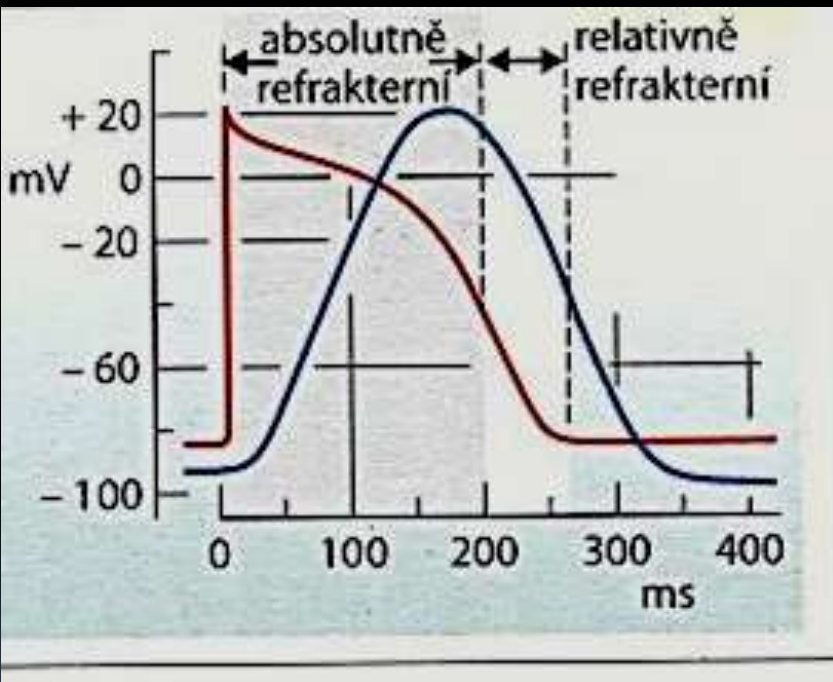
Interkalární disky
vodivě propojují do
jednoho celku.
Jsou typem gap
junction
Tvoří - Syncytium



Možnost odstupňování stahů je omezená –
Není ani časová ani prostorová sumace

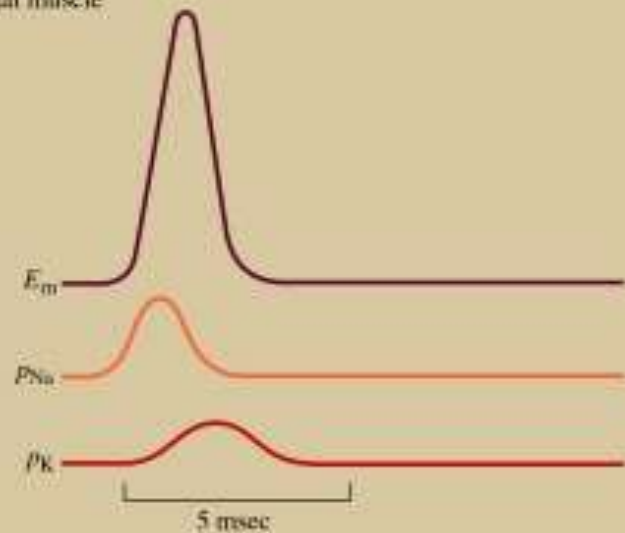
Ca v myokardu a jeho podíl na tvaru AP

Ca plató – až 500ms trvání

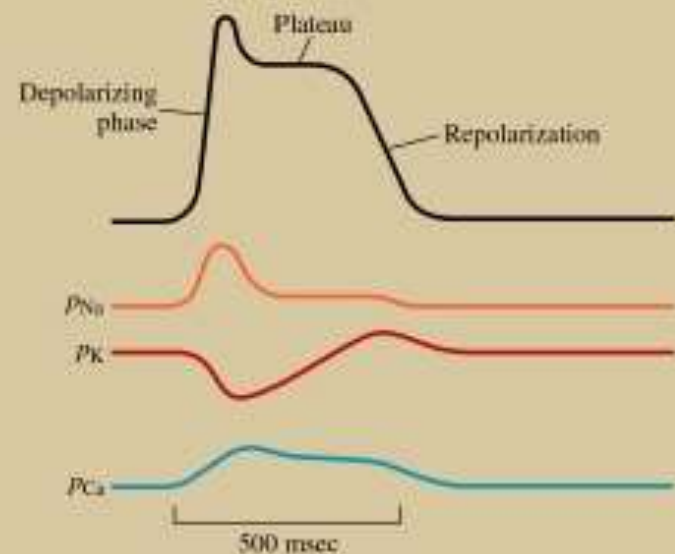


Důsledek dlouhé refrakterní fáze: Nelze fyziologicky vyvolat hladký tetanus

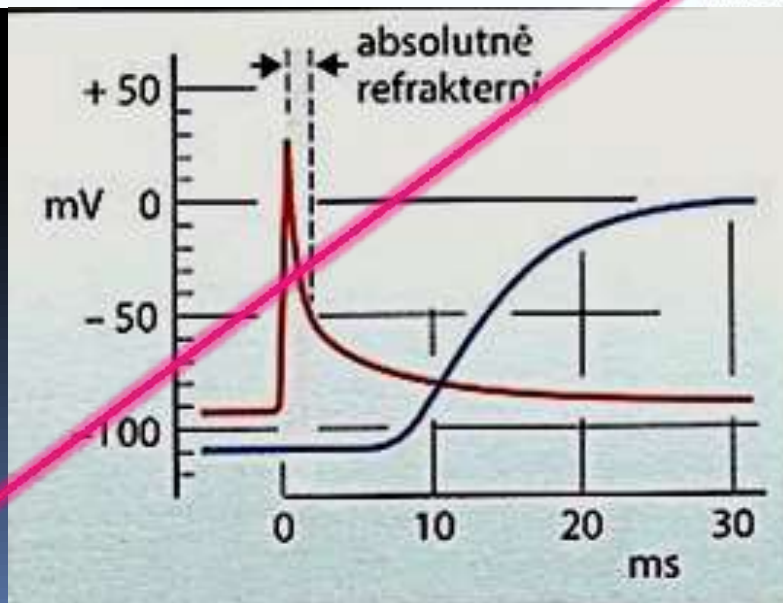
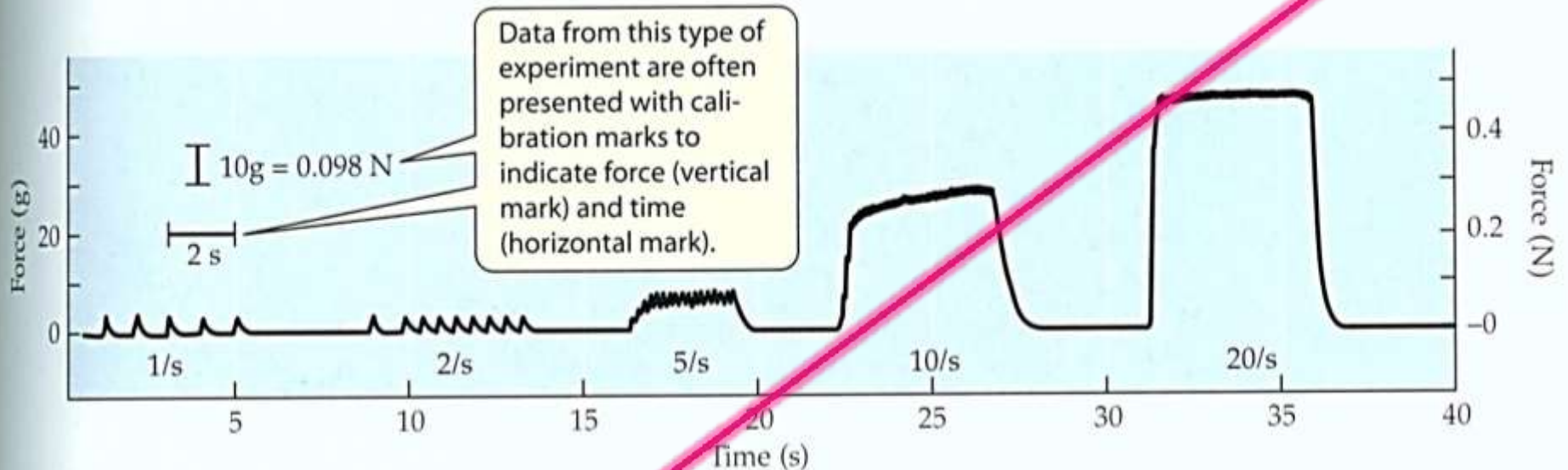
A Skeletal muscle



B Cardiac muscle



Odstupňování stahu kosterního svalu – časová sumace



Vyšší frekvence AP udrží sval v trvalém stahu – hladký tet.

Další zvyšování f zvýší sílu stahu – čas. sumace

Srovnání charakteristik 3 základních typů svalů

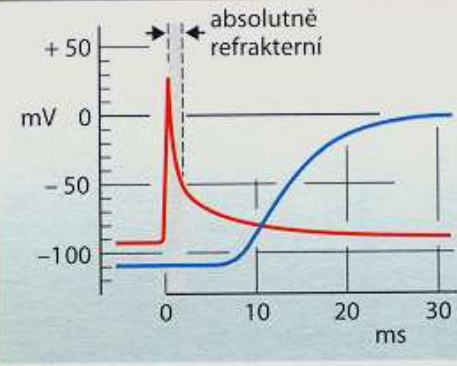
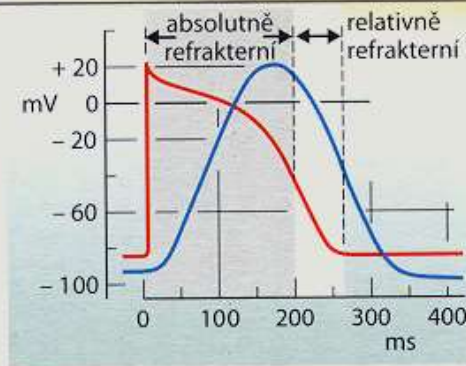
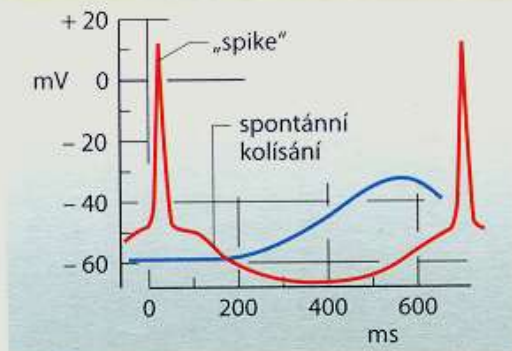
A. Stavba a funkce hladkého, srdečního a kosterního svalu

Stavba a funkce

	hladký sval	srdeční sval (příčně pruhovaný)	kosterní sval (příčně pruhovaný)
motorická ploténka	žádná	žádná	ano
vlákna	fuziformní, krátká (max. 0,2 mm)	větvená	cyлиндrická, dlouhá (max. 15 cm)
mitochondrie	nečetné	četné	nečetné (v závislosti na typu svalu)
buněčné jádro/vláknko	1	1	četná
sarkomera	žádná	ano, délka max. 2,6 μm	ano, délka max. 3,65 μm
elektrické spřažení	částečné (jednotkový typ)	ano (funkční syncytium)	ne
sarkoplazmatické retikulum	málo vyvinuté	přiměřeně vyvinuté	silně vyvinuté
Ca ²⁺ -„spínač“	kalmodulin/kaldesmon	troponin	troponin
pacemaker	zčásti spontánně rytmicky činný (1 s ⁻¹ -1h ⁻¹)	ano (sinoatriální uzel asi 1 s ⁻¹)	ne (nutný nervový podnět)
odpověď na podnět	změna tonu nebo frekvence rytmu	„vše nebo nic“	odstupňovaná
tetanizovatelný	ano	ne	ano
pracovní rozsah	křivka délka/síla je proměnlivá	na vzestupu křivky síla/délka (viz tab. 2.15 E)	v maximu křivky síla/délka (viz tab. 2.15 E)

odpověď na podnět

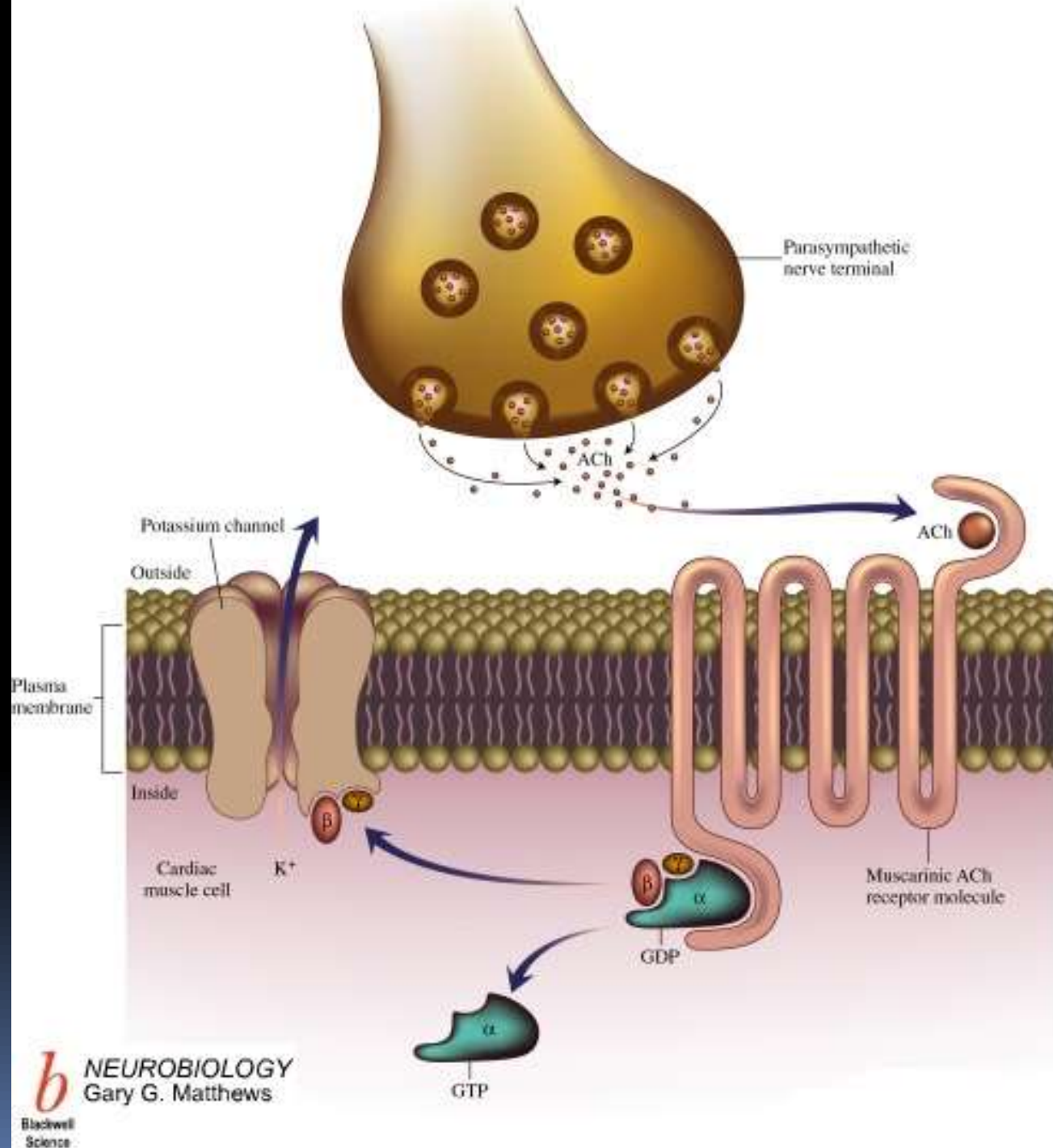
potenciál —
napětí svalu —



Parasympatikus na myokardu

Snižuje dráždivost

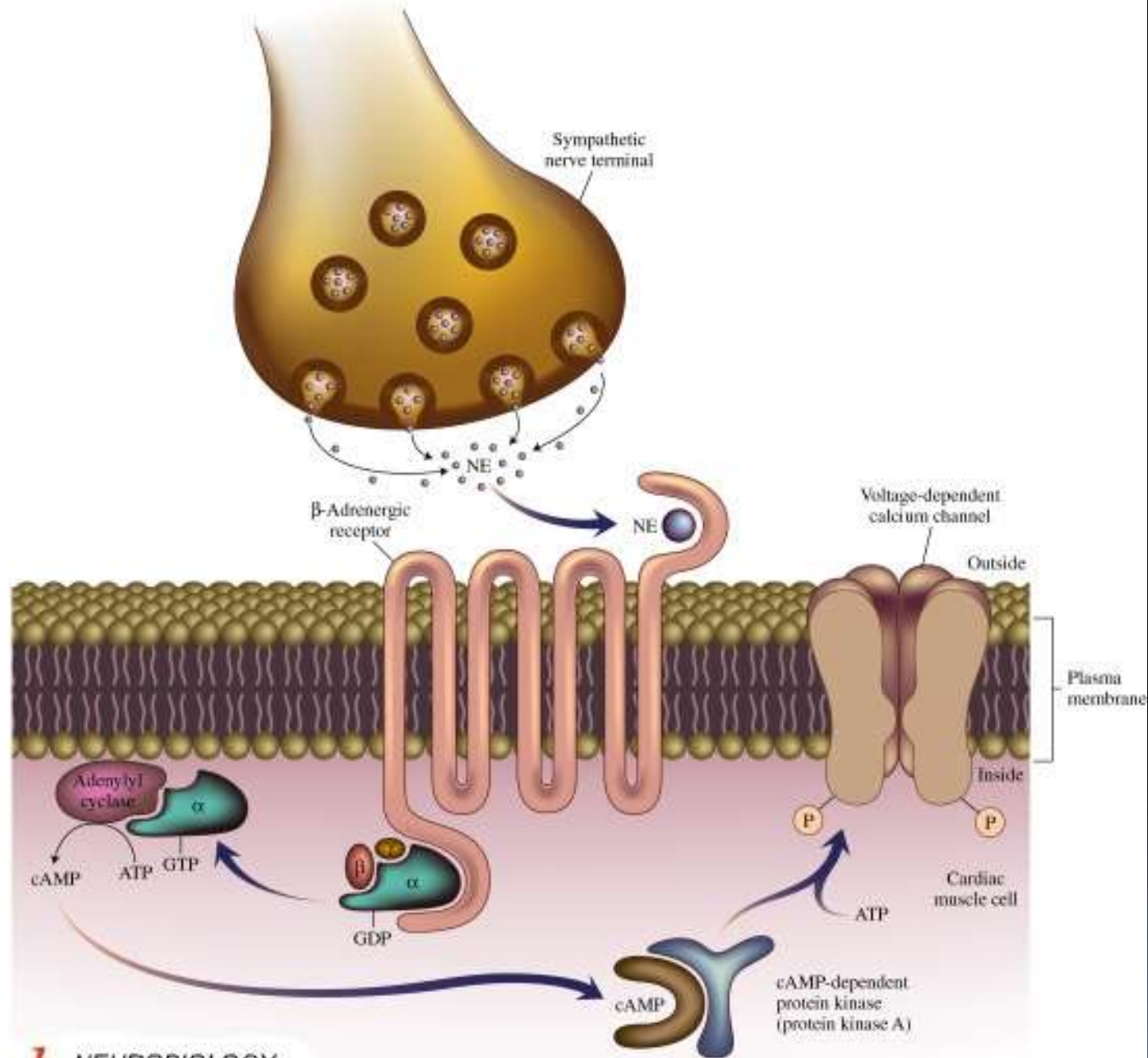
Ach se váže na muskarinový receptor a přes G-protein otevírá K kanál – hyperpolarizuje membránu



Sympatikus na myokardu

Zvyšuje
Dráždivost

NA se váže na
adrenergní
receptor a přes
G-protein a
druhého posla
otevřává Ca kanál
– depolarizuje
membránu



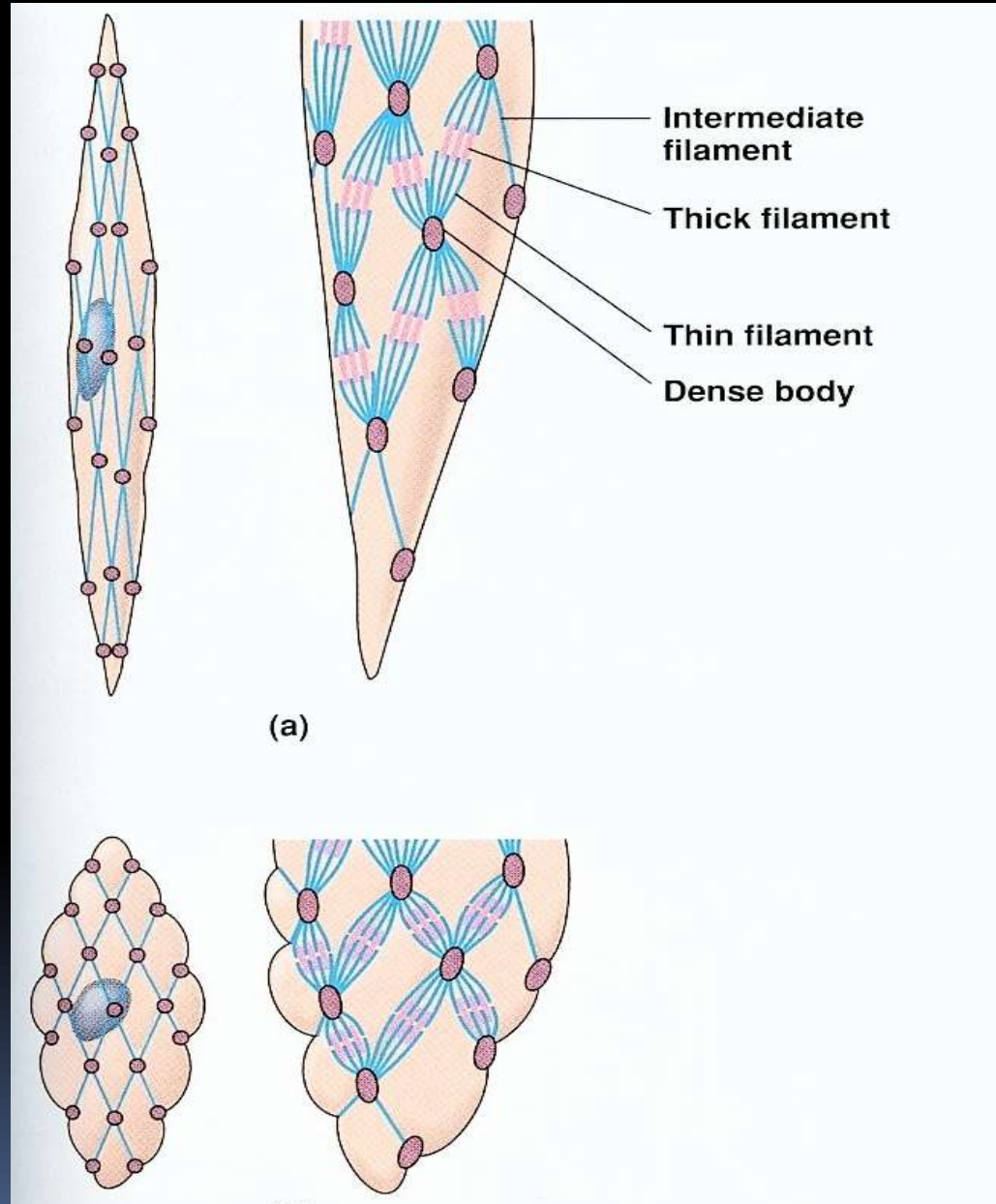
**Vápník excituje (depolarzuje), draslík inhibuje
(hyperpolarizuje)**

Iontové složení ovlivňuje činnost myokardu: kalciová ztuhlost,
draslíková inhibice

<file:///D:/Dokumenty/PRAKTIKA/Demonstrace%20z%20fyziologie/cho1so2.html>

Hladká svalovina

Buňky jsou menší, mají jen jedno jádro, jsou vřetenovitého tvaru, propojené mechanickými spoji zaručujícími přenos síly celým svalem. Nemají transverzální tubuly, troponin, tropomyosin. Síťovité propojení aktinu a myosinu netvoří proužky ATPáza myozinu je mnohem pomalejší, což vede k pomalejší kontrakci, ale udrží stah s mnohem menším vynaložením energie.

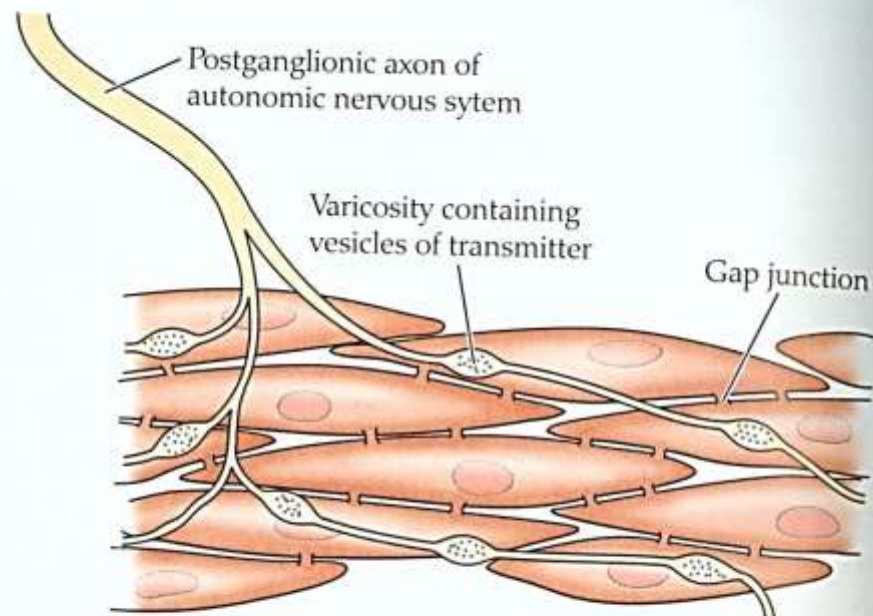


Hladká svalovina

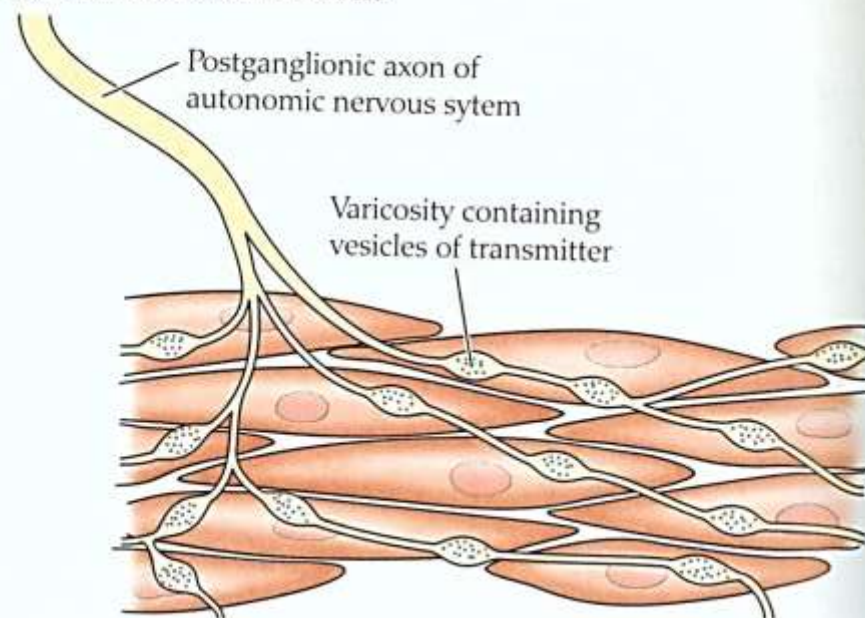
Jednotková (a) a vícejednotková (b) organizace podle propojení gap junction vodivě propojující buňky.

Jednotková potřebuje méně varikosit

(a) Single-unit smooth muscle



(b) Multiunit smooth muscle



Hladká svalovina – různé podněty

A. Smooth muscle fibers according to type of stimulation

1 Single-unit fibers

Electrical coupling
(gap junctions)

Spontaneous stimulation

General contraction

Stomach, intestine, uterus, blood vessels, etc.

2 Multi-unit fibers

Stimulated by
autonomic nerve

Local contraction

Arterioles, deferent duct, iris, etc.

Stah lze vyvolat:

Nervově

Látkově

Mechanicky

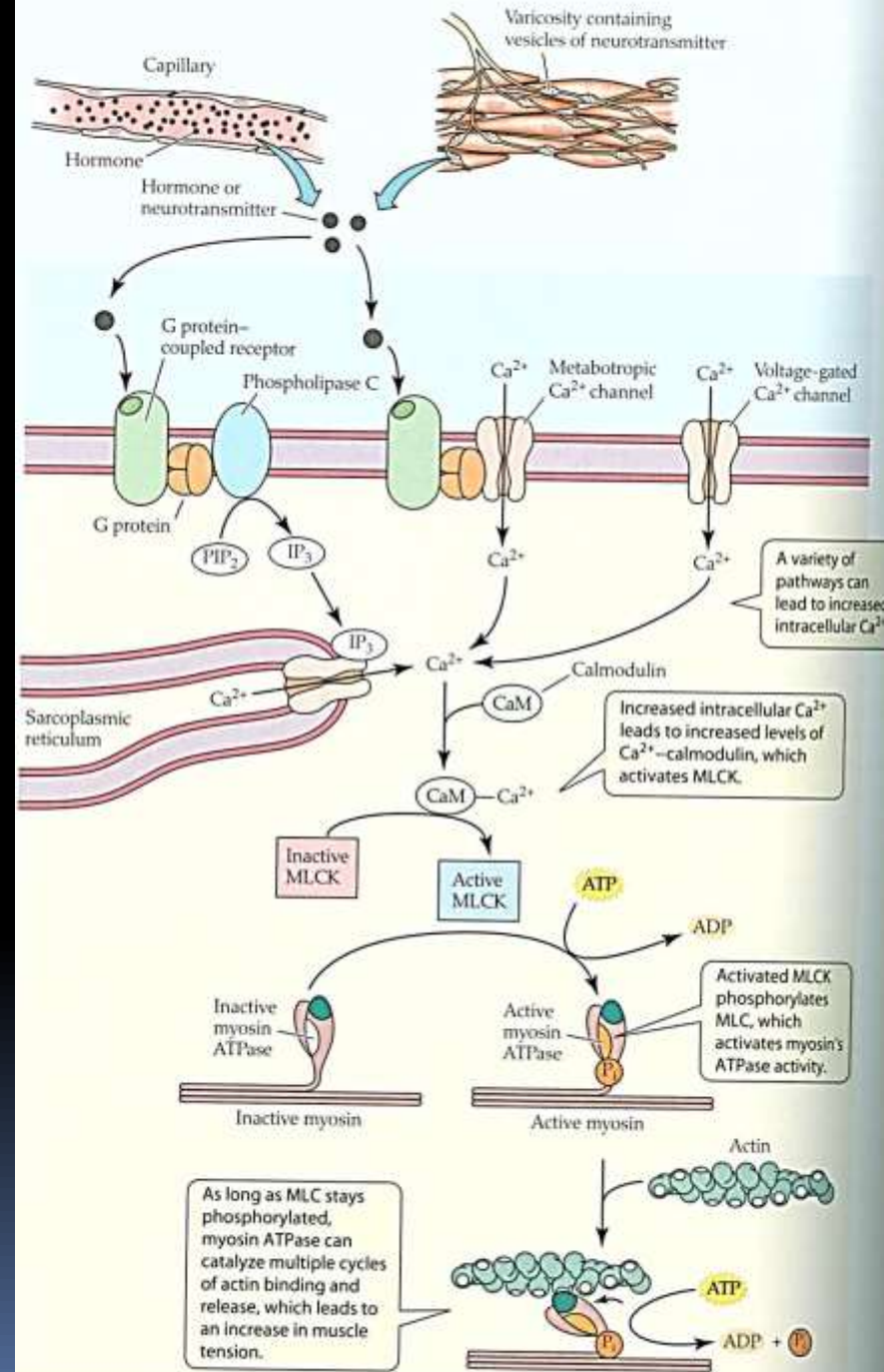
Autonomně - pacemakery

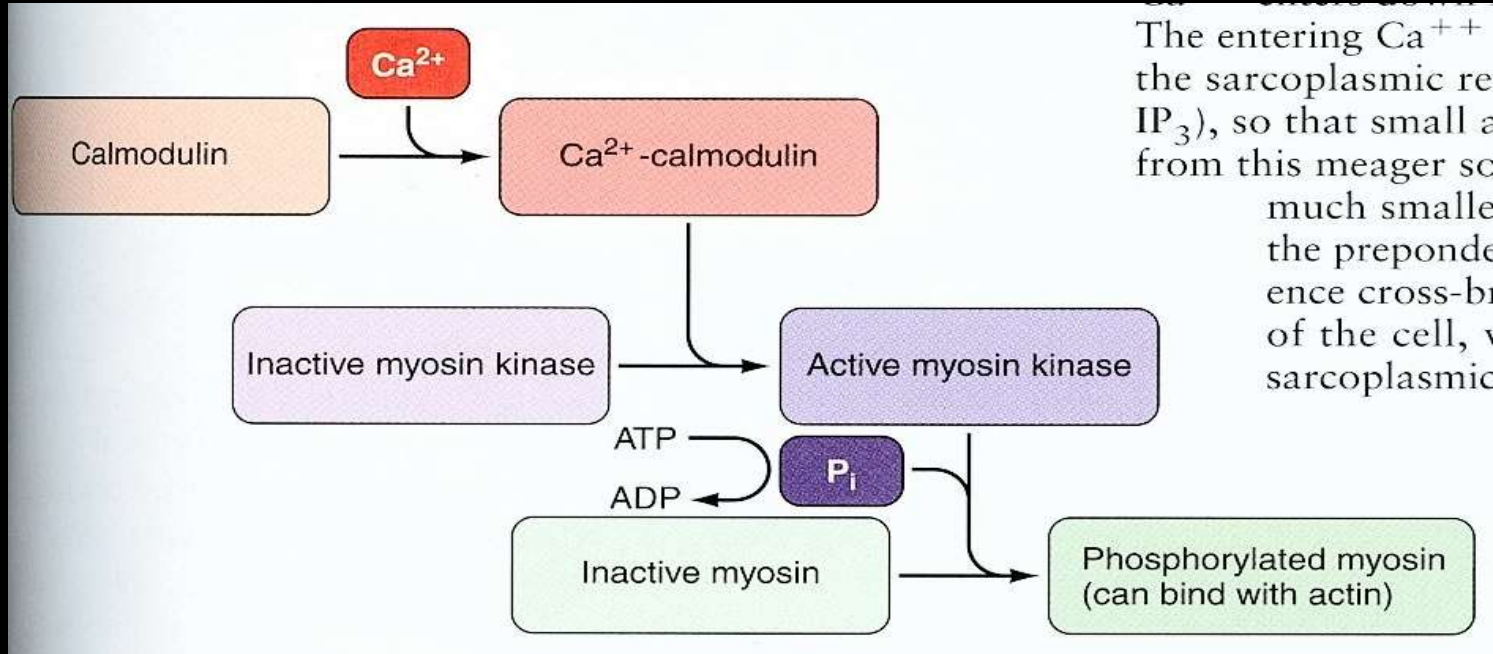
Hladká svalovina - kontrakce

Řízení stahu je opět přes Ca, ale jinak, přes tlusté (myosinové) vlákno. MLCK (myosin light chain kinase).

Fosforyluje jednu myosinovou hlavičku, což vede ke zvýšení

ATPázové aktivity a spustí navázání na aktin.





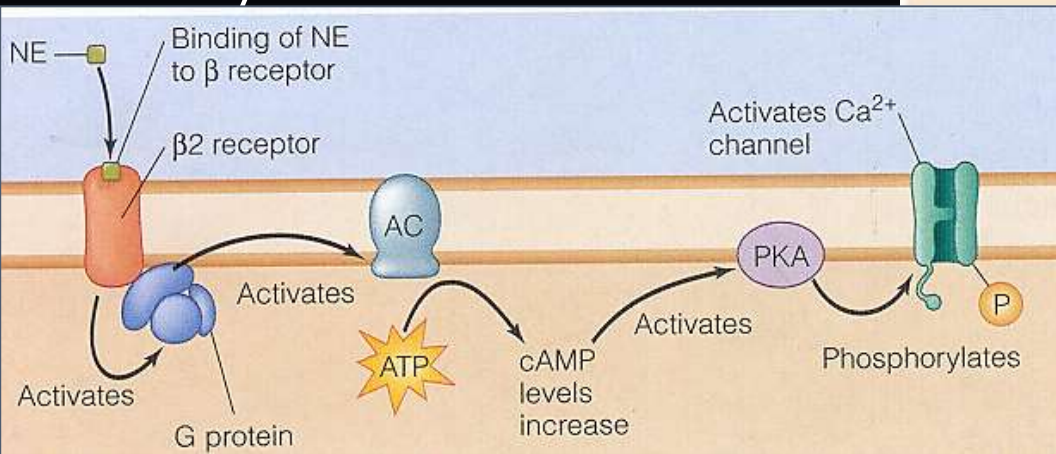
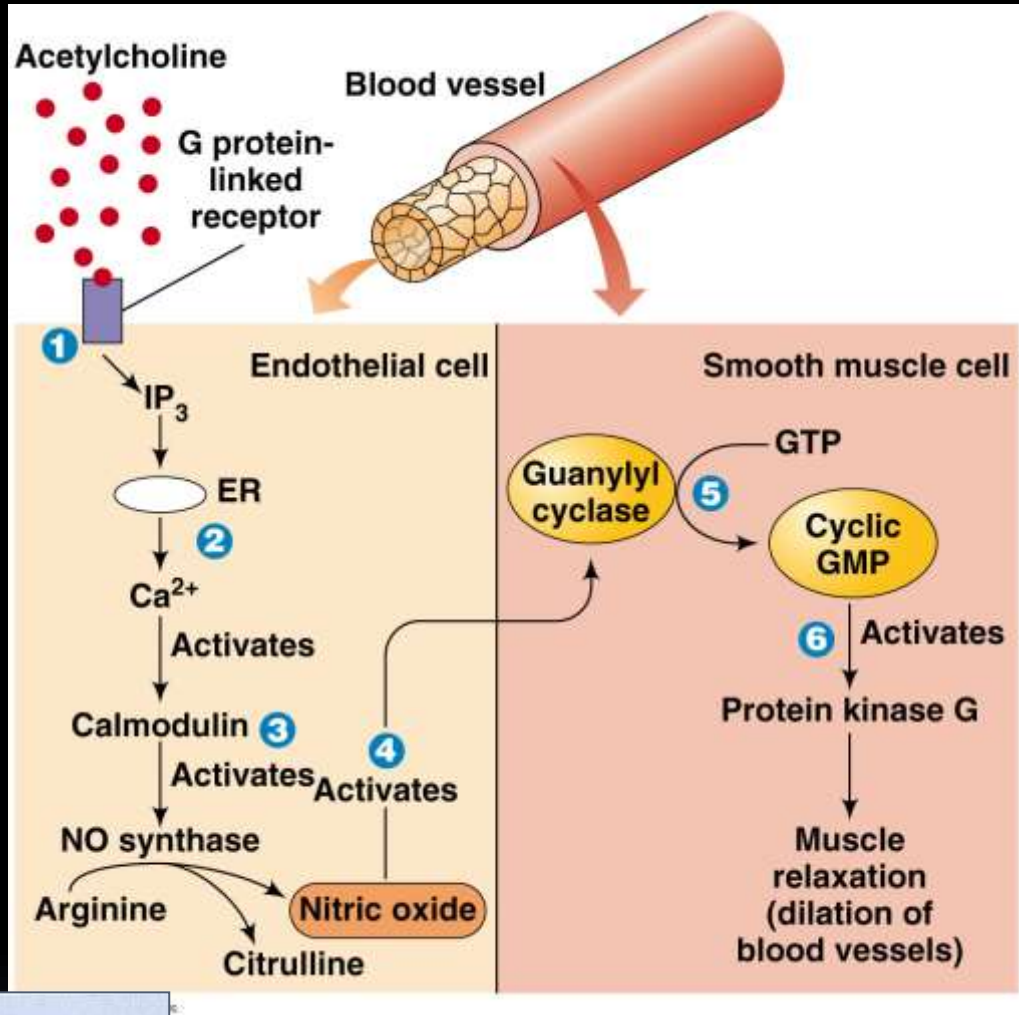
Kalciová aktivace myozinu hladké svaloviny.

Ca^{2+} vstupuje po podráždění především z extracelulárního prostoru a v komplexu s kalmodulinem aktivuje myozin kinázu.

Ta fosforyluje myozin, který je poté schopen interagovat s aktinem a začít stah

Hladká svalovina – závislost na typu látkového signálu

Citlivá na hormony i mediátory. Avšak různě podle typu receptorů na různých tkáních. Acetylcholin (parasymptický mediátor) vede ke kontrakci hladké svaloviny močového měchýře, ale dilataci cév ve střevě. Sympatický NE u většiny cév způsobí kontrakci hladké svaloviny ve stěnách.



Srovnání charakteristik 3 základních typů svalů

A. Stavba a funkce hladkého, srdečního a kosterního svalu

Stavba a funkce

	hladký sval	srdeční sval (příčně pruhovaný)	kosterní sval (příčně pruhovaný)
motorická ploténka	žádná	žádná	ano
vlákna	fuziformní, krátká (max. 0,2 mm)	větvená	cyklindrická, dlouhá (max. 15 cm)
mitochondrie	nečetné	četné	nečetné (v závislosti na typu svalu)
buněčné jádro/vláknko	1	1	četná
sarkomera	žádná	ano, délka max. 2,6 μm	ano, délka max. 3,65 μm
elektrické spřažení	částečné (jednotkový typ)	ano (funkční syncytium)	ne
sarkoplazmatické retikulum	málo vyvinuté	přiměřeně vyvinuté	silně vyvinuté
Ca ²⁺ -„spínač“	kalmodulin/kaldesmon	troponin	troponin
pacemaker	zčásti spontánně rytmicky činný (1 s ⁻¹ -1h ⁻¹)	ano (sinoatriální uzel asi 1 s ⁻¹)	ne (nutný nervový podnět)
odpověď na podnět	změna tonu nebo frekvence rytmu	„vše nebo nic“	odstupňovaná
tetanizovatelný	ano	ne	ano
pracovní rozsah	křivka délka/síla je proměnlivá	na vzestupu křivky síla/délka (viz tab. 2.15 E)	v maximu křivky síla/délka (viz tab. 2.15 E)

odpověď na podnět

potenciál —
napětí svalu —

