

Regionální oběh II (renální, fetální)

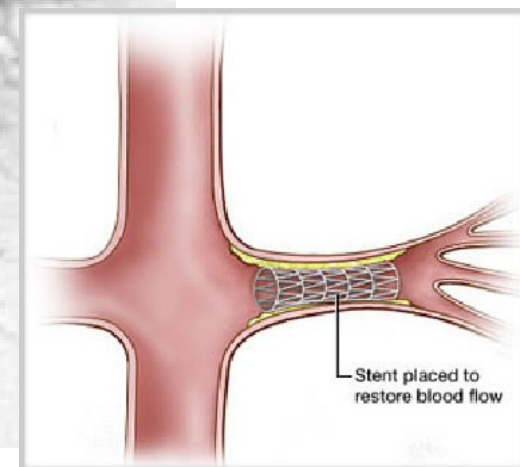
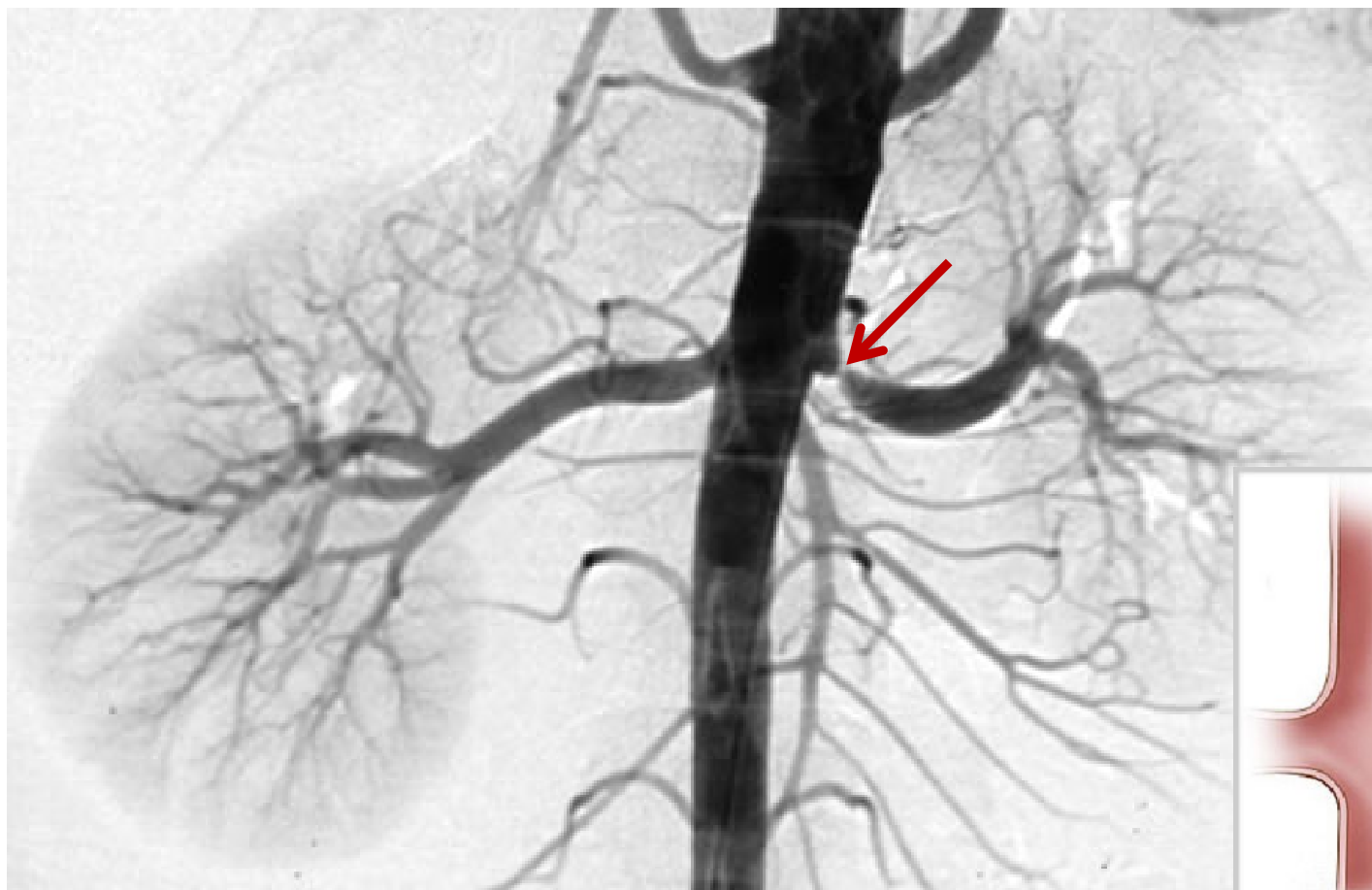
doc. MUDr. Markéta Bébarová, Ph.D.

Fyziologický ústav, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita



**Tato prezentace obsahuje pouze stručný
výťah nejdůležitějších pojmů a faktů. V
žádném případě není sama o sobě
dostatečným zdrojem pro studium ke
zkoušce z Fyziologie.**

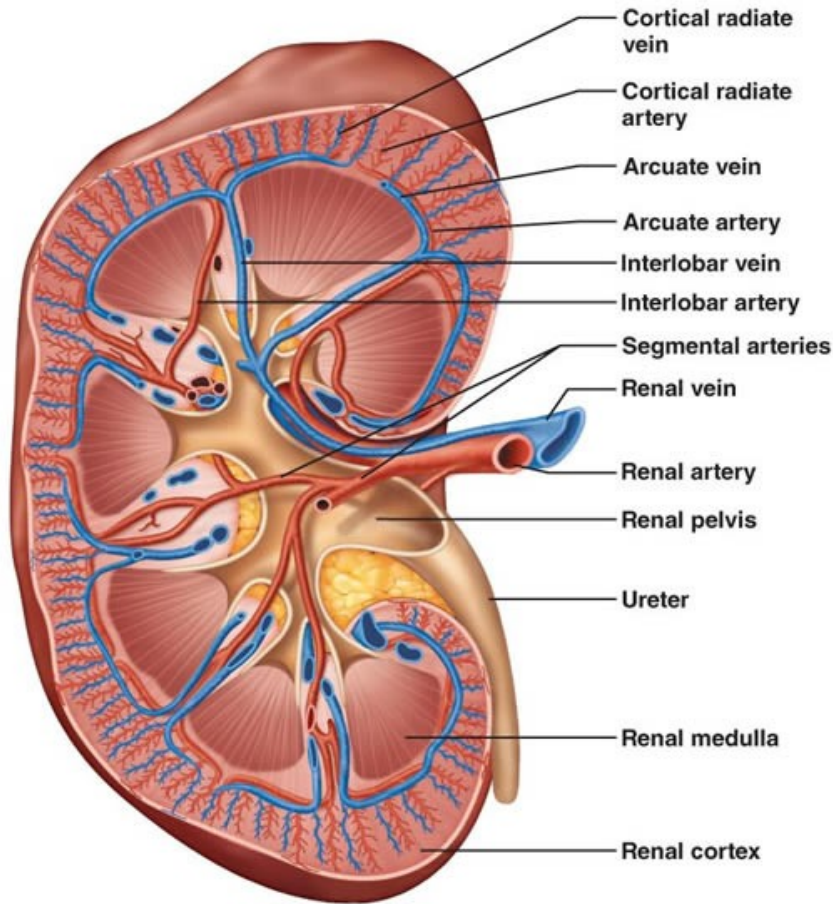
Renální cirkulace



Renální cirkulace

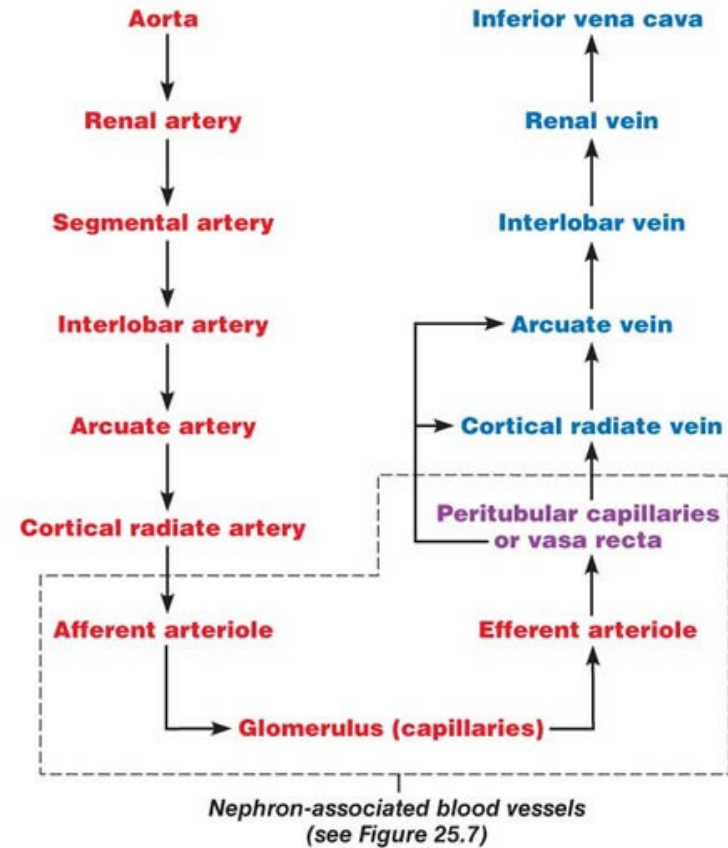
- hlavní funkce ledvin – kontrola složení a objemu extracelulární tekutiny, detoxifikace
- **Vysoký filtrační výkon vyžaduje adekvátní prokrvení!**
 - ledviny tvoří cca 0,4 % hmotnosti těla
 - průtok 1,2 l/ min, ~25 % srdečního výdeje
- rozložení průtoku **nerovnoměrné**, většina protéká kůrou (glomeruly – filtrace)
 - kůra: 5,3 ml/g/min
 - dřeň - zevní zóna: 1,4 ml/g/min
 - dřeň - vnitřní zóna: 0,4 ml/g/min

Renální cirkulace

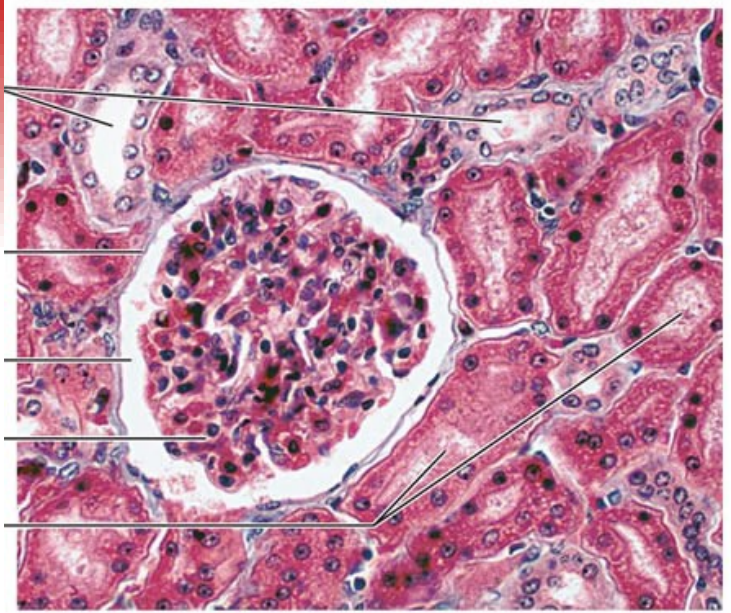
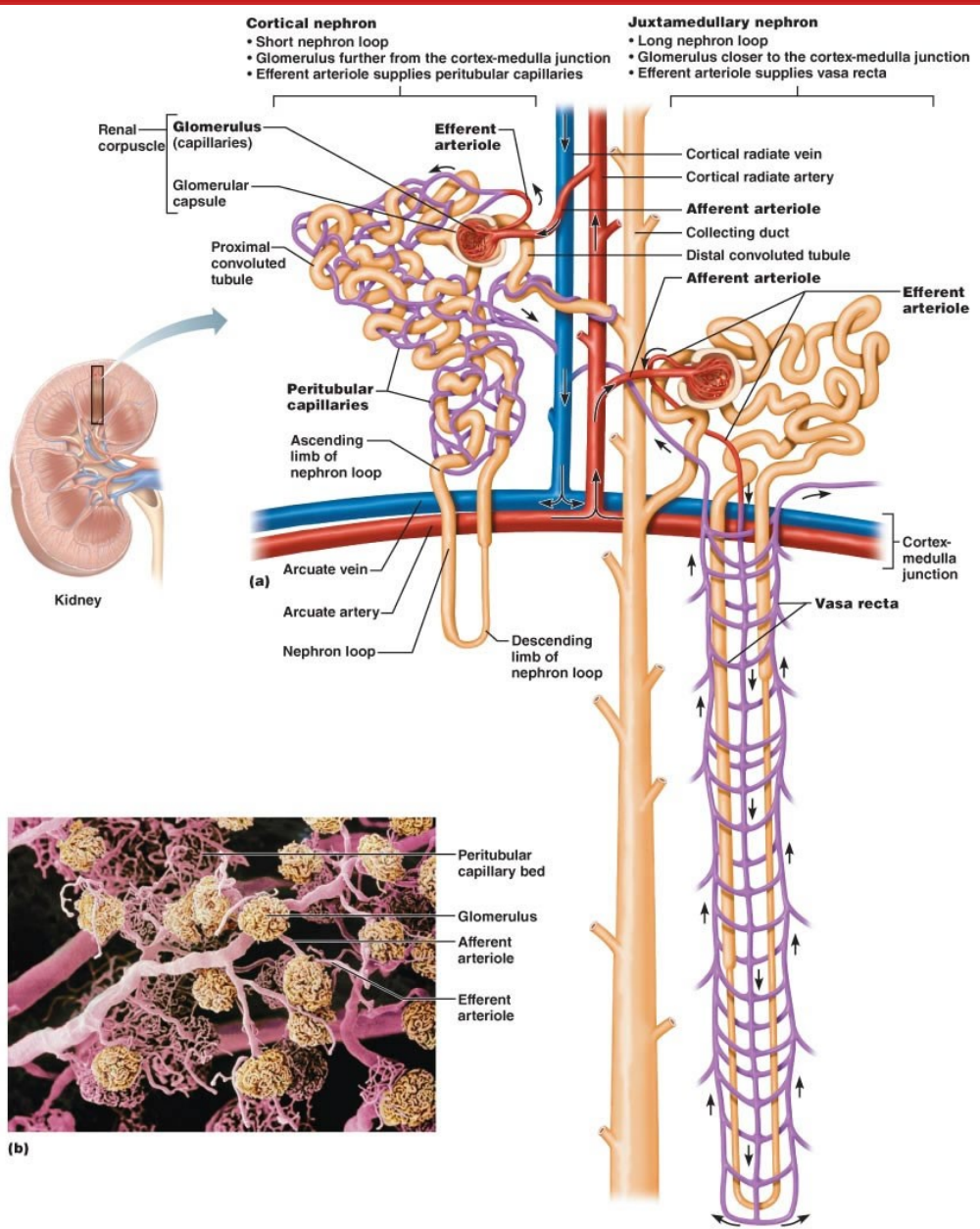


(a) Frontal section illustrating major blood vessels

© 2013 Pearson Education, Inc.



(b) Path of blood flow through renal blood vessels

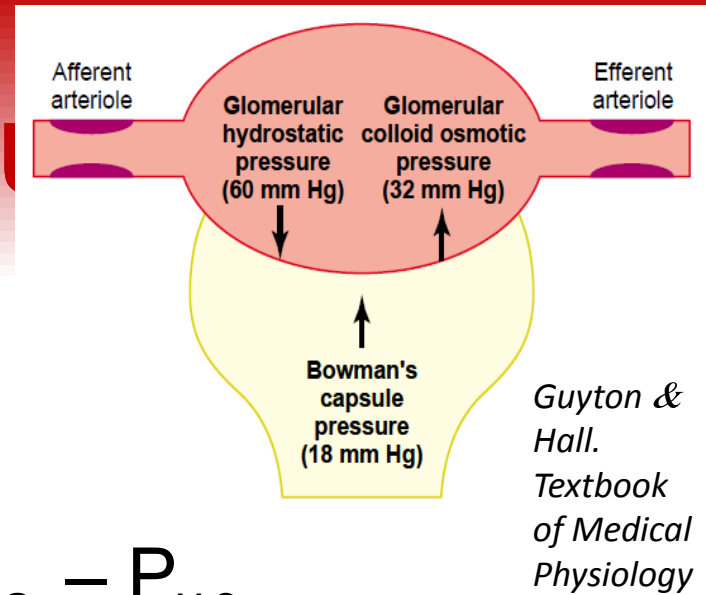


f renal cortical tissue (180X)

© 2013 Pearson Education, Inc.



Renální cirkulace



- *v. aff.*, *v. eff.*

- vstup a výstup vysokotlaké glomerulární kapilární sítě

- průtok krve glomerulem =
$$\frac{P_{v.a.} - P_{v.e.}}{R_{v.a.} + R_{v.e.} + R_{g.k.}}$$

- **vzestup odporu** ve *vas aff.* či *vas eff.* **sníží průtok** ledvinou (pokud je stabilní arteriální tlak)

- řídí glomerulární filtrační tlak:

konstrikce *vas aff.* → ↓ tlaku v glomerulu → ↓ filtrace
konstrikce *vas eff.* → ↑ tlaku v glomerulu → ↑ filtrace

Renální cirkulace

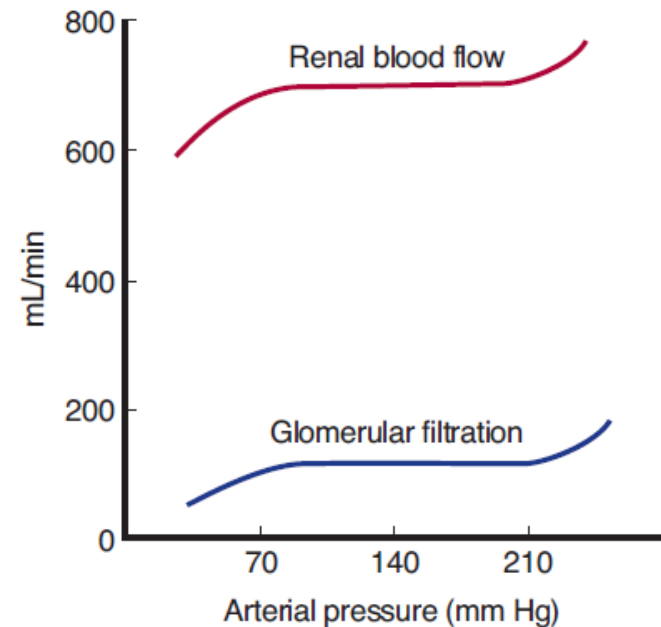
- **Řízení průtoku krve ledvinami:**
 - 1) Myogenní autoregulace
 - 2) Nervová regulace
 - 3) Humorální regulace

Renální cirkulace

- **Řízení průtoku krve ledvinami:**

- 1) **Myogenní autoregulace**

- dominuje
- udržováním stabilního průtoku při různých systémových tlacích **zajišťuje stabilní činnost ledvin** (stabilní tlak v glomerulech a tedy i glomerulární filtrace)



Ganong s Review of Medical Physiology, 23rd edition

Renální cirkulace

- **Řízení průtoku krve ledvinami:**

2) Nervová regulace

- podřízena potřebám systémového oběhu
- **průtok ledvinami** tvoří 25 % srdečního výdeje – ovlivňuje TK
- **sympatikus - noradrenalin**

lehká zátěž (emoční i fyzická) + vzpřímená polohy těla
→ ↑ sympatického tonu → ↑ tonu v. aff. i eff. → ↓
průtoku ledvinami, ale bez snížení GFR (↑ FF)

sympatický tonus významně ↑ **během anestezie a vlivem bolesti** (GFR už pak může ↓)

Renální cirkulace

- **Řízení průtoku krve ledvinami:**

3) Humorální regulace

- podílí se na řízení systémového tlaku a řízení tělesných tekutin
- **noradrenalin, adrenalin**
→ konstriktce aff. a eff. arterioly → ↓ průtok krve ledvinami a GFR

v souladu se ↑ aktivitou sympatiku (význam tedy malý s výjimkou vážných stavů, např. závažného krvácení)

Renální cirkulace

- **Řízení průtoku krve ledvinami:**

3) Humorální regulace

- podílí se na řízení systémového tlaku a řízení tělesných tekutin

- **noradrenalin, adrenalin**

- konstrikce aff. a eff. arterioly → ↓ průtok krve ledvinami a GFR

- **endotelin**

- konstrikce aff. a eff. arterioly → ↓ průtok krve ledvinami a GFR

uvolňován lokálně z poškozeného endotelu (fyziologicky význam při hemostáze; patologicky je jeho hladina zvýšena např. při preeklampsii, akutním selhání ledvin, chronické urémii)

Renální cirkulace

- **Řízení průtoku krve ledvinami:**

3) Humorální regulace

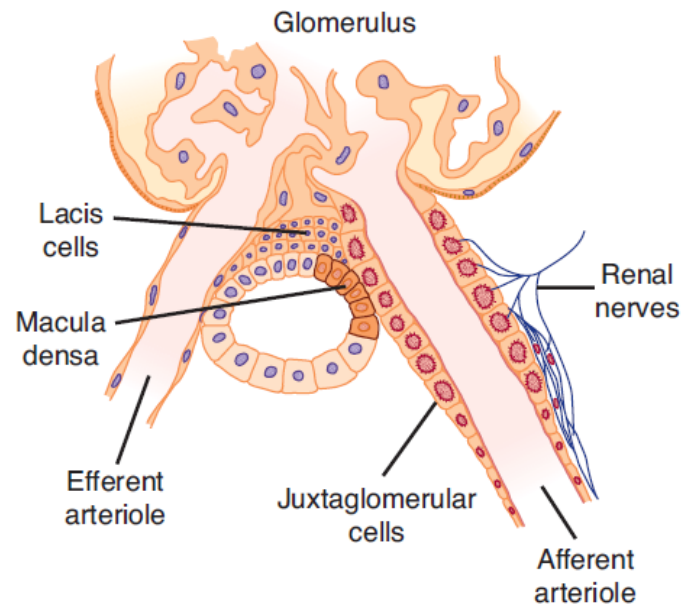
- podílí se na řízení systémového tlaku a řízení tělesných tekutin
- **NO**
kontinuální bazální produkce → vazodilatace v ledvině → stabilní úroveň průtoku krve ledvinami a GFR
- **prostanglandiny (PGE₂, PGI₂), bradykinin**
→ vazodilatace
omezují vliv vazokonstrikčních působků, což zabraňuje velkému ↓ průtoku krve ledvinou a GFR
nesteroidní antiflogistika během stresu (chirurgický výkon, ↓ objemu tekutin) může → významný ↓ GFR

Renální cirkulace

- **Řízení průtoku krve ledvinami:**

3) Humorální regulace

- podílí se na řízení systémového tlaku a řízení tělesných tekutin
- **Renin-angiotensinový systém**

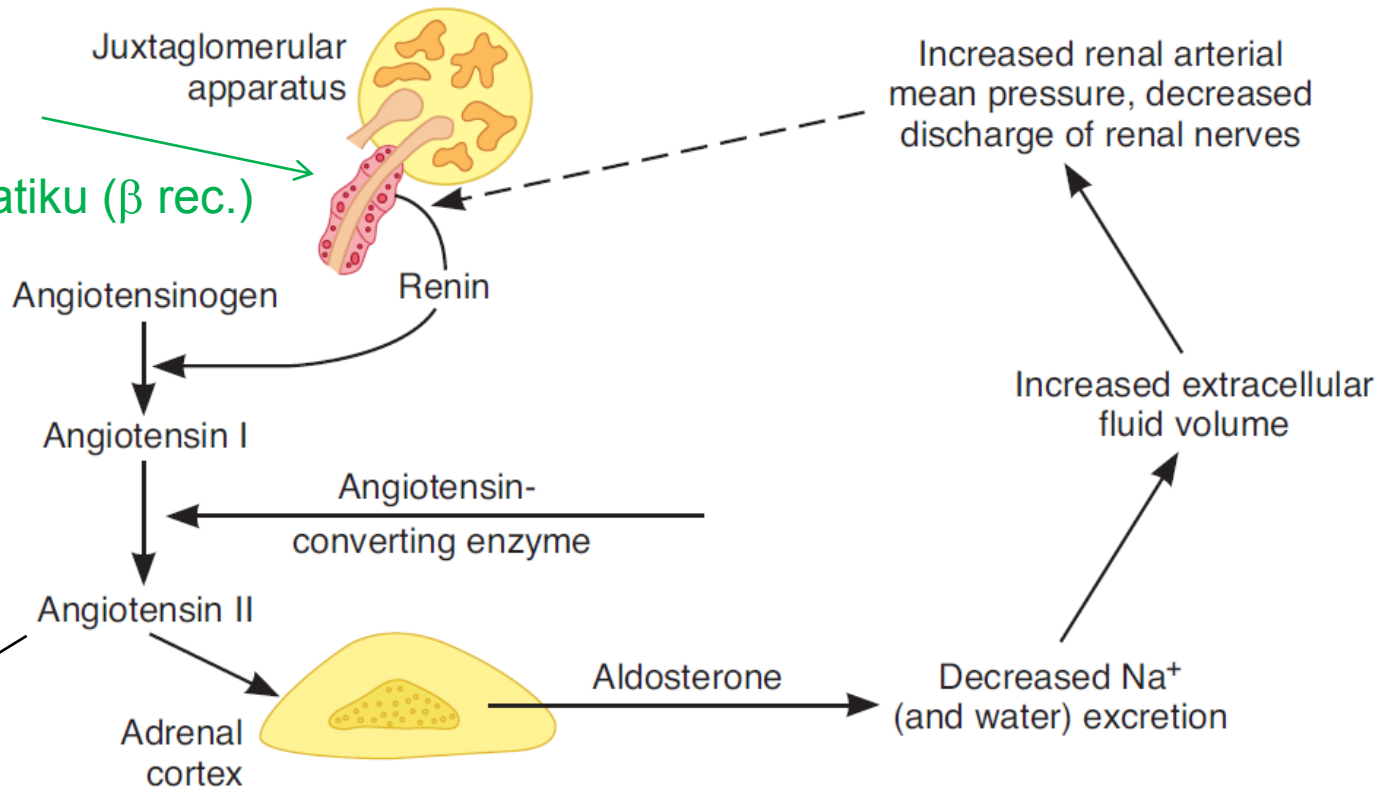


Ganong s Review of Medical
Physiology, 23rd edition

Renální cirkulace

Renin-angiotensinový systém

- ↓ Na^+ v plazmě
- ↓ TK
- ↑ aktivita sympatiku (β rec.)



vazokonstrikce
žízeň, ADH

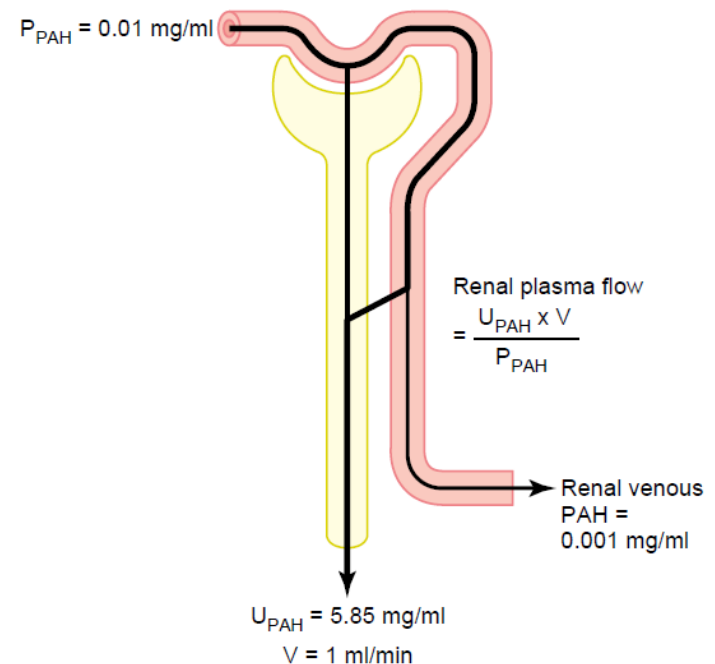
Renální cirkulace

Stanovení rychlosti průtoku plazmy ledvinami (RPF)

Clearance látky, která je v glomerulotubulárním aparátu nefronu plně očištěna z plazmy.

PAH (paraaminohippurová kyselina) očištěna z 90%

$$\text{RPF} = \frac{5,85 \times 1 \text{ mg/min}}{0,01 \text{ mg/ml}} = 585 \text{ ml/min}$$



Guyton & Hall. Textbook of Medical Physiology

(v juxtamedulárních nefronech z *v. efferens* navíc odstupují *vasa recta*, které nejsou v kontaktu s proximálním a distálním tubulem → nedochází tu k exkreci látek

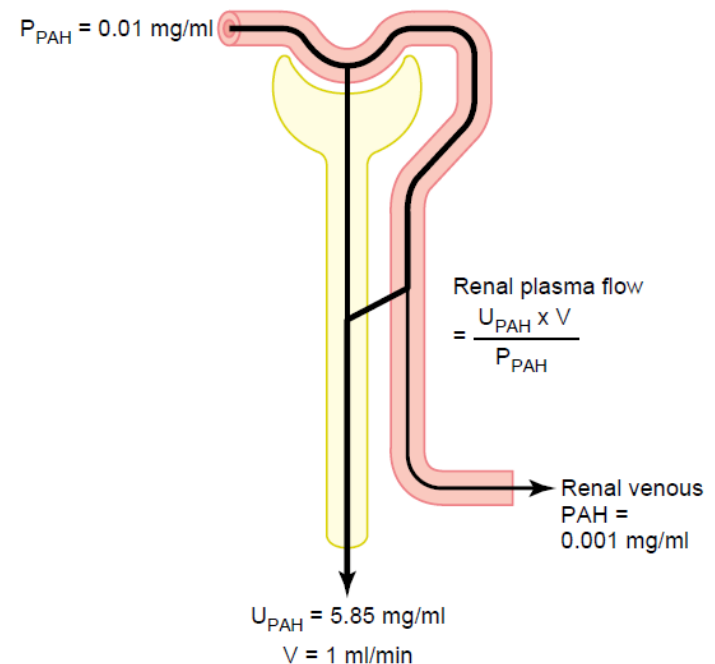
Renální cirkulace

Stanovení rychlosti průtoku plazmy ledvinami (RPF)

Clearance látky, která je v glomerulotubulárním aparátu nefronu plně očištěna z plazmy.

PAH (paraaminohippurová kyselina) očištěna z 90%

$$RPF = \frac{5,85 \times 1 \text{ mg/min}}{0,01 \text{ mg/ml}} = 585 \text{ ml/min}$$



Guyton & Hall. Textbook of Medical Physiology

Korekce na extrakční poměr PAH (E_{PAH}):

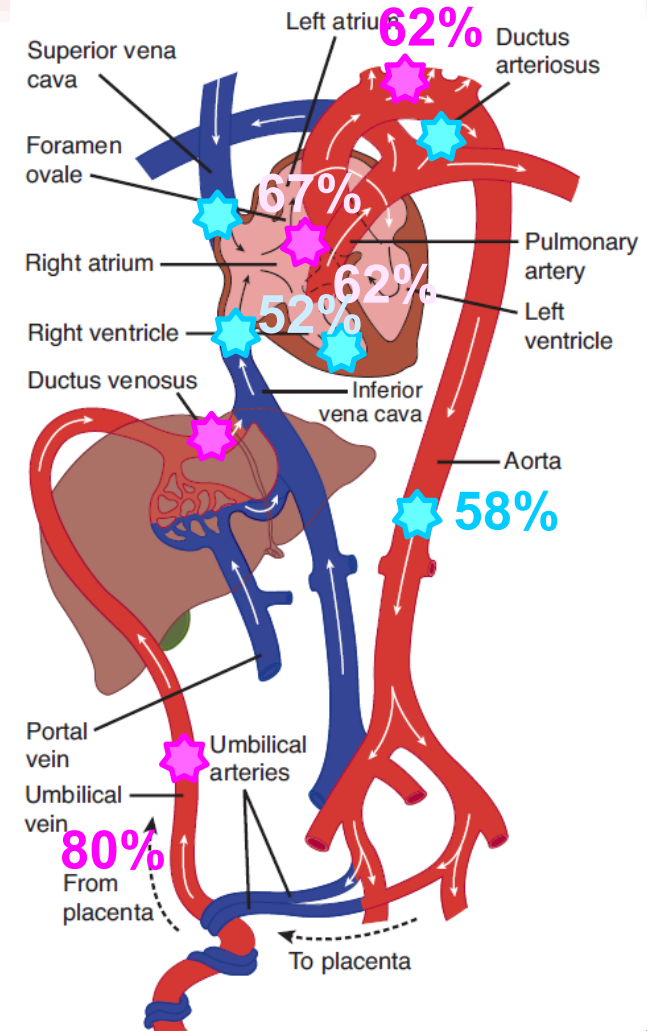
$$E_{PAH} = \frac{P_{PAH} - V_{PAH}}{P_{PAH}} = 0,9 \longrightarrow RPF = \frac{585 \text{ ml/min}}{0,9} = 650 \text{ ml/min}$$

Fetální cirkulace



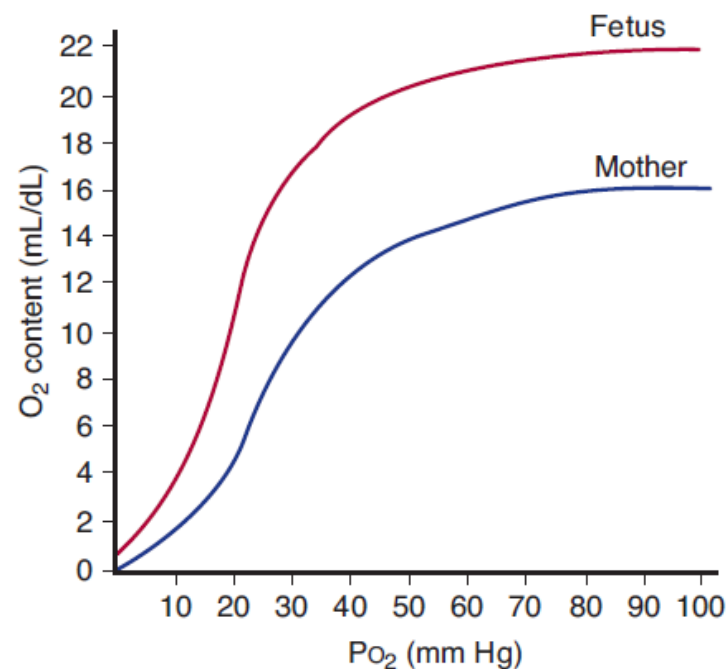
Fetální cirkulace

- placenta, pupeční žíla
- játra, *ductus venosus*
- *crista dividens*, *foramen ovale*
- krevní zásobení hlavy a horních končetin
- dolní a horní dutá žíla
- pravá komora
- *ductus arteriosus*
- aorta – zásobení dolní poloviny těla + 60 % srdečního výdeje do placenty



Fetální cirkulace

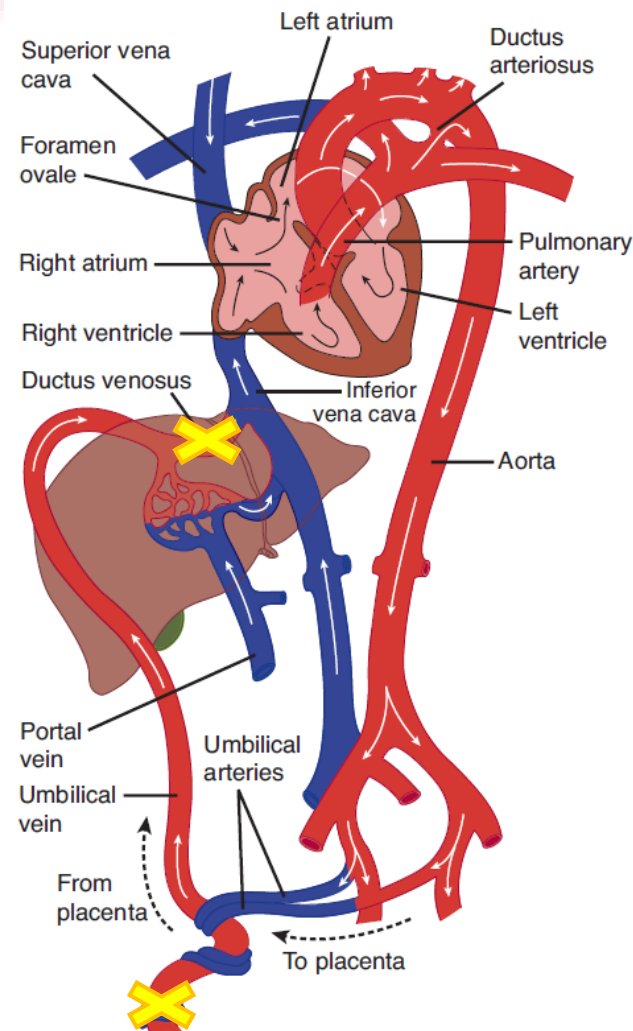
- fetální hemoglobin (vyšší afinita ke kyslíku)
- krátkodobá hypoxie
- delší hypoxie
- silná svalová stěna pupečních cév (citlivě reaguje na řadu podnětů kontrakcí – poranění, hypoxie, sympatomimetika, apod.)



Ganong s Review of Medical Physiology, 23rd edition.

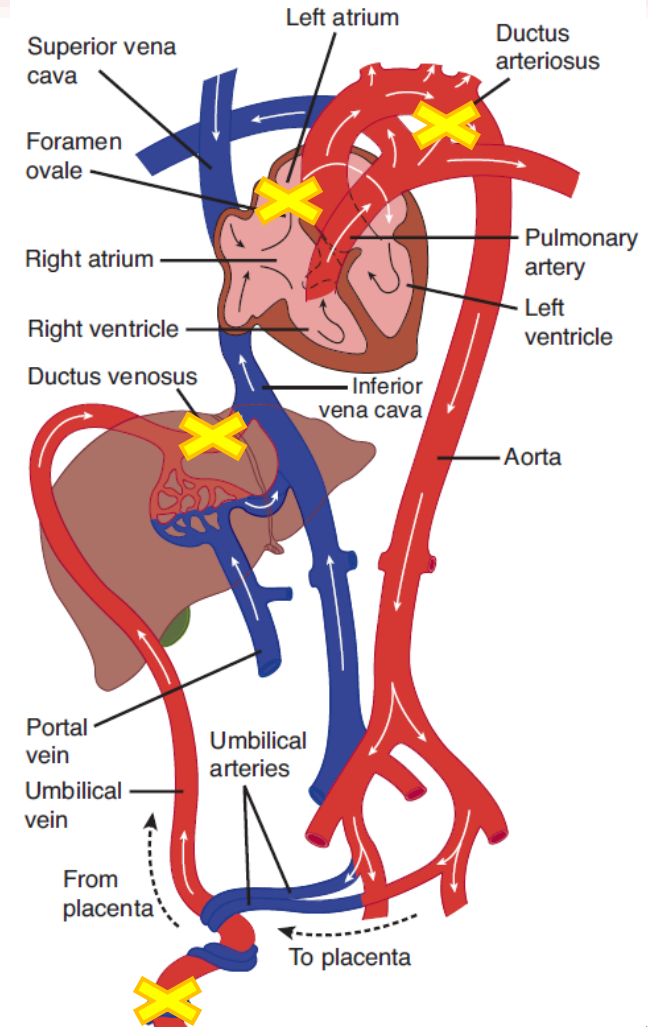
Fetální cirkulace

- **Změny po porodu**
- **Uzavření pupeční žíly**
 - náhlé zvýšení periferního odporu a krevního tlaku
 - stah svaloviny *ductus venosus* a jeho uzavření
- **První nádech** (vlivem asfyxie a ochlazení těla)
 - pokles odporu plicního řečiště
 - do plic mnohem více krve

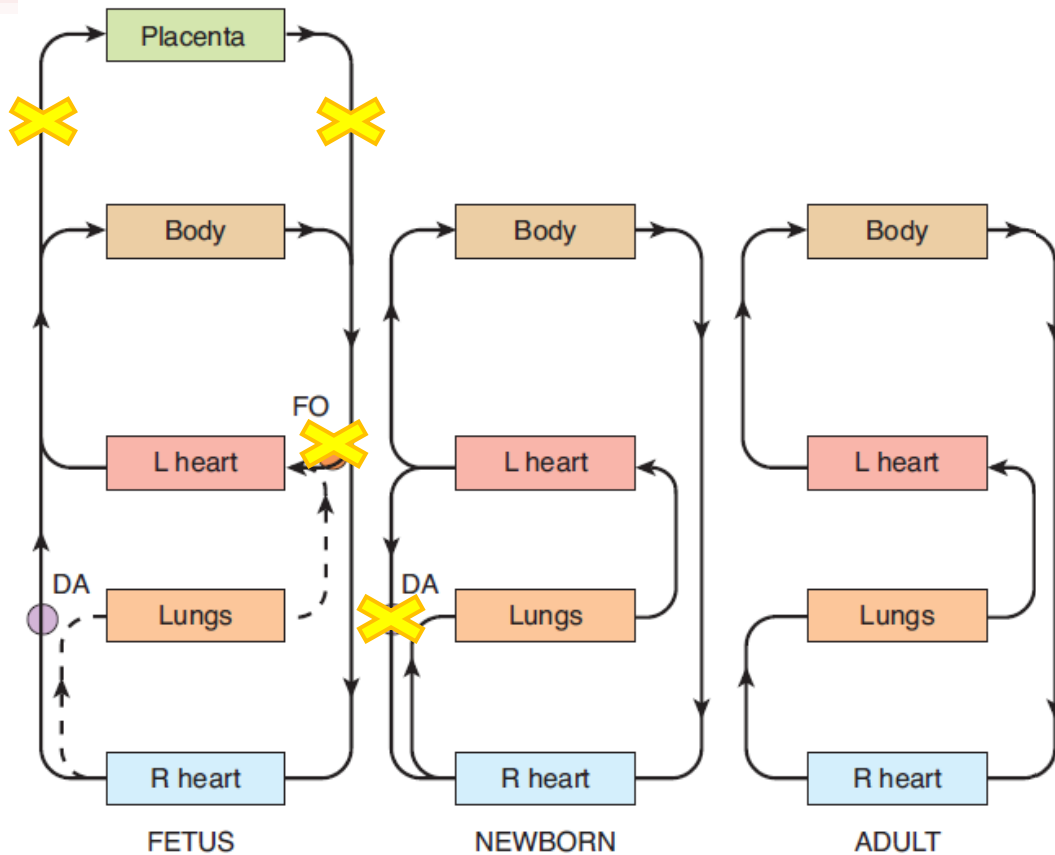


Fetální cirkulace

- **Změny po porodu**
- **Pokles tlaku v pravé síni a jeho navýšení v síni levé díky:**
 - ↑ plnění levé síně krví z plic
 - ↓ žilní návrat do pravé síně díky uzávěru pupeční žíly
 - levá komora čerpá proti zvýšenému odporu v aortě
- **Uzávěr *foramen ovale***
- **Uzávěr *ductus arteriosus***



Fetální cirkulace



levé a pravé
srdce pracují
paralelně

vše zapojeno
v sérii

