

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**FARMACEUTICKÁ FAKULTA V HRADCI KRÁLOVÉ**  
**Katedra biologických a lékařských věd**



**Patologie ledvin a jejich vyšetřovací metody**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: PharmDr. Petra Fikrová, Ph.D.

HRADEC KRÁLOVÉ, 2016

Andrea Špíková

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala PharmDr. Petře Fikrové, Ph.D. za odbornou pomoc, cenné rady a připomínky, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce. Dále chci poděkovat mé rodině za jejich pomoc a podporu v průběhu celého mého studia.

## **Prohlášení**

„Prohlašuji, že tato bakalářská práce je mým původním autorským dílem. Veškerá literatura a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a v práci jsou řádně citovány. Práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného titulu.“

V Hradci Králové 24.8.2016

## Seznam zkratek

ACR	poměr albumin/kreatinin (Albumin/Creatinine Ratio)
aPTT	aktivovaný parciální tromboplastinový test
ASLO	antistreptolyzin O
CFU	jednotka tvořící kolonie (Colony-Forming Unit)
CIK	cirkulující imunokomplexy
CRP	C-reaktivní protein
CT	počítačová tomografie (Computed Tomography)
DSL	dynamická scintigrafie ledvin
GF	glomerulární filtrace
INR	tromboplastinový test
IVU	intravenózní vylučovací urografie
KL	kontrastní látka
MDTC	multidetektorová výpočetní tomografie
MIC	minimální inhibiční koncentrace
MR	magnetická rezonance
PCR	poměr protein/kreatinin (Protein/Creatinine Ratio)
SDS	dodecylsírán sodný
USG	ultrasonografie

## **Abstrakt**

*Špíková Andrea*

*Patologie ledvin a jejich vyšetřovací metody*

*Bakalářská práce*

*Univerzita Karlova v Praze, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové*

*Studijní obor: Zdravotní laborant*

Tato bakalářská práce je zaměřena na problematiku vyšetřovacích metod u různých onemocnění ledvin. První část je věnována anatomii a fyziologii ledvin, kde je nastíněno, jak vypadají a pracují jednotlivé části ledvin i orgán jako celek. Další část je tvořena analýzou moči. Zde je popsáno chemické vyšetření s diagnostickými proužky, kdy se na základě barevné změny indikační zóny odečte výsledek proti barevné stupnici na obalu tuby. V současnosti jsou na trhu přítomny dva typy přístrojů na odečítání diagnostických proužků. Jednoduchý reflexní fotometr, do kterého namočený proužek vloží obsluha nebo plně automatický. Dále je popsáno vyšetření močového sedimentu s použitím světelné mikroskopie nebo mikroskopie ve fázovém kontrastu. V modernějších biochemických laboratořích je močový sediment vyšetřován na principu průtokové cytometrie nebo digitálního snímání částic. Poslední část je věnována zobrazovacím metodám a biopsii ledvin, jejich popisu, indikacím a popřípadě i porovnáním s jinou metodou. Mezi zobrazovací metody obsažené v této práci patří ultrasonografie, nativní snímek ledvin, vylučovací urografie, ascendentní uretero/pyelografie, počítačová tomografie, multidetektorová výpočetní tomografie, magnetická rezonance, renální angiografie a radionuklidové metody. Cílem práce je popsat anatomii a základní funkce ledvin a zpřehlednit aktuálně používané vyšetřovací metody u onemocnění ledvin.

**Klíčová slova: ledviny, moč, diagnostické proužky, močový sediment, zobrazovací metody, biopsie**

## **Abstract**

*Spikova Andrea*

*Renal pathology and diagnostic methods*

*Bachelor thesis*

*Charles University in Prague, Faculty of Pharmacy in Hradec Králové*

*Field of study: Medical Laboratory Technician*

This thesis is focused on diagnostic methods in various renal diseases. The first part is devoted to the anatomy and physiology of the kidney, where is outlined how look and operate various parts of kidneys and also the whole organ. Next part si composed of analysis of the urine, where is described chemical analysis with test strip, when the colore change of indicator of zones subtracted result according to the color scale on the container tube. Nowadays are two types of devices for reading the diagnostic strips on the market. Basic reflex photometer operated by person or fully automatic one. Further part describe the examination of urinary sediment using light microscopy or phase contrast microscopy. In modern biochemical laboratories urinary sediment is investigated using flow cytometry or digital capture particles. The last part is devoted to imaging methods and renal biopsy, to their description, indications and pa comparison with another method. Imaging methods include ultrasonography, native image renal, excretory urography, ascendent ureter/pyelography, computed tomography, multidetector computed tomography, magnetic resonance imaging, renal angiography and radionuclide methods. The aim of this thesis is to describe the basic anatomy and function of the kidneys and sum up diagnostic methods currently used in kidney disease.

**Key words: kidney, urine, diagnostic strips, urine sediment, imaging methods, biopsy**

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>9</b>
<b>2. Zadání – cíl práce</b> .....	<b>10</b>
<b>3. Anatomie ledvin a močových cest</b> .....	<b>11</b>
3.1 <i>Ledviny (renes)</i> .....	11
3.1.1 Stavba nefronu.....	12
3.1.2 Glomerulus.....	12
3.1.3 Tubulus.....	13
3.1.3.1 Proximální tubulus.....	13
3.1.3.2 Henleova klička.....	13
3.1.3.3 Distální tubulus.....	13
3.1.3.4 Sběrací kanálky.....	13
3.2 <i>Močovod (ureter)</i> .....	14
3.3 <i>Močový měchýř (vesica urinaria)</i> .....	15
3.4 <i>Močová trubice (uretra)</i> .....	15
<b>4. Fyziologie ledvin</b> .....	<b>16</b>
<b>5. Vyšetření moči</b> .....	<b>17</b>
5.1 <i>Fyzikální vyšetření moči</i> .....	17
5.1.1 Množství.....	17
5.1.2 Barva.....	17
5.1.3 Zákal.....	19
5.1.4 Pěna.....	19
5.1.5 Zápach.....	19
5.1.6 Hustota.....	20
5.1.7 Osmolalita.....	21
5.2 <i>Chemické vyšetření moči</i> .....	22
5.2.1 Stanovení bílkovin.....	22
5.2.2 Stanovení krve v moči.....	23
5.2.3 Stanovení glukosy.....	23
5.2.4 Stanovení ketolátek.....	23
5.2.5 Stanovení dusitanů.....	24
5.2.6 Stanovení leukocytů.....	24
5.2.7 Stanovení urobilinogenu.....	24
5.2.8 Stanovení bilirubinu.....	25
5.2.9 Určení pH.....	25
5.3 <i>Mikroskopické vyšetření močového sedimentu</i> .....	26
5.4 <i>Kultivační vyšetření moči</i> .....	33
5.5 <i>Vyšetření proteinurie</i> .....	34
5.6 <i>Vyšetření funkce ledvin</i> .....	37

5.6.1	Vyšetření glomerulární filtrace .....	37
5.6.2	Vyšetření tubulárních funkcí .....	40
<b>6.</b>	<b>Zobrazovací vyšetřovací metody .....</b>	<b>41</b>
6.1	<i>Ultrasonografie (USG)</i> .....	41
6.2	<i>Počítačová tomografie ledvin (CT)</i> .....	42
6.3	<i>Multidetektorová výpočetní tomografie (MDTC)</i> .....	43
6.4	<i>Magnetická rezonance (MR)</i> .....	43
6.5	<i>Nativní snímek ledvin – nefrogram</i> .....	44
6.6	<i>Vylučovací urografie (IVU)</i> .....	45
6.7	<i>Mikční cystoradiografie</i> .....	45
6.8	<i>Ascendentní uretero/pyelografie</i> .....	46
6.9	<i>Renální angiografie</i> .....	46
6.10	<i>Dynamická scintigrafie ledvin (DSL)</i> .....	47
<b>7.</b>	<b>Biopsie ledvin</b> .....	<b>48</b>
<b>8.</b>	<b>Imunologická vyšetření</b> .....	<b>50</b>
<b>9.</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>51</b>
<b>10.</b>	<b>Literatura</b> .....	<b>52</b>
<b>11.</b>	<b>Přílohy</b> .....	<b>55</b>
11.1	<i>Seznam obrázků</i> .....	55
11.2	<i>Seznam tabulek</i> .....	55



# 1. ÚVOD

Bakalářská práce nás provází problematikou onemocnění ledvin a močových cest a jejich vyšetřovacími metodami. V první části práce se seznámíme s anatomíí a fyziologií ledvin, kde se dozvíme, jak pracují jednotlivé části ledvin i orgán jako celek. Ve druhé části se dozvíme, s jakými vyšetřovacími metodami se v současnosti můžeme setkat u lidí s různým onemocněním ledvin.

## **2. ZADÁNÍ – CÍL PRÁCE**

Cílem práce je popsat anatomii a základní funkce ledvin a zpřehlednit aktuálně používané vyšetřovací metody u onemocnění ledvin.

### 3. ANATOMIE LEDVIN A MOČOVÝCH CEST

#### 3.1 Ledviny (renes)

Ledviny jsou párový orgán uložený po obou stranách bederní páteře v prostoru zvaném retroperitoneum. Horní pól dosahuje výše 12. hrudního obratle a dolní pól až 3. bederního obratle. Pravá ledvina leží o půl obratle níže vzhledem k uložení jater.

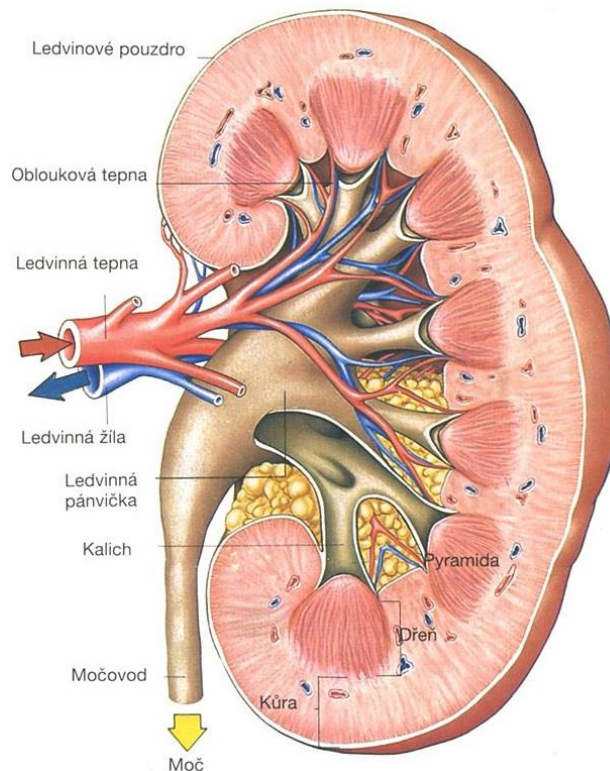
Ledviny mají charakteristický fazolovitý tvar a jsou uloženy tak, že svou vypouklou částí směřují do stran, kdežto vyhloubenou částí směrem k páteři.

Ledvina u dospělého jedince bývá o velikosti 12×6×3 cm. Váha jedné ledviny se pohybuje okolo 150 g.

Na podélném řezu ledvinou můžeme rozlišit část korovou (cortex) a dřevnou (medulla). Dřeň je tvořena 8 – 20 pyramidovými útvary. Na vrcholky těchto pyramid (papily) se připínají kalíšky, které ústí do ledvinné pánvičky. Korová část je přibližně 1 – 1,5 cm široká a má hnědočervenou barvu, viz obrázek č. 1. (V. TEPLAN, 1998)

Na vnitřním okraji ledviny nacházíme branku, hilus (hilum renale), kterou vstupují do ledviny tepna a nervy a vystupují močovod, žíla a mízní cévy. (<http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/prehled-normalni-a-klinicke-anatomie-muzskeho-pohlavniho-ustroji.pdf>)

**Obrázek č. 1 Podélný řez ledviny**



Převzato: <http://www.centrumzdravibrno.cz/grafika/ledviny.jpg>

### 3.1.1 Stavba nefronu

Základní funkční jednotkou ledvin je nefron. Každá ledvina obsahuje přibližně 1 – 1,5 milionů nefronů. Tento počet se po narození již nemění. Nefron je tvořen glomerulem a renálním tubulem. (V.TEPLAN, 1998)

Ledvinová (Malpighiho) tělíska jsou uložena v kůře ledvin a skládají se z Bowmanova pouzdra a glomerulu, který je do pouzdra vchlípen. Tím se pouzdro rozděluje na parietální a viscerální list. Mezi listy je prostor, do něhož je filtrován glomerulární filtrát (primární moč). Krev do glomerulu přivádí arteriola - vas afferens, rozvětřující se zde na kapiláry, které se opět spojují do odvodné arterioly – vas efferens. Z té pak vznikne peritubulární kapilární pleteň. (S.SILBERNAGL, A.DESPOPOULOS, 2004)

Bowmanovo pouzdro přechází v proximální tubulus (stočený kanálek I. řádu), na něj navazuje Henleova klička zanořující se různě hluboko do dřene ledviny. Henleova klička přechází v distální tubulus (stočený kanálek II. řádu), který se nachází opět v kůře. Několik distálních tubulů se sbíhá do jednoho sběracího kanálku, který probíhá dřením rovnoběžně s Henleovými kličkami a ústí na ledvinové papile do prostoru ledvinových pánviček. (M.SCHREIBER, 1998)

Existují dva druhy nefronů – korové a juxtamedulární. Korové nefrony představují zhruba 85 % nefronů v ledvině. Jejich glomeruly jsou uloženy v kůře těsně pod povrchem a mají krátké Henleovy kličky. Naproti tomu juxtamedulární nefrony mají glomeruly uloženy na rozhraní kůry a dřene a jejich Henleovy kličky zasahují hluboko do dřene, někdy až na vrchol papily, viz obrázek č. 2. Tyto nefrony mají stěžejní úlohu v protiproudovém systému, kterým ledviny koncentrují moč. (V.TEPLAN a kol., 2006)

### 3.1.2 Glomerulus

Kapilární klubíčko se skládá z aferentní arterioly (přívodní tepénka), která se rozpadá do 4 – 8 segmentů, z nichž každý pak tvoří 20 - 40 kapilárních kliček. Spojením kapilár se vytváří eferentní arteriola (odvodní tepénka).

Stěnu glomerulárních kapilár tvoří mikroskopicky:

- 1) Ploché endoteliální buňky (přímý kontakt s proudící krví)
- 2) Bazální membrána
- 3) Epitelové buňky (podocyty) – četné výběžky (pedicely), kterými jsou buňky navzájem spojeny

Prostor mezi jednotlivými glomerulárními kapilárami vyplňuje pojivová tkáň (mezangium). Velikost plochy glomerulárních kapilár je ovlivňována mezangiálními buňkami, které mají schopnost se smršťovat.

### **3.1.3 Tubulus**

Kanálkovitý systém nefronu, který je tvořen několika částmi, lišícími se tvarem i funkcí.

#### **3.1.3.1 Proximální tubulus**

Skládá se ze stočené části (pars convoluta), která přechází v část přímou (pars recta). Stěna je tvořena jednovrstevným epitelem, jehož buňky mají na svém vnitřním povrchu četné výběžky (kartáčový lem).

#### **3.1.3.2 Henleova klička**

Na kličce rozlišujeme 2 části – část sestupnou (descendentní) a vzestupnou (ascendentní). Sestupná část je tvořena jednou vrstvou plochých buněk. Na vzestupné části rozlišujeme část tenkou a tlustou. Tenká část je rovněž z plochých buněk, kdežto tlustá část je tvořena z jedné vrstvy kubických buněk.

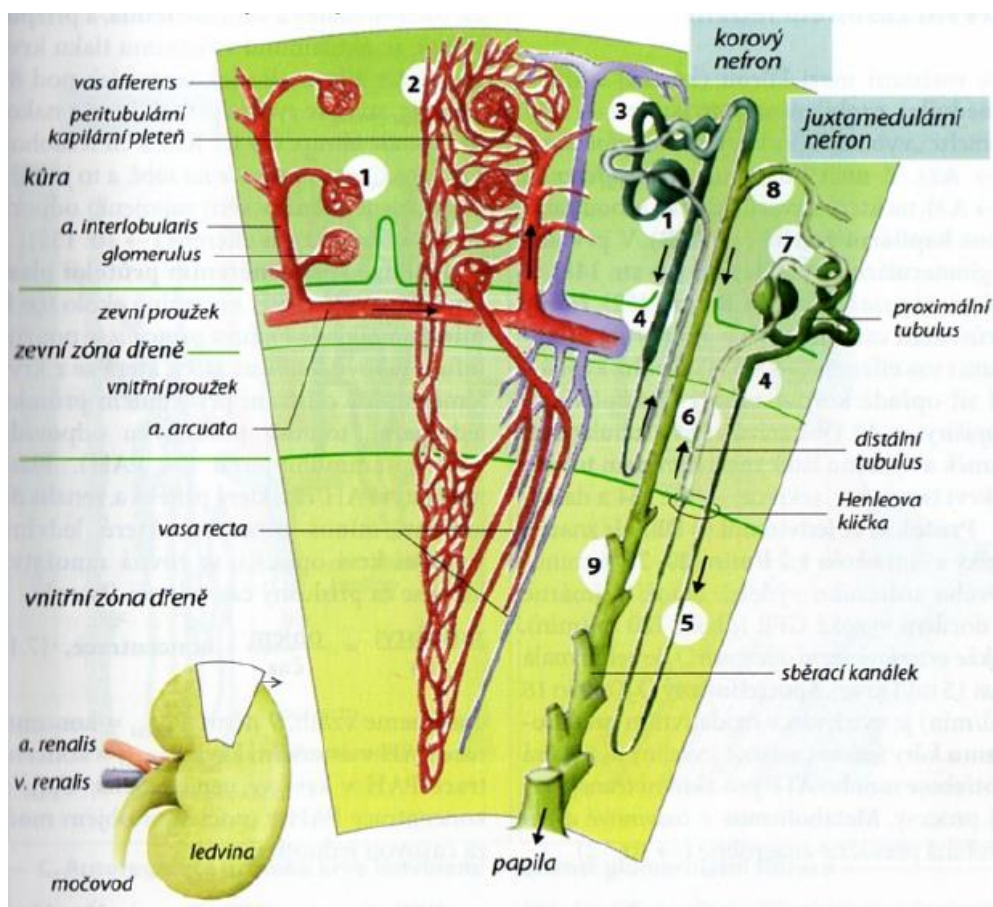
#### **3.1.3.3 Distální tubulus**

Stočená část je tvořena jednou vrstvou kubických buněk bez kartáčového lemu. Rozmezí mezi tlustou částí Henleovy kličky a stočenou částí distální tubulu se nazývá macula densa. Tento úsek tubulu se přikládá ke stěně přívodní tepénky téhož nefronu, kde jsou hladké svalové buňky této tepénky modifikované. Macula densa společně s takto pozměněnou tepénkou vytváří juxtaglomerulární aparát, ve kterém se tvoří renin. (V.TEPLAN, 1998)

#### **3.1.3.4 Sběrací kanálky**

Distální tubulus ústí spojovacím segmentem do sběracího kanálku, který má korovou a pokračující dřeňovou část. Sběrací kanálky se spojují ve vývody a ústí v oblasti papily do ledvinové pánvičky. Odtud se moč dostává močovodem do močového měchýře a z něj močovou trubicí ven z těla. (S.SILBERNAGL, A.DESPOPOULOS, 2004)

**Obrázek č. 2 Popis korového a juxtamedulárního nefronu**



Převzato: S.SILBERNAGL, A.DESPOPOULOS, 2004

### 3.2 Močovod (ureter)

Močovod je svalová trubice (dlouhá 20–30 cm), která spojuje pánvičku s močovým měchýřem. Vzhledem k rozdílné poloze ledvin je pravý močovod asi o 1,5 cm kratší než levý. Na močovodu jsou tři fyziologicky zúžená místa – při přechodu pánvičky do močovodu, v místě zkřížení močovodu s pánevními cévami a v místě jeho ústí do močového měchýře. (<http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/prehled-normalni-a-klinicke-anatomie-muzskeho-mocoveho-ustroji.pdf>)

### **3.3 Močový měchýř (*vesica urinaria*)**

Močový měchýř je dutý svalový orgán, jehož kapacita u dospělého člověka činí 200 – 350 ml. Na měchýři rozlišujeme tyto části – tělo, dno a krček. Tělo se zužuje směrem nahoru v tzv. vrchol. Dolní část měchýře se nazývá dno. Označením krček měchýře rozumíme část spojující jej se začátkem močové trubice.

### **3.4 Močová trubice (*uretra*)**

Močová trubice u ženy je 3 – 5 cm dlouhá. Vnitřní povrch je na začátku kryt epitelem přechodným, který v další části přechází do víceřadého jednovrstevného epitelu. Konečná část je kryta epitelem vícevrstevnatým, dlaždicovým. Svalová část je tvořena vnitřní vrstvou longitudinální a vnější cirkulární. Vnější cirkulární vrstva tvoří v horní části sval, který se nazývá svěrač a je vůlí ovladatelný.

Močová trubice u muže je současně i pohlavním orgánem, jehož délka bývá okolo 25 cm. Její průběh má několik částí. Počáteční část je krátká a probíhá ve stěně močového měchýře. Část prostatická probíhá prostatou a měří přibližně 3 cm. V této části uretry se nachází vyústění prostatické žlázy. Část membranózní je dlouhá asi jen 1,2 – 1,5 cm. Spongiózní část probíhá v části penisu, kde jsou uloženy kavernózní tělesa. Její délka se pohybuje okolo 20 cm. Zevní část uretry ústí na žaludu penisu. Vnitřní povrch uretry je kryt na počátku přechodným epitelem, v části membranózní a spongiózní epitelem vícevrstevnatým dlaždicovým. Svalstvo uretry je ovládáno svěrači, které lze ovládat vůlí. (V.TEPLAN, 1998)

## 4. FYZIOLOGIE LEDVIN

Mezi hlavní funkce ledvin patří:

- 1) Regulace vodní, elektrolytické a acidobazické rovnováhy a dlouhodobá regulace krevního tlaku,
- 2) Odstraňování metabolických produktů, toxinů a tělu cizích látek z cirkulace do moči,
- 3) Produkce hormonu spojených s erythropoézou a kalciovým metabolismem. Ledviny mají rovněž významné postavení v glukoneogenezi. (V.TESAŘ, O.SCHŮCK, 2006)

V glomerulu je filtrován z krve do tubulu (GF = glomerulární filtrace) velký objem tekutiny (primární moč), která obsahuje kromě vody i nízkomolekulární látky krevní plazmy.

V tubulu a sběracím kanálku jsou složky primární moči transportovány tubulární stěnou zpět do krve, a to:

- podle druhu látky v různém rozsahu (např. glukóza > močovina) a
- tatáž látka podle potřeby (regulace) v proměnlivém množství (např.  $\text{Na}^+$  nebo  $\text{H}_2\text{O}$ ) = resorpce

Zbytek filtrátu je vyloučen močí (exkrece). Některé látky, které mají být z těla eliminovány obzvláště rychle (např. toxiny), jsou nejen filtrovány, ale navíc transportovány tubulárními buňkami do vnitřku tubulu = sekrece.

Ledviny kontrolují prostřednictvím proměnlivé (podle potřeb organismu) resorpce vylučování solí a vody a tím udržují konstantní objem a osmolalitu extracelulární tekutiny. Ledviny se rovněž podílejí na regulaci acidobazické rovnováhy, jsou schopny měnit vylučování iontů  $\text{H}^+$  a  $\text{HCO}_3^-$  podle toho, kolik jich bylo přijato do těla, a také přizpůsobovat vylučované množství dýchání a metabolismu. Ledviny dále eliminují konečné produkty látkové přeměny a cizorodé látky (např. močovinu, kyselinu močovou, léky a toxiny), ale zadržují nepostradatelné látky obsažené v krvi (např. glukózu, aminokyseliny). Kromě uvedených funkcí produkují ledviny také hormony (erythropoetin, kalcitriol, prostaglandiny, renin). Dále mají ledviny i některé metabolické funkce (např. odbourávání bílkovin a peptidů, glukoneogeneze, tvorba argininu). (S.SILBERNAGL, A.DESPOPOULOS, 2004)



## 5. VYŠETŘENÍ MOČI

### 5.1 Fyzikální vyšetření moči

#### 5.1.1 Množství

Diuréza je vylučování moči. Normální denní množství kolísá podle okolností 700 – 2000 ml, průměrně 1500 ml. (J.MAČÁK, J.MAČÁKOVÁ, 2004)

Množství moči za 24 hodin závisí na příjmu a vylučování tekutin kůží, plícemi apod., ale také psychická zátěž, námaha, únava a požívání diuretik (alkohol, čaj, káva) mohou ovlivnit vylučování moči. (V.DOLEŽALOVÁ, 1995)

Oligurie je snížené množství vylučované moči, které je < 500 ml/24h. Anurie je snížené množství vylučované moči, které je < 100 ml/24h či úplná zástava tvorby a vylučování moči. Tyto stavy nacházíme při funkční oligurii, akutním selhání ledvin renálního původu, chronickém renálním selhání v terminální fázi, u obstrukcí močových cest a při působení některých léčiv.

Polyurie je objem vyloučené moči > 3 l/24h. Polydipsie je nepřiměřeně vysoký příjem tekutin (obvykle nad 3,5l/24h). Tyto stavy nacházíme u diabetes mellitus, při požití alkoholu a některých léků, při chronické renální insuficienci, u polyurické fázi akutního selhání ledvin apod. (R.RYŠAVÁ, P.BREJNÍK, 2011)

#### 5.1.2 Barva

Za fyziologických okolností je barva moči světle žlutá až žlutá. Barvu moči může ovlivnit přítomnost řady látek. Přítomnost hnisu nebo fosfátových krystalů může změnit barvu moči do běla. Erytrocyty, hemoglobin, myoglobin, porfyriny, ale také některé chemické látky a léky mohou změnit barvu moči do růžova až dočervena. Hnědá moč může být vyvolána přítomností bilirubinu a urobilinu, bývá u jaterních poruch. Zelená barva moči může být způsobena přítomností biliverdinu, infekcí moči pseudomonádami, ale i otravou aromatickými uhlovodíky. (P.ŠTERN, 2011; T.ZIMA, 2013)

**Tabulka č. 1 Zbarvení moči a její možné příčiny**

Barva moči	Příčina
<b>Světle žlutá</b>	Normální zbarvení
<b>Jantarově žlutá</b>	Urobilin
<b>Oranžově žlutá</b>	Karoteny z potravy (pomeranč, mrkev)
<b>Oranžová s cihlově červenou sraženinou</b>	Zvýšené množství urátů a kyseliny močové
<b>Bezbarvá moč</b>	U polyurie, u diabetu, u selhání regulační funkce ledvin
<b>Žlutohnědá až žlutočervená</b>	U zahuštěné moči v důsledku malého příjmu vody nebo při velkých ztrátách vody
<b>Červená nebo načervenalá</b>	Krev, hemoglobin, myoglobin, porfyriny
<b>Zčervenání po okyselení nebo po alkalizaci</b>	Některá barviva (např. antracénová) nebo léčiva obsahující fenolftalein apod.
<b>Červená až červenohnědá</b>	Hemoglobin, methemoglobin, porfyriny, melanin, fenolické látky (u otrav) apod.
<b>Žlutá</b>	Flavinové látky, vitamínové směsi
<b>Tmavě hnědá až černá</b>	Kyselina homogentisová, hydrochinon, chinon, pyrokatechin
<b>Hnědočervená</b>	Nadbytek urobilinogenu a bilirubinu
<b>Hnědá</b>	Bilirubin (barva černého piva), fenol, krezol
<b>Cihlově červená až hnědá</b>	Požítí analgetik (antipyrin, aminopyrin)
<b>Zelenomodrá („modré pleny“)</b>	Léky obsahující methylenovou modř nebo thymol indigovou modř (porucha metabolismu tryptofanu)
<b>Stáním moč hnědne až černá</b>	Urologický čaj, kyselina homogentisová (alkaptonurie)

Převzato: V. DOLEŽALOVÁ, 1995

### **5.1.3 Zákal**

Čerstvá moč je obvykle čirá nebo jen velmi slabě zkalená přítomností fosfátů a urátů nebo mucinových látek. Zákal je způsoben přítomností hlenu, epitelů a leukocytů, které se usazují v podobě lehkého obláčku. (V.DOLEŽALOVÁ, 1995)

Bělavý zákal s červeným sedimentem v kyselé moči je způsoben kyselinou močovou a dalšími uráty. Bílý zákal neutrální nebo kyselé moči je způsoben amorfními fosfáty. Bělavý cárovitý, často gelifikující, zákal zapáchající moči je příznakem masivní leukocyturie, červený zákal zase hematurie. (P.ŠTERN, 2011)

### **5.1.4 Pěna**

Moč často pění při vyšším obsahu bílkovin, nebo při významnějších leukocyturiích. Při hyperbilirubinurii bývá pěna zbarvená žlutě. (P.ŠTERN, 2011)

### **5.1.5 Zápach**

Zápach se určuje z čerstvé moči. V déle stojících nekonzervovaných močích vzniká čpavkový zápach vlivem amoniakálního kvašení. (V.DOLEŽALOVÁ, 1995)

**Tabulka č. 2 Druhy zápachů a jejich možné příčiny**

Zápach moči	Příčina
<b>Acetonový</b>	Ketonurie – diabetes, hladovění
<b>Alkoholový</b>	U otrav alkoholem (je cítit i z dechu)
<b>Amoniakální</b>	Vlivem rozpadu močoviny bakteriemi, produkujícími ureasu
<b>Hnilobný</b>	U proteinurie za přítomnosti hnilobných bakterií
<b>Tabákový kouř</b>	U otravy nikotinem
<b>Česnekový</b>	Otrava fosforem, arsenem a telurem
<b>Myšina</b>	U fenylketonurie
<b>Karamel</b>	U leucinózy
<b>Potivé nohy</b>	Izovalérová acidurie
<b>Maggi</b>	Přítomnost leucinu, izoleucinu, valinu
<b>Sirovodíkový</b>	U cystinurie

Převzato: V.DOLEŽALOVÁ, 1995

### 5.1.6 Hustota

Hustota moči je závislá na množství rozpuštěných látek, zejména chloridů a močoviny a dále na objemu vylučované kapaliny.

Hustota moči se normálně pohybuje v rozmezí 1,010 – 1,025. U málo koncentrované moči se blíží hustotě vody, tj. 1,000 a naopak malý příjem tekutin nebo jejich velkou ztrátou se hustota zvyšuje (1,030).

Nízká hustota moče bývá při některých chronických onemocnění ledvin, které ztratily schopnost produkovat koncentrovanější moč. Naopak zvýšená hustota moče bývá např. u diabetu (vlivem vysoké koncentrace glukózy v moči) nebo u vysokého obsahu bílkovin v moči. (V.DOLEŽALOVÁ, 1995)

Hustotu moči můžeme měřit v čerstvé moči hustoměrem, refraktometricky nebo diagnostickými proužky. (T.ZIMA, 2013)

### 5.1.7 Osmolalita

Ledviny jsou důležitým orgánem pro udržování osmolality vnitřního prostředí ve fyziologických mezích.

Zdravé ledviny mladých osob jsou schopny koncentrovat moč až na 1300 mmol/kg a zředit ji na 100 mmol/kg. Koncentrační schopnost se snižuje věkem. (V.DOLEŽALOVÁ, 1995)

Přesné stanovení se provádí osmometrem. Můžeme použít i diagnostické proužky využívající oxidoredukční reakci mezi  $\text{Cu}^{2+}$  a jodidem, která závisí na iontové síle vzorku.

Jod se stanovuje např. jako modrý komplex se 7,8-benzoflavonem. Barevná stupnice pro odečtení osmolality se mění z modré (100 mmol/kg) přes fialovou a hnědofialovou (800 mmol/kg) do hnědavé (nad 1000 mmol/kg). (V.CHROMÝ a kol., 2002)

## 5.2 Chemické vyšetření moči

Důkaz případně i semikvantitativně vyšetření základních složek moči se obvykle provádí pomocí diagnostických proužků. Diagnostické proužky jsou zhotoveny z plastické hmoty a mají na jednom konci nalepenou jednu nebo více indikačních zón. (V.DOLEŽALOVÁ, 1995)

Tyto zóny obsahují reagenty v suchém stavu, kdy po namočení proužku do moči reagují s jednotlivými analyty a způsobí barevnou reakci.

Na trhu se nachází velké množství diagnostických proužků od různých výrobců, např. Erba Lachema s proužky PHAN, YD diagnostics s URiSCAN a Roche diagnostics s Combur 10 Test.

Při vyšetřování moči diagnostickými proužky můžeme postupovat manuálně. Proužek se krátce namočí do zkumavky s močí, při vytahování se přebytečná moč otře hranou proužku o hranu zkumavky a po výrobcem stanovené reakční době se výsledek odečte proti barevné stupnici na obalu tuby.

V poslední době řada výrobců dodává ke svým proužkům i přístroje – reflexní fotometry. Tyto přístroje jsou dvojího typu. Jednoduché, do kterých po namočení proužek vloží obsluha a plně automatické, které namáčejí proužek do vzorku robotickou rukou, nebo ještě lépe – pipetují moč na jednotlivé zóny proužku pipetovacím ramenem. (P.ŠTERN, 2011)

### 5.2.1 Stanovení bílkovin

Při rutinním vyšetření moči na přítomnost bílkoviny užíváme nejčastěji indikátorové papírky nebo zkoušku s kyselinou sulfosalicylovou. Těmito metodami prokazujeme pouze kvalitativně přítomnost bílkoviny, respektive odhadujeme její koncentraci na křížky nebo jednotky. (V.TEPLAN, 1998)

Stanovení bílkovin je založeno na principu tzv. proteinové chyby pH indikátoru, kdy dochází v přítomnosti albuminu k posunu pH. Políčko je impregnováno tetrabromfenolovou modří pufrovanou na pH 3,0. V nepřítomnosti albuminu je proužek žlutý. Albumin poskytuje s barvivem komplex a barva políčka se mění přes žlutozelenou v zelenou až modrozelenou.

Zóna proužku je většinou citlivá pouze na albumin, v přítomnosti ostatních proteinů bývá reakce negativní (např. u Bence-Jonesovy bílkoviny). Z tohoto důvodu se bílkoviny vyšetřují i precipitací s kyselinou sulfosalicylovou, která spolehlivě zachytí všechny bílkoviny, včetně monoklonálního paraproteinu. (P.ŠTERN, 2011)

### 5.2.2 Stanovení krve v moči

Diagnostický proužek je založen na průkazu hemu. Pozitivní reakci dává nejen hemoglobin v erytrocytech (erytrocyturie), ale i volný hemoglobin (hemoglobinurie) a myoglobin (myoglobinurie).

Principem je pseudoperoxidázová reakce, kdy hem katalyzuje štěpení organického peroxidu a uvolněný kyslík oxiduje bezbarvý chromogen na modrozelené barvivo. (J.RACEK, 1999)

Negativní reakce se projevuje krémovým zbarvením, pozitivní modrozelenými tečkami na světlém pozadí (erytrocyty) nebo modrozeleným vybarvením celé zóny (hemoglobin). (V.CHROMÝ a kol., 2002)

### 5.2.3 Stanovení glukosy

Glukosa v ledvině volně přechází do primární moči a pak je aktivně reabsorbována v ledvinných tubulech. Pokud její sérová koncentrace, a tím koncentrace v primární moči, překročí resorpční kapacitu tubulů – tzv. renální práh pro glukosu, objeví se glukosa v moči. K tomuto často dochází při hyperglykemiích u diabetiků, nebo u těhotných žen. (P.ŠTERN, 2011)

Stanovení pomocí diagnostických proužků je založeno na oxidaci glukózy vzdušným kyslíkem na  $\delta$ -glukonolakton a peroxid vodíku, ten je poté štěpen na vodu a kyslík, který oxiduje bezbarvý chromogen na barvivo. Reakce katalyzují enzymy glukózaoxidáza a peroxidáza. (J.RACEK, 1999)

### 5.2.4 Stanovení ketolátek

Ketolátky jsou důležitým metabolitem lipidového metabolismu. Vyskytují se zejména u hladovějících, při dietě s nadbytkem bílkovin a tuků, nebo u dekompenzovaných diabetiků, kde mohou být příčinou ketoacidotického komatu. (P.ŠTERN, 2011)

Principem stanovení je Legalova reakce. Při této reakci reaguje kyselina acetoctová s nitroprusidem sodným a glycinem v alkalické prostředí za vzniku fialového zbarvení. (V.TEPLAN, 2010)

Test je citlivý hlavně na kyselinu acetoctovou a zachycuje její koncentraci nad 0,3 mmol/l. Citlivost na aceton je podstatně nižší. Kyselina 3-hydroxymáselná tuto reakci nedává. (V.DOLEŽALOVÁ, 1995)

### **5.2.5 Stanovení dusitanů**

Principem je redukce dusičnanů na dusitany gramnegativními, méně grampozitivními patogeny, které reagují se sulfanilamidem na diazoniovou sůl a ta vytváří s derivátem benzochinolinu růžovou azosloučeninu – Griessova reakce. (V.TEPLAN, 2010)

Dusitany se v moči vyskytují jedině tehdy, je-li v moči dostatek dusičnanů pocházejících nejčastěji ze zeleniny. (P.ŠTERN, 2011)

Falešně negativní je vyšetření dusitanů u infekce močových cest enterokoky nebo jinými bakteriemi, které nevytvářejí dusitany, v přítomnosti askorbátu a také v případě, že moč nesetrvála v močovém měchýři dostatečně dlouho (asi 4 hodiny), aby mohla přeměna dusičnanů na dusitany proběhnout. (T.ZIMA, 2013)

### **5.2.6 Stanovení leukocytů**

Leukocyty vylučované do moči jsou téměř výhradně granulocyty. Dokazují se reakcí, při které se štěpí ester indoxylu esterázou z granulocytů (nebo histiocytů v případě zánětu) na indoxyl. Volný indoxyl poskytuje s diazoniovou solí fialové zbarvení. (P.ŠTERN, 2011)

Detekce je specifická pouze pro elementy s esterázovou aktivitou, jiné morfologické složky moči neinterferují. (V.TEPLAN, 2010)

Falešně negativní reakce může být způsobena glykosurií, vysokou hustotou moči, některými léky a vysokou koncentrací oxalátů v moči, falešně pozitivní nález naopak může vzniknout kontaminací moči, u žen např. ze zevního genitálu. (T.ZIMA, 2013)

### **5.2.7 Stanovení urobilinogenu**

Urobilinogen vzniká ve střevě při metabolismu bilirubinu. Jeho detekce je založena na reakci s Ehrlichovým činidlem (diethylaminobenzaldehyd), při kterém se objevuje růžová barva. (T.ZIMA, 2013)



### 5.2.8 Stanovení bilirubinu

Bilirubin v moči představuje pouze konjugovaný bilirubin, neboť jen konjugovaný bilirubin je ve vodě (moči) rozpustný. (P.ŠTERN, 2011)

Bílá indikační zóna obsahuje stabilizovanou diazoniovou sůl, která poskytuje s bilirubinem v kyselém prostředí růžové až červené azobarvivo. (V.DOLEŽALOVÁ, 1995)

Obě žlučová barviva jsou na vzduchu snadno oxidována, bilirubin se navíc rozkládá na přímém světle (slunce, zářivka). (J.RACEK, 1999)

### 5.2.9 Určení pH

Hodnota pH se obvykle pohybuje v rozmezí 5 – 6. Tuto hodnotu může ovlivnit potrava. Rostlinná strava moč alkalizuje, živočišná (maso, tuky) naopak acidifikuje. Změny pH moči mohou být rovněž projevem kompenzační činnosti ledvin u chronických poruch acidobazické rovnováhy, mohou být způsobeny i některými léčivými. (J.RACEK, 1999)

pH moče určujeme pomocí indikační zóny obsahující tři indikátory: bromthymolovou modř, fenolftalein a methylovou červeň. Prolínáním barev těchto indikátorů lze získat široké spektrum barevných odstínů od oranžové pro kyselou moč, přes žlutozelenou až k modré pro alkalickou moč. (P.ŠTERN, 2011)

### Fyziologické hodnoty

Podle příbalového letáku produktu URiSCAN jsou fyziologické hodnoty tyto:

- Bílkoviny – do 20 mg/dl
- Krev – negativní (2 – 3 erytrocyty v zorném poli)
- Glukosa – do 30 mg/dl
- Ketolátky – negativní
- Dusitany – negativní
- Leukocyty – negativní
- Urobilinogen – do 17  $\mu\text{mol/l}$  ([www.uvn.cz](http://www.uvn.cz))
- Bilirubin – negativní
- pH – obvykle kolem 6 (5 – 8)

Převzato: <http://www.labmark.cz/uriscan-10-sgl>

### **5.3 Mikroskopické vyšetření močového sedimentu**

Při mikroskopickém vyšetření hraje důležitou roli správnost provedení odběru pacientem a následné zpracování vzorku v laboratoři.

#### **Zásady odběru moči:**

- 1) Vyšetřovaná osoba by neměla během noci přijímat tekutiny.
- 2) Nádobka na vzorek musí být naprosto čistá.
- 3) Pacient po probuzení provede hygienickou očistu genitálu.
- 4) Pacient volí první nebo druhou ranní moč.
- 5) První proud moči nechá odtéci do toalety, do nádobky zachytí následující střední proud, zbytek moči opět nechá odtéci do toalety.
- 6) Vzorek musí být dopraven do laboratoře v co nejkratší době, nejlépe do 1 hodiny.

#### **Příprava sedimentu:**

Před zpracováním je důležité moč promíchat a odpipetovat 10 ml moči do zkumavky.

Zkumavka s močí (10 ml) se centrifuguje při 2000 otáčkách po dobu 10 minut. Po centrifugaci odsajeme pipetou 9 ml (nebo 9,5 ml) supernatantu. Je třeba dbát na to, aby se nezvířil sediment. Tím se získá konečný objem 1 ml (nebo 0,5 ml), resp. 10x koncentrovaná moč (nebo 20x).

Poté se pipetuje definovaný objem na mikroskopické sklíčko, které se překryje krycím sklíčkem. Vhodnější je použití kalibrovaných plastových destiček (např. Fast read) nebo Bürkerovu komůrku o daném objemu.

Sediment se doporučuje obarvit supravitálně podle Sternheimera. Komponentami tohoto barvicího roztoku je alcianová modř a pyronin B. Alcianová modř má silnou afinitu k polysacharidovým složkám buněčných i jaderných membrán, k močovému hlenu a k Tammovu-Horsfallovu mukoproteinu (základ válců). Pyronin B (červené barvivo) barví všechny ostatní složky močového sedimentu, zejména cytoplazmy buněk, matrix voskových válců apod. (V.TEPLAN, 2010; T.ZIMA, 2013)

Vzorek se prohlíží nejdříve orientačně při zvětšení 100x, kdy můžeme posoudit rovnoměrnost rozdělení elementů. Poté přistoupíme k počítání elementů při zvětšení 400x. ([http://www.prevedig.cz/pict/fotogalerie/Odborne\\_texty/Vy%C5%A1et%C5%99en%C3%AD%20mo%C4%8Dov%C3%A9ho%20sedimentu.pdf](http://www.prevedig.cz/pict/fotogalerie/Odborne_texty/Vy%C5%A1et%C5%99en%C3%AD%20mo%C4%8Dov%C3%A9ho%20sedimentu.pdf))

*„Výsledky se udávají v arbitrárních jednotkách 0 – 4. Těmto jednotkám odpovídá počet elementů v 1 $\mu$ l (mm<sup>3</sup>) nativní moči.“ (T.ZIMA, 2013)*

**Tabulka č. 3 Horní hranice pro přiřazení arbitrárních jednotek**

Arb.jednotky	0	1	2	3	4
<b>Erytrocyty</b>	6	60	120	500	>500
<b>Leukocyty</b>	10	50	100	300	>300
<b>Válce</b>	0	4	10	20	>20
<b>Epitelie</b>	20	60	120	200	>200
<b>Bakterie</b>	40	80	160	400	>400
<b><i>Trichomonas v.</i></b>	0	4	10	40	>40

Převzato: T.ZIMA, 2013

Při hodnocení močového sedimentu je třeba vždy snížit možnost přimísení buněčných elementů (leukocytů a erytrocytů) z genitálu. Toto nebezpečí je zvláště velké u žen. Je třeba vyloučit tuto možnost u žen ve stadiu menstruace nebo v období časově blízkém před a po ní. Příměs leukocytů je častá u žen s vaginálním výtokem. (V.TEPLAN, 1998)

### **Elementy močového sedimentu**

- 1) Buněčné elementy – erytrocyty, leukocyty, epitelie
- 2) Válce – hyalinní, granulované, voskové, erytrocytární, leukocytární, epiteliální, tukové
- 3) Krystaly
- 4) Mikroorganismy
- 5) Artefakty

Buněčné elementy

### **Erytrocyty**

Z pohledu mikroskopického jsou erytrocyty malé diskovité buňky o průměru 6  $\mu\text{m}$ , ostře ohraničené a bez jádra. Ze všech buněk v močovém sedimentu jsou nejmenší.

Jejich barva i tvar se mění v závislosti na koncentraci a pH moči. Podstatný vliv má rovněž i stáří moči. V slabě kyselé moči si poměrně dlouho uchovávají svůj vzhled a barvu. Naopak v koncentrované (hypertonické) a silně kyselé moči jsou svraštělé a mají tvar připomínající plody moruše. V hypotonické moči nebo po delší době se vyluhuje krevní barvivo a erytrocyty

se jeví jako téměř bezbarvé kulovité útvary, někdy obtížně viditelné – tzv. erythrocytové stíny. V zásadité moči se rychle rozrušují. (Č.MICHALEC, 1988)

Erythrocyturie je přítomnost erythrocytů v moči, kterou zjistíme při mikroskopickém vyšetření. Hematurie je makroskopicky zjevná přítomnost krve v moči (moč je zbarvená do růžova nebo červenohněda).

**Tabulka č. 4 Typy hematurií podle místa původu krvácení**

Typ hematurie	Příčina	Vzhled erythrocytů
<b>Prerenální</b>	Intravaskulární hemolýza <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hemolytické anémie</li> <li>• Chladová či noční paroxysmální hemoglobinurie</li> </ul> Poruchy hemokoagulace	Hemoglobin, myoglobin  Erythrocyty zdravým glomerulem neprojdou
<b>Renální - glomerulární</b>	Poškození glomerulárních membrán a následný průnik erythrocytů  Glomerulonefritidy  Glomerulární léze např. při: <ul style="list-style-type: none"> <li>• IgA nefropatii</li> <li>• Schönleinově-Henochově purpuře</li> </ul>	Dysmorfní erythrocyty – akantocyty, stomatocyty, knizocyty, kodocyty
<b>Renální - neglomerulární</b>	Poškození ostatních částí ledvin <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubulointersticiální nefritidy</li> <li>• Nádory</li> <li>• Úrazy – ruptura cyst</li> </ul>	Izomorfní erythrocyty
<b>Postrenální</b>	Poškození vývodných močových cest <ul style="list-style-type: none"> <li>• Záněty</li> <li>• Nádory</li> <li>• Urolitiáza</li> </ul>	Izomorfní erythrocyty - diskocyty

Převzato a upraveno: J.RACEK, 1999; T.ZIMA, 2013; V.TESAŘ, O.SCHÜCK a kol., 2006; O.SCHÜCK, 1993

Erytrocyty mohou pocházet z ledvin i z močových cest. Erytrocyty procházející přes glomerulární membránu vykazují deformaci tvaru – jsou dysmorfní díky osmotickým změnám. Naopak erytrocyty pocházející z vývodných cest močových mají tvar normální – jsou izomorfní. (T.ZIMA, 2013)

V případě nálezu erytrocytů v močovém sedimentu lze provést **mikroskopické vyšetření s fázovým kontrastem**. Mikroskop musí být vybaven speciálním objektivem a kondensorem. Při tomto vyšetření je možno lépe posoudit tvarové vlastnosti erytrocytů. (M.HORÁČKOVÁ a kol., 2012)

## **Leukocyty**

V závislosti na pH moči mají leukocyty různý tvar. V kyselé, neutrální nebo slabě alkalické moči tvoří kulaté nebo polygonální bezbarvé tvary, podstatně větší než erytrocyty. Obsahují jedno nebo více jader, která jsou zřetelně viditelná až po přidání 3 – 5% kyseliny octové. V silně alkalické moči se leukocyty rozrušují. (Č.MICHALEC, 1988)

Leukocyty (neutrofilní granulocyty) pronikají do moči stěnami tubulů a vývodních močových cest v místě zánětlivých ložisek. Jejich nález v močovém sedimentu je známkou zánětu močového traktu, často bakteriálního, proto se často vyskytují spolu s bakteriemi. (P.ŠTERN, 2011)

## **Epitelové buňky**

Buňky ledvinného původu v močovém sedimentu jsou odloupané epitelie vystylající močový trakt.

**Renální tubulární epitelie** pocházejí z epiteliální výstelky ledvinných tubulů. Jejich nález svědčí o závažném toxickém, ischemickém nebo zánětlivém poškození dřeně ledvin. Ve fyziologické moči se nevyskytují. Tyto epitelie jsou malé hranaté buňky velikostí podobné leukocytům. Mají velké kulaté jádro při okraji.

**Přechodné epitelie** pocházejí z výstelky vývodných močových cest. Nacházejí se od ledvinné pánvičky přes močovody až na dno močového měchýře. Na rozdíl od renálních epitelí mají kulaté jádro uprostřed buňky. Buňky z hlubších vrstev epitelu a buňky blíže k ledvině jsou menší a tmavší. Buňky z povrchových vrstev blíže k močovému měchýři jsou větší a světlejší.

**Dlaždicové epitelie** pokrývají plochu dna močového měchýře a močovou trubici, u žen též pochvu a zevní genitál. Menší množství nemá žádný patologický význam. (P.ŠTERN, 2011)

## 2) Válce

Válce jsou podlouhlé útvary, které svým tvarem kopírují lumen tubulu, kde vznikly. Jedná se o distální tubuly a sběrné kanálky. Jejich matrix je tvořena Tammovým-Horsfallovým mukoproteinem.

**Hyalinní válce** jsou tvořeny Tammovým-Horsfallovým mukoproteinem. Někdy bývají na povrchu nalepeny různé buněčné elementy – erytrocyty, leukocyty, tubulární epitelie nebo tuková tělíska. Pokud jsou na hyalinní válce hustě nabaleny erytrocyty nebo leukocyty, jsou označovány jako erytrocytární nebo leukocytární válce.

**Erytrocytární válce** jsou typické pro glomerulární choroby spojené s proteinurií a hematurii.

**Leukocytární válce** se vyskytují při akutní pyelonefritidě nebo při infekci močových cest.

**Granulované válce** jsou spojovány s proteinurií. Obsahují sérové proteiny (jemné granulace) nebo alterované buňky (hrubé granulace). Vyskytují se při akutní tubulární nekróze, glomerulonefritidách i intersticiálních nefritidách.

**Voskové válce** jsou tvořeny denaturovaným plazmatickým proteinem. Tyto válce kopírují široké lumen atrofických tubulů u nemocných s chronickou renální insuficiencí.

**Epiteliální válce** jsou vzácné. Jsou tvořeny epiteliálními buňkami. Vyskytují se v moči u nemocných v polyurické fázi po akutní ischemické nebo toxické tubulární nekróze.

**Tukové válce** se vyskytují u nefrotického syndromu. Jde o válce s tubulárními buňkami naplněnými tukovými kapénkami. (V.TESAŘ, O.SCHÜCK, 2006 a T.ZIMA, 2013)

## 3) Krystaly

Většina krystalů jsou identifikovatelné podle morfologie. Jejich výskyt je závislý na pH moči. V kyselém moči se vyskytují krystaly kyseliny močové, amorfni uráty, kalcium - oxalátové krystaly a krystaly kyseliny hippurové. V alkalické moči se mohou vyskytovat krystaly kalcium-fosfátu, amorfni fosfáty a kalcium-karbonátové krystaly. Výskyt těchto krystalů nemá pro stanovení diagnózy chorob ledvin a močových cest žádný význam. (V.TESAŘ, O.SCHÜCK a kol., 2006)

#### 4) Mikroorganismy

Mezi mikroorganismy, které lze pozorovat v močovém sedimentu, patří gonokoky, streptokoky, stafylokoky, trichomonády, kvasinky a plísňe.

- **Gonokoky** se vyskytují ve formě kávových zrna nebo mají ledvinovitý tvar. Pro jejich získání se moč zcentrifuguje a ze sedimentu se připraví nátěr, který se fixuje a dále barví dle Grama. Gonokoky se barví červeně.
- **Stafylokoky** se vyskytují nejčastěji ve shlucích, připomínajících hrozny.
- **Streptokoky** se nalézají ve formě řetízků. Jde o grampozitivní bakterie.
- **Trichomonády** mají oválný tvar s 1 – 3 bičíky, v přední části malé jádro.
- **Kvasinky** tvoří hladké, lesklé a světlo silně lámající oválné nebo kulaté útvary. Velmi rychle se množí, zvláště v moči obsahující cukr. (Č.MICHALEC, 1988)

#### 5) Artefakty

Artefakty jsou nálezy v moči, které nepocházejí z organismu pacienta. Jejich klinický význam není žádný. Mezi artefakty mohou patřit vlákna toaletního papíru a různých textilií, plenková vlákna, škrobová zrna, tukové kapénky, bubliny, střepy apod. (P.ŠTERN, 2011)

### Hamburgerův sediment

Tato kvantitativní morfologická analýza močového sedimentu vyjadřuje rychlost, jakou jsou do moči vylučovány morfologické elementy (erytrocyty, leukocyty, válce).

Moč se při tomto vyšetření sbírá 3 hodiny s maximální odchylkou  $\pm 30$  minut. Doba sběru musí být uvedena s minutovou přesností, objem moči s přesností na ml. (V.DOLEŽALOVÁ, 1995)

Celý sběr moči se promíchá a odlije se 10 ml moči do zkumavky. Další postup přípravy sedimentu je stejný jako u mikroskopického vyšetření.

Na počítání se používají komůrky o známém objemu (např. Bürkerova komůrka či FAST READ destička).

Erytrocyty, leukocyty a válce se počítají v pěti velkých čtvercích Bürkerovy komůrky ohraničených trojitou rýskou, viz tabulka č. 5. (V.DOLEŽALOVÁ, 1995)

$$\text{Vzorec: } \textit{počet elementů/min} = \frac{N \times 2000 \times V}{180 \times 10}$$

N - počet elementů v 5 velkých čtvercích (0,5  $\mu$ l)

V - objem moči v ml

180 - sběrné období v minutách

2000 - číslo udávající poměr mezi komůrkou (0,5  $\mu$ l) a 1 ml moči (objem sedimentu)

10 - koncentrace moči (<http://www.horpol.cz/okb/HVEZDAAARA.htm>)

#### **Tabulka č. 5 Referenční hodnoty**

do 4 000 leu/min	tj. do 70 leu/s
do 2 000 ery/min	tj. do 35 ery/s
do 70 válců/min (pouze hyalinní válce)	tj. do 1 válce/s

Převzato: O.SCHÜCK, 1993; V.DOLEŽALOVÁ 1995)

#### **Automatická analýza močového sedimentu**

Vyšetření ve většině případů již probíhá na automatických analyzátoch z promíchaných, nezahuštěných močových vzorků. Principem stanovení je buď softwarová analýza digitálního mikroskopického obrazu nafoceného digitální kamerou nebo průtoková cytometrie. (<http://www.ceva-edu.cz/course/view.php?id=257>)

Průtokový cytometr je plně automatizovaný přístroj, který barví DNA a membránu formovaných elementů v nativní moči. Vzorek moči pak laminárně proudí pod laserovým paprskem a na základě měření rozptylu světla, fluorescence a impedance jsou identifikovány buněčné elementy v moči. (M.HORÁČKOVÁ a kol., 2012)



## 5.4 Kultivační vyšetření moči

„Mikrobiologické, resp. kultivační vyšetření umožní kvalitativní a kvantitativní stanovení infekčního agens, stanovení citlivosti patogenu na antibiotika (antibiogram) a určení minimální inhibiční koncentrace (MIC) vyjádřené v mg/l.“ (<http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/vysetreni-moce-a-uretralnich-segmentu.pdf>)

Bakteriurii posuzujeme metodou tzv. ponorného sklíčka. V podstatě jde o mikroskopické sklíčko, které je z jedné nebo z obou stran potažené vhodným kultivačním médiem. Sklíčko se ponoří do čerstvé moči a potom ihned zasuneme nazpět do příslušné nádoby. Inkubace probíhá při 37 °C a po 24 hodinách se stanou bakteriální kolonie viditelné. Nálezy pak hodnotíme s příslušnými standardy. (V.TEPLAN, 1998)

„Výsledek bakteriurie a číselné vyjádření koncentrace bakterií v moči se opírá o počítatelné vyrostlé bakteriální kolonie. Vyjadřuje se počtem tzv. CFU (colony-forming unit) na 1 ml.“ (V.TEPLAN, 2004)

Za významnou bakteriurii pokládáme kultivační průkaz  $10^5$  bakterií/ml a vyšší. (T.ZIMA, 2013)

Mezi nejčastější patogeny patří *Escherichia coli*, *Proteus sp.*, *Klebsiella sp.*, *Enterobacter sp.*, *Serratia sp.*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus sp.* a *Streptococcus sp.*

Falešně negativní výsledek může být způsoben při časném stádiu infekce, nevhodném použití lokálních antiseptik při odběru moči, antibiotické léčbě, nízkém pH...

K falešně pozitivnímu výsledku dochází při chybném odběru, transportu a skladování vzorku nebo při pozdním zpracování. (V.TEPLAN, 2004)

## 5.5 Vyšetření proteinurie

Za fyziologických podmínek nepřekračuje celková proteinurie 150 mg/24 hodin a albuminurie 30 mg/24 hodin. (O.VIKLICKÝ a kol., 2010)

Hlavním orgánem při vylučování bílkoviny močí jsou ledviny. Díky tomu rozlišujeme následující typy proteinurie:

**Tabulka č. 6 Typy proteinurií a jejich možné příčiny**

Typ	Příčina	Proteiny v moči
<b>Prerenální</b>	Intravaskulární hemolýza	Hemoglobin
	Zhmoždění většího množství svalů	Myoglobin
	Mnohočetný myelom	Bence-Jonesova bílkovina
<b>Renální glomerulární selektivní</b>	Akutní i chronická glomerulonefritida, diabetická glomeruloskleróza, amyloidóza ledvin, nefrotický syndrom	Albumin Bílkoviny o Mr do 100 000 (transferin)
<b>Renální glomerulární neselektivní</b>	Akutní i chronická glomerulonefritida, diabetická glomeruloskleróza, amyloidóza ledvin	Albumin Imunoglobuliny (IgG)
<b>Renální tubulární</b>	Intersticiální nefritida, intoxikace nefrotoxickými látkami	$\beta_2$ -mikroglobulin $\alpha_1$ -mikroglobulin Lysozym
<b>Glomerulotubulární</b>	Kombinace obou typů renální příčiny, v terminální fázi renální insuficience	
<b>Postrenální</b>	Zánět a krvácení z močových cest	$\alpha_2$ -makroglobulin IgM
<b>Přechodná</b>	Fyzická námaha, přehřátí či podchlazení organismu, horečka	Albumin Nízkomolekulární látky

Převzato a upraveno: J.RACEK, 1999

## **Mikroalbuminurie**

Fyziologicky je do moči vylučováno méně než 30 mg albuminu/24 hodin (20 µg/min). Označením mikroalbuminurie rozumíme močové vylučování albuminu v rozmezí 30 – 300 mg/24 hodin (20 – 200 µg/min). (M.HORÁČKOVÁ a kol., 2012)

Vyšetření mikroalbuminurie má nezastupitelné místo v diagnostice časných fází diabetické nefropatie.

### **Druhy možných laboratorních vyšetření u proteinurie:**

**1. Diagnostické proužky a kyselina sulfosalicylová – více viz kapitola: Chemické vyšetření.**

Vyšetření je založeno na nespecifické reakci bílkovin s barevným indikátorem. Albumin přitom reaguje velmi dobře (100%), ostatní plazmatické bílkoviny již méně, Bence-Jonesova bílkovina a glykoproteiny, vylučované v průběhu reakce akutní fáze, značně nespolehlivě. (V.TEPLAN a kol., 2006)

**2. Kvantitativní stanovení proteinurie** se obvykle analyzuje v moči sbírané za 24 hodin. V klinicko-biochemické laboratoři se pro stanovení proteinurie používají metody, které můžeme rozdělit do 3 skupin:

- **Biuretova reakce**

Bílkoviny se denaturují kyselinou chloristou. Sražené bílkoviny reagují s měďnatými ionty v alkalickém prostředí za vzniku modrofialového komplexu, jehož intenzita se změní fotometricky při vlnové délce 540nm.

- **Stanovení bílkovin v moči turbidimetricky**

Bílkoviny se vysráží kyselinou sulfosalicylovou nebo trichloroctovou a intenzita vzniklého zákalu se pak měří turbidimetricky.

- **Stanovení s komplexem pyrogallové červeni a molybdátu**

Ke vzorku moči se přidá činidlo obsahující komplex pyrogallové červeni a molybdátu, který se váže na bílkoviny. Vzniklé zbarvení se po inkubaci při pokojové teplotě měří fotometricky při vlnové délce 600nm. (V.DOLEŽALOVÁ, 1995)

Dnes jsou upřednostňovány metody automatizované.

**3. Poměr protein/kreatinin (protein/creatinine ratio – PCR) či albumin/kreatinin (albumin/creatinine ratio – ACR) v jednorázové moči (nejlépe druhá ranní moč) nebo v moči sbírané 24 hodin.**

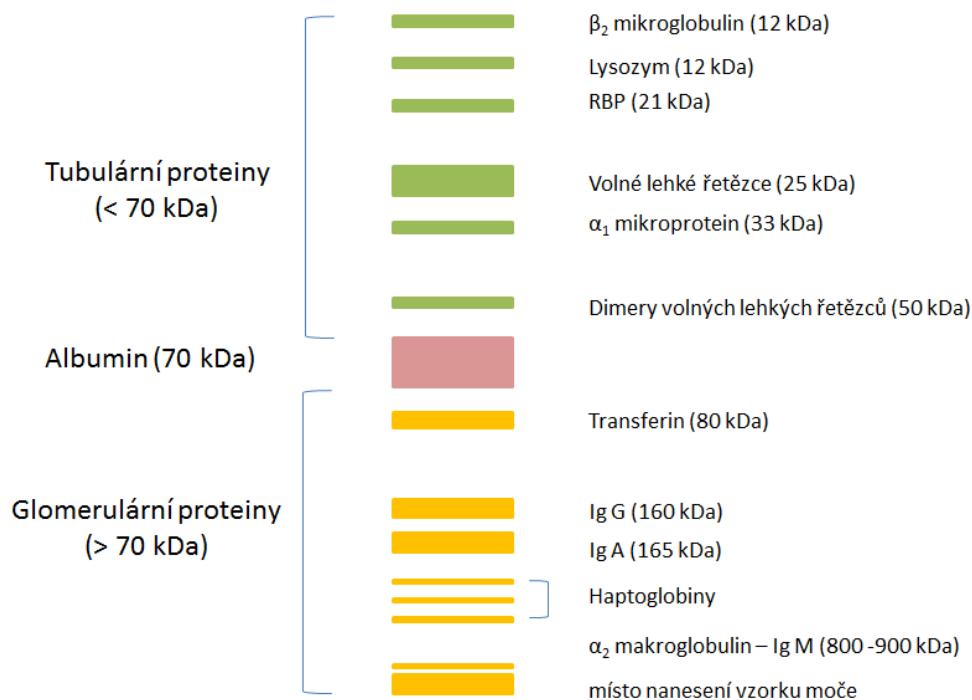
**Tabulka č. 7 Klasifikace proteinurie**

Stav	PCR: poměr protein/kreatinin (mg/mmol)	ACR: poměr albumin/kreatinin (mg/mmol)
<b>Fyziologický</b>	< 15	< 2,5 (muži) < 3,5 (ženy)
<b>Mikroalbuminurie</b>	–	2,6 – 29,9 (muži) 3,6 – 29,9 (ženy)
<b>Proteinurie</b>	15 – 99	30 – 69
<b>Těžká proteinurie</b>	≥ 100	≥ 70

Převzato: R.RYŠAVÁ, P.BREJNÍK, 2011

- 4. Elektroforéza** na polyakrylamidovém gelu nebo agarózovém gelu v přítomnosti dodecylsírany sodného (SDS). Bílkoviny se dělí jen podle velikosti své molekuly. Vizuální hodnocení elektroforeogramů dovoluje odhad typu a stupně selektivity proteinurií, densitometrické vyhodnocení umožňuje i jejich kvantitativní hodnocení, viz obrázek č. 3. (V.TEPLAN a kol., 2006)

**Obrázek č. 3 Elektroforetické rozdělení proteinů v moči**



Převzato: <http://www.ceva-edu.cz/course/view.php?id=257>

## 5.6 Vyšetření funkce ledvin

Funkce ledvin lze rozdělit na glomerulární a tubulární.

### Porucha funkce glomerulů se může projevit:

- Neschopností účinně filtrovat vodu a malé molekuly (pokles glomerulární filtrace)
- Zvýšenou permeabilitou pro makromolekulární látky (proteinurie)
- Poruchami kontinuity glomerulární kapilární stěny (hematurie)

### Porucha funkce tubulů se může projevit:

- Poruchou koncentrační schopnosti ledvin
- Poruchou acidifikační schopnosti ledvin
- Změnami složení moči způsobenými neschopností reabsorbovat některé složky glomerulárního filtrátu (např. tubulární proteinurie, glykosurie, aminoacidurie...) (T.ZIMA, 2013)

### 5.6.1 Vyšetření glomerulární filtrace

Velikost glomerulární filtrace je dána:

- Filtračním tlakem (poměrem rozdílu tlaku v přívodné tepně a odvodné tepně a tlaku v Bowmanově váčku)
- Propustností glomerulární membrány
- Velikostí filtrační plochy (J.RACEK, 1999)

Funkci ledvin lze posuzovat na podkladě výpočtu **renálních clearancí** (C) různých látek vylučovaných ledvinami.

Clearance je množství plazmy, které bylo ledvinami za jednotku času od sledované látky zcela očištěno.

Obecný vzorec pro výpočet clearance:

$$C = \frac{U \cdot V}{P}$$

- P – plazmatická (či sérová) koncentrace sledované látky
- U – močová koncentrace sledované látky
- V – objem moči vytvořený ve sledovaném čase

Pro látky, které jsou vylučovány pouze glomerulární filtrací, platí, že jejich renální clearance je shodná s hodnotou glomerulární filtrace (GF). (M.HORÁČKOVÁ a kol., 2012)

Látce, splňující výše uvedený požadavek pro vylučování ledvinami, nejlépe odpovídá exogenní inulin. Měření se provádí za kontinuální infuze inulinu a jeho stanovení je metodicky poměrně náročné, tudíž se v praxi nepoužívá.

V praxi se proto k odhadu glomerulární filtrace nejčastěji používá měření clearance endogenního kreatininu ( $C_{Kr}$ ). (T.ZIMA, 2013 a J.RACEK,1999)

### Clearance endogenního kreatininu

Kreatinin vzniká ve svalu metabolizací kreatinu, je volně filtrován v glomerulech a je vylučován do moči převážně glomerulární filtrací. Kreatinin je však z části vylučován i tubulární sekrecí, proto není úplně přesným měřítkem GF. (T.ZIMA, 2013 a M.HORÁČKOVÁ a kol., 2012)

Mezi hlavní výhody  $C_{Kr}$  patří, že je to látka endogenního původu (to znamená, že není třeba infuze), a měření plazmatické (či sérové) a močové koncentrace kreatininu je laboratorně nenáročnou metodou. (V.TEPLAN, 1998)

$$C_{Kr} = \frac{U_{Kr}}{P_{Kr}} \cdot V$$

*„Jak je zřejmé ze vzorce pro výpočet  $C_{Kr}$ , je pro stanovení této veličiny nutný přesný sběr moči. Tato okolnost je v denní praxi často velkým problémem a chyby v neúplném sběru moči znemožňují posoudit správně  $C_{Kr}$ . To je jedním z hlavních důvodů, proč řada kliniků raději volí odhad GF na podkladě hodnocení  $S_{Kr}$  nebo užije výpočtové metody.“* (<http://www.nefrol.cz/odbornici/doporucene-postupy-cns>)

Vzhledem k tomu, že hodnota GF je ovlivněna tělesnou hmotností a výškou, přepočítává se vypočítaná hodnota GF na standardní tělesný povrch 1,73 m<sup>2</sup>. Hodnotu tělesného povrchu lze zjistit na podkladě tělesné hmotnosti a výšky pomocí nomogramů nebo kalkulátorů dostupných na internetu. Hodnotu GF korigovanou na standardní tělesný povrch vypočítáme dle vzorce:

$$GF_{korig.} = GF \cdot \frac{1,73}{\text{tělesný povrch}}$$

Pro praktické účely je třeba připomenout, že močová a plazmatická koncentrace je vyjádřena v různých jednotkách (U v mmol/l a P v  $\mu$ mol/l), proto nemůžeme pouze dosadit hodnoty do vzorce. Je potřeba hodnoty převést na

stejnou jednotku (1 mmol = 1000 μmol). Diuréza je uváděna v ml/s (objem moči musí být vydělen počtem sekund za 24 hodin). (M.HORÁČKOVÁ a kol., 2012)

### Odhad GF podle rovnice Cockcrofta a Gaulta

Tato metoda nevyžaduje sběr moči a vychází ze snadno dostupných demografických údajů a sérových koncentrací  $S_{Kr}$ .

$$C_{Kr} = \frac{(140 - \text{věk}) \cdot \text{tělesná hmotnost}}{49 S_{Kr}}$$

Hodnota  $C_{Kr}$  je udána v ml/s, věk v rocích, tělesná hmotnost v kg a  $S_{Kr}$  v μmol/l. U žen se takto vypočítaná hodnota násobí koeficientem 0,85. (V.TEPLAN a kol., 2006)

### Odhad GF podle MDRD (Modification of Diet in Renal Disease)

Tato rovnice byla převzata z multicentrické Leveyovy studie zabývající se vlivem nízkoproteinové diety na rychlost progresu chronických renálních onemocnění.

Podle toho, kolik je použito hodnot z krevního séra (pohlaví a věk se zohledňuje vždy), se hovoří o tří-, dvou-, a jednoparametrové rovnici MDRD:

Tříparametrová (kreatinin, urea, albumin):

$$GF(MDRD1) = 2,83 \cdot (S_{Krea} \cdot 0,0113)^{-0,999} \cdot \text{věk}^{-0,176} \cdot (S_{Urea} \cdot 2,8)^{-0,17} \cdot \left(\frac{S_{Alb}}{10}\right)^{0,318} \cdot F$$

F = 1,0 pro muže; 0,762 pro ženy

Dvouparametrová (kreatinin, urea):

$$GF(MDRD2) = 4,5 \cdot (S_{Krea} \cdot 0,0113)^{-1,007} \cdot \text{věk}^{-0,180} \cdot (S_{Urea} \cdot 2,8)^{-0,169} \cdot F$$

F = 1,0 pro muže; 0,762 pro ženy

Jednoparametrová (kreatinin):

$$GF(MDRD3) = 3,1 \cdot (S_{Krea} \cdot 0,0113)^{-1,154} \cdot \text{věk}^{-0,203} \cdot F$$

F = 1,0 pro muže; 0,742 pro ženy

Ve všech MDRD rovnicích je hodnota  $S_{Krea}$  vyjádřena v  $\mu\text{mol/l}$ ,  $S_{Urea}$  v  $\text{mmol/l}$ ,  $S_{Alb}$  v  $\text{g/l}$  a věk v rocích. U žen je třeba takto vypočítanou hodnotu násobit příslušným koeficientem  $F$ .

Výsledek je vždy v  $\text{ml/s}$  na  $1,73 \text{ m}^2$  (neprovádíme dále přepočítání na standardní tělesný povrch). Sběr moči není nutný. (V.TEPLAN, 2010)

### **Odhad GF ze sérové koncentrace cystatinu C**

Cystatin C je polypeptid, který patří mezi inhibitory cysteinových proteáz. Endogenní produkce cystatinu C je konstantní a nezávisí na pohlaví, tělesné hmotnosti ani velikosti svalové hmoty.

Tato látka je volně filtrována v glomerulech a poté reabsorbována a metabolizována v proximálním tubulu. (T.ZIMA, 2013)

Pro výpočet GF ze sérové koncentrace cystatinu C se používá rovnice podle Grubba:

$$GF = 1,4115 \cdot S_{Cyst}^{-1,680} \cdot F$$

$F = 1,384$  pro děti do 14 let; 1 pro muže; 0,948 pro ženy

Koncentrace cystatinu C v séru je v  $\text{mg/l}$ , výsledek je v  $\text{ml/s}$  na  $1,73 \text{ m}^2$ . Tento výpočet je vhodné používat u pacientů s  $GF > 0,3 \text{ ml/s}$ . ([http://www.cskb.cz/res/file/KBM-pdf/2009/2-09/KBM0209\\_Dop\\_eGF.pdf](http://www.cskb.cz/res/file/KBM-pdf/2009/2-09/KBM0209_Dop_eGF.pdf))

### **5.6.2 Vyšetření tubulárních funkcí**

Hodnocení renální funkce se v současnosti zaměřuje prakticky pouze na měření či odhad glomerulární filtrace. Měření tubulárních funkcí není zařazováno k základním metodám funkčního vyšetření ledvin, ale v některých případech může významně přispět ke stanovení diagnózy. (O.VIKLICKÝ a kol., 2007)

V praxi se můžeme setkat s vyšetřením koncentrační schopnosti ledvin, sekrece a resorpce nízkomolekulárních látek a se schopností acidifikace či alkalizace moči. (<http://www.ceva-edu.cz/course/view.php?id=249>)



## 6. ZOBRAZOVACÍ VYŠETŘOVACÍ METODY

Mezi základní zobrazovací metody používané v nefrologii patří ultrasonografie, nativní snímek ledvin, vylučovací urografie, ascendentní uretero/pyelografie, počítačová tomografie, multidetektorová výpočetní tomografie, magnetická rezonance, renální angiografie a radionuklidové metody. (M.HORÁČKOVÁ a kol., 2012)

### 6.1 Ultrasonografie (USG)

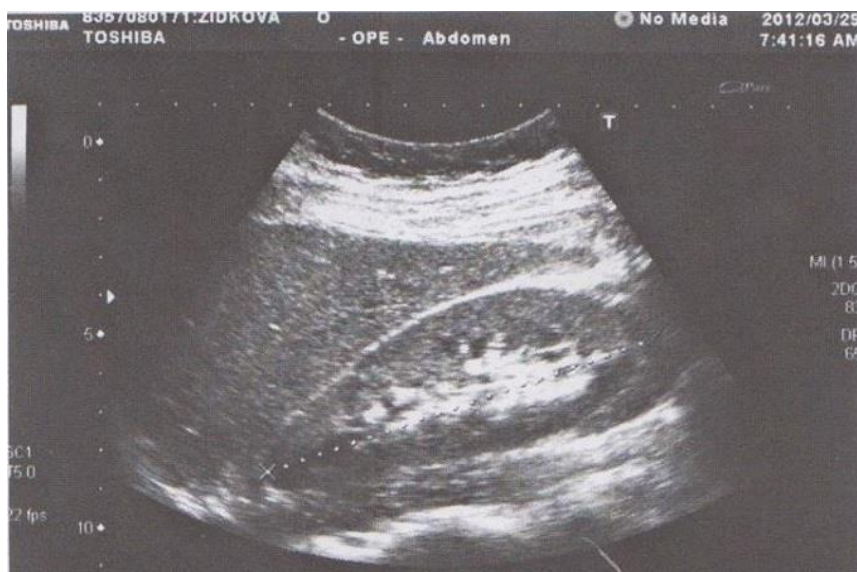
Ultrasonografie je dnes metodou první volby při zobrazování parenchymatózních orgánů dutiny břišní. Důvodem je snadná dostupnost, poměrně velká výpovědní hodnota a v neposlední řadě fakt, že pacienta nezatěžujeme zdravotním rizikem (ionizující záření, toxicita kontrastních látek). Lze tuto metodu provádět i u lůžka pacienta nebo na operačním sále v případě invazivního zákroku. (M.HORÁČKOVÁ a kol., 2012 a O.VIKLICKÝ a kol., 2007)

USG je diagnostická metoda založená na registraci ultrazvuku odraženého od tkání. Typicky se používají piezoelektrické sondy o frekvencích 2 – 18 MHz. Při vyšetření je nezbytné nanést gel na povrch sondy, který zajistí dobrý průchod vlnění do kůže. Na výsledném obrazu, ultrasonogramu, se hodnotí různé stupně echogenity jednotlivých struktur, tzn. schopnost tkání odrážet ultrazvukové vlny v určité míře, viz obrázek č. 4. (T.HANUŠ a kol., 2015)

USG nám dává informace zejména o velikosti ledvin (normálně velké ledviny u akutního selhání, malé svaštělé u chronického selhání), přítomnosti nádorů a cyst. USG je ideální i pro posouzení stupně dilatace dutého systému. Obvyklou indikací je i nefrolitiáza. Pro zobrazení cévních struktur je zapotřebí mít k dispozici přístroj s možností dopplerovského zobrazení. (T.ZIMA, 2013; J.DVOŘÁČEK, 2000; V.TEPLAN a kol., 2006)

Za ultrasonografické kontroly lze provést punkci dutého systému ledviny, založit nefrostomii, napunktovat a vyprázdnit cystu ledviny nebo odebrat bioptický vzorek tkáně. (T.HANUŠ a kol. 2015)

#### **Obrázek č. 4 Ultrasonografický obraz zdravé ledviny**



Převzato: M.HORÁČKOVÁ a kol., 2012

### **6.2 Počítačová tomografie ledvin (CT)**

CT je v současnosti vedle USG nejdůležitější zobrazovací metodou ledvin a močových cest. Nativní CT (bez kontrastní látky) lze použít u pacientů s alergickou reakcí na kontrastní látku. Toto vyšetření slouží zejména k detekci konkrementů nebo kalcifikací v parenchymu. Pro detailnější zobrazení parenchymu ledviny je nezbytné podání jodové kontrastní látky. Lze zobrazit i vývodné cesty močové, kdy je provedeno odložené CT vyšetření v tzv. vylučovací fázi. V tom případě se jedná o CT urografii. (J.FERDA, 2015)

U tohoto vyšetření je třeba pečlivě zvážit indikaci vzhledem k radiační zátěži, která je ve srovnání s vylučovací urografií vyšší. (T.HANUŠ a kol., 2015)

### **6.3 Multidetektorová výpočetní tomografie (MDTC)**

MDTC je moderní metoda, která umožňuje přesné anatomické zobrazení vyšetřované oblasti. Její rozlišovací schopnost je lepší v porovnání s magnetickou rezonancí.

Rychlý sběr dat umožňuje provedení vícefázového vyšetření:

- 1) Nativní vyšetření (diagnostika nefrolitiáz a urolitiáz),
- 2) Vyšetření v žilní předfázi (diagnostika periferního i centrálního žilního systému),
- 3) Vyšetření v arteriální fázi (zobrazení renálních tepen),
- 4) Vyšetření ve venózní fázi (zobrazení renálních žil),
- 5) Vyšetření ve fázi vylučovací (zobrazení vývodného močového systému – anatomické anomálie, stenózy a tumory, či únik KL při poranění dutého systému ledvin). Fáze vylučování KL v současnosti nahrazuje IVU.

Nevýhodou této metody je nutnost použití jodové kontrastní látky, při které hrozí nebezpečí vzniku alergické reakce. Při vyšetření se používá přednostně neionická kontrastní látka podávaná nitrožilně přetlakovým injektorem. (M.HORÁČKOVÁ a kol., 2012)

### **6.4 Magnetická rezonance (MR)**

MR je neinvazivní metoda s vysokou rozlišovací schopností, která se používá hlavně v diagnostice nádorů ledvin, komplikovaných cyst, při podezření na píštěle mezi orgány apod., viz obrázek č. 5.

Nejčastěji prováděné výkony trvají 10 – 30 minut, někdy i 45 minut a více. Doba vyšetření se prodlužuje v závislosti na požadované rozlišovací schopnosti.

Vyšetření se provádí s použitím kontrastní látky na bázi gadolinia. Toho se využívá u pacientů s alergií na jodovou kontrastní látku, která se podává u CT vyšetření.

Vyšetření je omezeno u pacientů s implantovanými feromagnetickými zařízeními, např. kardiostimulátory nebo kochleární implantáty či u pacientů s klaustrofobií. Její další omezení je u pacientů se sníženou renální funkcí, kdy může gadolinium způsobit závažné problémy. (T.ZIMA, 2013; T.HANUŠ a kol. 2015; M.HORÁČKOVÁ a kol., 2012)

Speciálními postupy je možné zobrazení dutého systému ledvin (tzv. MR-urografie) i jejich cévního systému (MR-angiografie). (V.TEPLAN a kol.,2006)

**Obrázek č. 5 Renální karcinom při vyšetření magnetickou rezonancí**



Převzato: <http://radiologieplzen.eu/wp-content/uploads/Sn%C3%ADmek32.jpg>

### **6.5 Nativní snímek ledvin – nefrogram**

Nativní snímek slouží hlavně k detekci konkrementů či kalcifikací v oblasti ledviny a vývodných cest. Konkrementy mohou být rentgen-contrastní (obsahující vápník - kalciumoxalátové a kalciumfosfátové), semikontrastní (např. cystinové) a struvitové.

Toto vyšetření umožňuje hodnotit velikost, tvar a uložení ledvin, dále skelet v rozmezí provedeného snímku, diagnostika jiných rentgen-contrastních těles, cévní či ureterální stenty apod., viz obrázek č. 6. (J.FERDA 2015; T.HANUŠ a kol., 2015; V.TEPLAN, 1998)

**Obrázek č. 6 Nativní snímek břicha – nefrolitiáza pravé ledviny**



Převzato: J.DVOŘÁČEK, 2000

## **6.6 Vylučovací urografie (IVU)**

Urografie je rentgenová metoda, která zobrazuje ledviny a vývodné močové cesty pomocí parenterálně (intravenózně) podané rentgen-kontrastní látky (jod). (J.DVOŘÁČEK, 2000)

Sleduje se vylučování kontrastní látky v čase. (T.HANUŠ a kol., 2015)

Před podáním kontrastní látky se vždy provádí nativní snímek ledvin pro posouzení velikosti, tvaru, uložení ledvin a jejich okolí, přítomnost kontrastních stínů v poloze ledvin a průběh močovodů a močového měchýře. Další rentgenový snímek se provádí těsně po dokončení aplikace kontrastní látky, kdy je maximální koncentrace kontrastní látky v proximálních tubulech (zobrazení parenchymu ledvin). Snímek za 15 minut po aplikaci KL zobrazuje kalichopánvičkový systém ledvin a močovodů. Pozdní snímek za 30 minut zachycuje kontrastně naplněný močový měchýř. (J.DVOŘÁČEK, 2000; V.TEPLAN a kol., 2006; <http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/radiodiagnosticke-vysetrovaci-metody-v-urologii.pdf>)

## **6.7 Mikční cystoradiografie**

Mikční cystografie je rentgenologická metoda, která slouží k zobrazení močového měchýře a posouzení jeho vyprazdňování, umožňuje hodnocení vezikouretrálního refluxu, viz obrázek č. 7. (V.TEPLAN a kol., 2006)

K provedení této metody je potřeba zavést katétr přes močovou trubici, vyprázdnit močový měchýř a následně plnit kontrastní látkou naředěnou fyziologickým roztokem. V maximální náplni se provede snímek cílený na močový měchýř. (J.FERDA, 2015)

Po naplnění se hodnotí velikost a tvar močového měchýře, jeho kontury a homogenita obsahu. U dospělých a starších dětí se katétr odstraní a vyzvou se k aktivnímu vymočení, jeho průběh se zaznamenává pomocí sériových snímků. U malých dětí lze provést mikci i se zavedeným katétrem. V této fázi lze nejlépe posoudit případný reflux do močovodů a hrdlo močového měchýře. (J.FERDA, 2015; V.TEPLAN a kol., 2006)

**Obrázek č. 7 Patologický nález při mikční cystoradiografii –  
vezikouretrální reflux**



Převzato: T.HANUŠ a kol., 2015

### **6.8 Ascendentní uretero/pyelografie**

Ascendentní uretero/pyelografie je přímá retrográdní aplikace kontrastní látky do močovodu nebo až do kalichopánvičkového systému. Tato aplikace KL se provádí pomocí ureterálního katétru za cystoskopické kontroly.

Vyšetření lze provést u pacientů s alergií na jodovou KL. Mezi další indikace patří obstrukce horních močových cest, tumory, podezření na poranění močovodu, píštěle a hydronefróza u afunkční ledviny. (J.DVOŘÁČEK, 2000; T.HANUŠ a kol., 2015)

### **6.9 Renální angiografie**

Renální angiografie je metoda, která spočívá v zobrazení cév po aplikaci kontrastní látky do cévního řečiště. ([www.urologieprostudenty.cz](http://www.urologieprostudenty.cz))

K aplikaci KL dochází při zavedení Seldingerova katétru přes femorální tepnu do renální arterie. (J.DVOŘÁČEK, 2000)

Tato metoda se používá u pacientů s podezřením na stenózu renální tepny. Obvykle ji však předchází neinvazivní metody. K méně častým indikacím patří úrazy (krvácení po renální biopsii), průkaz mnohočetných renálních tepen u dárců před transplantací ledvin apod. (T.ZIMA, 2013)

## 6.10 Dynamická scintigrafie ledvin (DSL)

DSL je nejdůležitější a nejčastěji používanou radionuklidovou metodou v nefrologii.

V této metodě jde o nitrožilní podání radioaktivní látky (radiofarmaka) a následně sledování její kinetiky (distribuce a vylučování indikátoru značeného radionuklidem) pomocí zobrazování nebo měření. (M.HORÁČKOVÁ a kol., 2012; <http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/radionuklidove-vysetrovaci-metody-v-urologii.pdf>)

Mezi nejčastěji používané indikátory patří  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA (kyselina diethylentriaminopentaoctová značená techneciem) - vylučována glomerulární filtrací (vhodná ke stanovení GF),  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG 3 (merkaptacetiltryglycin značený techneciem) a OIH (ortojodhippuran) značený jodem – vylučovány tubulární sekrecí. (M.HORÁČKOVÁ a kol., 2012)

Hodnocení se provádí vizuálně pozorováním obrazů distribuce radioaktivity v ledvinách a vývodných cestách močových a pomocí příslušného softwaru, který vygeneruje křivku časových změn množství radioaktivity pro každou ledvinu (nefrografická křivka).

Normální nefrografická křivka má tři fáze:

1. prudce stoupající (přítok krve s radiofarmakem do ledviny),
2. pomaleji stoupající (akumulace radiofarmaka z krve do ledviny),
3. klesající (odtok radiofarmaka s močí do močového měchýře). (<http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/radionuklidove-vysetrovaci-metody-v-urologii.pdf>)

Radionuklidové metody se používají hlavně k přesnému měření glomerulární filtrace a efektivního průtoku plazmy ledvinou, dále k separovanému hodnocení funkce obou ledvin, vyšetření tubulární sekrece apod. (T.ZIMA, 2013)

## 7. BIOPSIE LEDVIN

Jde o velmi důležitou vyšetřovací metodu, která umožňuje odebrat intravitálně vzorek ledvinné tkáně biopstickou jehlou. Vzorek takto získané tkáně je podroben důkladnému histologickému rozboru. Vyšetření světelnou mikroskopií je doplněno imunofluorescenčním vyšetřením a v případě diagnostických nejasností lze využít i elektronovou mikroskopii.

Renální biopsie se většinou provádí perkutánně u nemocného vleže na břiše. Vzorek se obvykle odebírá z dolního pólu levé ledviny. Tento pól je zaměřen ultrasonograficky, infuzní urografií nebo CT, viz obrázek č. 8. (T.ZIMA, 2013; V.TEPLAN, 1998)

Před tímto vyšetřením je nutné vyloučit hemokoagulační poruchu a nekontrolovanou hypertenzi. Jde především o prevenci velkého krvácení. (V.TEPLAN, 1998)

Hlavními indikacemi biopsie ledvin jsou podezření na rychle progredující glomerulonefritidu, nejasné akutní renální selhání, nefrotický syndrom (s výjimkou nemocných, kde je velká pravděpodobnost, že jde o komplikaci diabetes mellitus), proteinurie a hematurie nejasného původu, které nebylo možno objasnit jednoduššími metodami, renální postižení v rámci systémových onemocnění. (O.VIKLICKÝ a kol., 2007)

Biopsie je dále důležitou vyšetřovací metodou u lidí s transplantovanou ledvinou. (V.TEPLAN, 1998)

### **Vyšetření před provedením biopsie ledvin**

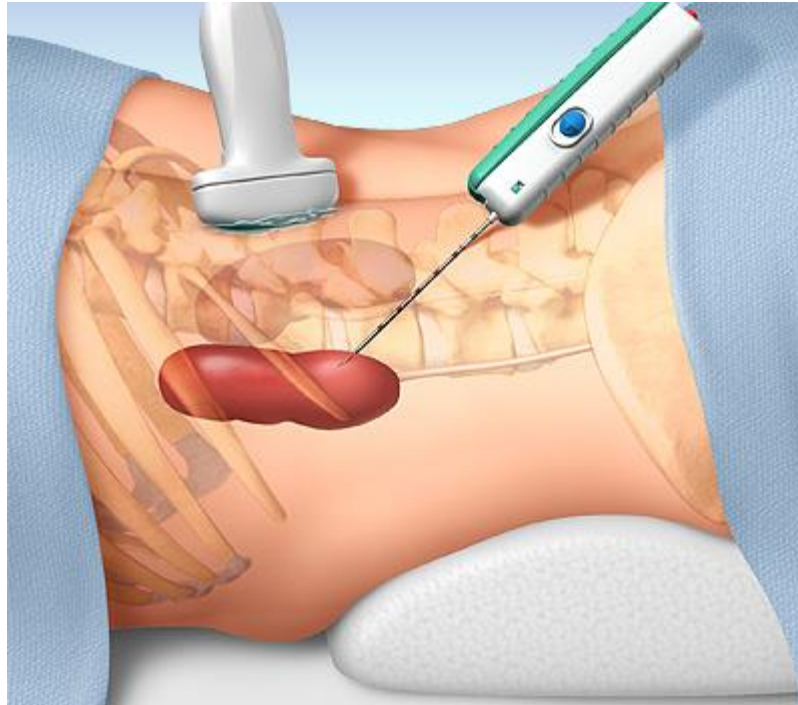
- Anamnéza a fyzikální vyšetření
- Krevní skupina
- Krevní obraz (trombocyty  $> 75 \times 10^9/l$ )
- Tromboplastinový test (INR), aktivovaný parciální tromboplastinový test (aPTT)
- Urea, kreatinin
- Kultivace moči
- Ultrasonografické vyšetření ledvin
- Krevní tlak
- Medikace (vysadit antiagregační a antikoagulační léčbu na adekvátní dobu před výkonem)

Pokud je podezření na koagulační abnormalitu, či má nemocný v anamnéze krvácivé komplikace, je nutné doplnit podrobnější hematologické vyšetření včetně koagulačních faktorů. (O.VIKLICKÝ a kol., 2007)



Závažné komplikace biopsie ledvin jsou naštěstí vzácné. Poměrně častý je ultrasonografický nález malého subkapsulárního hematomu, podstatně vzácnější je makroskopická hematurie. (T.ZIMA, 2013)

**Obrázek č. 8 Biopsie ledvin za USG kontroly**



Převzato: <http://www.mayoclinic.org/tests-procedures/kidney-biopsy/multimedia/kidney-biopsy/img-20005863>

## 8. IMUNOLOGICKÁ VYŠETŘENÍ

Imunologické vyšetření zahrnuje vyšetření humorální a buněčné imunity. Klinický význam má zejména vyšetření koncentrace imunoglobulinů (IgG, IgA, IgM a IgE) v séru, vyšetření složek komplementu (nejčastěji C3 a C4), a autoprotilátek (ANA – antinukleární protilátky, ds-DNA – protilátky proti dvouvláknové DNA, ENA – protilátky proti extrahovanému nukleárnímu antigenu, ANCA – protilátky proti cytoplazmě neutrofilních leukocytů a v neposlední řadě anti-GBM – protilátky proti bazální membráně glomerulů). (T.ZIMA, 2013)

Významné je také vyšetření zánětlivých ukazatelů:

- C-reaktivní protein (CRP),
- Antistreptolysin O (ASLO),
- Kryoglobuliny,
- Cirkulující imunokomplexy (CIK). (V.TEPLAN a kol., 2006)

## 9. ZÁVĚR

Cílem práce bylo zpřehlednit aktuálně používané vyšetřovací metody u ledvinných onemocnění.

V současnosti se využívají rozdílná vyšetření ledvin v závislosti na typu předpokládané patologie a také na stavu pacienta. Mezi nejjednodušší metody patří např. vyšetření moči pomocí diagnostických proužků. Mezi důkladnější metody patří např. ultrasonografie, počítačová tomografie a magnetická rezonance. Nevýhodou některých zobrazovacích metod je aplikace kontrastní látky, při které může dojít k alergické reakci pacienta nebo invazivnější postup, při kterém je zaveden katétr přes močové cesty.

## 10. LITERATURA

1. CHROMÝ, Vratislav a Jiří FISCHER. *Analytické metody v klinické chemii*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2000. ISBN 80-210-2363-5. str. 239-249
2. DOLEŽALOVÁ, Věra. *Principy biochemických vyšetřovacích metod*. 2. opr. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. ISBN 80-7013-206-X. str. 18-77; 165-169
3. DVOŘÁČEK, Jan. *Urologie praktického lékaře*. Vyd. 1. Praha: ISV, 2000. Lékařství. ISBN 80-85866-52-8. str. 35-44
4. FERDA, Jiří. *Základy zobrazovacích metod*. Praha: Galén, c2015. ISBN 978-80-7492-164-3. str. 37-39
5. HANUŠ, Tomáš a Petr MACEK. *Urologie pro mediky*. Vydání první. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-3008-3. str. 13-22
6. HORÁČKOVÁ, Miroslava, Otto SCHÜCK a Karel MATOUŠOVIC. *Preventivní nefrologie v příkladech*. 1. vyd. V Praze: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-1540-0. str. 5-27
7. MAČÁK, Jiří a Jana MAČÁKOVÁ. *Patologie*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0785-3. str. 202
8. MICHALEC, Čestmír. *Močový sediment a močové konkrementy*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1988. str. 17-19; 69-109
9. RACEK, Jaroslav. *Klinická biochemie*. 1. vyd. Praha: Galén, c1999. ISBN 80-7184-971-5. str. 53-58; 211-216
10. RYŠAVÁ, Romana a Pavel BREJNÍK. *Základy nefrologie 2011: doporučený diagnostický a léčebný postup pro všeobecné praktické lékaře*. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, 2011. ISBN 978-80-86998-46-6. str. 3-8
11. SCHREIBER, Michal. *Funkční somatologie*. Vyd. 1. Jinočany: H&H, 1998. ISBN 80-86022-28-5. str. 246
12. SCHÜCK, Otto. *Nefrologie pro praktické lékaře*. 1. vyd. Praha: Scientia medica, 1993. ISBN 80-85526-21-2. str. 103
13. SILBERNAGL, Stefan a Agamemnon DESPOPOULOS. *Atlas fyziologie člověka*. 6. vyd., zcela přeprac. a rozš. Přeložila Eliana Trávníčková. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0630-X. str. 148-150

14. ŠTERN, Petr. *Obecná a klinická biochemie: pro bakalářské obory studia*. 2., upr. vyd. Praha: Karolinum, 2011. ISBN 978-80-246-1979-8. str. 255-264; 173-176
15. TESAŘ, Vladimír a Otto SCHÜCK. *Klinická nefrologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-0503-6. str. 25; 75-80
16. TEPLAN, Vladimír. *Praktická nefrologie*. Vyd. 1. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-7169-474-6. str. 15-48
17. TEPLAN, Vladimír. *Infekce ledvin a močových cest v dospělém a dětském věku*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0566-4. str. 48
18. TEPLAN, Vladimír. *Praktická nefrologie*. 2. zcela přeprac. vyd. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1122-2. str. 38-72
19. TEPLAN, Vladimír. *Akutní poškození a selhání ledvin v klinické medicíně*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-1121-8. str. 85-106
20. VIKLICKÝ, Ondřej, Sylvie SULKOVÁ a Ivan RYCHLÍK. *Vyšetřovací metody v nefrologii a jejich klinická aplikace*. 1. vyd. Praha: Tigis, 2007. ISBN 978-80-903750-4-8. str. 50-94
21. VIKLICKÝ, Ondřej, Vladimír TESAŘ a Sylvie SULKOVÁ. *Doporučené postupy a algoritmy v nefrologii*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3227-5. str. 35
22. ZIMA, Tomáš. *Laboratorní diagnostika*. 3., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, c2013. ISBN 978-80-7492-062-2. str. 137-157

#### **Internetové zdroje:**

<http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/vysetreni-moce-a-uretralnich-segmentu.pdf>

<http://www.cskb.cz/res/file/doporuceni/dopGFR.pdf>

<http://www.labmark.cz/uriscan-10-sgl>

<http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/prehled-normalni-a-klinicke-anatomie-muzskeho-mocoveho-ustroji.pdf>

<http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/radiodiagnosticke-vysetrovaci-metody-v-urologii.pdf>

<http://radiologieplzen.eu/bricho-abdomen/>

[http://www.cskb.cz/res/file/KBM-pdf/2009/2-09/KBM0209\\_Dop\\_eGF.pdf](http://www.cskb.cz/res/file/KBM-pdf/2009/2-09/KBM0209_Dop_eGF.pdf)

<http://www.urologieprostudenty.cz/uploads/pdf/radionuklidove-vysetrovaci-metody-v-urologii.pdf>

<http://www.ceva-edu.cz/course/view.php?id=249>

[http://www.prevedig.cz/pict/fotogalerie/Odborne\\_texty/Vy%C5%A1et%C5%99en%C3%AD%20mo%C4%8Dov%C3%A9ho%20sedimentu.pdf](http://www.prevedig.cz/pict/fotogalerie/Odborne_texty/Vy%C5%A1et%C5%99en%C3%AD%20mo%C4%8Dov%C3%A9ho%20sedimentu.pdf)

<http://www.horpol.cz/okb/HVEZDAAARA.htm>

<http://www.nefrol.cz/odbornici/doporucene-postupy-cns>

### **Obrázky:**

Ledviny - <http://www.centrumzdravibrno.cz/grafika/ledviny.jpg>

Biopsie - <http://www.mayoclinic.org/tests-procedures/kidney-biopsy/multimedia/kidney-biopsy/img-20005863>

Magnetická rezonance - <http://radiologieplzen.eu/wp-content/uploads/Sn%C3%ADmek32.jpg>

Elektroforéza - <http://www.ceva-edu.cz/course/view.php?id=257>

## **11. PŘÍLOHY**

### **11.1 Seznam obrázků**

- Obrázek č. 1 Podélný řez ledviny 11
- Obrázek č. 2 Popis korového a juxtamedulárního nefronu 14
- Obrázek č. 3 Elektroforetické rozdělení proteinů v moči 36
- Obrázek č. 4 Ultrasonografický obraz zdravé ledviny 42
- Obrázek č. 5 Renální karcinom při vyšetření magnetickou rezonancí 44
- Obrázek č. 6 Nativní snímek břicha – nefrolitiáza pravé ledviny 44
- Obrázek č. 7 Patologický nález při mikční cystoradiografii – vezikouretrální reflux 46
- Obrázek č. 8 Biopsie ledvin za USG kontroly 49

### **11.2 Seznam tabulek**

- Tabulka č. 1 Zbarvení moči a její možné příčiny 18
- Tabulka č. 2 Druhy zápachů a jejich možné příčiny 20
- Tabulka č. 3 Horní hranice pro přiřazení arbitrárních jednotek 27
- Tabulka č. 4 Typy hematurií podle místa původu krvácení 28
- Tabulka č. 5 Referenční hodnoty 32
- Tabulka č. 6 Typy proteinurií a jejich možné příčiny 34
- Tabulka č. 7 Klasifikace proteinurie 36