

## VYLUČOVACÍ SOUSTAVA – PŘEDNÁŠKA

### **Ledviny (renes) -**

Párový orgán fazolovitého tvaru ležící za dutinou břišní (v retroperitoneálním prostoru), po obou stranách páteře ve výši obratlů Th 12 až L2-3. Váží okolo 150 g, je okolo 12 cm dlouhá, 6 cm široká a 3 cm silná. Na povrchu je kryta **vazivovým pouzdrém (capsula fibrosa)**. Ledviny jsou upevněny ve vaku, který je tvořen předním a zadním listem **ledviné povázky (fascia renalis)**. Ledvinová povázka má dolní stranu otevřenou. Mezi ledvinou a ledvinovou povázkou se nachází **tukové pouzdro (capsula adiposa)**. Ledviny jsou též upevněny úponem **okruží příčného tračníku (mesocolon transversum)**. K jejich fixaci také přispívá nitrobřišní tlak, (po vymizení tukového pouzdra, např. při hladovění, dojde k poklesu ledviny, která může vyklouznout dolním koncem otevřené povázky – vzniká tzv. **bludná ledvina (ren migrans)**). Na konkávní (vyhloubené) ploše, ve středu vstupují do ledvin cévy a nervy. Tato místa označujeme jako hilus ledvin. V hilech jsou umístěny ledvinné pánvičky (pelvis renales), na které navazují močovody (uretery), vyústující do močového měchýře (vesica urinaria). Vyústění močovodu je stavebně uspořádáno tak, aby při močení, při kontrakci močového měchýře nemohlo dojít ke zpětnému toku. Močový měchýř je dutý svalový orgán, v němž se shromažďuje moč a po dosažení určité náplně se močením (mikcí) vypuzuje močovou trubicí (uretra) z těla ven. Činnost ledvin je pro organismus nezbytná, zastavení jejich činnosti vede během 3-5 dnů ke smrti.

Na řezu je ledvina tvořena dvěma vrstvami – **kůrou a dřemí**.

**Ledvinová kůra (cortex renalis)** je umístěna na zevním obvodu ledviny. Je světle hnědá, makroskopicky jemně zrnitá, široká 5-8mm. Vybíhá **ledvinovými sloupci (columnae renales)** mezi pyramidy dřemě. V kůře jsou umístěny začátky funkčních ledvinových jednotek nefronů.

**Ledvinová dřem (medulla renalis)** je tmavá s žíhanou strukturou. Vytváří 15-20 charakteristických útvarů, které se nazývají, **ledvinové pyramidy (pyramides renales)**. Vrcholy pyramid se nazývají **ledvinové bradavky (papillae renales)** - směřují do **ledvinové zátoky (sinus renalis)**. Dřem obsahuje dolní úseky nefronů a vývodné cesty, které ústí na ledviných papilách.

Základní funkční jednotkou je **nefron**, jehož je v každé ledvině cca 1,2 milionu. Nefron je tvořen 1. ledvinovým tělískem a 2. ledvinovým kanálkem. Nefron je uspořádán tak, aby mohl plnit základní fce., tj. filtraci krevní plasmy, zpětnou resorpci (vstřebávání) a exkreci (vylučování) látek a vody.

**1. Ledvinové tělísko (corpusculum renale)**, které se také nazývá Malpighiovo tělísko, se skládá z cévního klubička a pouzdra.

**Cévní klubičko (glomerulus)** je tvořeno kličkami tenkostěnných kapilár. **Přívodní klubičková tepénka (arteriola glomerularis afferens)** je o něco silnější než **odvodní klubičková tepénka (arteriola glomerularis efferens)**.

**Pouzdro glomerulu (capsula glomeruli)** se nazývá také Bowmanovo pouzdro nebo Bowmanův váček. Je tvořeno dvěma listy. Vnější list obklopuje celé ledvinové (Malpighiovo) tělísko. Vnitřní list je přiložen těsně na tepénky glomerulu. Do úzkého prostoru mezi oběma listy se z tepének (z krve, kterou přivádí artéria renalis) filtruje přetlakem **primitivní moč** (svým složením v podstatě totožná s krevní plazmou – primitivní moč tedy obsahuje vodu, produkty látkové výměny, ale také látky pro organismus potřebné – vitamín C, glukózu, malé

množství aminokyselin, soli atd.) v množství okolo 180 litrů denně. Na definitivní moč (1,5l/24hod) se upravuje průchodem dalšími úseky nefronů.

**2. Ledvinový kanálek tubulus renalis)** je dlouhý okolo 5 cm a má dva typické úseky – *proximální* a *distální* kanálek. Průtokem primární moči systémem kanálků (tubulů) dochází k úpravě, a to především *tubulární resorpcí*, tj., přenosem látek z tubulů do sítě vlásečnic umístěných kolem tubulů. Tento velmi intenzivní děj uskutečňuje návrat většiny látek z primární moči do krevní plazmy. V systému kanálků se zpět vstřebává voda a v ní řada rozpuštěných látek (glukóza, nerostné látky, aminokyseliny, některé vitamíny). Kromě tubulární resorpce je další cestou převodu látek do tubulární tekutiny *tubulární sekrece*. Mechanismem tubulární sekrece se vylučuje z těla mnoho látek přijímaných do těla jako léky (např. penicilin, některé sulfonamidy), z látek normálně přítomných v těle se touto sekrecí vylučují vodíkové ionty, draslík a kyselina močová.

**Proximální kanálek** (proximální tubulus), který vychází z pouzdra glomerulu, zpět se zde vstřebává asi 70% z celkového množství profiltrované primární moči a zadrží se látky tělu potřebné. Jeho prvním oddílem je *stočená část* (pars cohorta), na ni navazuje *přímá část* (pars recta) směřující do dřene. Pokračováním ve dřeni je Henleova klička (zpětně se zde vstřebává voda a koncentruje moč), ta má tvar písmene U a tvoří sestupné a vzestupné raménko. To se v konečné části ztlušťuje a vytváří zvláštní buňky (macula densa), produkující hormon renin, spoluzodpovědný za regulaci krevního tlaku (renin působí na krevní bílkovinu angiotensin, ten se mění na angiotensin I a v plicích pak na angiotensin II. Angiotensin II zvyšuje krevní tlak a uvolňuje aldosteron z kůry nadledvin. současně působí na stažení tepének v glomerulech a tím na snížení produkce primární moči). Vzestupné raménko Henleovy kličky pokračuje do distálního kanálku.

**Distální kanálek** (distální tubulus) začíná jako přímá část (pars recta) a pokračuje jako stočená část (pars cohorta), zajišťuje zpětné vstřebávání sodíku.

Vždy 5-10 nefronů ústí distálním kanálkem do *sběracího kanálku* (tubulus colligens), zajišťuje především zpětné vstřebávání vody. Sběrací kanálky ústí do bradavkovitého vývodu, vývody končí na ledvinových bradavkách a zde moč přechází do vlastních vývodných močových cest, které začínají ledvinovými kalichy.

Množství vyloučené (definitivní) moči závisí na množství přijaté tekutiny a na složení krevní plazmy, denně 1,5l. Moč obsahuje přibližně 95% vody, zbytek tvoří močovina, NaCl a další soli, kyselina močová, kreatinin atd.

Na tvorbu a vylučování moči má vliv řada činitelů. Kromě zvýšeného vylučování moči při každém větším příjmu tekutin, je vylučování moči pod vlivem některých látek (ADHD-antidiuretický hormon, který se prostřednictvím zadního laloku hypofýzy dostává do krve a ovlivňuje množství i složení moči –viz endokrinní systém) a pod vlivy nervovými (to je dokumentováno tím, že např. ve spánku je tvorba moči nižší).

## Močové cesty

Močové cesty začínají trubicovitými kalichy ledvinovými (calices renales), které se rozšiřují a spojují v ledvinovou pánvičku (pelvis renalis) z níž vystupuje močovod (ureter), který pokračuje do močového měchýře (vesica urinaria) a končí močovou trubicí (uretrou).

**Ledvinová pánvička (pelvis renalis)** je útvar nálevkovitého tvaru a objemu 2-5cm krychlových, který se zužuje a pokračuje v močovod.

**Močovod (ureter)** je párová trubice dlouhá 25-30 cm, o průměru 4-7 mm. Sestupuje a vstupuje do močového měchýře shora z laterální strany jako močovodní ústí (ostium ureteris). Průběh močovodu je protáhle esovitý s třemi vyznačenými ohyby, z nichž horní ohyb je umístěn těsně pod brankou ledviny, střední ohyb při přestupu močovodu přes cévní svazek pánevní a dolní ohyb při zahnutí močovodu k močovému měchýři. Na močovodu jsou tři fyziologické zúženíy přibližně v místech ohybů – zde může dojít k zadržení ledvinových kaménků.

Vnitřní stěnu močovodu tvoří bohatě prokrvené sliznice. Střední vrstvu hladká svalovina a vnější obalové vazivo. Moč je transportována močovodem aktivně po jednotlivých dávkách, které jsou odděleny stahem svaloviny nad i pod tekutinou. Tento zaškrcený oddělený úsek se nazývá močové vřeténko. Na močovodu je vždy jen jedno, které putuje peristaltickými stahy z pánvičky do měchýře (tím je zajišťován trvalý odtok moči z ledvin).

**Močový měchýř (vesica urinaria)**, po stranách sem ústí močovody. Močový měchýř je dutý orgán umístěn v malé pánvi za sponou stydkou a slouží ke shromažďování moči. Tvar močového měchýře (kulovitý) je přirozeně závislý i na své náplni, kdy svalovina stěn močového měchýře umožňuje jeho vyprázdnění. Sliznice močového měchýře má za živa jasně červenou barvu a je kryta přechodným epitelem, jehož povrch chrání hlen. Podslizniční vazivo je řídké a vysoké, takže umožňuje řasení a napínání slizničních řas. Svalovina močového měchýře je tvořena třemi nepřesně rozlišenými vrstvami hladkého svalstva. Fyziologická kapacita močového měchýře, při níž dochází k nucení na močení, je přibližně 300 mm krychlových. Skutečná kapacita je však vyšší cca 500-700 mm krychlových. Naplněním močového měchýře je vyvolán vypuzovací reflex (možné ovlivnit vůlí do náplně cca 700-1000 mm krychlových).

Svalovina močové trubice není přesně ohraničená – tvoří ji vnitřní podélná a vnější kruhovitá vrstva. Vypuzování moči je ovládáno třívrstevným svalem, **měchýřovým vyprazdňovačem (m. destructor vesicae)**. Aktivní mimovolní uzavření vnitřního ústí močové trubice ovládá hladkým svalstvem tvořený **svěrač močového měchýře (m. sphincter vesicae)**. Aktivní volní uzavření močové trubice (do určité náplně) ovládá příčně pruhovaným svalstvem tvořený **svěrač močové trubice (m. sphincter uretrae)**.

Vyprazdňování je řízeno reflexně, a to z bederní části míchy po dosažení fyziologické kapacity.

**Močová trubice (uretra)** na spodině močového měchýře vyústuje - u žen před ústím pochvy – ženská močová trubice (uretra feminina), která je dlouhá 3 až 5 cm. Má tři úseky z nichž první je uložen ve stěně močového měchýře, druhý úsek, který je nejdelší, je mezi močovým měchýřem a svalovou přepážkou dna pánevního (diaphragma urogenitale). Třetí úsek je uložen ve svalové přepážce dna pánevního a ventrálně od ní. Mužská močová trubice (uretra masculina) měří 12 až 20 cm a prochází předstojnou žlázou. V úseku předstojné žlázy je u mužů současně vývodnou cestou pohlavní. Ženská močová trubice je pouze součástí vývodných cest močových, u muže je současně cestou pohlavní.

Ledviny a homeostáza

Ledviny jsou hlavním orgánem, který se podílí na udržování stálosti vnitřního prostředí (homeostázy).

Ledviny plní tyto dvě hlavní funkce:

1. **vylučovací funkci**, zajišťovanou tvorbou moči.

Složení tělesných tekutin (vnitřní prostředí) má tendenci neustále se měnit, jednak díky příjmu látek trávicím ústrojím, jednak v důsledku neustávající látkové přeměny. Vylučování moči ovlivňuje složení vnitřního prostředí z hlediska:

- Objemu,
- Iontového složení,

- PH,
- Zajišťuje odstranění konečných odpadních produktů látkové přeměny (močoviny, kyseliny močové a dalších).

Některé potřebné látky však mohou ledviny zadržovat jejich zpětným vstřebáváním v ledvinných kanálcích.

2. **syntetickou funkci**, tj. především tvorbu hormonů, a to:

- reninu, který zasahuje do řízení krevního tlaku
- erythropoetinu, který zasahuje do řízení krvetvorby
- kalcitriolu, který zasahuje do metabolismu vápníku.

**Moč** – odpadní produkt metabolismu, vzniká v ledvinách a odvádí jí močové cesty. Ph 5-7, čerstvá moč je mírně kyselá.

Sledujeme:

1. množství moče
2. barvu moče
3. zápach
4. hustotu
5. eventuální změny ve vyprazdňování nebo přímo obtíže při vyprazdňování

### 1. množství moči

- diuréza – množství vyloučené moči za 24 hodin – 1,5 - 2 l /24 hod.

množství moče závisí na :

- věku (novorozenec 100-300 ml, kojeneček 400 - 500 ml, starší dítě 800 - 1400 ml, dospělý 1,5 l)
- množství a druh přijímané potravy a tekutin (močopůdné tekutiny: pivo, víno, káva čaj;ovoce, zelenina
- zdravotní stav (cukrovka-polyúrie, uplavice močová, průjem, srdeční selhávání, šok – málo moči až anurie atd.)
- teplota prostředí (když ztrácíme více potem méně vyloučíme)
- druh přijímaných léků (diuretika – furosemid, moduretic atd.)

Poruchy tvorby a vylučování moči:

anurie – zástava tvorby moči pod 100 ml/24hod

oligurie – snížení množství moči pod 500ml/24hod

polyurie – zvýšené množství moči nad 2,5 l/24 hod

Měření diurézy (množství vyloučené moči za 24 hod) je součástí bilance tekutin (bilance tekutin = příjem a výdej tekutin za 24hod, měl by být v rovnováze) , ke sběru moči vymezíme čas např. v 6 hod ráno se vymočí mimo sběrnou mísu a pak až do příštího rána do 6 hod močí jen do sběrné nádoby.

### 2. barva moči:

- normální barva : čirá, průhledná a má jasně žlutou barvu s jantarovým nádechem

- faktory ovlivňující barvu moče:

- množství moče ( čím je větší množství moči za 24 hod tím je světlejší, naopak čím méně tím je sytější žlutě zbarvena)
- zdravotní stav ( barva černého piva – přítomnost žluč. barviv - žloutenka, masová voda – menší množství krve))

- druh přijímaných léků (vitamíny B, ATB, tuberkulotika- oranžová, cihlově červená – některá analgetika,)

### 3. Zápach

- normální čerstvá moč je aromatická
- změní se již na vzduchu (rozkládá se amoniak)
- alkoholový zápach – při otravách alkoholem
- zápach myšiny – fenylketonúrie
- zápach acetonový - cukrovka
- zápach hnilobný – přítomnost krve, hnisu a bakterií

### 4. Hustota moči (specifická hmotnost moči):

- měří se urometrem
- normální hodnota: u dětí 1002-1024 s věkem stoupá, u dospělých 1018-1026
- u některých onemocnění se hmotnost moči patologickými příměsemi mění – cukr (cukr v moči – bude těžší), bílkovina, krev apod.
- hustota moči závisí i na množství moči

Patologické příměsi v moči:

- hematurie – krev v moči (mikroskopická – vidět pod mikroskopem, makroskopická – pouhým okem)
- proteinurie – bílkovina v moči (při onem. ledvin)
- pyurie – hnis v moči
- glykosurie – cukr v moči
- acetonurie – aceton v moči ( u cukrovky)
- bakteriurie – bakterie v moči
- leukocyturie – abnormální množství leukocytů v moči
- žlučová barviva (onem. jater, žlučových cest)
- válce – odlitky částí ledvinových tubulů