

### 1.1.1. Vylučovací soustava

#### 1) Ledvina

Ledvina (*ren*) je hlavním orgánem vylučovací soustavy, který pracuje v součinnosti se soustavou oběhovou. Jedná se o párový orgán, jehož prostřednictvím jsou v podobě moči z těla vylučovány odpadní produkty metabolismu. Mezi další funkce ledvin patří udržení acidobazické rovnováhy v těle, regulace objemu tekutin a množství solí v těle a produkce hormonů (Paleček, 1987).

#### Stavba

Ledvina je orgán fazolovitého tvaru uložený v retroperitoneálním prostoru. Na povrchu je kryta jednak vazivovým pouzdrém a jednak tukovým obalem. Na průřezu ledvinou můžeme rozpoznat na povrchu kůru (*cortex*) a uvnitř dřeň (*medulla*) (Lüllmann-Rauch, 2012).

Dřeň na průřezu vytváří dřeňové pyramidy (*pyramidae renales*), jejichž vrcholy (*papillae renales*) ústí do ledvinné pánvičky, ze které je odváděna vytvořená moč. Z báze dřeňových pyramid pronikají směrem do kůry proužky dřeně vytvářející *pars radiata corticis* (Hach, 2003).

Kůra ledvin pokrývá bázi dřeňových pyramid v podobě asi 1cm široké vrstvy (*cortex corticis*) a vyplňuje prostor mezi jednotlivými pyramidami. Takto vyplněný prostor je nazýván sloupci (*columnae renales*) (Junqueira et al., 1999).

#### Nefron

Základní funkční jednotkou ledvin je nefron, jejich počet v jedné ledvině přesahuje 1 milion. Každý nefron je složen ze čtyř základních částí: ledvinné (renální) tělísko, proximální tubulus, tenké a tlusté raménko Henleovy kličky a distální tubulus (Junqueira et al., 1999).

Ledvinné tělísko je útvar skládající se z několika částí, a to glomerulu, Bowmanova váčku a aferentní a eferentní arterioly<sup>1</sup>. Základem ledvinného tělíska je klubičko složené z kapilár (glomerulus). Krev je do tělíska přiváděna aferentní arteriolou, která se dělí na 2-5

---

<sup>1</sup> Arteriola je malá tepénka, která se dále větví na kapiláry.

větví vytvářejících kapilární síť. Jednotlivé kapiláry jsou zavěšeny na mesangiu, které je obdobou mezenteria tenkého střeva. Toto klubičko je obaleno dvouvrstevným Bowmanovým pouzdrem, který je složen z podpůrných endotelových buněk (Paleček, 1987). Vnitřní viscerální vrstva Bowmanova váčku těsně přiléhá ke klubičku kapilár a vytváří tak tenkou bariéru mezi krevním řečištěm a primární močí. Výstelka této vrstvy je tvořena specializovanými buňkami hvězdicovitého tvaru, podocyty, jejichž výběžky, pedikly, nasedají na stěnu kapilár a vytváří tak 1-2 $\mu$ m široký filtrační prostor. V oblasti cévního pólu přechází viscerální vrstva Bowmanova váčku na vnější vrstvu parietální, která je tvořena jednovrstevným plochým epitelem. Dochází tak k vytvoření intrakapsulárního prostoru, do něhož je filtrována glomerulární moč. Primární moč vytvořená v intrakapsulárním prostoru je odváděna z ledvinného tělíska močovým pólem, který leží přesně na opačném konci než pól cévní. Krev protékající tělískem je z něj odváděna eferentní arteriolou.

Proximální tubulus ledvinného tělíska je pokračováním parietální vrstvy Bowmanova váčku. Dochází zde ke zpětné resorpci živin, sodných iontů a vody. Skládá se ze dvou částí: vinuté (*pars convulsa*) a přímé (*pars recta*). Svinutý úsek proximálního tubulu představuje nejdelší část nefronu, která leží v korovém labyrintu ledviny (Lüllmann-Rauch, 2012). Uvnitř je vystýlán jednovrstevným kubickým až cylindrickým epitelem (Junqueira et al., 1999). Přímý úsek proximálního tubulu se nachází v dřevňové části ledviny a přechází v takzvanou Henleovu kličku, která se dělí na sestupnou a vzestupnou část (Hach, 2003). Tato klička je odpovědná za zvyšování osmolality<sup>2</sup>, což je předpokladem pro zvyšování koncentrace moči průchodem sběracím kanálkem (Lüllmann-Rauch, 2012).

Na Henleovu kličku navazuje distální tubulus, který se dělí do tří částí: přímá (*pars recta*), tmavá (*pars densa*) a stočená (*pars convulsa*). Lumen distálního tubulu je vystýláno jednovrstevným kubickým epitelem, který tím, že je nepropustný pro vodu, vytváří hypotonickou moč (Lüllmann-Rauch, 2012). Ústí do sběrných kanálků (Hach, 2003).

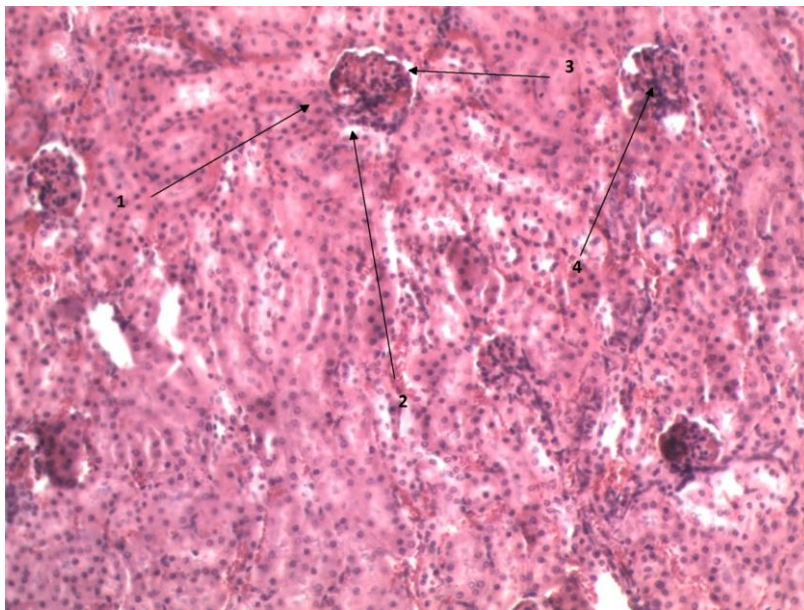
Jednotlivé nefrony jsou zakončeny vývodem do sběracích kanálků (*tubulus colligens*). Do jednoho sběracího kanálku ústí 5-10 distálních tubulů. Vždy 8 sběracích kanálků se dále spojí do jednoho papilárního vývodu (*ductus papillares*), které ústí na *area cribrosa* ledvinových papil (Hach, 2003). Působením antiduretického hormonu (ADH) zde dochází ke vzniku hypertonické definitivní moči (Paleček, 1987).

---

<sup>2</sup> Osmolalita udává látkové množství osmoticky aktivních částic rozpuštěných v kilogramu rozpouštědla.

## Tvorba moči

Moč vzniká v nefronech v několika krocích. Nejdříve dochází k filtraci v glomerulech. Vzniká tak primární (glomerulární moč), která však obsahuje příliš mnoho pro organismus důležitých látek. Průtok krve ledvinami je u člověka obrovský, každé 4 minuty je ledvinami profiltrována veškerá krev. Za 24 hodin vzniká v těle zdravého jedince až 180l primární moči (Hach, 2003), která je nadále zahušťována. Zpět do krve se vrací až 99% vody, 100% glukózy a 99,5% chloridu sodného. K tvorbě takto zahuštěné, definitivní moči dochází v tubulech (Machová, 2002).



**Obrázek 1.: Podélný řez kůrou ledviny myši domácí (*Mus musculus*) (HE 200x):**  
1. proximální tubulus, 2. distální tubulus, 3. Bowmanův váček, 4. Glomerulus

## 2) Močový měchýř

Močový měchýř (*vesica urinaria*) patří společně s ledvinovými kalichy (*calyces renales*), ledvinou pánvičkou (*pelvis renalis*), močovodem (*urether*) a močovou trubicí (*urethra masculina*) mezi takzvané vývodní močové cesty (Hach, 2003). V močovém měchýři dochází k hromadění moči (Paleček, 1987). Za impuls pro jeho vyprázdnění jsou odpovědná dostředivá nervová vlákna vycházející ze stěny močového měchýře. Tato nervová zakončení registrují informace o napětí stěny močového měchýře. Za jeho vyprázdnění je pak zodpovědný parasymptikus inervující *mutulus destructor* (Lüllmann-Rauch, 2012).

Stěna močového měchýře je tvořena třemi základními složkami: sliznicí, hladkou svalovinou a adventicií. Sliznice vystylající dutinu močového měchýře je kryta přechodným epitelem urothelem (Lüllmann-Rauch, 2012). Tento epitel mimo jiné plní funkci osmotické bariéry mezi obsahem močového měchýře a vnitřním prostředím organismu (Hach, 2003), zabraňuje zpětné resorpci vody a solí do těla (Paleček, 1987). Další důležitou vlastností urothelu je jeho schopnost přizpůsobit se změně objemu močového měchýře. Tato flexibilita je umožněna jeho zvláštní stavbou, skládá se ze tří vrstev obsahujících různé typy buněk. První z těchto vrstev je bazální s kubickými až cylindrickými buňkami, na ní navazuje střední vrstva s buňkami protáhlého polyedrického tvaru a poslední je vrstva povrchová s kopulovitě vyklenutými buňkami často obsahujícími dvě jádra (Hach, 2003). V relaxovaném stavu se močový měchýř skládá do řas, jejichž výška závisí na objemu moči v měchýři.

Mezi sliznicí a hladkou svalovinou leží vazivová vrstva složená z kolagenních a elastických vláken s bohatým krevním zásobením (Paleček, 1987).

Hladká svalovina ve stěně močového měchýře má složitou stavbu, kterou není lehké rozlišit (Lüllmann-Rauch, 2012). Skládá se ze tří vrstev: vnitřní plexiformní, střední cirkulární a zevní longitudální (Hach, 2003).

Poslední vrstvu močového měchýře tvoří adventicie. Jedná se o vnější vazivový obal, který slouží k upevnění močového měchýře k peritoneu, v němž plynule přechází (Paleček, 1987).



**Obrázek 2.: Příčný řez močovým měchýřem myši domácí (*Mus musculus*) (HE 40x):**  
1. urothel, 2. lumen, 3. hladká svalovina, 4. lamina propria



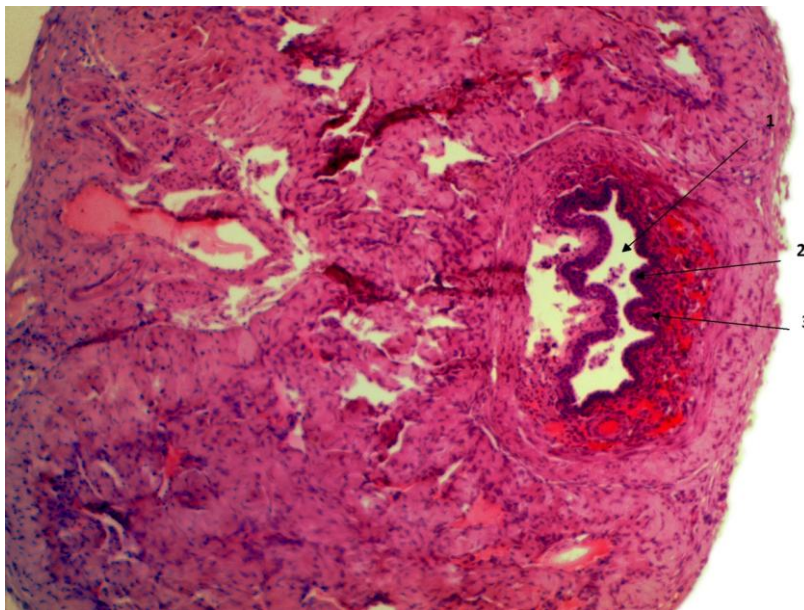
**Obrázek 3.: Příčný řez močovým měchýřem myši domácí (*Mus musculus*) (MT 100x):**  
1. lumen, 2. urothel, 3. lamina propria, 4. hladká svalovina, 5. adventicie



### 3) Močová trubice

Mužská močová trubice (*urethra masculina*) je vývodnou cestou močopohlavní soustavy. Stejně jako močový měchýř se stěna močové trubice skládá ze tří vrstev: sliznice, hladké svaloviny a adventicie. Kaudálním směrem můžeme mužskou močovou trubici rozdělit na pět částí, které se od sebe mimo jiné liší typem epitelu, jenž jí vystýlá: pro *pars intramuralis* nacházející se stále ještě ve stěně močového měchýře je stejně jako pro *pars prostatica* (část prostatická) typický přechodný epitel. *Pars membranacea* (část membranózní), *pars diphragmatica* (část bulbární) a *pars spongiosa* (část kavernózní) je kryta vrstevnatým cylindrickým epitelem (Hach, 2003).

Hladká svalovina močové trubice je uspořádána do dvou vrstev: vnější cirkulární a vnitřní longitudální (Hach, 2003). *Pars membranacea* je obklopena vrstvou příčně pruhovaného svalstva ovládaného vůlí, který vytváří sfinkter (*m. sphincter urethrae externus*) (Junqueira et al., 1999).



Obrázek 4.: Příčný řez penisem myši domácí (*Mus musculus*) s močovou trubicí (HE 100X):

1. Lumen močové trubice, 2. urothel, 3. lamina propria