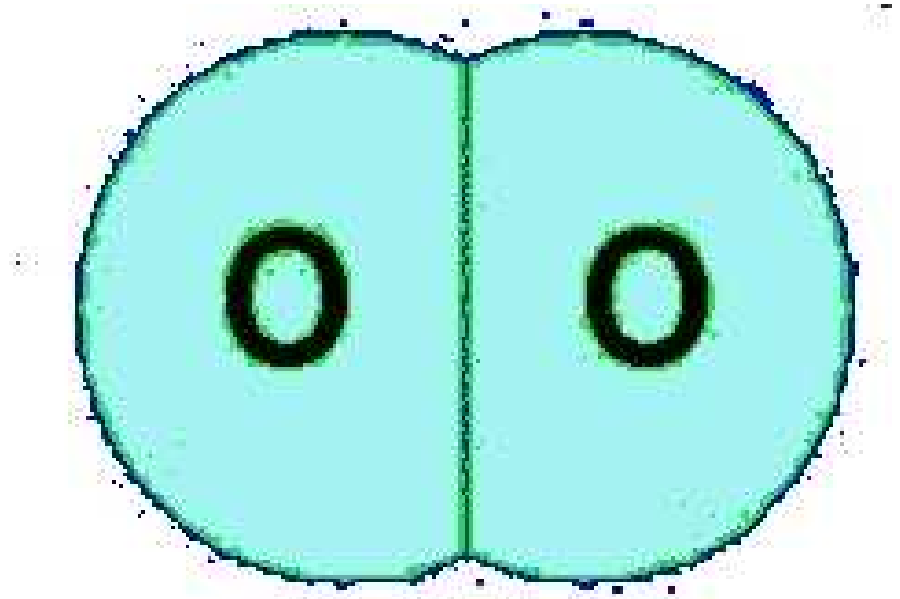


# Fyziologie pro trenéry

MUDr. Jana Picmausová

# Kyslík

- Patří mezi základní biogenní prvky (spolu s C,N,H)
- Tvoří asi 20% složení lidského těla a 20.9% atmosferického vzduchu
- Současně je klíčovou molekulou pro dýchání živočichů

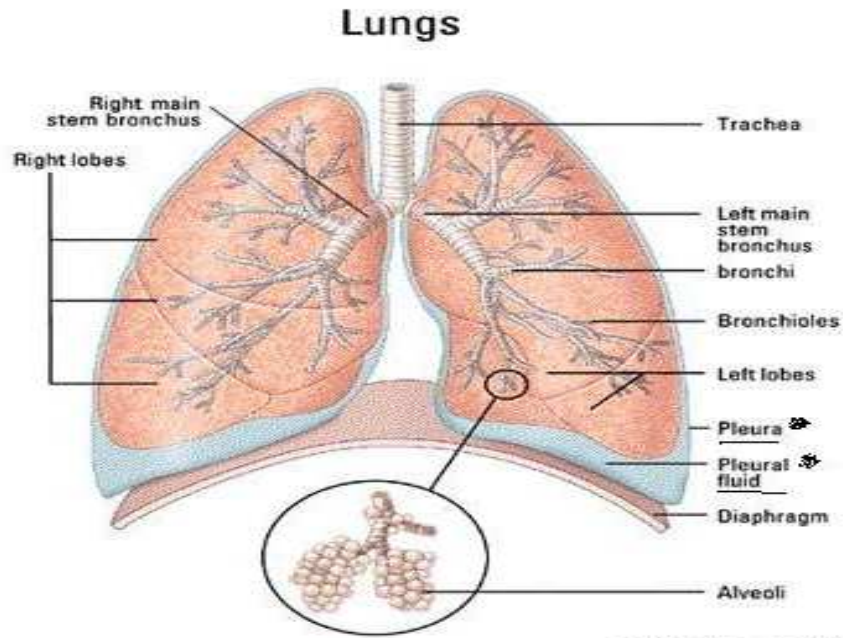


# Dýchání (respirace)

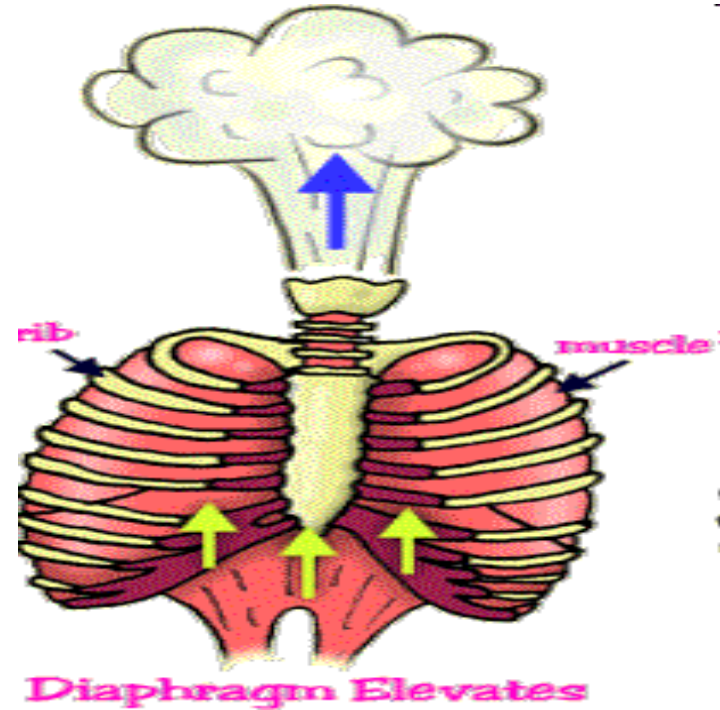
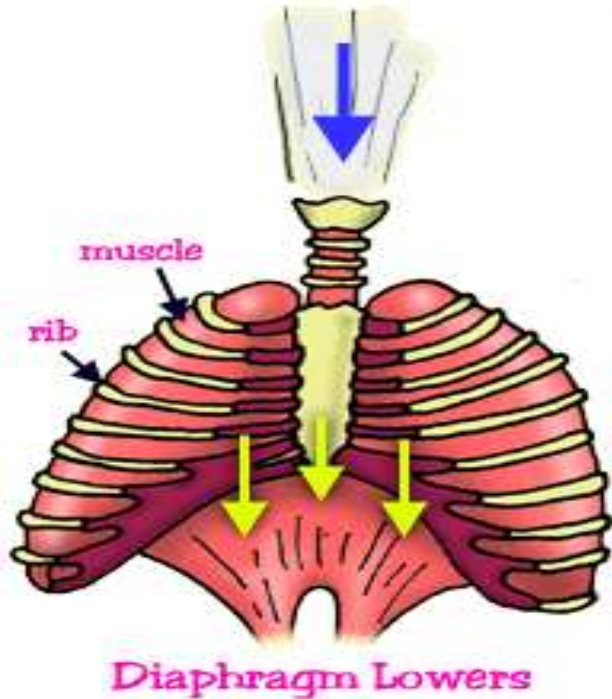
**Zevní respirace** – mechanismus, kterým organismus přijímá  $O_2$  a vylučuje  $CO_2$

**Vnitřní respirace** – využití  $O_2$  a produkce  $CO_2$  buňkami a výměna těchto plynů mezi buňkami a okolní tekutinou.

# Anatomie:



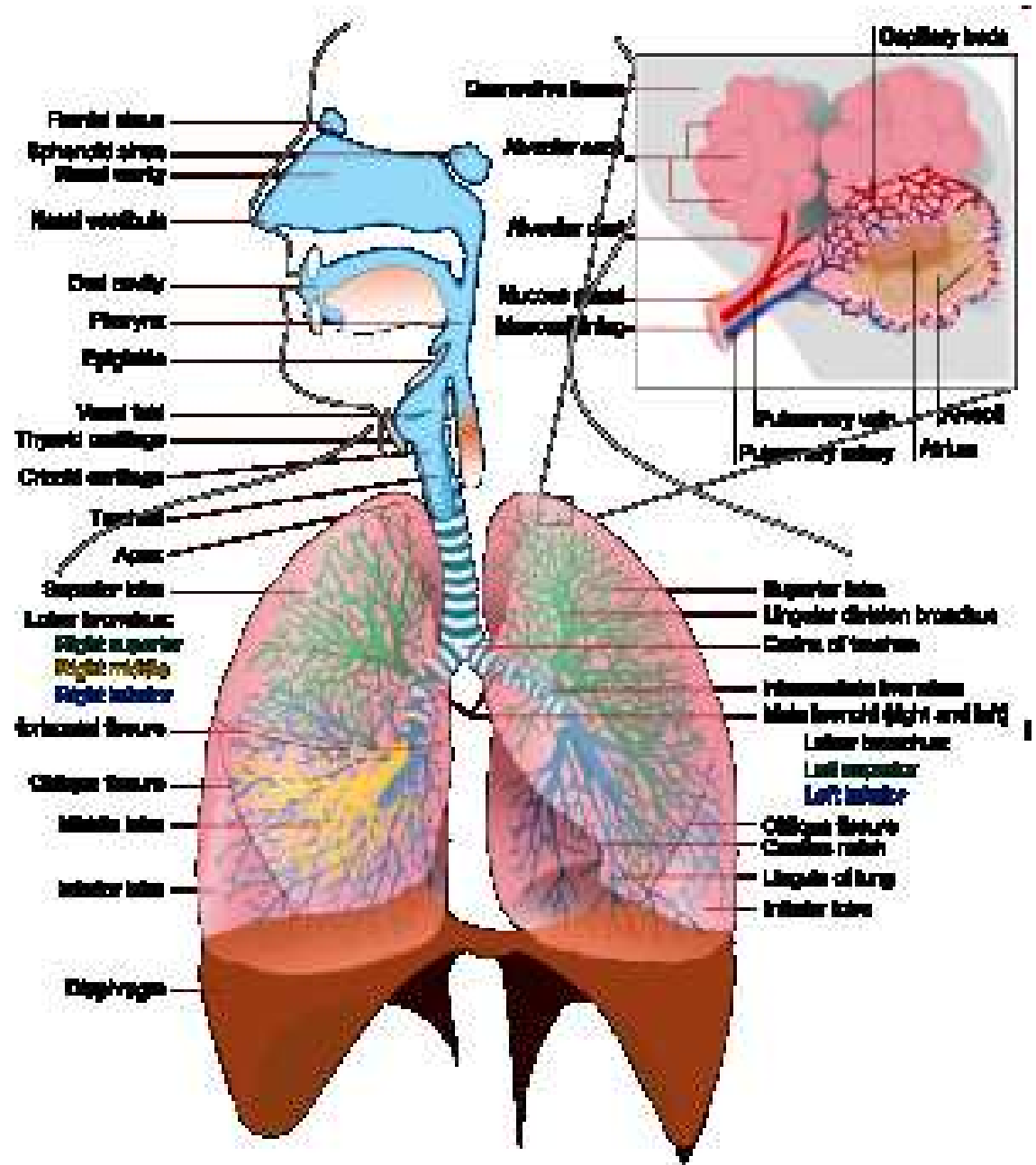
adam.com



# Zevní respirace

- Dýchací systém je složen ze systému umožňujícího výměnu plynů (plíce) a z pumpy, která plíce ventiluje (hrudní stěna a dýchací svaly)
- Zdravý člověk v klidu dýchá 15-20x/min, při každém nádechu vdechuje cca 0,5l vzduchu, což je 6-8 litrů / min

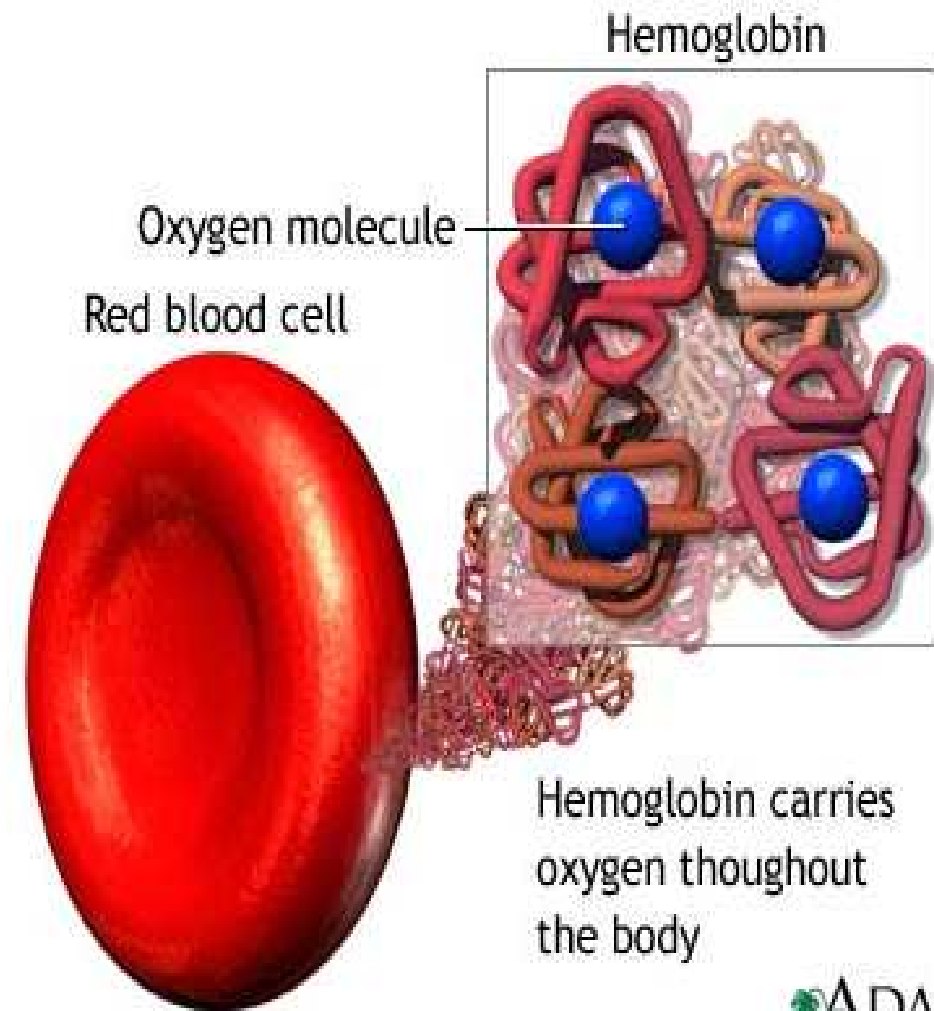
- Vdechnutý vzduch se smíchá s plynem v plicních sklípcích (alveolech) a  $O_2$  pak prostou difúzí přechází do krve v plicních kapilárách, zatímco  $CO_2$  opouští krev do alveolů
- Vdechnutý vzduch musí projít dýchacími cestami, kde je ohřát a zvlhčen



- Alveoly tvoří povrch až 70m<sup>2</sup> a jsou obklopeny plicními kapilárami
- Prakticky všechna krev v těle prochází plícními a plicním kapilárním řečištěm, zde se okysličuje a plicními žilami se vrací do levé síně
- **Vitální kapacita plic** – je největší objem vzduchu, který může být vydechnut po maximálním nádechu. Je to nejčastější měřítko plicní funkce a síle dýchacích svalů.

# Transport kyslíku

- Systém dodávající  $O_2$  do těla se skládá z plic a kardiovaskulární soustavy (srdce, cévy)
- V krvi je  $O_2$  transportován červenými krvinkami vázaný na hemoglobin (červené krevní barvivo)

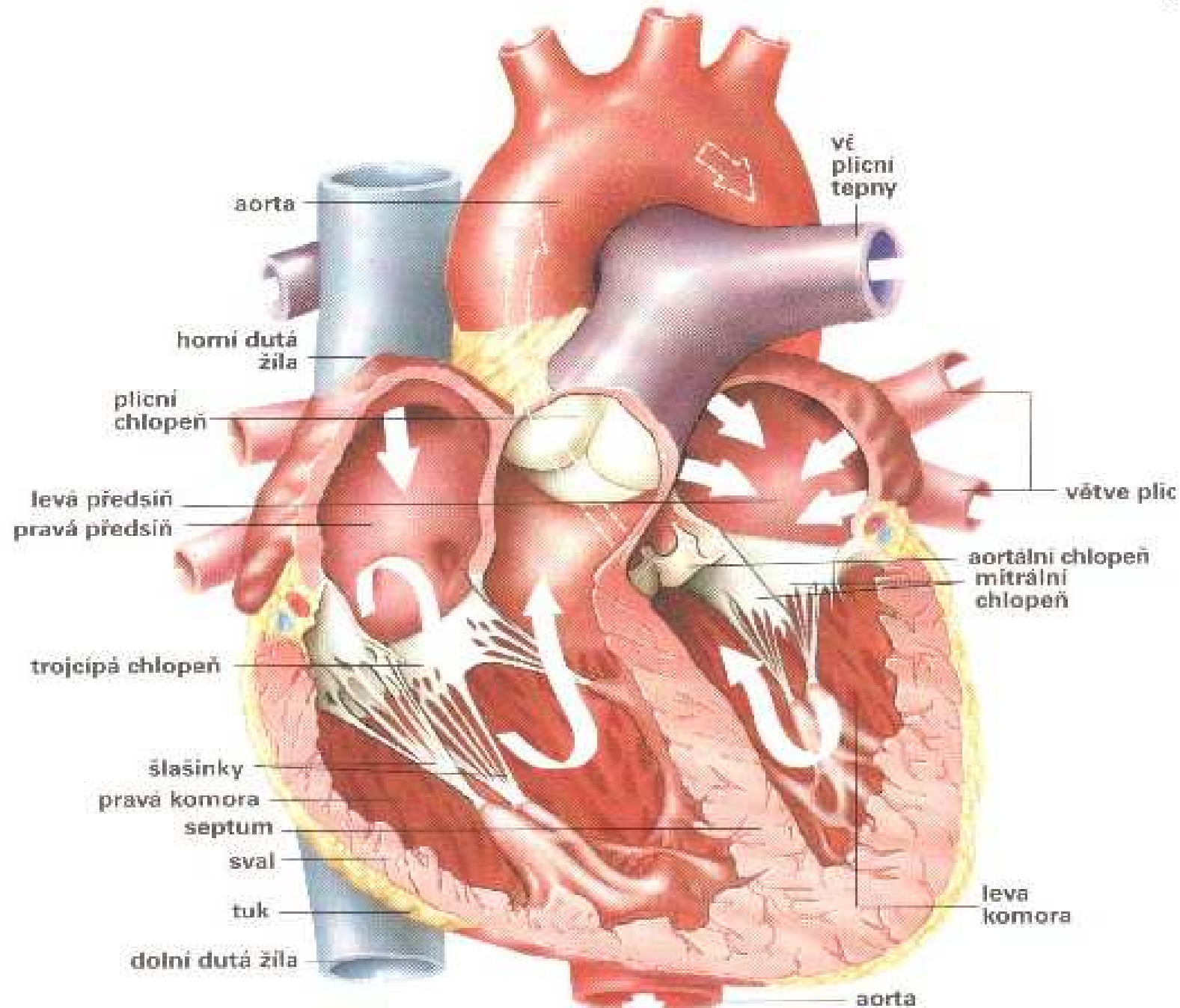




# Srdce a krevní oběh

- Srdce vhání činností své levé komory krev tepnami do systémového oběhu ke krevním kapilárám v periférii. Krev se pak žilami vrací zpět do srdce a je pravou komorou vháněna do plicního oběhu, aby se po průtoku plícemi opět vrátila do levého srdce.
- Kontrakce srdečního svalu = systola, relaxace myokardu = diastola
- Celkový objem krve je 4,5 – 5,5 litrů
- Minutový srdeční výdej (objem krve vypuzený za min) je v klidu asi 5,6 l/min

# Anatomie



šípky ukazují tok krve srdcem

# Při tělesné námaze:

- Srdeční frekvence stoupá
- Zvětšuje se systolický objem, srdeční sval se stahuje větší silou
- Stoupá srdeční výdej ( i více než 35 l/min)
- Mírně stoupá krevní tlak

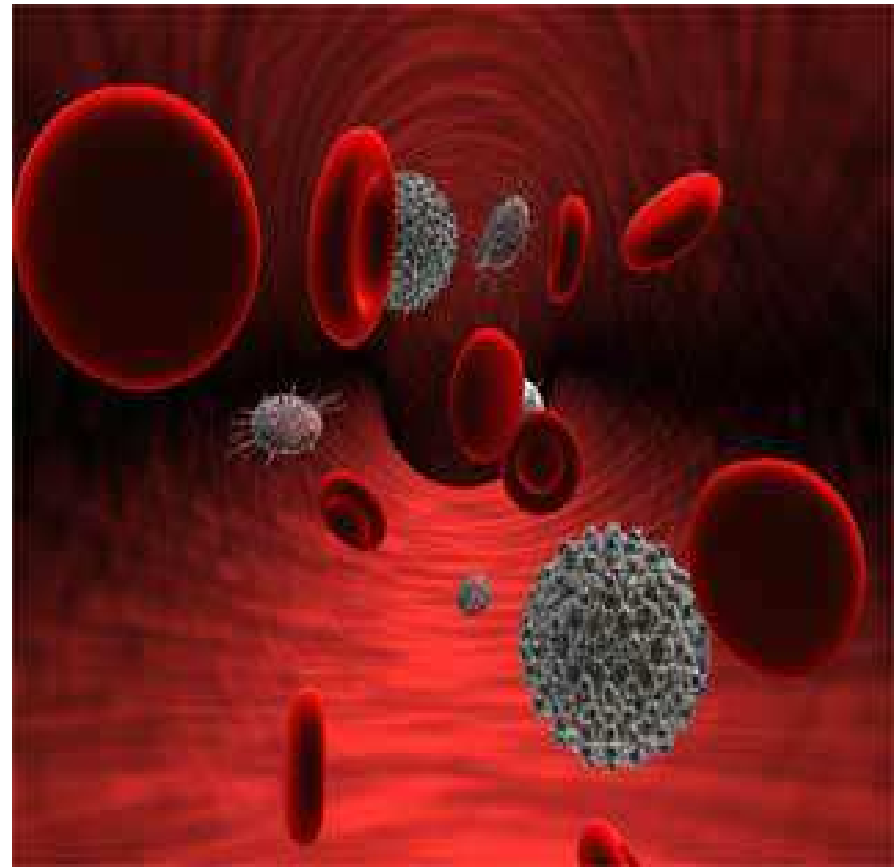
# Trénink

- Trénovaní sportovci mají větší systolický objem a pomalejší tepovou frekvenci
- Mívají větší srdce
- Lepší využití kyslíku ve svalech
- Zvětšuje se počet kapilár (vlásečnic) a zlepšuje se distribuce krve ke svalům
- Větší odčerpávání kyslíku z krve, a tím menší nárůst produkce laktátu (viz dále)

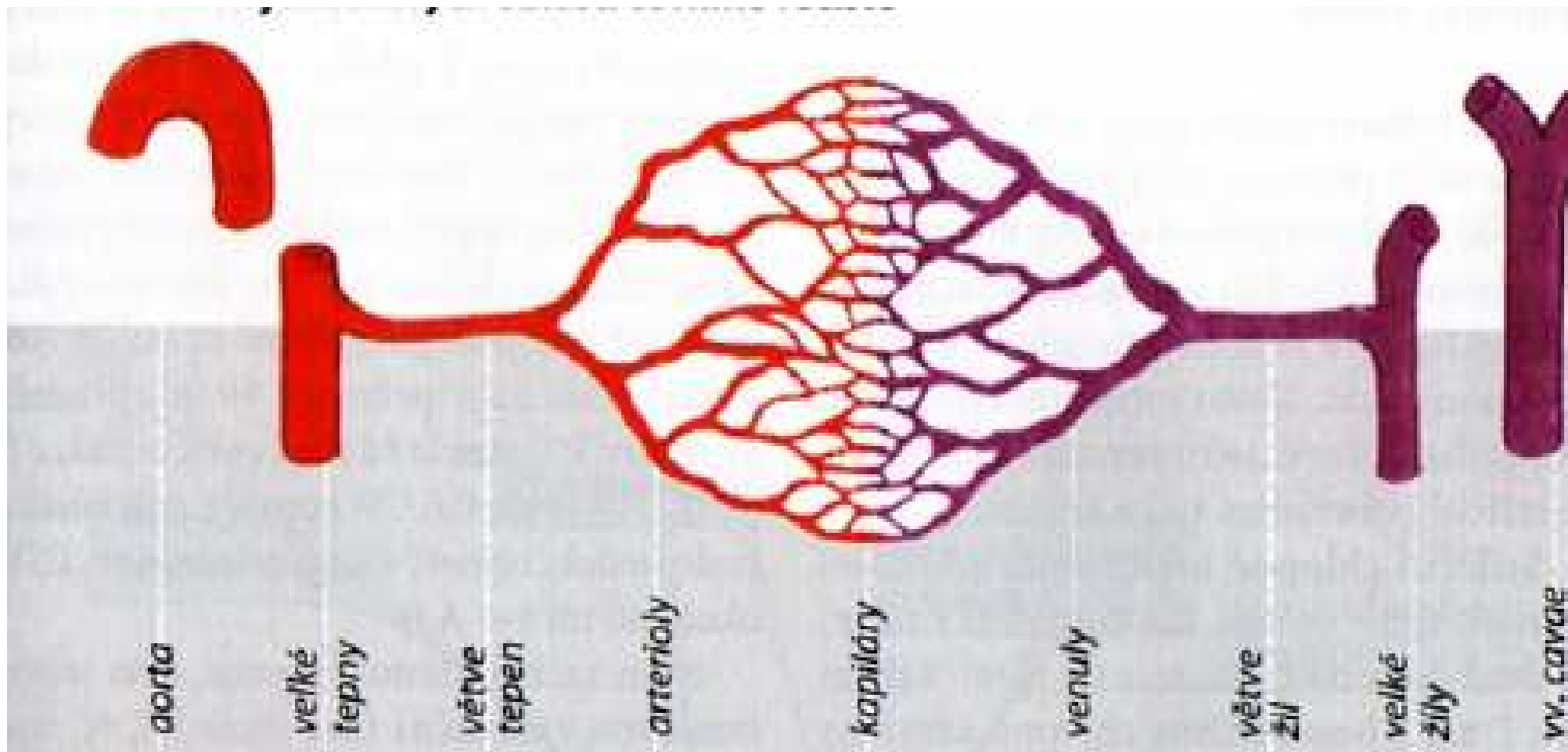
# Cévní systém

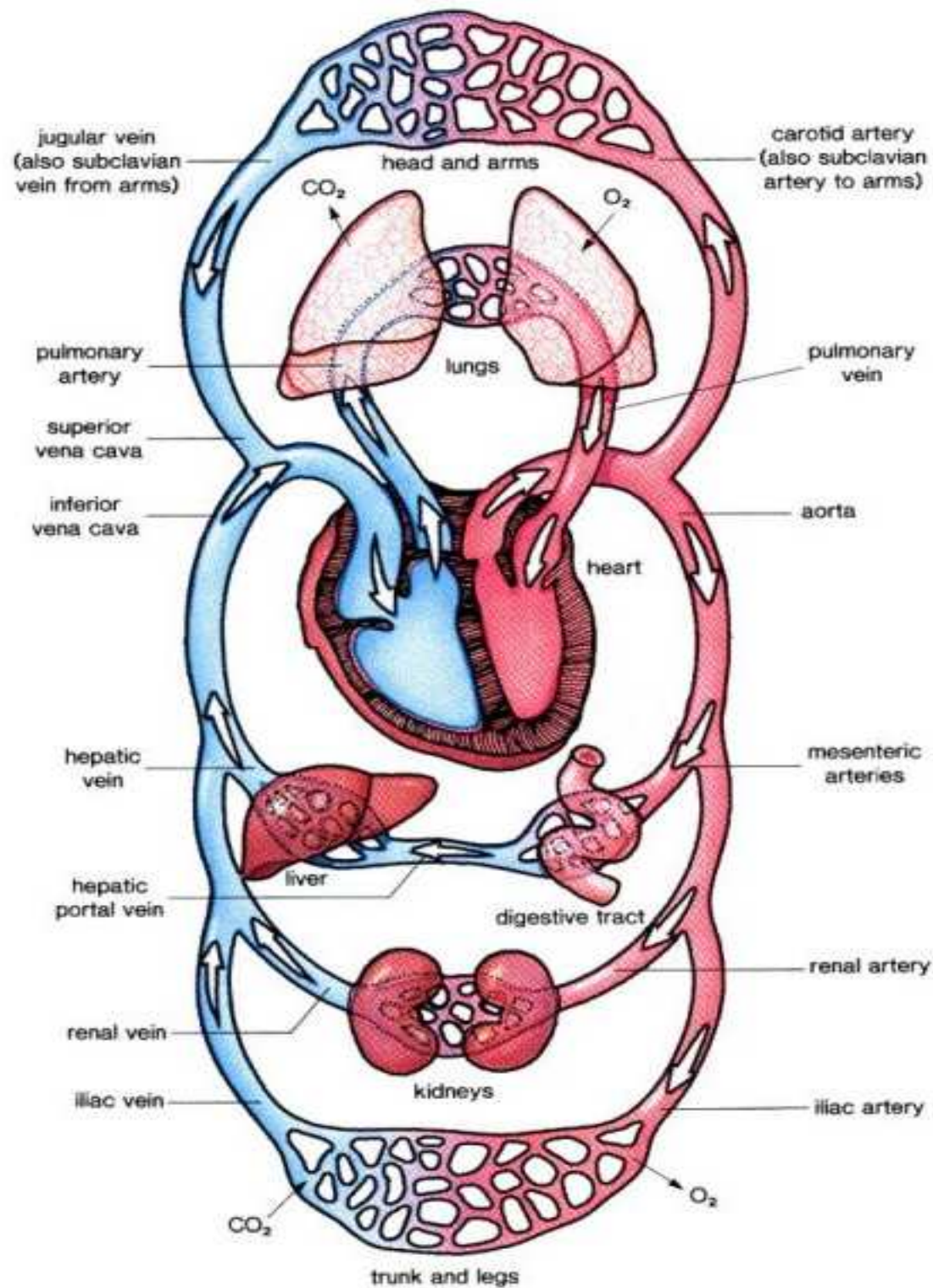
Cévy jsou uzavřený systém trubic, které vedou krev ze srdce do tkání a zpět do srdce.

Dělíme je na tepny, vlásečnice (kapiláry) a žíly



## Anatomie:





# Sval



spindelförmig



einfach gefiedert



zweifach gefiedert



zweiköpfig



mehrbäuchig



platt



- Sval se skládá ze svalového bříška a šlach
- Sval je tvořen z jednotlivých svalových vláken
- Každé svalové vlákno je jedna dlouhá buňka s mnoha jádry

**Motorická ploténka** – je jedno nervové zakončení a všechna svalová vlákna, která jsou jím řízena

# Dělení svalů

- **Kosterní svaly** (příčně pruhované) – umožňují volní motoriku
- **Srdeční sval** – zajišťuje cirkulaci krve
- **Hladký sval** – je „motorem“ vnitřních orgánů a cév

# Typy svalových vláken:

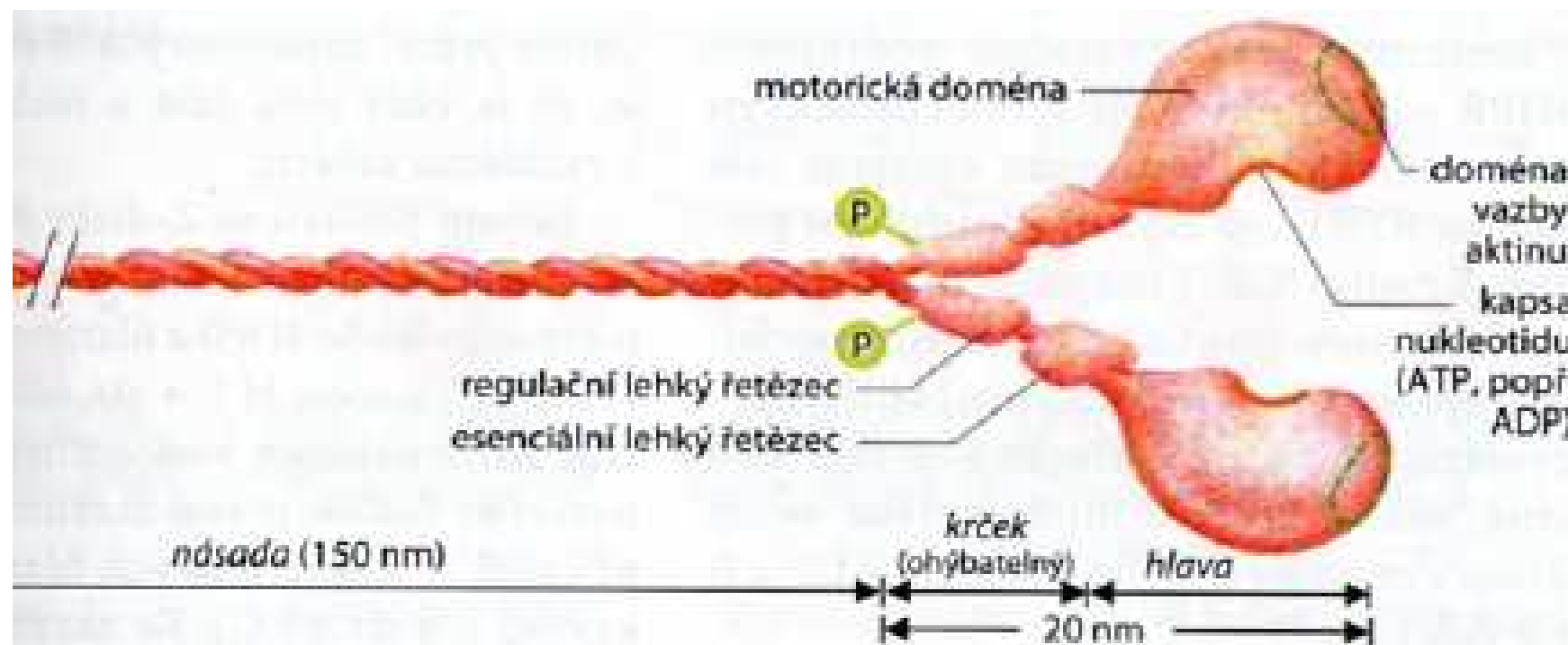
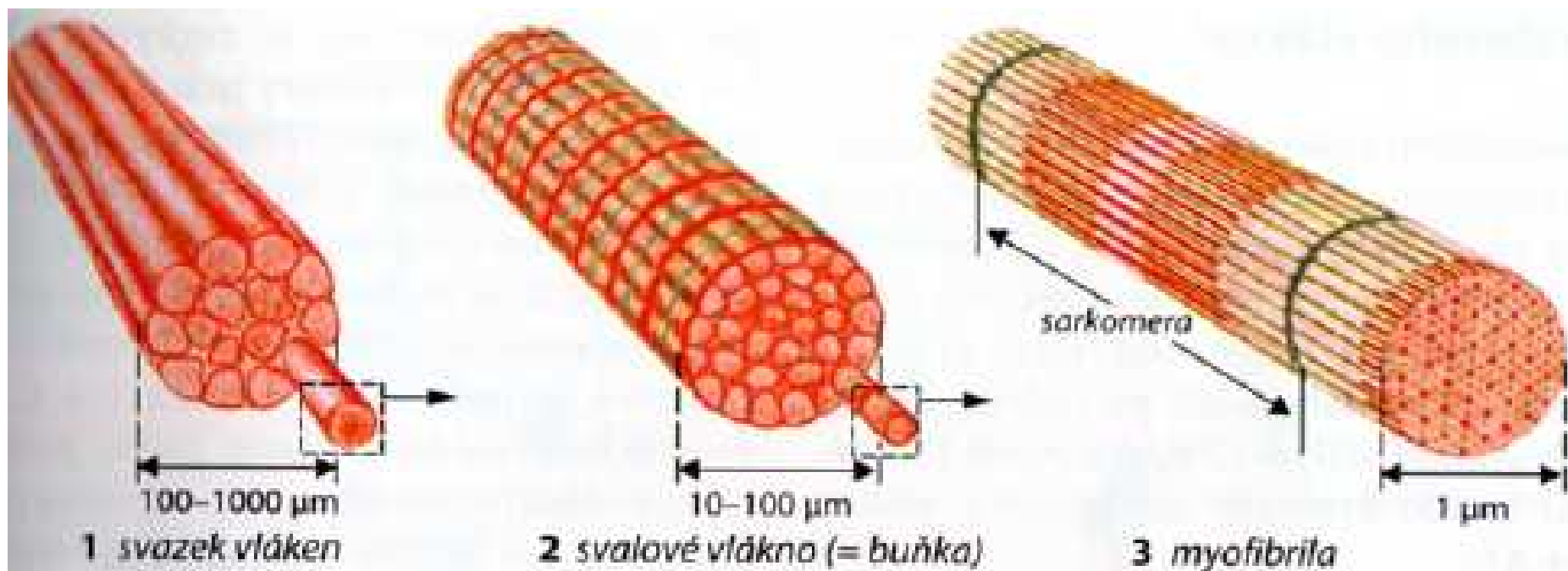
- **Červená vlákna** – odpovídají pomalu s dlouhou latencí, pomalé stahy, např. dlouhé svaly zad
- **Bílá vlákna** – mají krátký záškub a jsou specializovány pro jemné, obratné pohyby, např. oční svaly a některé svaly ruky

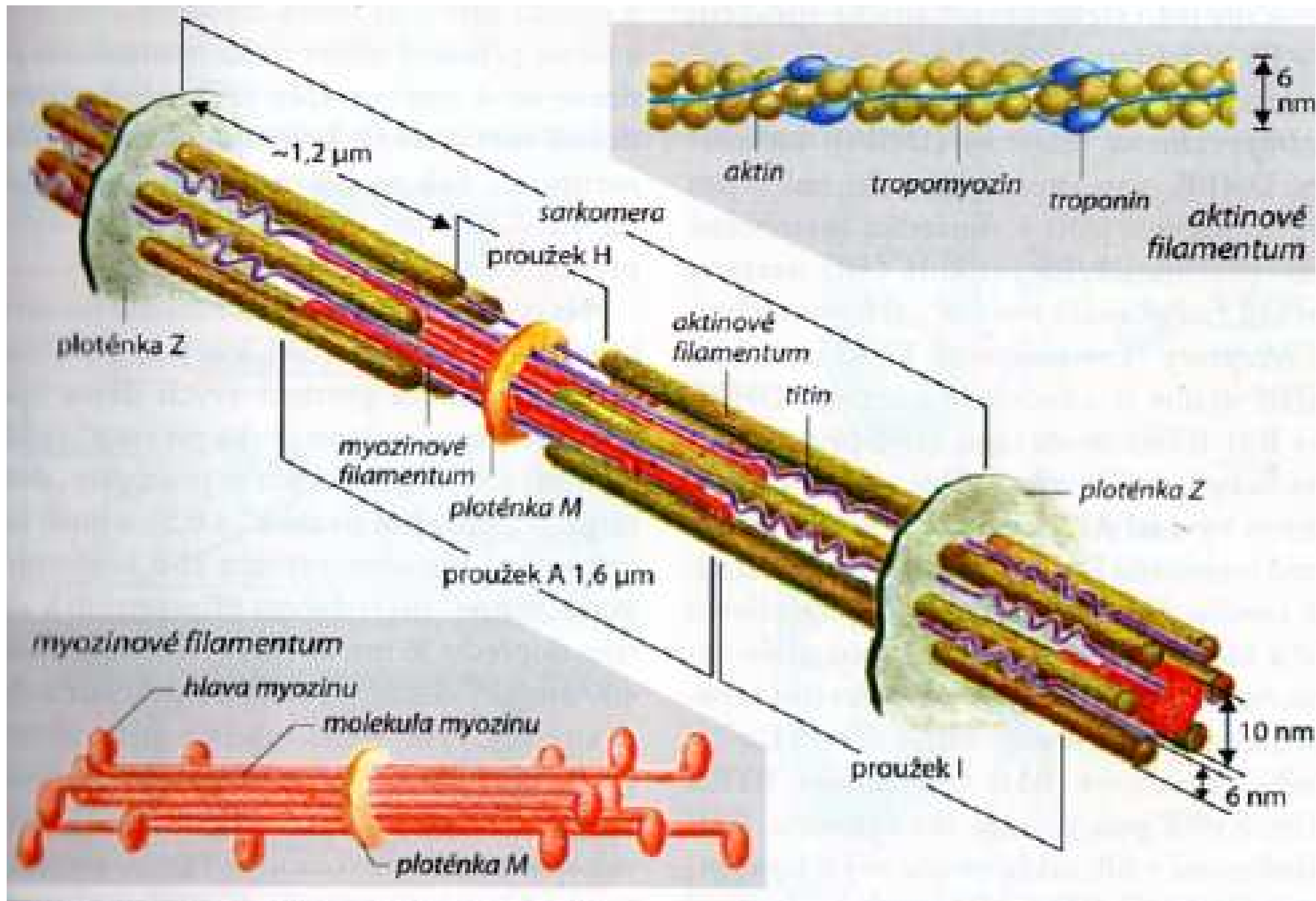
# Jak to funguje ?

- Sval je orgán, který přeměňuje chemickou energii na mechanickou práci
- **Druhy kontrakce:**
  - Izometrická – délka svalu se nemění, mění se síla
  - Izotonická – při konstantní síle se mění délka svalu
  - Auxotonicá – mění se obě veličiny současně

# Kontraktilní aparát příčně pruhovaného svalstva

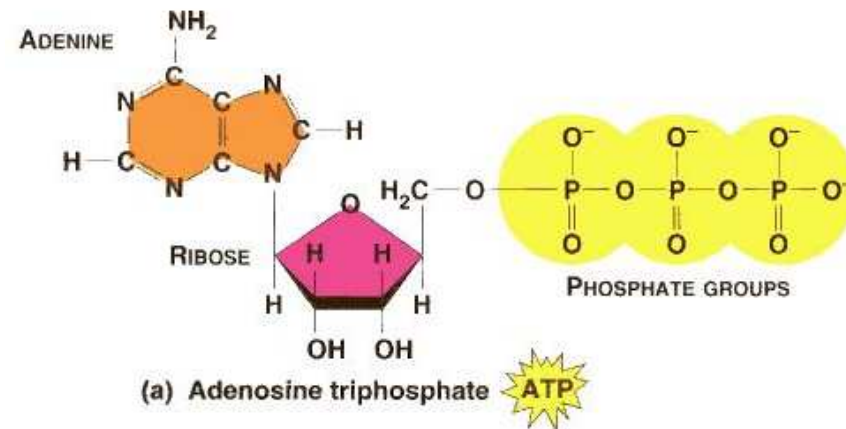
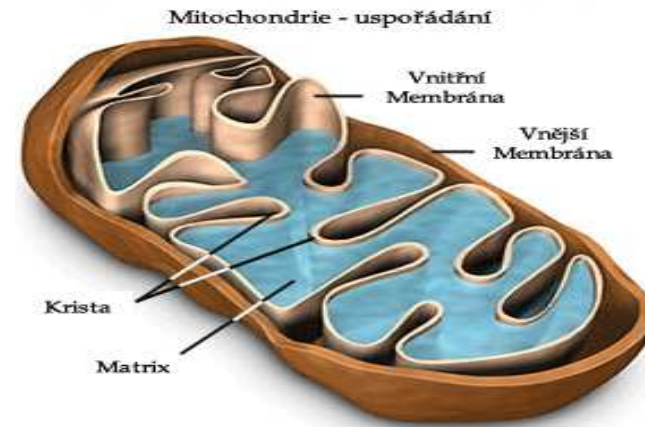
- Každé svalové vlákno rozdělují tzv. Z – disky na dlouhé jednotky zvané **sarkomery**
- Na nich lze rozpoznat střídající se světlé a tmavé pruhy, které jsou způsobeny uspořádání tlustých **myosinových** a tenkých **aktinových** filament (vláken)
- Každá molekula myosinu má dvě kulovité hlavy, které jsou spojeny ohebným krčkem
- Podráždění svalového vlákna v motorické ploténce vyvolá elektrický proud, který se šíří sarkolemou. To způsobí, že hlavy myosinu se začnou vzájemně posouvat a připojí se k aktinovým filamentům a dojde ke zkrácení sarkomery a tím ke kontrakci svalu.





# Energie v buňce

- Energie v buňce je skladována ve formě adenosintrifosfátu (ATP)
- Zásoba ATP v buňce je však velmi omezená a ATP musí být průběžně regenerován





# Zdroje ATP

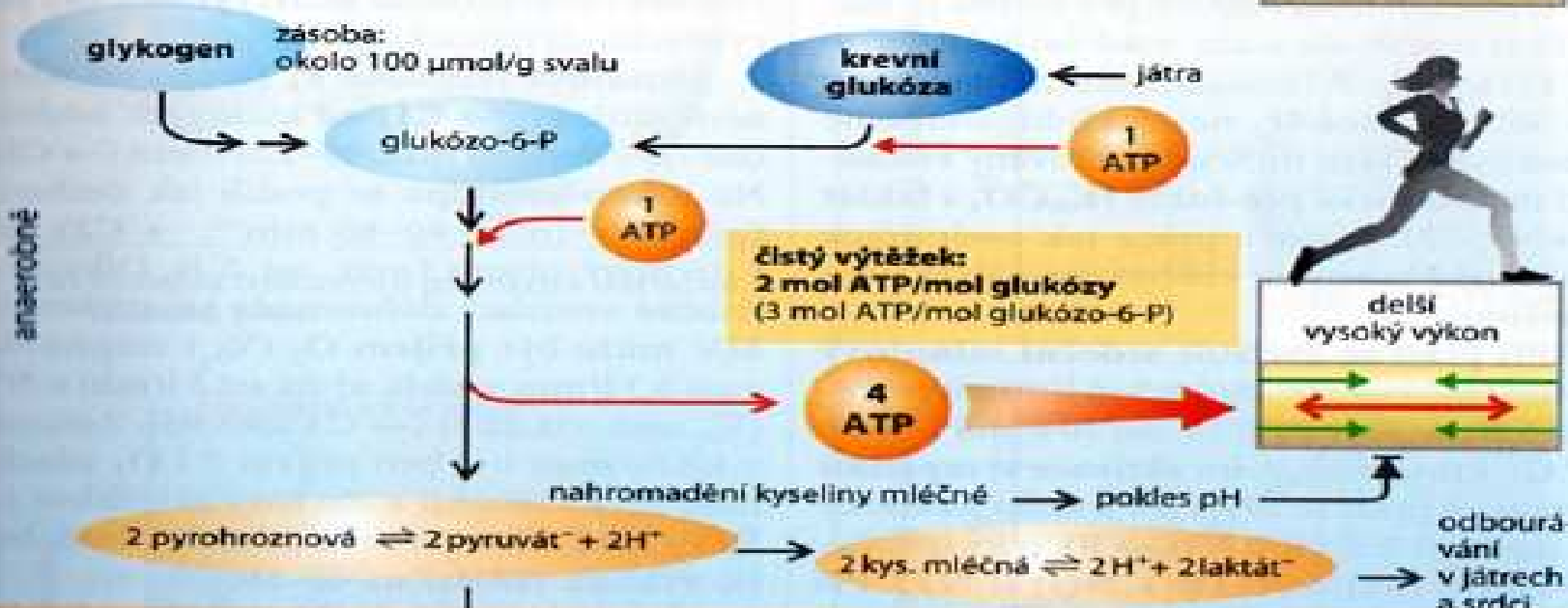
- Štěpení kreatinfosfátu – velmi rychlé, zásoba se rychle vyčerpá (krátkodobé špičkové výkony, např. sprint)
- Anaerobní glykolýza – štěpení glykogenu uloženého ve svalu, vzniká kyselina mléčná (laktát),
- Aerobní oxidace glukózy a mastných kyselin – vytrvalostní výkony

### 1 štěpení kreatinfosfátu

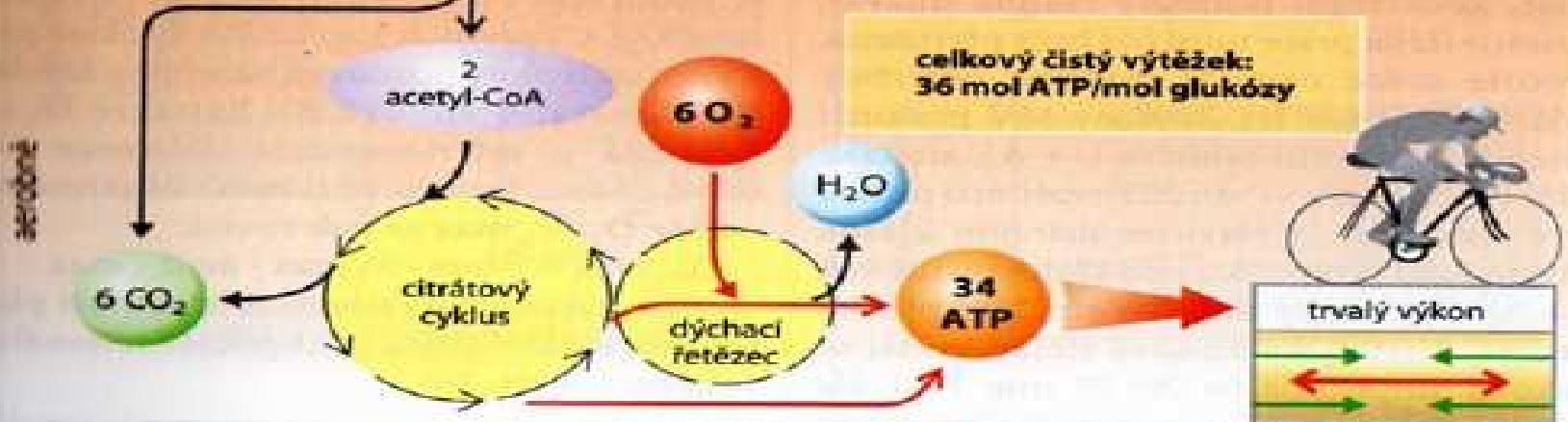
zásoba:  
okolo 25  $\mu\text{mol/g}$  svalu



### 2 anaerobní glykolýza



### 3 oxidace glukózy

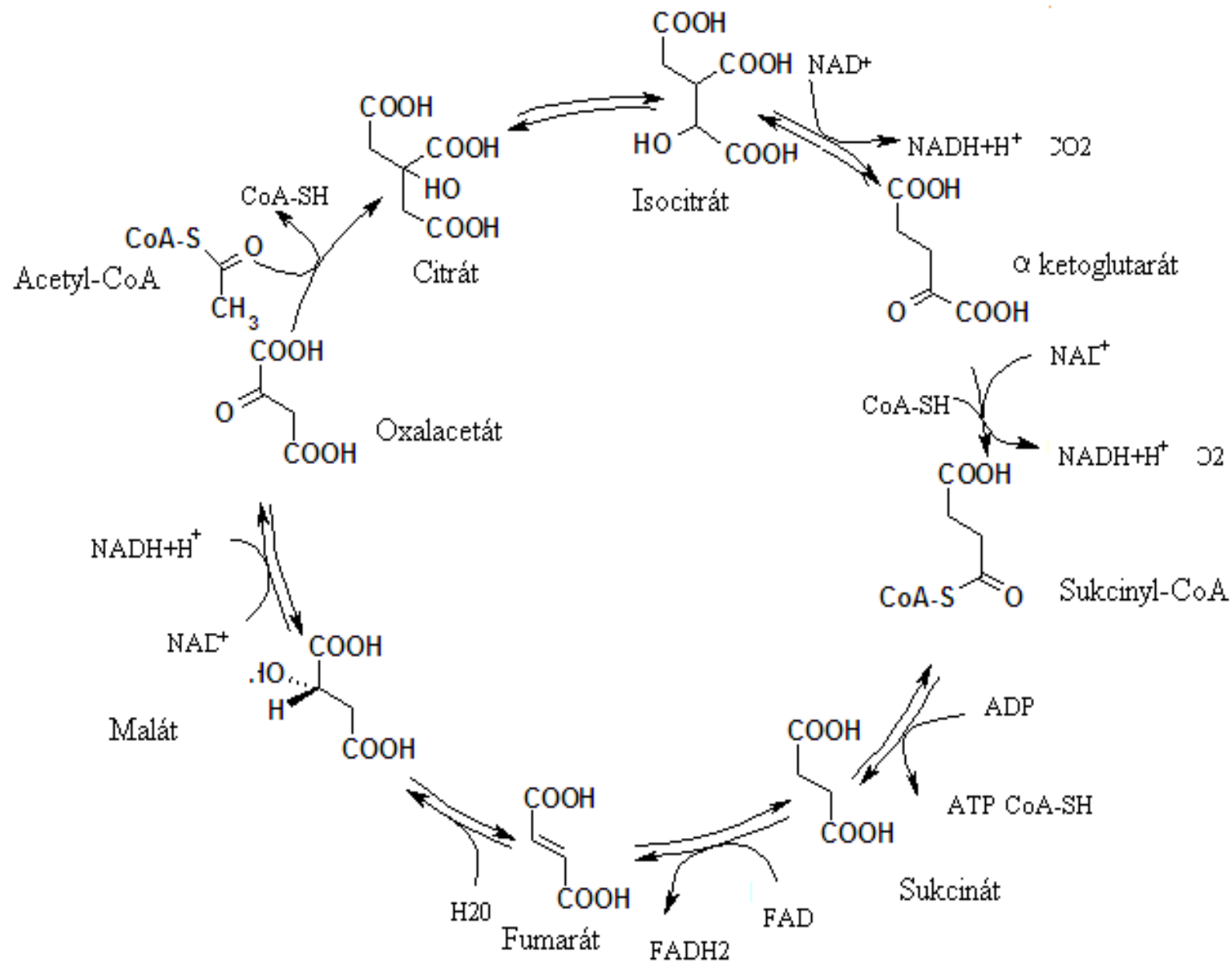


# Kyslíkový dluh

- Při štěpení creatinfosfátu a anaerobní glykolýze může organismus po dobu asi 40s podat trojnásobný výkon oproti aerobní regeneraci ATP, ovšem za cenu deficitu kyslíku, který musí být v následné klidové přestávce uhrazen jako kyslíkový dluh. To slouží k regeneraci zásob a odbourávání laktátu z jater a srdce.
- Po velmi těžké práci je kyslíkový dluh podstatně větší než samotný deficit kyslíku.

# Citrátový cyklus

- Je konečná metabolická dráha oxidace tuků, cukrů a proteinů, která poskytuje substráty pro dýchací řetězec a tím i pro vznik energetických molekul ATP za aerobních podmínek.
- Tento proces probíhá v mitochondriích (motor buňky)



# Změny v organismu při tělesné námaze

- Vzestup plicní ventilace – zvyšuje se frekvence a hloubka dýchání
- Průtok krve kosterními svaly stoupá až 30x
- Spotřeba kyslíku ve svalech stoupne až 100x
- Zvětšuje se srdeční minutový výdej
- Stoupá systolický krevní tlak
- Stoupá tělesná teplota
- Zvyšuje se extrakce kyslíku z krevních kapilár
- Vzniká kyselina mléčná a snižuje se pH



# Děkuji za pozornost

