

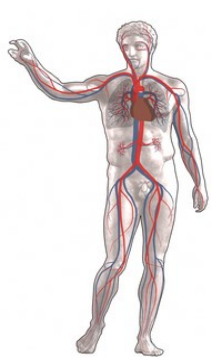


# Krevní tlak, pletysmografie

- Cévní systém
- Krevní tlak
- Tonometry
- Korotkovův fenomén
- Pletysmografie

# Cévní systém

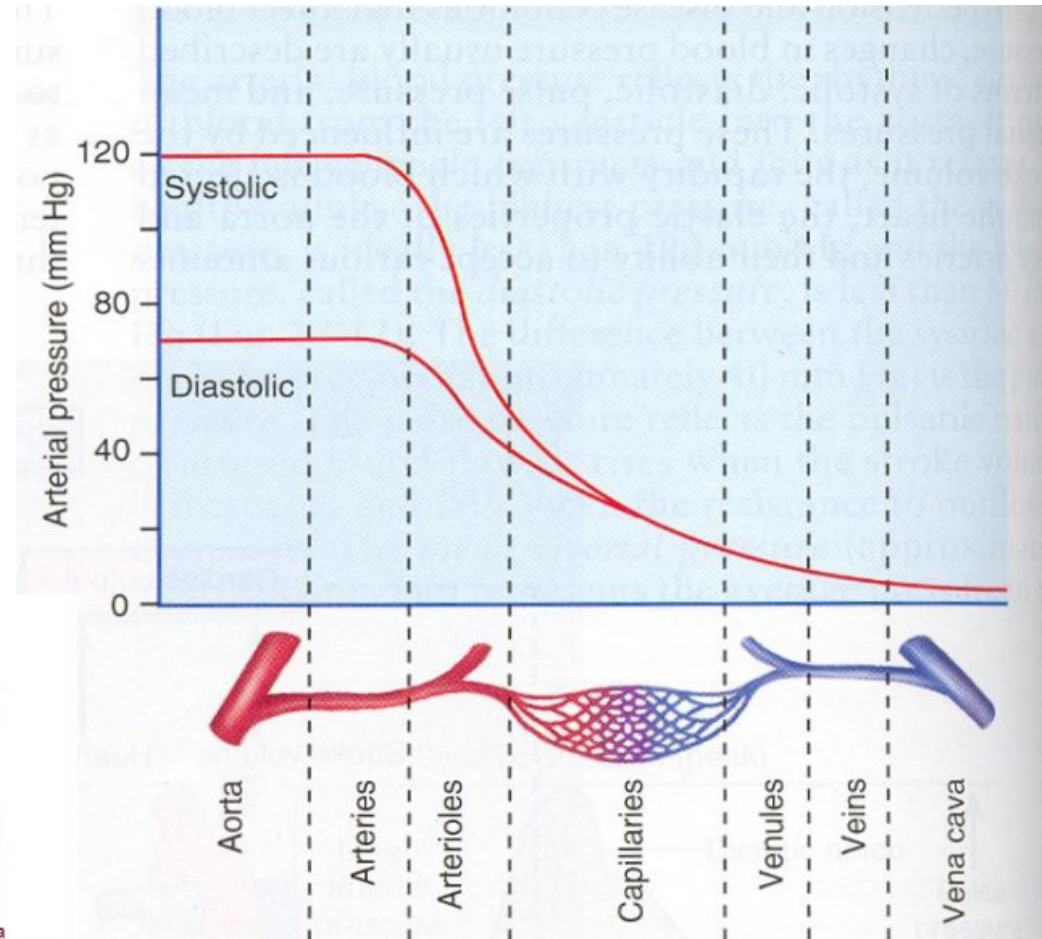
- Cévy tlumicí – arterie, tlumí náraz krve
- Cévy odporové – arterioly, regulují průtok v orgánech
- Cévy výměnné – kapiláry
- Cévy zásobní – žíly (zadržují 75% krve v těle), nulový tlak, s chlopněmi



Zdravé žíly,  
správný směr toku krve



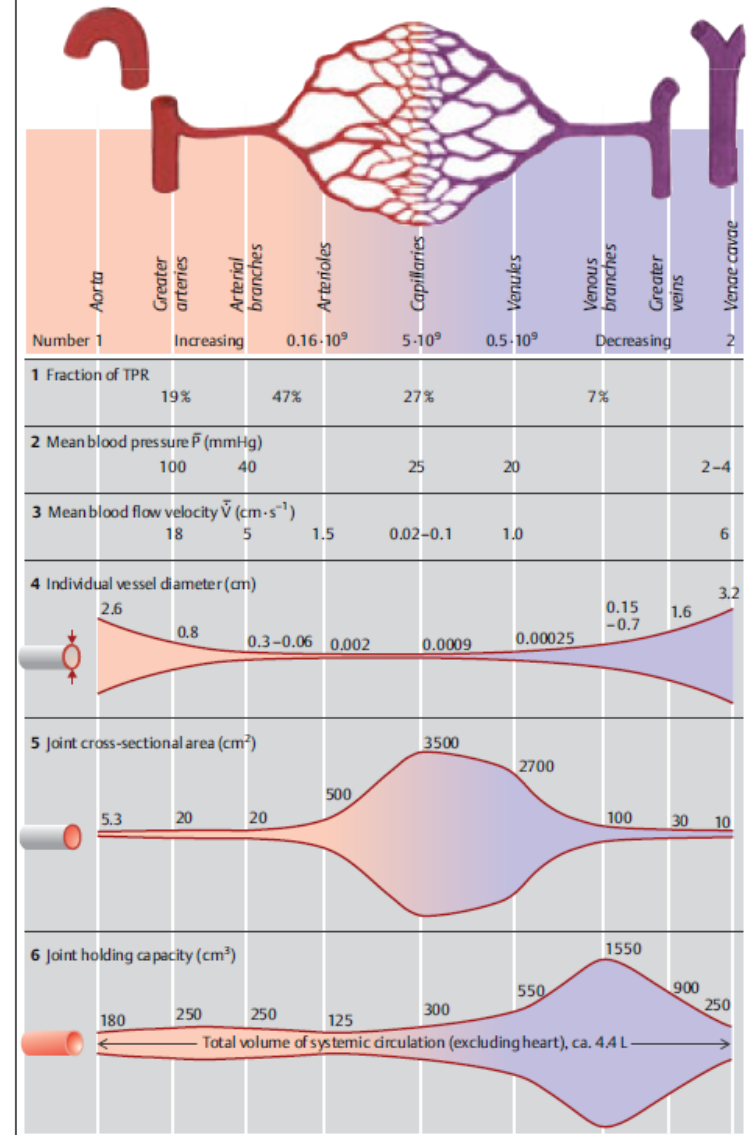
Oslabená žilní stěna  
a narušená funkce chlopní,  
nesprávný směr toku krve



# Cévní systém

- Cévy tlumicí – arterie, tlumí náraz krve
- Cévy odporové – arterioly, regulují průtok v orgánech
- Cévy výměnné – kapiláry
- Cévy zásobní – žíly (zadržují 75% krve v těle), nulový tlak, s chlopněmi

A. Characteristics of the vessel segments

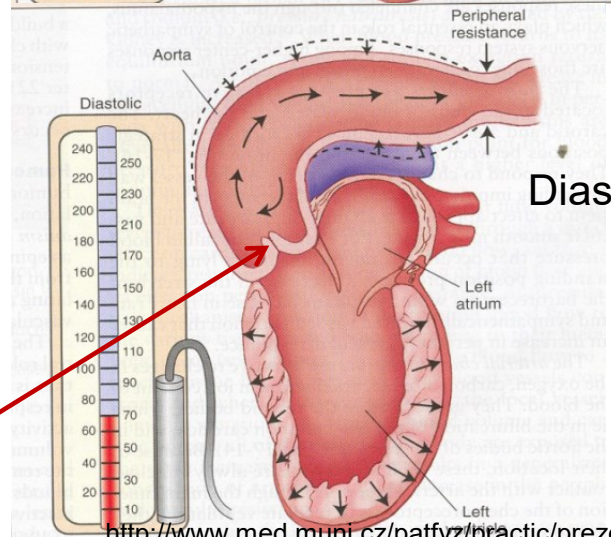
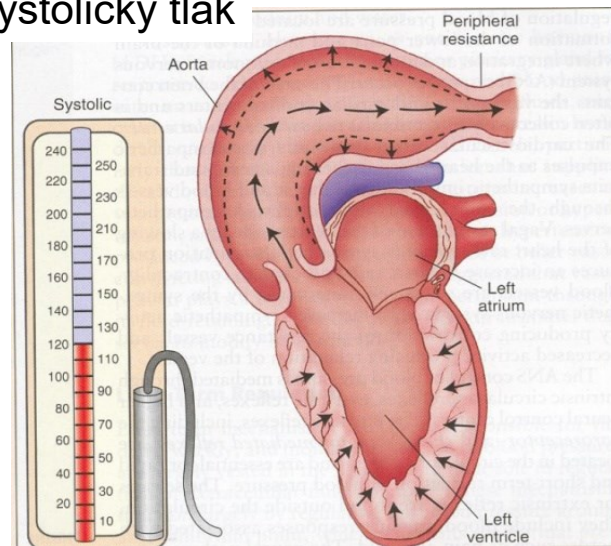


# Krevní tlak

= tlak, který je vyvíjen na stěny cév při transportu krve oběhovým systémem

- Při systole LK je do aorty vpraveno 70 – 100 ml krve, objem LK je větší než objem aorty, ta se proto musí roztáhnout
- Vlna roztažení cévy postupuje celým řečištěm
- Díky elasticitě cévní stěny návrat do původního průměru, posunutí krve
- TS/TD (125-140)/(80-90) Torr/mmHg na úrovni velkých tepen
  - TS – kontrakce levé komory
  - TD – smrštění aorty, tepen do původního stavu
- dikrotický zářez – zpětný náraz vypuzené krve na chlopeň

Systolický tlak



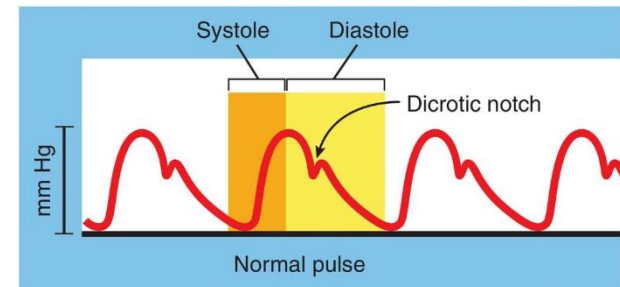
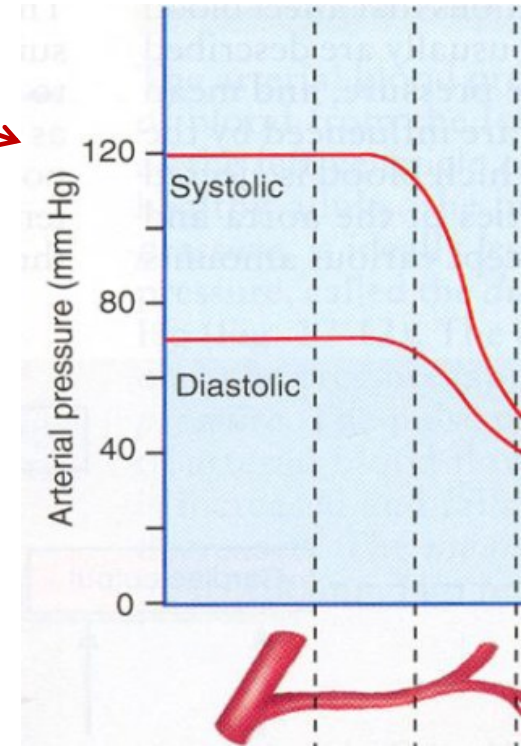
Diastolický tlak

# Krevní tlak

Měří se arteriální tlak

= tlak, který je vyvíjen na stěny cév při transportu krve oběhovým systémem

- Při systole LK je do aorty vpraveno 70 – 100 ml krve, objem LK je větší než objem aorty, ta se proto musí roztáhnout
- Vlna roztažení cévy postupuje celým řečištěm
- Díky elasticitě cévní stěny návrat do původního průměru, posunutí krve
- TS/TD (125-140)/(80-90) Torr/mmHg na úrovni velkých tepen
  - TS – kontrakce levé komory
  - TD – smrštění aorty, tepen do původního stavu
- dikrotický zářez – zpětný náraz vypuzené krve na chlopeň



# Krevní tlak

- **TK** (mmHg) = minutový srdeční výdej (**SV** ml/min) x celkový periferní odpor (**TPR** mmHg/ml/min)

- Dynamický

Systolický výdej sekundárně modulovaný:

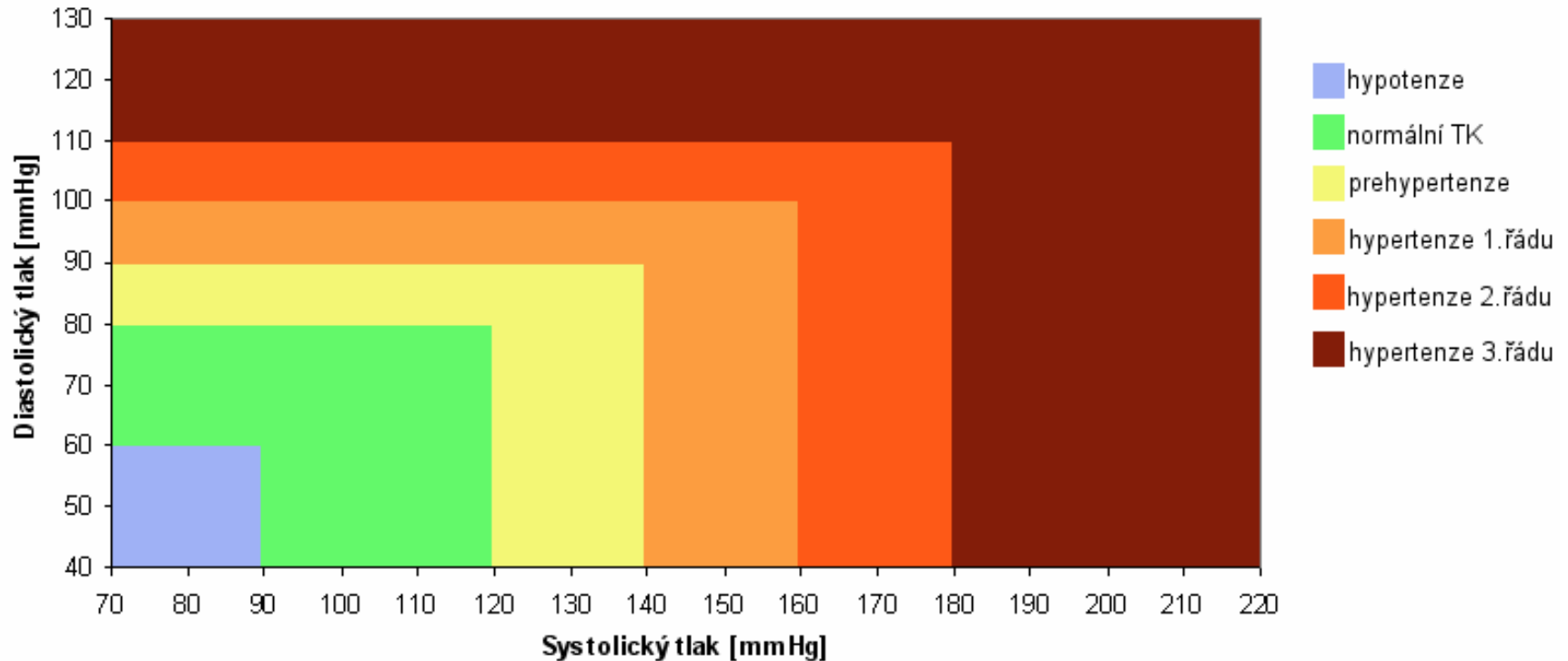
- elasticitou artérií + periferním odporem (cévy tlumící a odporové)

- ovlivněn věkem, pohlavím, polohou těla, denní dobou, vazkostí a objemem krve, „syndrom bílého pláště“, ...

- Statický – hydrostatický tlak krve daný gravitací

1 Torr = 1 mmHg ~ 133,322 Pa

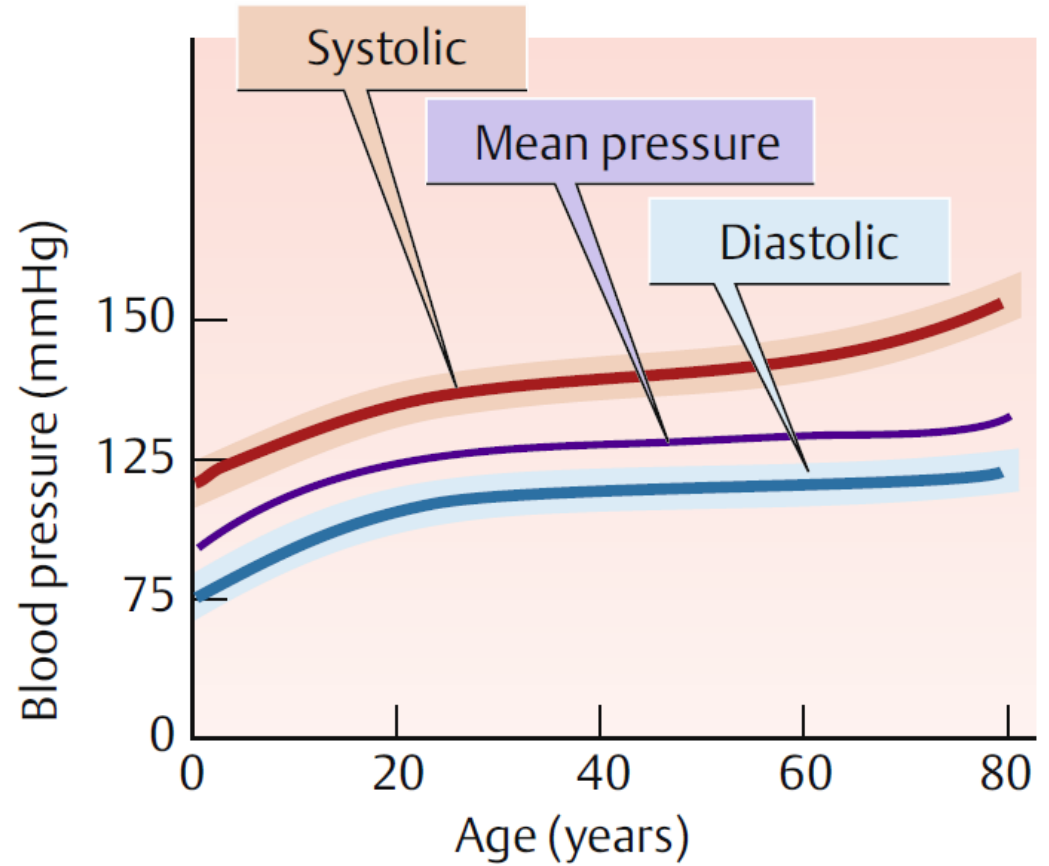
### Klasifikace hodnot krevního tlaku



## Hypotenze x hypertenze

Diagnóza hypertenze – po opakovaném výskytu nadnormativní hodnoty Tk sys. nebo diast.

### C. Age-dependency of blood pressure

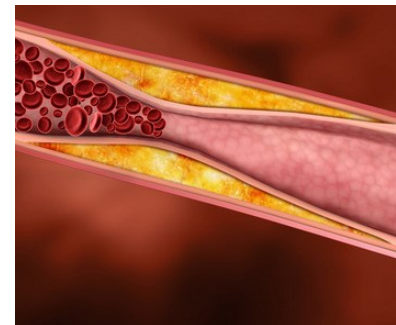
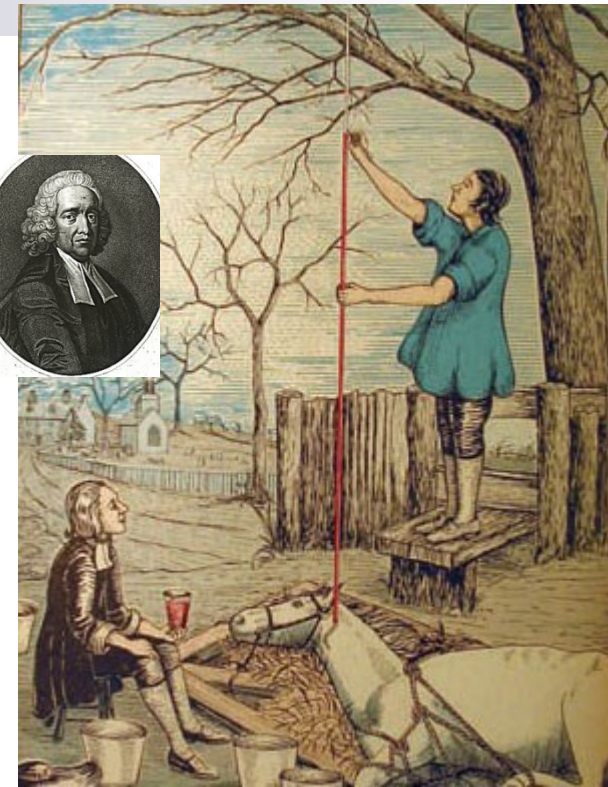


(after Guyton)



# Měření krevního tlaku

- Přímá metoda
  - S. Hales - 1733 - délka dostřiku krve (až metr)
  - kanylace arterie - tlak v arterii (vážné stavy)
- Nepřímá metoda – auskultační vyšetření a. brachialis, manžeta přeruší tok krve
  - 1896 - Scipione **Riva-Rocci**, 1905 - Nikolaj Sergejevič **Korotkov**
  - Tonometr - rtuťový, membránový, automatický (maximum oscilace), aneroidní (pružinový)
- Vypovídá o stavu srdce (systolický Tk), o elasticitě cév (diastolický Tk), odráží stav artérií (snížený Tk diastol - kornatění cév), měřítko rizika ischemické choroby srdeční



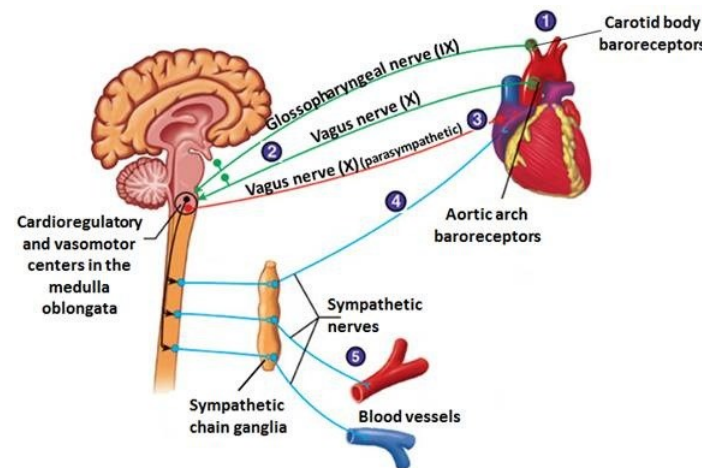
# Regulace krevního tlaku

## ■ Akutní regulace – baroreceptorový reflex

pokles tlaku: ↓ napětí stěny artérií, ↓ aktivita baroreceptorů, ↑ **aktivita sympatických nervů**, ↑ **srdeční frekvence a kontraktilita**, **periferní vazokonstrikce**, → **zvýšení tlaku**

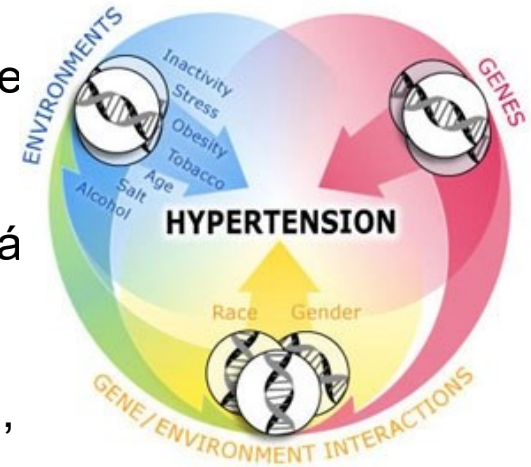
## ■ Dlouhodobá regulace

- **Množství tekutiny** vyloučené ledvinami – zvýšený tlak: ↑ filtrační tlak v ledvinách, ↑ objem moči, ↓ objem krve, snížený tlak
- **ADH, aldosteron, renin-angiotenzin** – zvýšení zpětné resorpce vody v ledvinách → zvýšení minutového srdečního výdeje



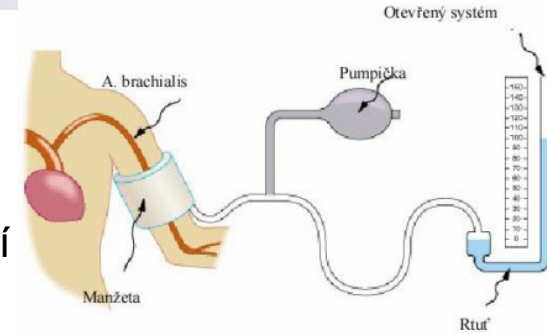
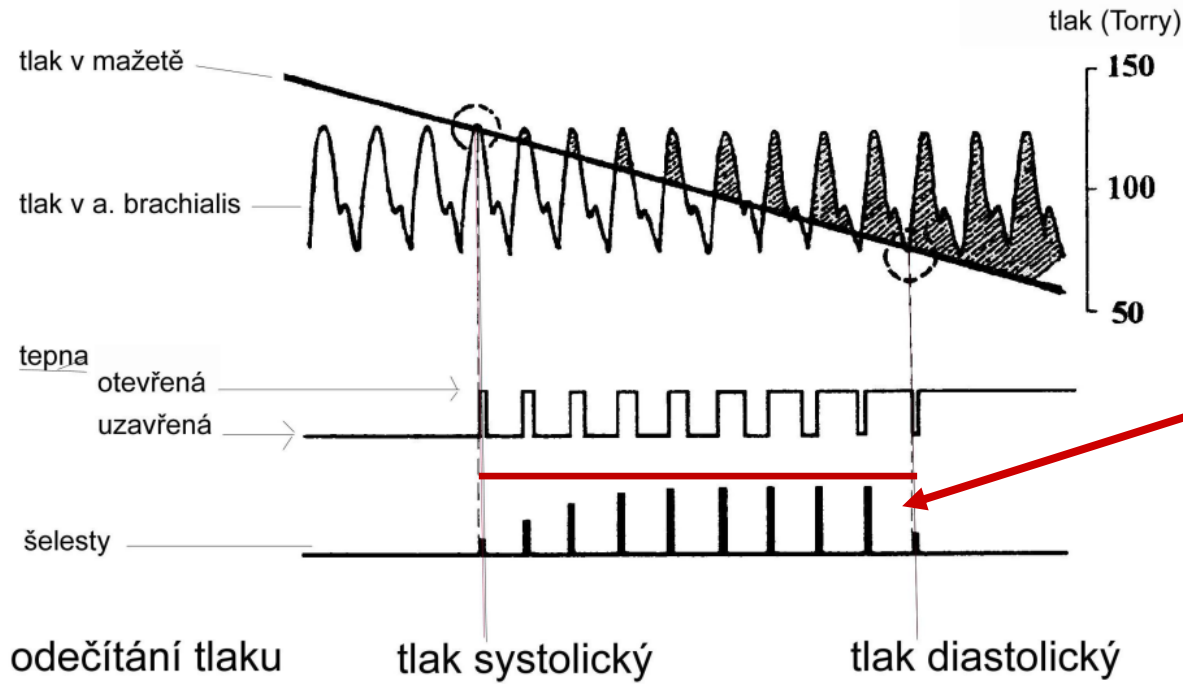
# Hypertenze x hypotenze

- **Hypertenze** - opakovaně nad 140/90; ~20 % populace
  - dlouho bez příznaků, možné časté bolesti hlavy na čele a v týlní oblasti, únava, bušení srdce až s arytmiemi
  - Rizikové faktory: postupující věk, vysoký přísun soli v potravě, nadváha, stres, nedostatek pohybu, nadměrná konzumace alkoholu, hormonální antikoncepce, rodinná zátěž
  - Vysoká zátěž pro cévy mozku (mrtvice), srdce (infarkt), ledvin (selhání), sítnice (slepota)
  - Léky: beta blokátory (sympatolytika), vazodilatancia, uretika
- **Hypotenze** - pod 110/65; více subtilní postavy, dívky
  - mžitky před očima, závrať až omdlívání, bledost, kruhy pod očima, studené končetiny, známky únavy či apatie



# Princip tonometru

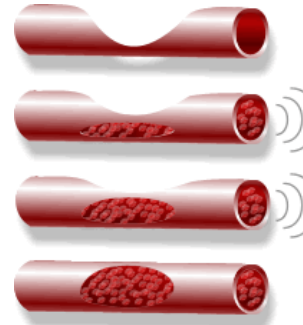
- vyrovnání tlaku manžety a tlaku krve v cévě během upouštění



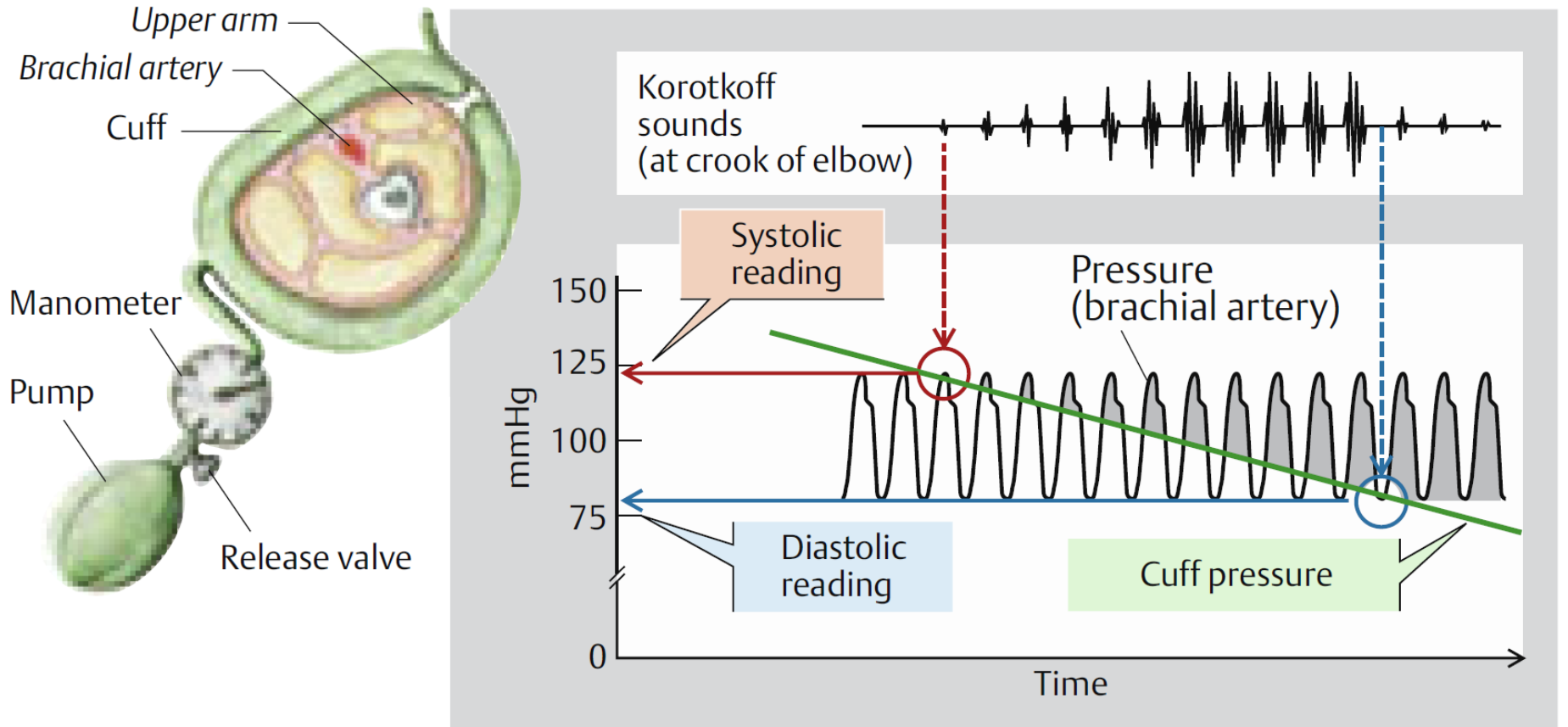
Laminární vs. turbulentní proudění



**Korotkovovy fenomény**  
= šelest,  
odraz  
turbulentního  
proudění krve



## B. Blood-pressure measurement with sphygmomanometer (Riva-Rocci)



# Experiment

## Nepřímé měření krevního tlaku

- srovnání výsledků - tonometr rtuťový vs. pérový vs. digitální
- Měření vsedě, po 10min klidu, podepřená paže v úrovni srdce, opakované měření



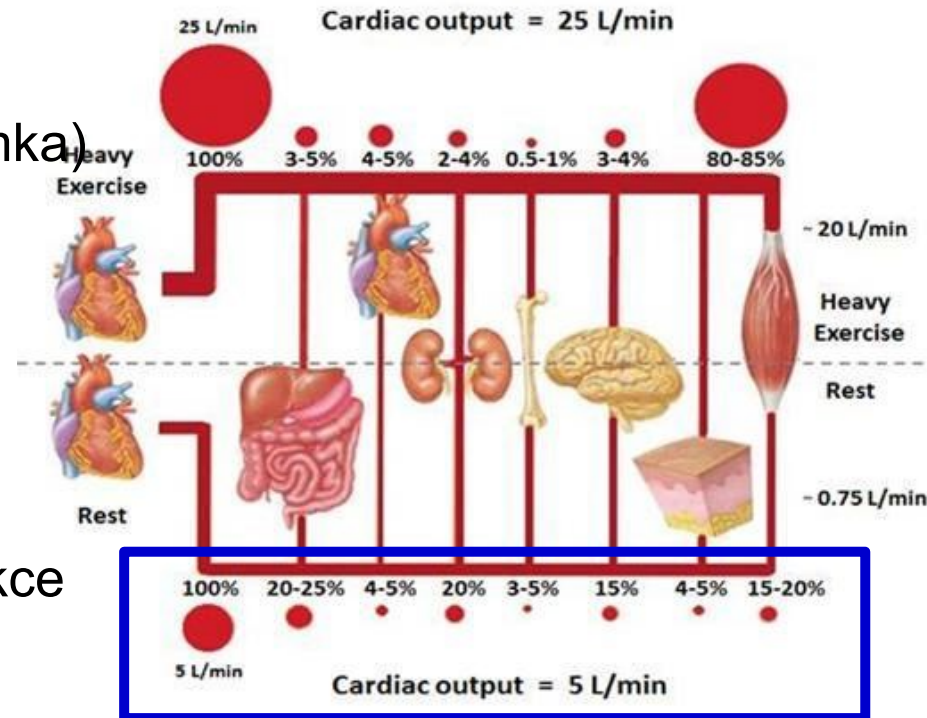


# Pletysmografické měření vazomotoriky

- Průtok orgány
- Vazodilatace/vazokonstrikce
- Sledování změn objemu tepének

# Průtok krve orgány

- Plíce – 100%,  $p\text{CO}_2$ , hypoxie → vazokonstrikce (výjimka)
- Mozek – ~15% MSV  
citlivý na hypoxii
- Koronární oběh (srdce) – ~5%
- Ledviny – ~25% MSV,  
prostaglandiny – dilatace,  
angiotensin II – vazokonstrikce
- Kosterní svaly – 25-90% MSV
- Trávicí trakt – až 25%
- Kůže – ~5%, termoregulace  
serotonin/histamin





# Vazomotorika

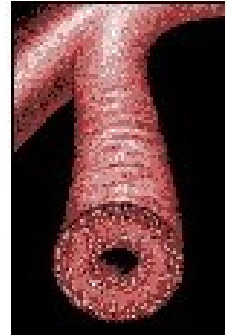
V reakci na chemické nebo fyzikální podněty dochází k reflexní změně průsvitu periferních arterií

## Vazokonstrikce (zúžení průsvitu)

- Sympaticus – adrenalin v trávícím sst.
- Myogenní regulace (napětí stěny cévy), serotonin, angiotenzin II, vazopresin, ...

## Vazodilatace (rozšíření průsvitu)

- Parasympaticus – acetylcholin v trávícím s.
- Metabolity, NO, histamin, bradykinin, mediátory zánětu



# Vazomotorika

## ■ Lokální řízení prokrvení

- **Autoregulace** – větší tlak krve na stěnu cévy vyvolá konstriktci – jde o reflexy při **přelévání krve** díky gravitaci. Mají udržet stejné prokrvení ať je končetina nahoře nebo dole.
- Uvolnění dilatátorů, **metabolické faktory**, nahromadění metabolitů rozšiřuje cévy
- **lokální hormony**; např. zánět → uvolnění histaminu a bradykininu → **vazodilatace**
- **Teplota** – vyšší teplota působí vazodilatačně

# Pletysmografie

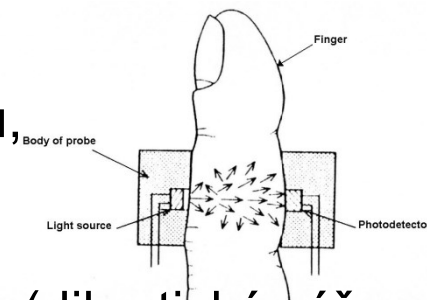


## Princip:

- Změna optických parametrů kůže, které jsou závislé na objemu krve v **kapilárách** pod kůží, reflexní změny objemu arteriol
- úzká céva - nižší vlna, rozšířená céva – zvýšená vlna
- Je možné určit pouze **změny objemu** krve, ne absolutní hodnoty

## Praxe:

- Měření na prostředníku nebo prsteníku, průchozí světlo (žárovka + fotobuňka)
- Peňázův tonometr (1969, operace)
- I v arteriolách se projevuje tlaková vlna (dikrotický zářez – zpětný náraz krve na aortální chlopeč)



# Experiment

1. Pulzní vlna
2. Změna polohy těla (sed – stoj)
3. Reaktivní hyperemie (zaškrcení brachiální tepny)
4. Valsalvův pokus – zvýšení nitrohruďního tlaku
5. Vliv teploty (chlad – teplo)

