



# VYLUČOVACÍ SOUSTAVA

Doc. Mgr. Irena Šlamborová, Ph.D.

# MOČOVÝ SYSTÉM

- **Složení močového systému:**

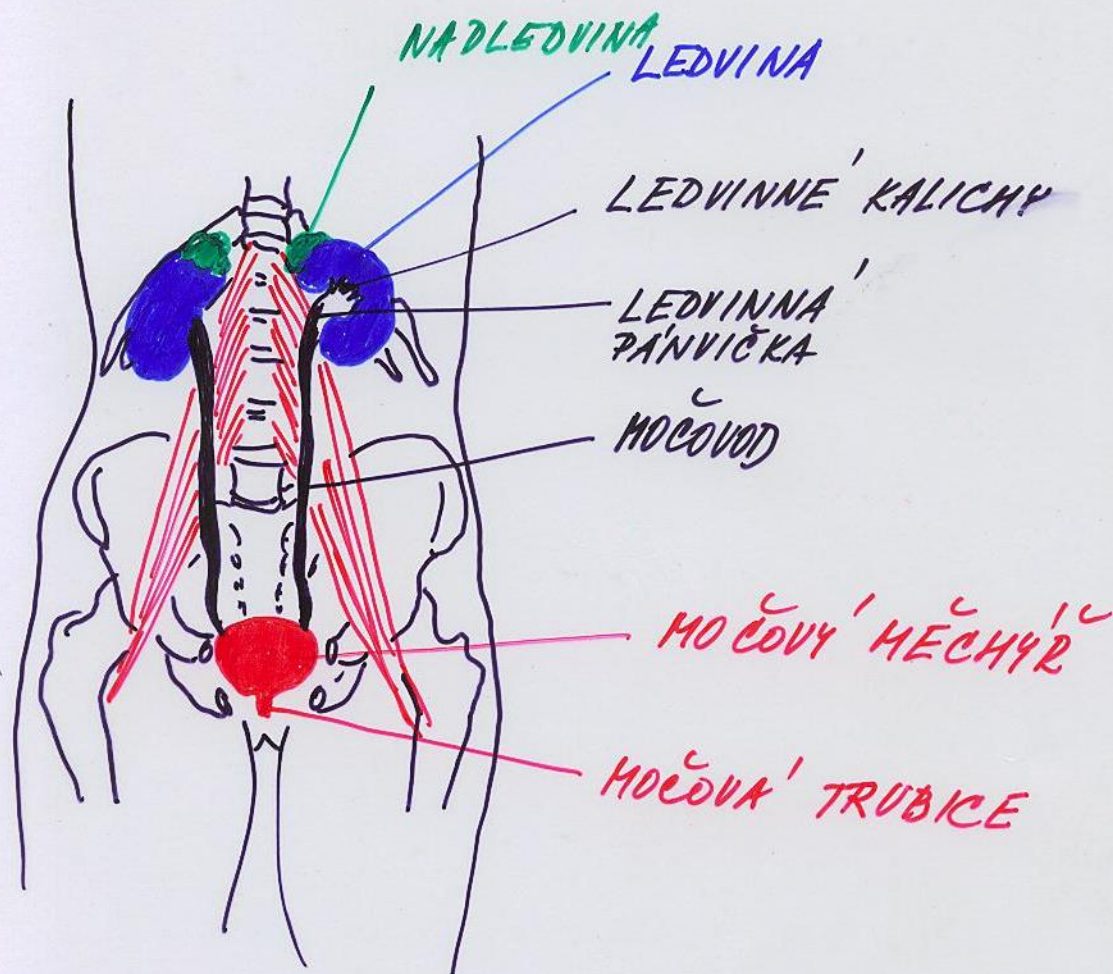
Párové ledviny (Renes)

Močovod (Ureter)

Močový měchýř (Vesica urinaria)

Močová trubice (Urethra)

# PŘEHLED ORGÁNŮ MOČOVÉHO ÚSTROJÍ



# FUNKCE MOČOVÉHO SYSTÉMU

- 1. **Udržování rovnováhy** mezi vodou a elektrolyty, udržování acidobazické rovnováhy
- 2. **Vylučování (exkrece) zplodin metabolismu, nadbytečné vody a elektrolytů moči**
- 3. Sekrece **RENINU** – enzym, který se uplatňuje v regulaci krevního tlaku
- 4. Sekrece **ERYTROPOETINU** – hormon s růstovou funkcí – podporuje tvorbu erytrocytů v červené kostní dřeni
- 5. přeměna steroidního prekurzoru vitamínu D (ten původně vzniká v kůži a v játrech) na jeho aktivní formu – **vitamín D3**

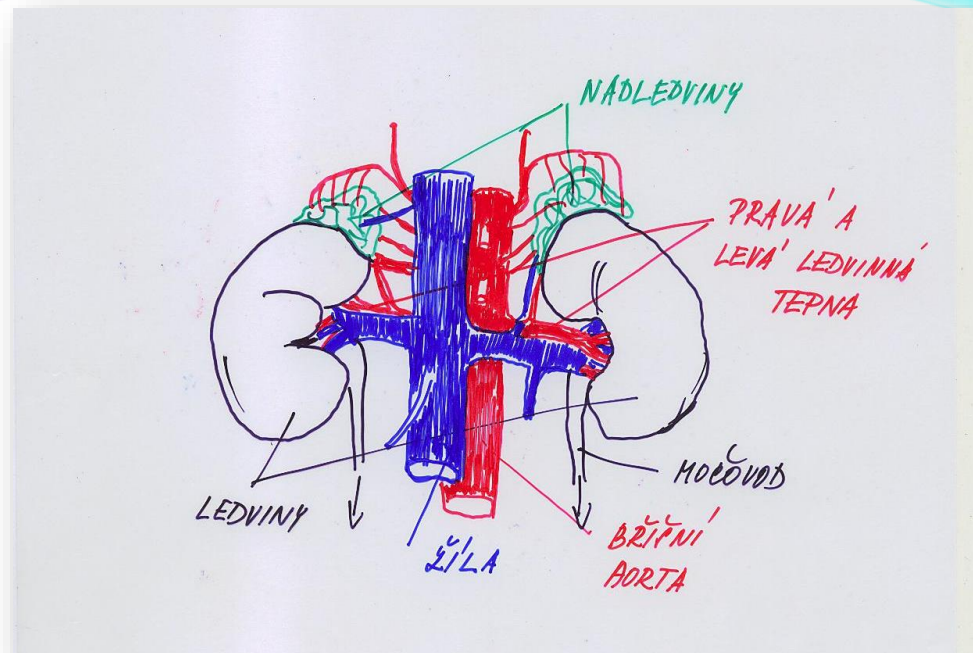
# FUNKCE MOČOVÉHO SYSTÉMU

- 6. **Tvorba glukózy** při dlouhodobém hladovění a dlouhodobém nedostatku sacharidů ve stravě
- Glukóza zde vzniká z aminokyselin a ledviny tak doplňují obdobný proces probíhající v játrech

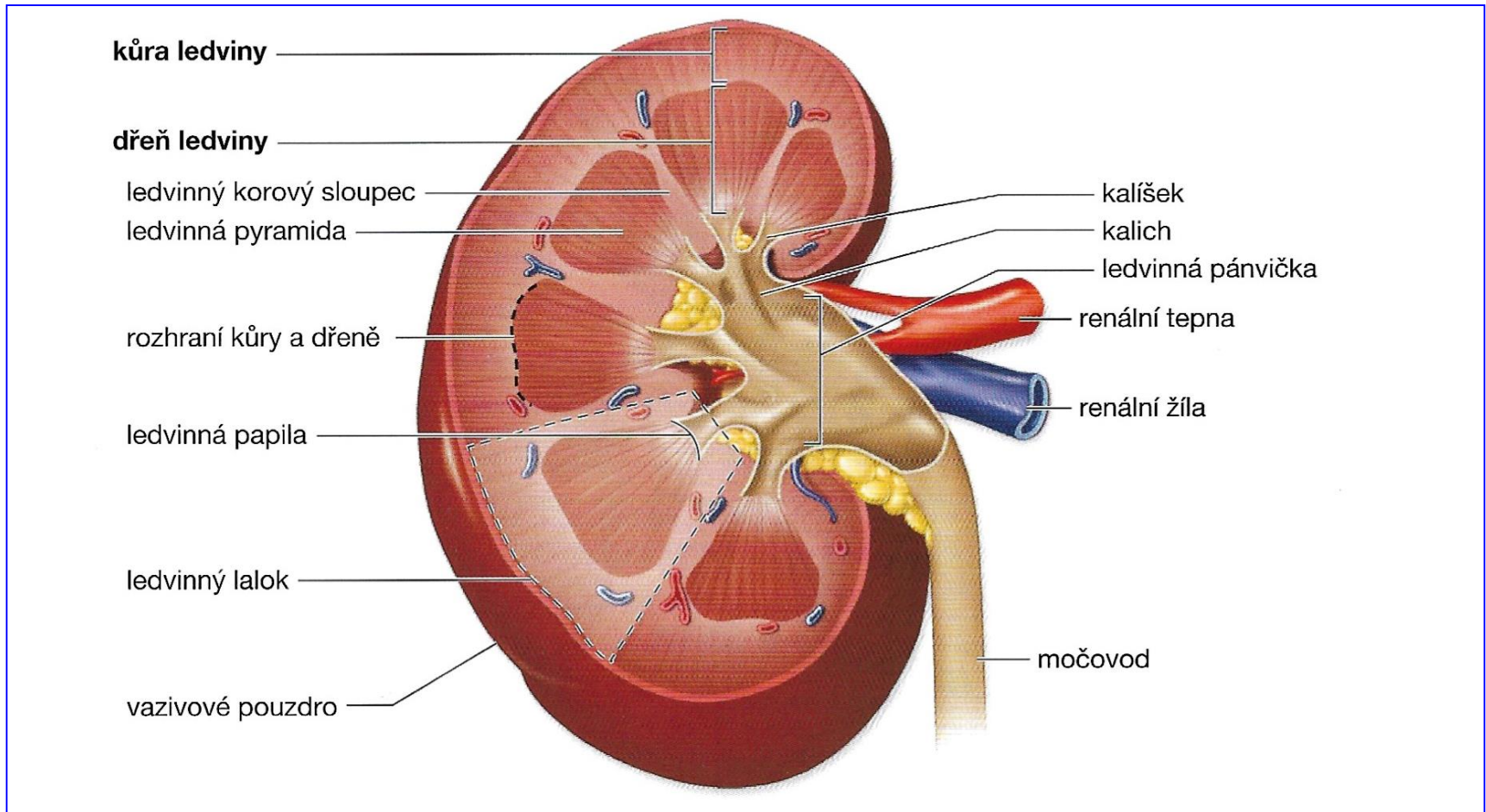
# RENES - LEDVINY

- párový orgán, fazolovitý tvar, kryty tenkým vazivovým pouzdrmem
- 120 – 180 g
- každou minutu proteče 0,7 – 1,2 l krve
- během 5 – 6 hodin se přefiltruje veškerý objem krve

# Anatomické uložení ledvin



# STAVBA LEDVINY



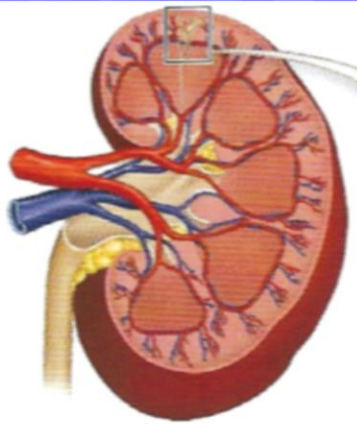


# RENES - LEDVINY

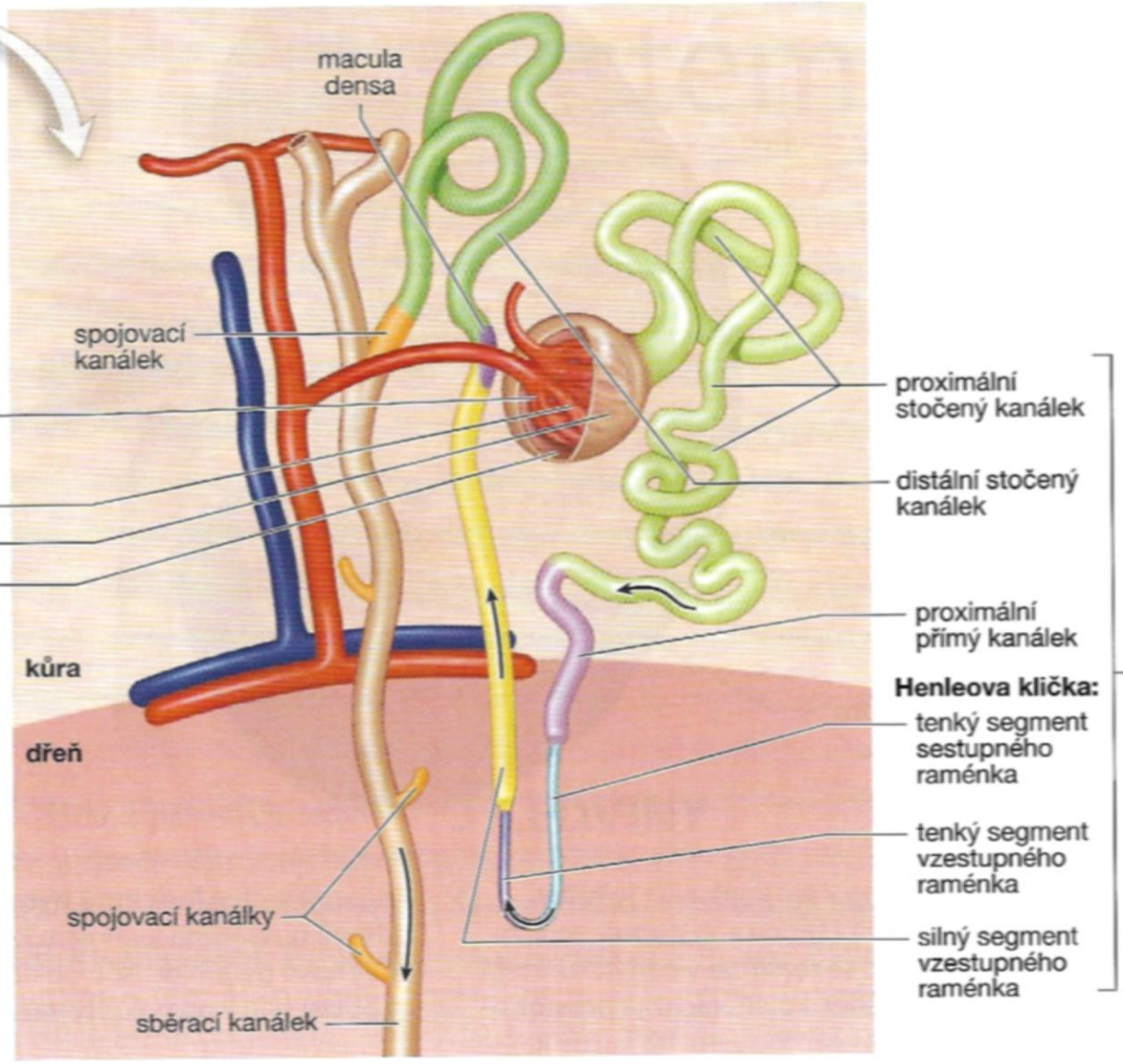
- **Kůra ledviny (vnější část)** – obsahuje četná kulovitá ledvinná tělíska a kanálky
- **Dřeň ledviny (vnitřní část)** – obsahuje rovně uspořádané kanálky a vývody
- Dřeň je tvořena 8 – 15 kuželovitými ledvinnými **pyramidami**, jejichž základy jsou přivráceny ke kůře ledviny
- Pyramidy jsou od sebe odděleny tzv. **renálními sloupci**
- Hrotem každé dřeňové pyramidy je **ledvinná papila** – ta vybíhá do prostoru kalíšku kam odvádí vytvořenou moč

# Nefron

ledvinné tělísko



- glomerulus
- Bowmanovo pouzdro:
  - viscerální vrstva
  - parietální vrstva
  - močový prostor



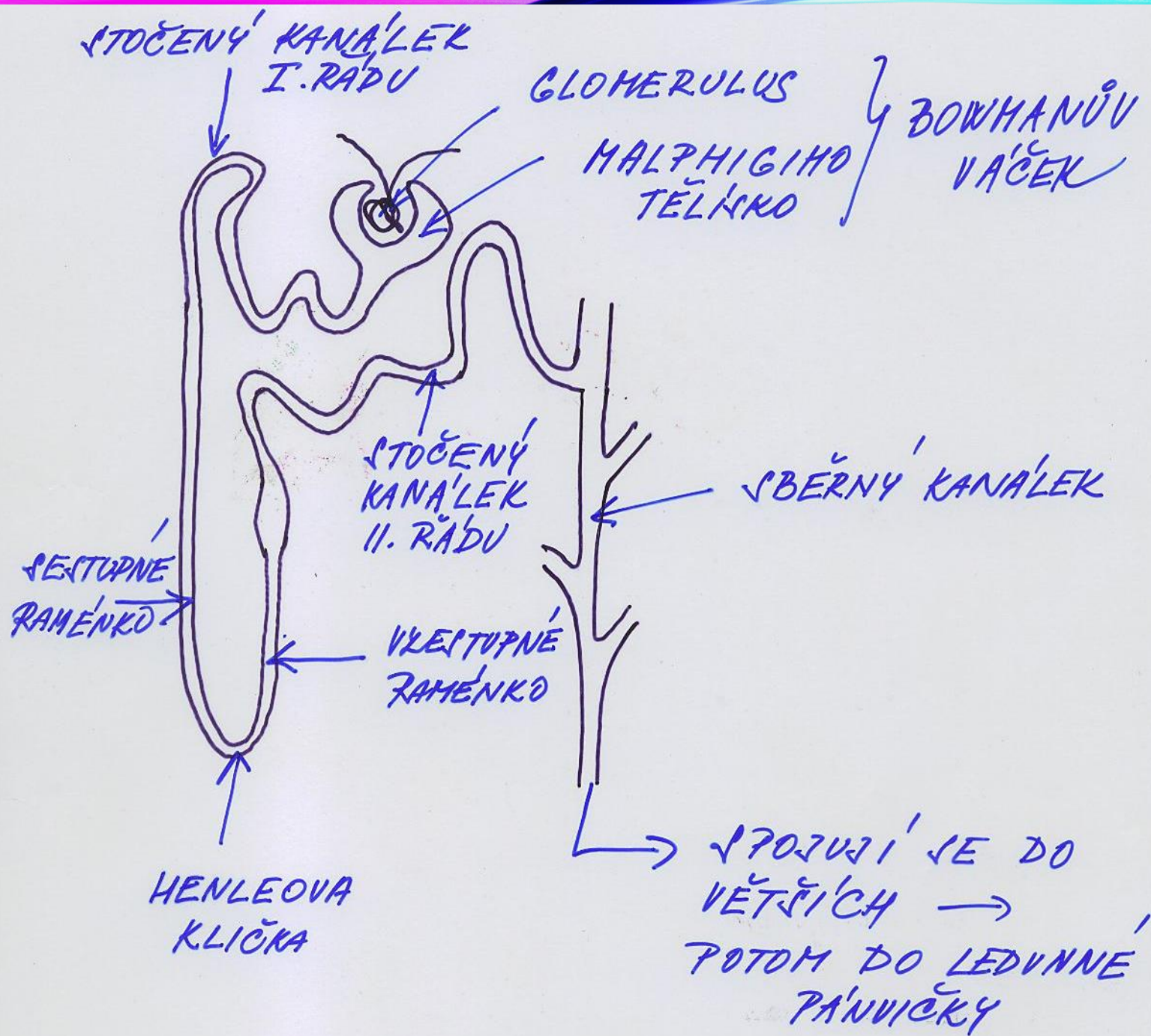
kanálky nefronu

# NEFRON

- Každá ledvina obsahuje 1 – 4 miliony základních funkčních jednotek - **NEFRONŮ**
- Nefron je složen z ledvinného tělíska a jednoduchého kanálku
- **Ledvinné tělísko** (corpusculum renis) – nachází se v kůře ledviny a je počátkem nefronu
- Je složeno z **klubíčka (glomerulu) kapilár** – kde dochází k prvotní filtraci krevní plasmy přes **Bowmanovo pouzdro** (má 2 vrstvy)

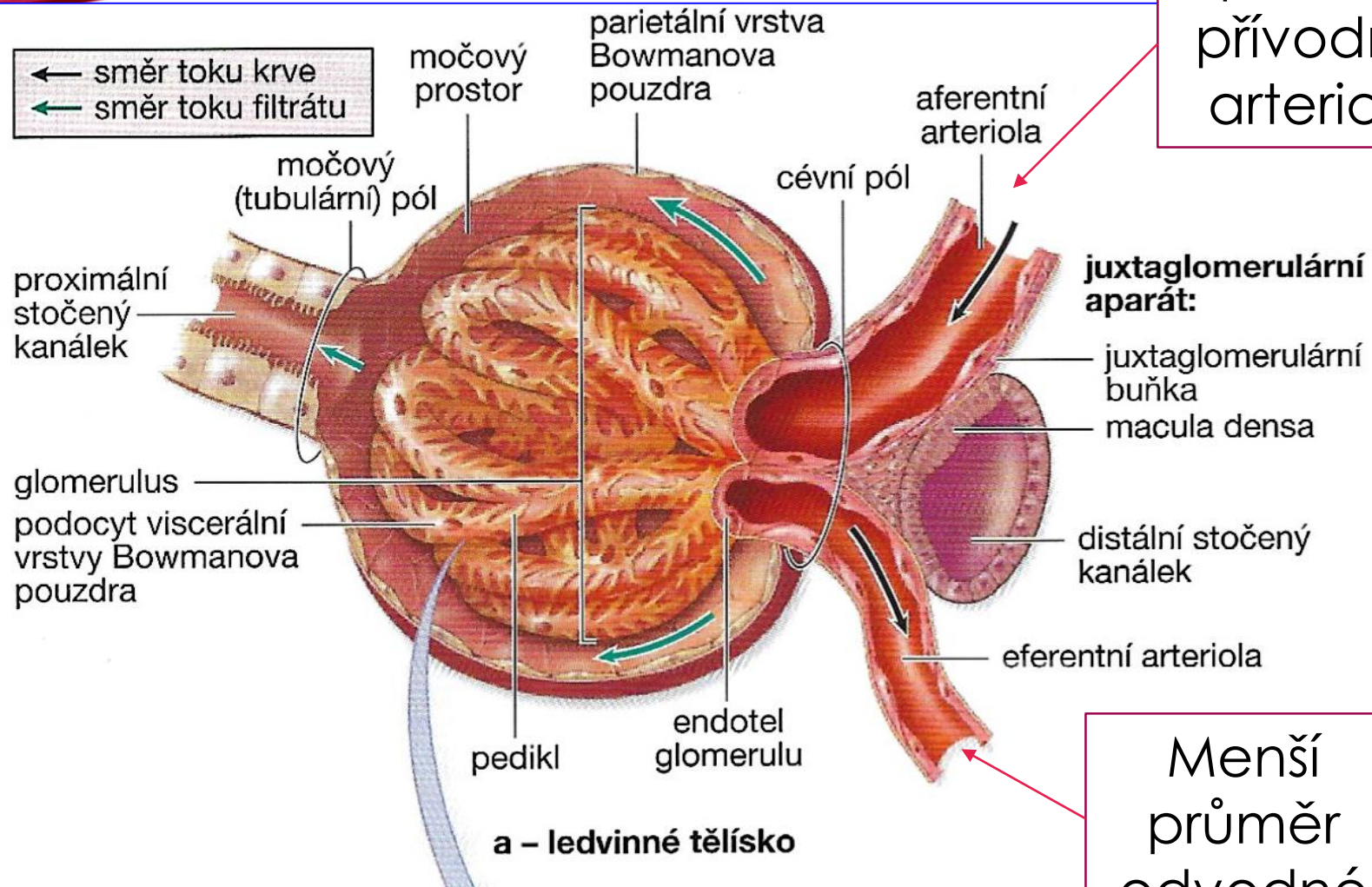
# NEFRON

- **Proximální stočený kanálek (proximální tubulus)** – tvořen dlouhou částí stočenou v kůře ledviny a krátkým přímým úsekem, kterým vstupuje z kůry do dřeně
- **Henleova klička** – probíhá dřením, je tvořena tenkým segmentem sestupného raménka a vzestupného raménka
- **Distální kanálek (distální tubulus)** - tvořen vzestupným úsekem, jímž se navrácí zpět do kůry a dlouhou stočenou částí , která probíhá kůrou
- **Spojovací kanálek** – krátký segment spojující nefron s navazujícím sběrným kanálkem

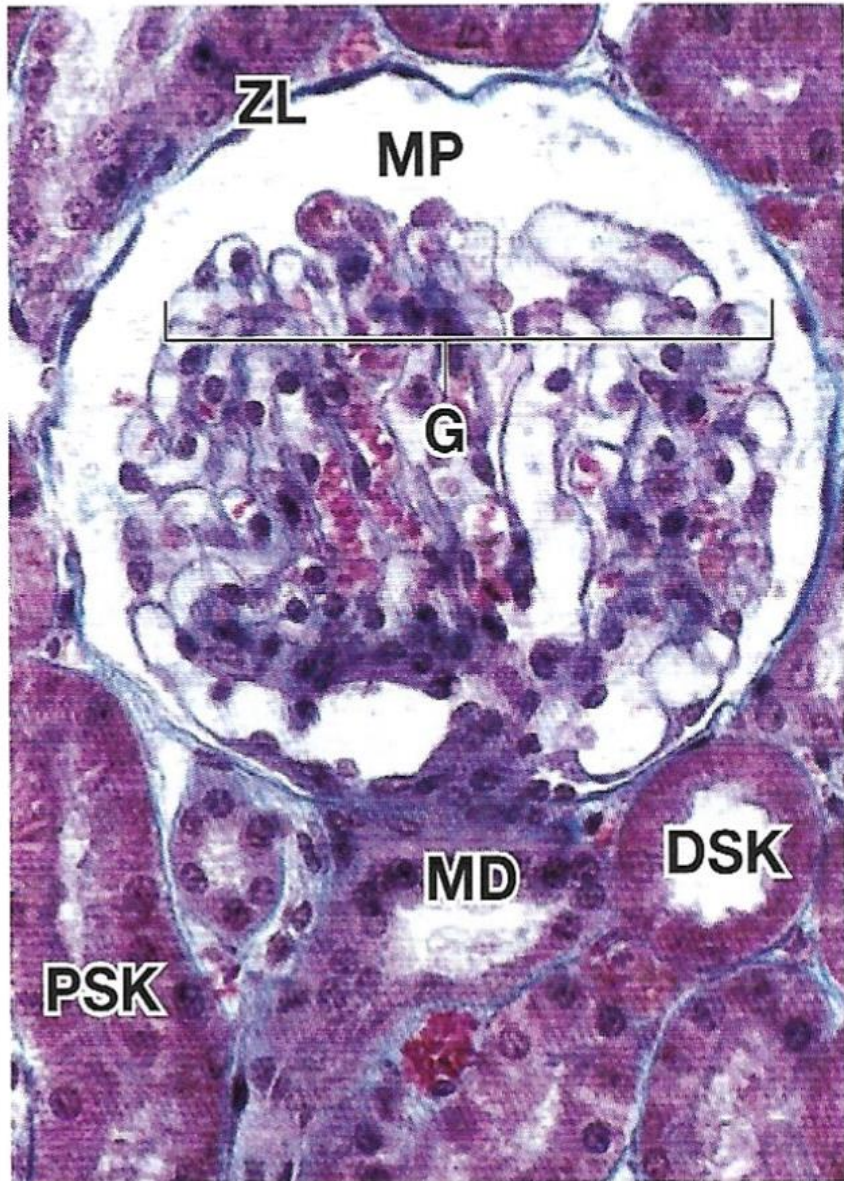


Větší  
průměr  
přívodné  
arterioly

← směr toku krve  
← směr toku filtrátu



Menší  
průměr  
odvodné  
arterioly



**b – histologie ledvinného tělíska**

# TVORBA MOČE

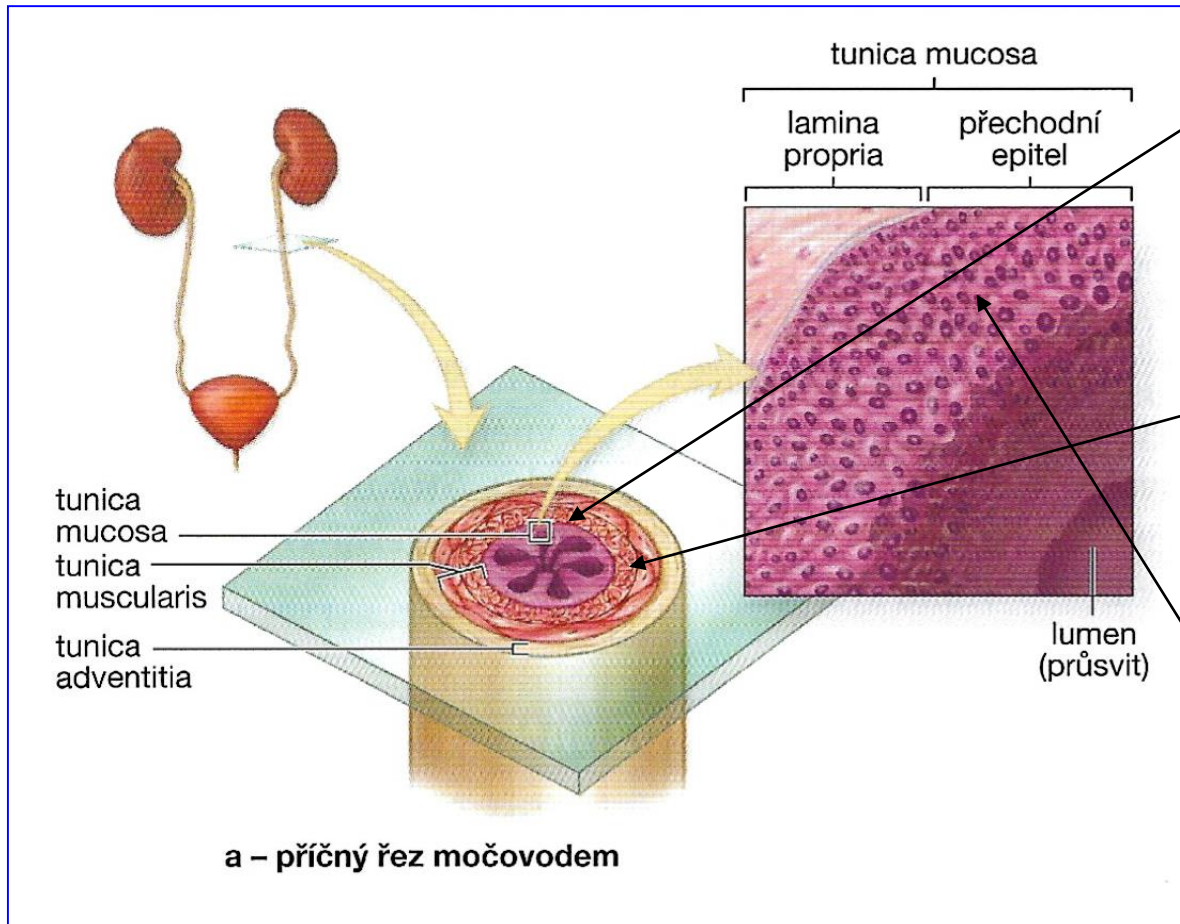
- Hlavním místem exkrece moči – Bowmanovy váčky
- Z glomerulů se do váček odevzdává převážná část kapalných složek (kromě bílkovin) jako tzv. **ULTRAFILTRÁT**
- Ten odtéká do vinutých kanálků, kde se **vstřebává zpět převážná část vody a v ní řada rozpuštěných látek: glukóza, aminokyseliny, ionty, některé vitamíny**
- Za 24 hod. – se přefiltruje cca 170 – 200 litrů **PRIMÁRNÍ MOČI**
- Kromě zpětného vstřebávání souběžně probíhá i exkrece některých látek přijímaných do těla, např. antibiotika a jiná léčiva



# TVORBA MOČE

- **DEFINITIVNÍ MOČ** - přitéká sběracím kanálkem do **ledvinných kalichů** – dál do **ledvinné pánvičky, močovody** do **močového měchýře** a **močovou trubicí** mimo tělo

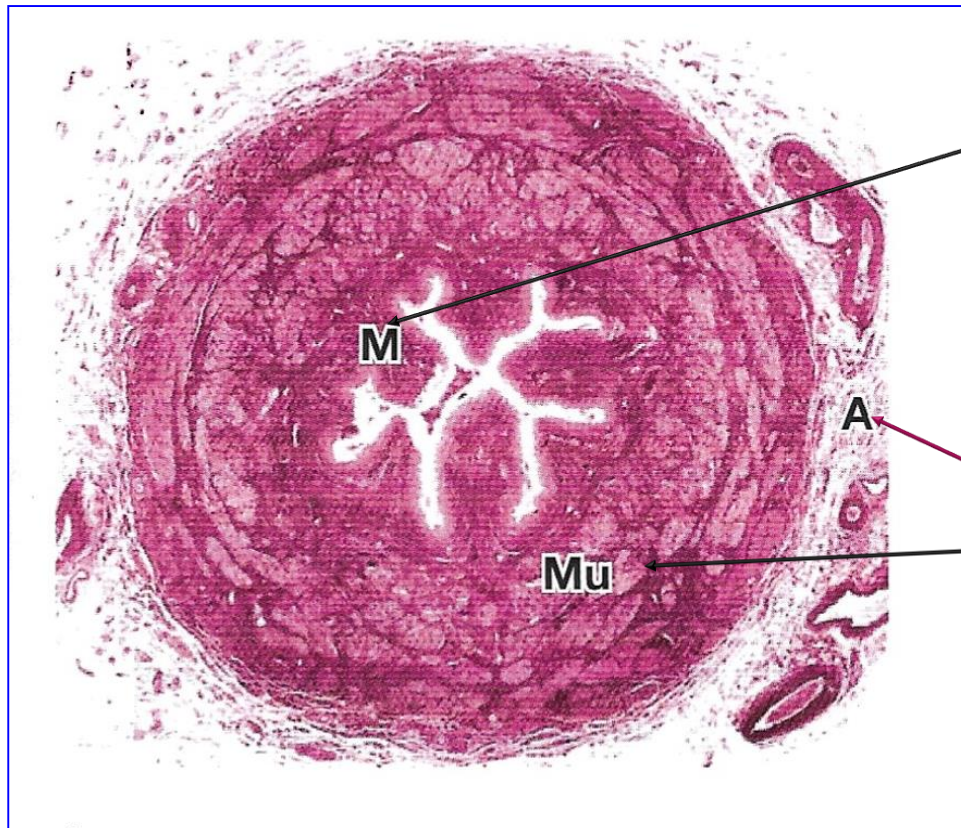
# MOČOVOD



Příčný řez –  
typické podélné  
slizniční řasy,  
kolem nich  
svalová vrstva

Slizniční vazivo  
je pokryto  
přechodným  
epitelem

# MOČOVOD

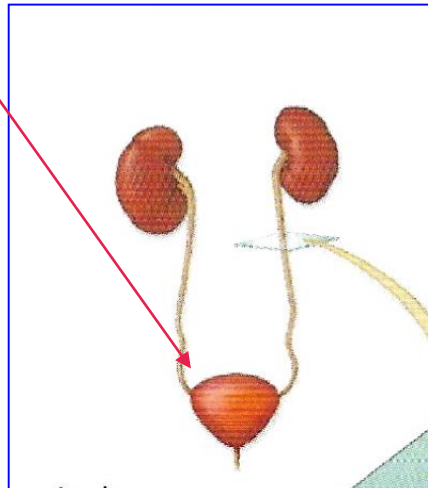


Svalová vrstva –  
tunica muscularis  
(M) – výrazně  
silnější

Sliznice – tunica  
mucosa (Mu) a  
vnější vrstva  
(adventitie) A –  
ty jsou daleko  
slabší

# MOČOVOD

- Šikmý průběh močovodů přes stěnu močového měchýře – vytváří funkční jednocestnou chlopeň
- Ta při naplnění močového měchýře brání zpětnému toku moči do močovodů



# MOČOVÝ MĚCHÝŘ

- Močový měchýř dospělého člověka pojme **400 – 600 ml moči**
- Pocit nutkání k močení se dostavuje již při naplnění 130 – 200 ml moči
- Měchýř je tvořen **hladkou svalovinou** – je uspořádána **ve třech vrstvách** – stahy svaloviny vedou k vyprázdnění močového měchýře

# MOČOVÁ TRUBICE - MUŽE

- Močová trubice odvádí moč z močového měchýře mimo tělo
- **Močová trubice muže:**
- Sliznice uretry má výrazné podélné řasy
- U muže ústí do prostatického úseku uretry **párové ejakulační vývody** – přivádějí **spermie a sekret měchýřkovitých žláz**, tj. slouží rovněž jako **vývodná pohlavní cesta**

# MOČOVÁ TRUBICE - MUŽE

- Močová trubice muže má 3 části:
- A) **prostatická uretra** (3-4 cm) – probíhá uretrou
- B) **membranózní uretra** – krátký úsek, který probíhá přes svaly pánevního dna, jejíž kosterní svalovina tvoří vůlí ovladatelný vnější svěrač
- C) **spongiózní uretra** – (cca 15 cm)- uložena v houbovitě erektilní tkáni

# MOČOVÁ TRUBICE - ŽENY

- **Močová trubice ženy** slouží pouze jako vývodná močová cesta
- Trubice 3 – 5 cm
- Je vystlána přechodným epitelem, ten potom přechází ve vrtsevnatý dlaždicovitý epitel a pokračuje při vnějším ústí uretry jako epitel malých stydkých pysků
- Střední část uretry **je u obou pohlaví** obkroužena **kosterní svalovinou zevního svěrače**



# REGULAČNÍ MECHANISMY

## 1. Antidiuretický hormon (vasopresin, ADH)

- Základní fyziologickou funkcí hormonu - **resorpce vody** v ledvinách
- tím umožňuje zvýšení příjmu tekutin a nárůst krevního tlaku
- ADH zvyšuje propustnost buněk konce distálních tubulů a sběrných kanálků pro vodu a tím její retenci v těle

# REGULAČNÍ MECHANISMY

- **nedostatečná produkce ADH nebo při neschopnosti cílových orgánů na něj reagovat** - syndrom **diabetes insipidus**
- příznakem - nadměrné vylučování silně hypotonické moči (**polyurie**)
- pokud není poškozen mechanismus pocitu žízně, je toto kompenzováno extrémním příjmem tekutin (**polydipsie**).
- Pokud by se i pocit žízně vytratil, nastane fatální dehydratace organismu.

# REGULAČNÍ MECHANISMY

**2. Aldosteron** (steroidní hormon - nadledvinky - mineralkortikoid)

- hormon je **hlavním regulátorem obsahu  $\text{Na}^+$**  (natrémie) ,  **$\text{K}^+$**  (kalémie) a **objemu extracelulární tekutiny**
- podporují **zpětnou resorpci  $\text{Na}^+$  do nefronu** a **exkreci  $\text{K}^+$**

# REGULAČNÍ MECHANISMY

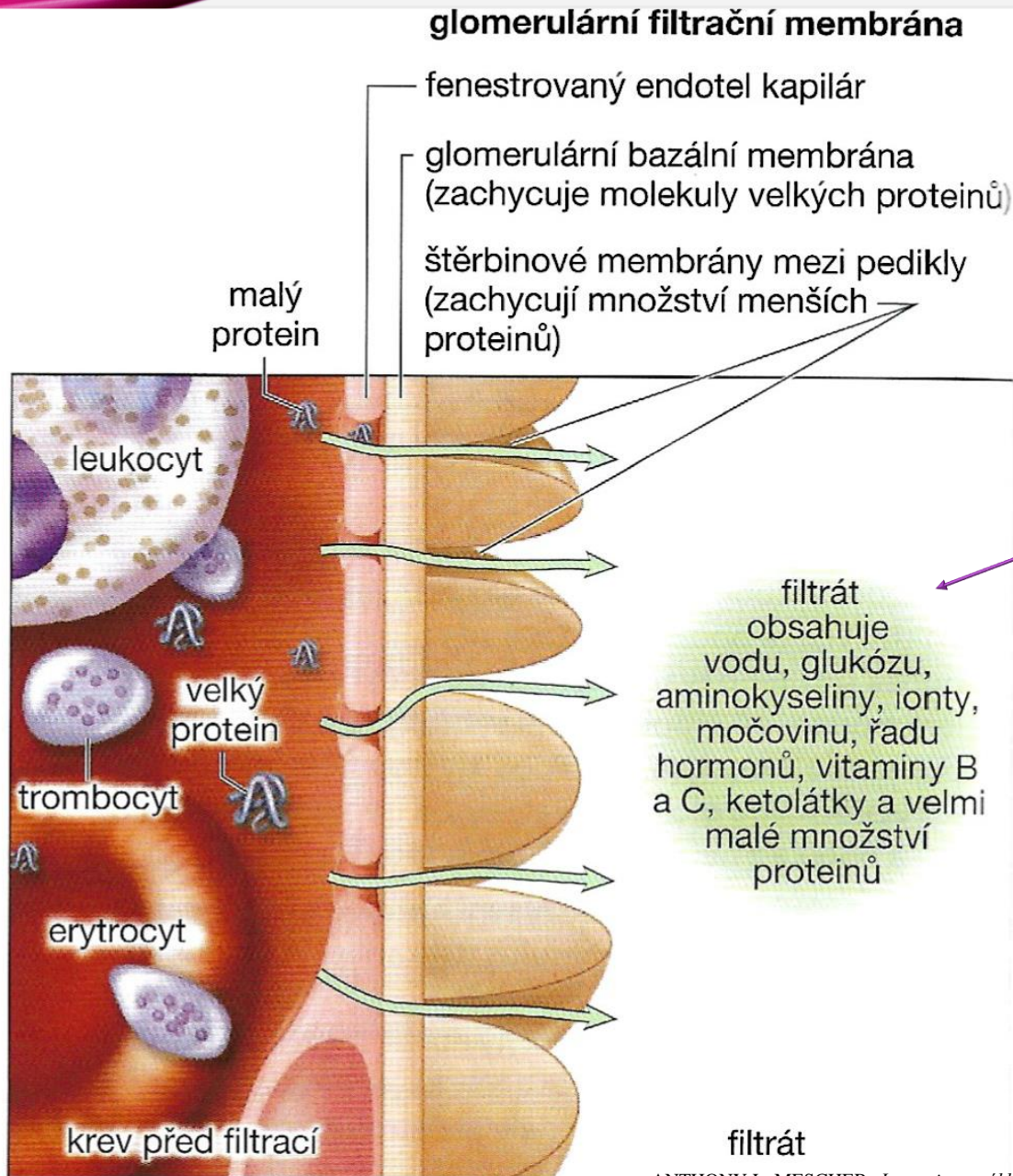
## 3. Parathormon (PTH, hormon příštítných tělísek)

- díky PTH se **zvýšuje zpětná resorpce vápníku** (Ca) ve vzestupném raménku Henleovy kličky, distálním tubulu a sběracím kanálku
- **zvýšuje vyloučení fosfátů** snížením zpětné resorpce v proximálním tubulu

# TVORBA MOČE

- Glomeruly – ultrafiltrace plazmy – vzniká glomerulární filtrát – **PRIMÁRNÍ MOČ**
- **Neobsahuje** – bílkoviny (max. bílkoviny s malou molekulovou hmotností (hemoglobin, myoglobin))
- Filtrací plazmy – 125 ml/min., tj. – 180 litrů/24 hod.
- Celková plocha ke glomerulární filtraci u dospělého člověka – 500 cm<sup>2</sup>
- V tubulech – vstřebává se více, než 99% jeho podílu
- Vstřebávají se: glukóza, aminokyseliny, elektrolyty
- V distálním tubulu – další vstřebávání – výsledkem je **DEFINITIVNÍ MOČ** – asi 1,5l/den

# LÁTKY PROSTUPUJÍCÍ FILTRAČNÍ BARIÉROU



# FILTRACE KRVE

- K filtraci dochází prostupem přes **3 vrstvy glomerulární filtrační bariéry**
- Za normálních podmínek – prostupuje přes tuto bariéru do močového prostoru cca **20% objemu plasmy** a ta se stává filtrátem
- Filtrát obsahuje nepatrné množství proteinů, většina proteinů je zachycena filtrační membránou

# FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI MOČI

- Kapalina zlato-žluté barvy
- Není čirá – zej. po ochlazení
- **Zákal:** krystaly solí nebo jejich sraženiny (uráty a fosforečnany), velké množství bakterií, leukocytů a erytrocytů
- **Zápach:** čerstvá moč – charakteristický zápach – ovlivněn léky, cukrovkou, stáním – močovina – amoniakální zápach
- **Zbarvení moči:** kolísá dle obsahu vody, přítomnost patologických stavů – krev, bilirubin, melanin, porfyriny
- Složky potravy – červená řepa, karotka
- Léky – vit. Skupiny B



# MNOŽSTVÍ MOČI

- Stanovení denního množství moči – důležitý ukazatel
- Denní objem – přijaté tekutiny, pocení, dýchání, stolicí (průjem), diuretika
- Cca 80% moči se vyloučí ve dne – zbytek v noci
- **Patologické stavy:**
  1. Nykturie – zřetelně vyšší noční podíl
  2. Polakisurie – časté močení v malých dávkách
  3. Inkontinence – pomočování
  4. Polyurie – zřetelné zvýšení denního množství
  5. Oligurie – zřetelné snížení denního množství
  6. Anurie – téměř úplná nebo úplná zástava močení

# pH MOČI

- **Smíšená strava** – pH mezi 5 – 6 (možné výkyvy 4,5 – 8)
- Kyselá moč – **acidurie** – trvale pod 5,5 – vzniká v nadbytku bílkovin (vznikají fosforečnany a sírany)
- **Rostlinná a mléčná strava** – zvyšuje se nad 6,5 (alkalirurie)
- Nižší pH moči než 4,5 se nevyskytuje
- **Patologické změny pH** – celkový metabolický rozvrat pacienta (těžké úrazy, diabetes, infekce močových cest, selhávání ledvin)
- **pH – zásadně měříme v čerstvé moči**

# BÍLKOVINA V MOČI - PROTENURIE

- **Fyziologicky** – malé množství bílkovin – 0,10 – 0,15 g /24 hod.
- (albumin z plasmy, další zdroj – tubuly, které vylučují hlavně Tamm-Horsfallův mukoprotein, vaginální a prostatické sekrety)
- **Více, než 0,20 g/24 hod. – PATOLOGICKÝ STAV**

# KREV V MOČI – HEMATURIE (HEMOGLOBINURIE)

- **Krev v moči** – vždy závažný nálezn spojený s chorobami urogenitálního traktu (ledviny, močovody, prostata, močových měchýř, děloha, pochva)
- Normální nález erytrocytů v moči – do 5Ery/ $\mu$ l
- Přítomnost velkého počtu erytrocytů – příčinou červeně zbarvené moči, jejich menší množství – kouřový zákal

# KETO LÁTKY V MOČI

- 1. neléčený diabetes – varovné znamení vzniku nebezpečné diabetické ketoacidózy – diabetické kóma
- 2. důsledek hladovění nebo nedodatečného příjmu potravy
- 3. akutní horečnaté onemocnění, úporné zvracení a průjemy
  - Pozitivní nález ketolátek – neprodleně se hlásí lékaři

# BILIRUBIN, UROBILINOGEN V MOČI (**BILIRUBINURIE, UROBILINURIE**)

- Žlučová barviva – různé typy poškození jater a žlučových cest
- **Bilirubin** – produkt degradace hemoglobinu – je vychytáván v játrech – vylučuje se do žluče – do střeva – zde podléhá změnám vlivu střevních bakterií – mění se na urobilinogen – část odchází stolicí, část se vrací do jater – ty ho opět vyloučí do střeva
- **Výskyt:**
- Obstrukční žloutenka (překážka ve žlučovodu – kámen)
- Poškození jaterního parenchymu

# GLUKÓZA V MOČI

- Fyziologický stav – do **0,72 mmol/24 hod.** u dospělých osob
- Glykosurie alimentární – u osob po operaci žaludku nebo u osob zdravých po konzumaci velkého množství glycidů
- Glykosurii musíme odlišit od MELLIURIE – přítomnost jiného glycidu než je glukóza (např. laktózy, galaktózy, ...)
- Porušená glukózová tolerance – glykosurie při normální glykémii – např. ledvinové choroby se sníženou vstřebávací schopností tubulů, velmi častá v těhotenství

# BAKTERIURIE

- Spojeno s infekcí močových cest (**pyelonefritida**) – vede k porušení až k selhání ledvinných funkcí
- Onemocnění – bez symptomů (**asymptomatická bakteriurie**), projev náhodně nebo při vyšetření, kdy se manifestuje už vlastní poškození ledvin (hypertenze, otoky končetin, bílkovina v moči)
- **Významné u gravidních žen** – možné až poškození plodu
- **Další ohrožené skupiny**: diabetici, starší muži s onemocněním prostaty, pacienti s močovými kameny, po operacích urogenitálního traktu



# MOČOVÉ KAMENY

- Přítomnost močových kamenů – **UROLITIÁZA**
- Onemocnění – velké bolesti, ledvinová kolika, může vést k vážnému poškození ledvin



<https://www.veterinakorunka.cz/mocove-kameny-uroility/>

## VODA

45-60% - dosp. člověk

46-54% - starší osoby

až 75% - kojenci

♀ x ♂ → více vody v org.

---

25% extracelulární voda

1,5% střevní

4,5% plasmatická voda

19% mezibuněčné prostory

35% intracelulární voda

---

## PŘÍJEM VODY:

2-3 l / 24 hod.

1 l v pokrmech

1-2 l v nápojích

0,3 l voda metabolická

## VÝDEJ VODY:

1,2-2 l močí,

0,2 l stolici

0,6 l dýcháním

0,5 l pocení