

# Funkční morfologie ledvin

Ledviny jsou významný vylučovací, **exkreční orgán**. Nacházejí se **retroperitoneálně** v oblasti Th<sub>12</sub>–L<sub>2</sub>. Podílejí se na udržování homeostázy a udržují **bilanci** mezi příjmem a výdejem. Balance může být pozitivní, kdy je příjem větší než výdej nebo negativní balance, kdy je výdej větší než příjem.

**Zajišťují:**

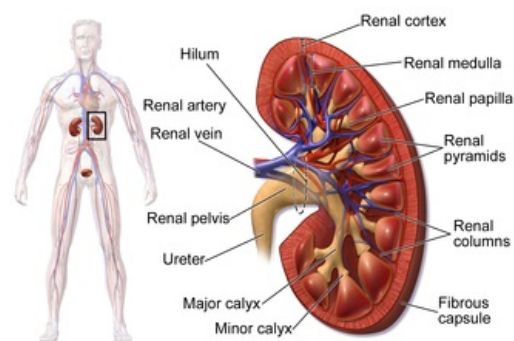
- **izovolémii** – stálý objem,
- **izoosmii** – osmotický tlak,
- **izohydrii** – ABR,
- **izoionii**,
- **vylučování metabolitů**,

**močovina** – produkt metabolismu AMK,  
**kyselina močová** – produkt metabolismu NK,  
**kreatinin** – produkt katabolismu kreatinu,  
**jiné** – Hb, hormony,

- **sekrece hormonů**,

**renin** – hormon juxtaglomerulárního aparátu. Štěpí angiotenzinogen na angiotenzin I, který je za pomoci ACE (*angiotenzin converting enzyme*) konvertovaný na angiotenzin II. Má vazokonstrikční účinky.

**erythropoetin** – stimuluje produkci erytrocytů,  
**prostaglandiny a kininy** – mají vliv na hladkou svalovinu cév,  
**1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub>** – zvyšuje plazmatickou hladinu Ca<sup>2+</sup>.



Kidney Anatomy

Anatomie ledviny

## Kůra

- tvořena korovými glomeruly, množství proximálních a distálních tubulů,
- rozmanitě uspořádané krevní řečiště,
- osmotický tlak kůry má stejnou hodnotu jako krevní plazma.

## Dřeň

- longitudinálně uspořádané útvary, přímé části proximálních a distálních tubulů,
- obě raménka Henleovy kličky,
- sběrné kanálky,
- osmolarita stoupá od rozhraní kůra-dřeň směrem k papile.

## Histologie

Parenchym je tvořen funkčním systémem tří základních složek, které musí být v souhře.

1. intersticiem,
2. krevní oběh,
3. soubor nefronů.

## Malpighiho ledvinové tělísko

Je složené z Bowmanova pouzdra a glomerulu. Jeho hlavní úlohou je ultrafiltrace krevní plazmy. Je potřeba zajistit vysoký filtrační tlak.

**Glomerulární filtrace** – pohyb vody a nízkomolekulárních látek směrem z plazmy do Bowmanova pouzdra a do iniciální části proximálního tubulu.

**Mezangium** – tvořené mesangiálními buňkami a hmotou. Zajišťují oporu glomerulárních kapilár. Ovlivňují filtrační plochu, a to **zmenšením** – vlivem angiotenzinu II, **relaxací** – vlivem prostaglandinů.

**Extraglomerulární mezangiální buňky s macula densa** – epiteliální buňky konečné části tlustého segmentu vzestupné části Henleovy smyčky, které kontrolují složení filtrátu a podávají informace o tom, zda filtrují málo nebo hodně. Takzvaná tubuloglomerulární zpětná vazba. S granulárními buňkami, což jsou modifikované buňky *vas afferens* a *vas efferens* produkují **renin**.

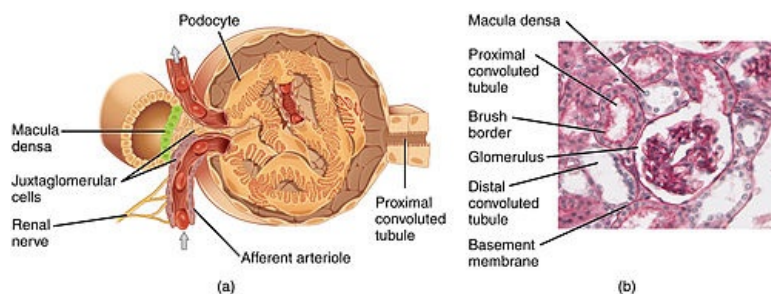


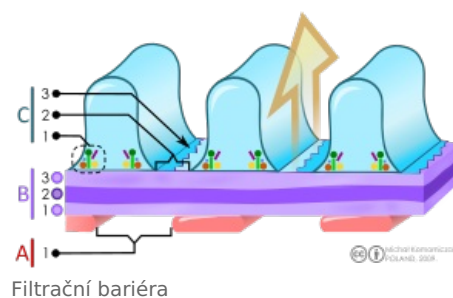
Schéma Malpighiho tělíska vlevo a histologický obrázek vpravo.

Nefron monitoruje svoji vlastní úroveň GF receptory v macula densa (detekují průtok tubulární tekutiny a množství  $\text{Na}^+$ , chemické signály *macula densa* ovlivňují kontrakci nebo relaxaci hladké svaloviny aferentních a eferentních kapilár, a tím tedy ovlivňují GF. Pokud se  $\downarrow$ GF, *macula densa* zaznamená snížený průtok tubulární tekutiny.

Jsou vyslány chemické signály a nastane vazodilatace vas afferens. Zvýší se hydrostatický tlak v glomerulárních kapilárách a obnoví se GF. Při vzestupu filtrace nastane děj opačný. Průtok glomerulem je přísně regulovaný a zachovaný, avšak pouze v rozmezí arteriálních tlaků **80-180 mmHg**. Při poklesu pod 80 mmHg tyto lokální regulační mechanismy selhávají.

## Filtrační bariéra

Složena z fenestrovaného epitelu krevních kapilár, které jsou propustné pro vodu, malé soluty, ionty, glukózu, AMK, močovinu, albumin. Druhou složkou bariéry je bazální membrána, tvořená kolagenními vlákny. Má **záporný** náboj, z čehož vyplývá, že odpuzuje částice nabitě záporně - anionty. Třetí složkou jsou podocyty. Tvoří hlavní bariéru pro erytrocyty. Čtvrtou složkou je nefrin. Je to bílkovina produkovaná podocyty, která je mezi nimi uložena a obklopuje je. Má také záporný náboj, a tak odpuzuje záporně nabitě molekuly.



## Tubulární systém

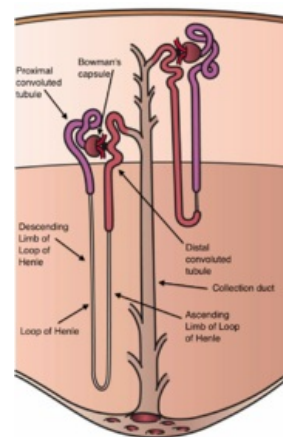
Glomerulární filtrát přechází z iniciální části **proximálního tubulu** do **Henleovy kličky** → ta vstupuje do dřeně ledvin a navazuje na **tlustý segment** → který plynule přechází do **distálního tubulu** → ten do **sběrného kanálku**, který prochází kůrou i dřením → a konečně moč do **ledvinných kalichů**.

### ▪ kortikální nefron:

povrchový,  
nejčastější typ,  
umístěny jsou ve vnější vrstvě kůry,  
do dřeně jde pouze vrchol krátké Henleovy kličky.

### ▪ juxtamedulární nefron:

méně početné,  
nacházejí se ve vnitřní vrstvě kůry spolu s proximálním, distálním tubulem a Henleovou kličkou,  
Henleova klička je dlouhá a zasahuje do dřeně,  
*Vasa recta* provázejí Henleovu kličku,  
schopnost tvořit vysoce koncentrovanou nebo maximálně zředěnou moč.



Juxtamedulární a kortikální nefron

## Odkazy

### Související články

- Ledviny
- Vyšetření močového sedimentu
- Tubulární procesy
- Osmolarita

### Zdroj

- Poznámky z přednášek prof. MUDr. Otomar Kittnar, CSc., MBA z Fyziologického ústavu 1 LF (<https://fyziologie.1f.cuni.cz/>)

### Použitá literatura

- KITTNAR, Otomar, et al. *Lékařská fyziologie*. 1. vydání. Praha : Grada, 2011. 790 s. ISBN 978-80-247-3068-4.