

Základní vyšetření moče

Krátký název: Moč

Autor: MUDr. Daniel Rajdl, Ph.D.

Recenzenti: Doc. MUDr. Milan Dastych, CSc. MBA; MUDr. Marie Šolcová

Licence:

[Odkaz na on-line verzi \(pro off-line použití\)](#)

Obsah:

- [1. Odběr vzorku a preanalytika](#)
- [2. Fyzikální vlastnosti moče](#)
- [3. Chemické vyšetření moče testacním proužkem](#)
 - [3.1. Jednotlivá stanovení](#)
 - [3.1.1. Specifická hmotnost \(hustota\)](#)
 - [3.1.2. pH](#)
 - [3.1.3. Leukocyty, Nitrity](#)
 - [3.1.4. Bílkovina](#)
 - [Nefrotický syndrom](#)
 - [Poměr U_{protein}/U_{kreatinin}](#)
 - [3.1.5. Krev](#)
 - [3.1.6. Glukóza](#)
 - [3.1.7. Ketolátky](#)
 - [3.1.8. Bilirubin, urobilinogen](#)
- [4. Vyšetření močového sedimentu](#)
 - [4.1. Složení močového sedimentu](#)
 - [4.1.1. Erytrocyty](#)
 - [4.1.2. Leukocyty](#)
 - [4.1.3. Epitelie](#)
 - [4.1.4. Bakterie a kvasinky](#)
 - [4.1.5. Paraziti](#)
 - [4.1.6. Hlen](#)
 - [4.1.7. Válce](#)
 - [4.1.8. Krystaly](#)
- [5. Literatura](#)

Souhrn:

Ledviny jsou orgán, který zásadně pomáhá udržovat optimální vnitřní prostředí organismu. Prostředníkem této snahy je **moč**, která proto vypovídá o funkci ledvin a složení krve. Moč vzniká filtrováním krve přes síto glomerulární membrány nefronu* a následnými úpravami (zpětné vstřebávání důležitých látek - např. vody a vylučování látek odpadních - např. močoviny). Tyto úpravy zprostředkovávají ledvinné tubuly. Tato kapitola se zabývá základním vyšetřením moče, které by vždy mělo být nedílnou součástí vyšetření ledvin. Další testy ledvinných funkcí popisuje kapitola "Funkční zkoušky ledvin" [[Odkaz Ledviny - souhrn]].

* Nefron je základní funkční jednotka ledvin, která se skládá z glomerulu (klubko kapilár se selektivně propustnou filtrační membránou, zde se krev filtruje, vzniká primární moč) a tubulů (základně rozlišujeme tubulus proximální, Henleho kličku, distální tubulus a sběrné kanálky). Funkcí tubulů je vstřebávat, vylučovat, metabolizovat ... Základy fyziologie a patofyziologie ledvin najdete ve zvláštní kapitole [[Odkaz na Ledviny příprava/nefron]].

1. Odběr vzorku a preanalytika

Moč je jeden z nejsnáze získatelných biologických materiálů a její vyšetření přináší cenné informace. Zároveň jde o potenciálně infekční biologický materiál, proto při zacházení s těmito vzorky je nutné použití rukavic. Nejvíce chyb, které mohou úplně znehodnotit výsledek vyšetření, najdeme ve způsobu odběru vzorku, jeho skladování a nedodržení maximálního času do provedení analýzy. Základní druhy klinicky používaných vzorků jsou uvedeny v *Tabulce 5.1*.

druh moče	typické použití	poznámka
první ranní	moč chemicky a sediment zjištění těhotenství	viz také náhodný vzorek
druhá ranní	moč chemicky a sediment, albuminurie, glykosurie	např. pro vyšetření válců, buněčných elementů a krystalů vhodnější než první ranní vzorek (stabilnější) albuminurie se vyjadřuje v mg/mmol kreatininu
náhodný vzorek	moč chemicky a sediment, bakteriologie (kultivace + citlivost), amyláza ... ¹	odebráno kdykoliv během dne
katetrizovaná	bakteriologie (kultivace + citlivost)	
sběr 24 hodin	<ul style="list-style-type: none"> ● clearance kreatininu ● odpady do moče 	<ul style="list-style-type: none"> ● časté chyby sběru ● např. odpady iontů (Na⁺, K⁺, ...), proteinu, dusíku, hormonů

¹ Náhodný vzorek můžeme použít i při kvantifikaci jakékoliv látky v moči. Naměřenou koncentraci vydělíme koncentrací kreatininu ve vzorku (Ux/Ukrea) a tím zajistíme korekci na variabilní podíl vody ve vzorku.

krátký sběr (cca 4 h)	frakční exkrece	viz funkční zkoušky ledvin [[odkaz Ledviny 2.1.]]
pediatrický vzorek ("chytaná" moč ²)	moč chemicky a sediment (malé děti s plenkami)	upozornit rodiče na obtížnost odběru

Tabulka 1 – Vzorky moče: základní druhy a jejich použití

"Nesbírané" (jednorázové) močové vzorky obecně odebíráme po pečlivém očištění genitálu (ale rozhodně stačí očista v rámci běžné hygieny, není přijatelné např. drastické použití desinfekčních prostředků), do zkumavky zachytíme střední proud moče (minimálně cca 2-3 s od počátku močení). U žen během menstruace nelze správný vzorek (bez cévkování ...) odebrat. Sběr moče obvykle provádíme 24 hodin (ale i kratší intervaly jsou možné) a postup je následující:

- pacient se ráno po probuzení vymočí mimo sběrnou nádobu
- od té doby sbírá veškerou svou moč do připravené nádoby (ev. více nádob)
- dalšího dne ráno se po probuzení (přesně za 24 h) ještě vymočí do sběrné nádoby
- následuje promíchání celého objemu nasbírané moče (pokud je více nádob, je nutné slít je do jedné velké), změření objemu moče (s přesností na 100 ml) a odebrání reprezentativního vzorku

Od vyšetření, které vyžadují sběr moče (např. clearance kreatininu) je v současnosti odklon, protože sběr je často zatížen velkou chybou (neúplný sběr, špatné promíchání vzorku, nepřesné změření objemu vzorku ...) a pro pacienty je nekomfortní³. Existuje-li tedy relativně spolehlivá alternativa bez sběru moče, preferujeme ji.

U každého jednotlivého močového analytu je vhodné dodržet čas od odběru vzorku do vlastní analýzy (konkrétní příklady viz dále). Pokud jej nelze dodržet (např. nelze zajistit včasný transport vzorku do laboratoře), mohou někdy pomoci konzervační činidla, která tento čas prodlouží. Nejjednodušším a nejčastějším konzervačním opatřením je chlad a tma, tj. lednice. Uchování v lednici zabrání významnému růstu bakterií přibližně na 24 hodin. Před vlastní analýzou je nutné vzorek nechat temperovat na pokojovou teplotu (jinak mohou v sedimentu být precipitované amorfní fosfáty a uráty, zvýšená specif. hmotnost). Chemické konzervanty jsou obvykle vhodné jen pro jednu nebo několik málo analýz a s jinými stanoveními mohou naopak interferovat a v praxi se používají spíše ve specifických aplikacích (viz preanalytika [[odkaz Preanalytika 3.2.1.]]). Existují i komerčně dostupné zkumavky, které (dle výrobce) mohou zajistit spolehlivou konzervaci vzorku až na 72 hodin (při pokojové teplotě).

Pokud nejsou vzorky moče dodány do laboratoře (a analyzovány) včas, může dojít k významnému ovlivnění výsledků. Některé změny jsou vázány na namnožení bakterií ve vzorku:

² Dítě pobíhá volně bez plenek a rodič za ním ve snaze zachytit spontánní proud moče až přijde čas. Zejména při snížené hydrataci dítěte velmi psychicky i časově náročný úkol. Zvýšené úsilí však vyváží spolehlivý výsledek vyšetření. Alternativně lze použít komerčně dostupné sběrné sáčky pro děti (nalepí se okolo genitálu, jsou sterilní), nicméně takto odebraný vzorek nemusí být optimální (zejména při delším nalepení při dehydrataci dítěte, není střední proud ...).

³ Zajištění vhodných podmínek pro sběr může být při běžném životním stylu aktivního člověka v ambulantním uspořádání složité.

bakterie metabolizují glukózu (a ta pak ve vzorku klesá), některé bakterie mají enzym ureázu (ta metabolizuje močovinu ve vzorku na CO_2 a NH_3 [amoniak] - ten naváže H^+ za vzniku NH_4^+ , čímž zvýší pH vzorku). Dále se např. mohou odpařit ketolátky nebo oxidovat bilirubin (na světle). Podrobnosti najdete v kapitole Preanalytika [[odkaz Preanalytika 3.2.1.]].

2. Fyzikální vlastnosti moče

Mezi fyzikální vlastnosti moče můžeme zařadit hustotu, vzhled (barvu, zákal), zápach nebo dokonce i chuť⁴. O hustotě pojednáme dále, ostatní fyzikální vlastnosti moče mají obvykle jen velmi orientační až zanedbatelný diagnostický význam.

Vzhled moče může být hlavním důvodem, proč pacient navštíví lékaře. Normální moč je slámově žlutá a intenzita tohoto zbarvení obvykle zhruba odpovídá hustotě moči. Normální moč je rovněž čirá, bez zákalu (vyloučíme-li chybný odběr vzorku či arteficiální změnu - např. vysrážení urátů, fosfátů při skladování v lednici). Nejčastější patologická zbarvení moče shrnuje *Tabulka 2*.

Barva	Příčina	Poznámky
Světle žlutá až bezbarvá	normální po větším příjmu tekutin; polyurie při diabetu mellitu, diabetu insipidu	při polyurii je zvýšený objem moče/24 hod; u diabetu mellitu glukóza v moči
Tmavě žlutá	koncentrovaný vzorek, užívání riboflavinu (vitamin B ₂)	normální v prvním ranním vzorku nebo po namáhavém cvičení
Jantarová	dehydratace při horečce nebo popáleninách	
Oranžová	bilirubin, urobilin (žlutooranžový - vzniká fotooxidací urobilinogenu), léky (např. nitrofurantoin), karoteny z potravy	Bilirubin i urobilinogen lze detekovat testáčním proužkem (po fotooxidaci nikoliv)
Žlutozelená, žlutohnědá	biliverdin (oxidací bilirubinu)	test na bilirubin je pak falešně negativní
Růžová/červená/hnědá	přítomnost krve, hnědý je methemoglobin (oxidací hemoglobinu při kyselém pH moče); hemoproteiny (myoglobin,	Erythrocyty, hemoglobin i myoglobin reagují s testáčním proužkem na krev (pozitivní výsledek). Rozlišit lze vzhledem moče (v

⁴ V současné době již nepřijatelný způsob testování, dříve používaný např. k diagnostice diabetu mellitu (sladká moč).

	hemoglobin porfyriny (krev chemicky je negativní) léky (např. rifampicin) potraviny (syrová řepa + alkalická moč = červená ; ostružiny + kyselá moč = červená; borůvky [růžová -> červená], senna [žlutá až červenohnědá], rebarbora [hnědá])	přítomnosti krve bývá zakalená) nebo séra (při intravaskulární hemolýze může být červené, u myoglobinurie ne); nebo specifickými testy (myoglobin v moči, komplement fixační reakce...)
Hnědá Černá	bilirubin, urologický čaj, melanom, alkaptonurie	chemický průkaz krve je negativní
Modrá/Zelená	bakteriální infekce (Pseudomonas), léky (metylenová modř, amitryptilyl ...), vrozené poruchy metabolismu aminokyselin ⁵ , otrava fenolem	

Tabulka 2 – Nejčastější patologická zbarvení moče (modifikováno dle [2]).

Zákal moče nemusí být patologickou známkou (chyby odběru - zejména u žen; přítomnost spermií; bílý zákal může způsobit precipitace urátů či fosfátů ve vzorku skladovaném v lednici), ale často je zákal patrný v přítomnosti leukocytů a bakterií (močová infekce) nebo krve. Nezvyklý **zápach moče** může upozornit na ketoacidózu (ovocný, sladký zápach) nebo dědičnou poruchu metabolismu (např. myšina, “jako když se potí vlk” u fenylketonurie; jako javorový sirup u nemoci javorového sirupu).

3. Chemické vyšetření moče testacním proužkem

Patří k velmi častým orientačním vyšetřením, která nás přiblíží nebo nasměrují k definitivní diagnóze a léčebnému zásahu. Nejčastěji se chemické vyšetření moče indikuje u těchto onemocnění a stavů:

- infekce močových cest
- diabetes mellitus
- zjištění ledvinných funkcí + podezření na onemocnění ledvin (screening)
- žloutenky (hyperbilirubinémie)

V ambulantních podmínkách se výsledek testu nejčastěji odečítá okem, v nemocničních laboratořích je proces automatizován a více objektivizován (měření na principu reflexní

⁵ Obecně vrozené poruchy metabolismu aminokyselin mohou být spojeny s kuriózními zbarveními moče jako je modrá (metabolismus tryptofanu). Jde o velmi vzácná onemocnění.

fotometrie). Správný postup při použití testačního proužku:

1. Vzorek moče dobře promíchejte
2. Vzorky, které byly uskladněny v lednici, nechte ohřát na pokojovou teplotu
3. Proužek krátce ponořte celý do vzorku
4. Nadbytek moče otřete o okraj zkumavky a proužek položte na savý jednorázový materiál (buničinu ...)
5. Porovnejte zbarvení reakčních políček s barevnou škálou od výrobce (obvykle je na obalu). Odečítejte ve správném čase (viz instrukce výrobce) a při dobrém světle.
6. Při interpretaci nezapomeňte na možné interference a preanalytické chyby

3.1. Jednotlivá stanovení

Testační proužky obsahují buď jednotlivá stanovení nebo jejich kombinaci (např. zaměřenou na diagnostiku močové infekce nebo sledování kompenzace diabetu mellitu), často však obsahují všech 10 nejčastějších parametrů. Následuje výčet jednotlivých testů - princip stanovení je zmíněn jen, když je důležitý pro interpretaci výsledků (rel. časté falešně pozitivní nebo falešně negativní výsledky).

3.1.1. Specifická hmotnost (hustota)

Specifická hmotnost vyjadřuje poměr hustoty vzorku k destilované vodě, jde tedy o bezrozměrné číslo. Specifická hmotnost plazmy je 1,010, v definitivní moči zdravého člověka se nejčastěji pohybuje mezi 1,015 a 1,025⁶. Může se měřit fyzikálně (např. hustoměrem nebo refraktometrem) nebo chemicky⁷. Jednotlivé principy měření neposkytují srovnatelné výsledky, nej přesnější je měření osmometrem⁸.

Specifická hmotnost moče je odrazem tubulárních funkcí ledvin (sekrece a resorpce iontů a hlavně vody) a může být jednou z prvních známek poškození ledvin (zejména ztráta reakce na změny příjmu tekutin).

indikace: rozlišení prerenální a renální příčiny selhání ledvin, testování koncentrační schopnosti ledvin (v této indikaci je třeba měřit přesněji jako osmolalitu moče, viz také Funkční zkoušky ledvin [[odkaz Ledviny 2.2.2.]]).

U prerenální příčiny selhání ledvin (např. dehydratace) lze očekávat vysokou spec. hmotnost moče (maximální koncentrace), u renální příčiny jsou tubulární funkce primárně poškozeny a ledviny produkují málo koncentrovanou moč.

3.1.2. pH

⁶ Může se však pohybovat mezi 1,003 a 1,035 (vzorky se spec. hmotností < 1,003 pravděpodobně nejsou moč, > 1,035 může být po aplikaci RTG kontrastních látek i.v.). Velmi široké rozmezí je dáno vlivem hydratace (příjmu tekutin) na tento parametr.

⁷ Případně jako osmolalita nejčastěji kryoskopicky (viz funkční zkoušky ledvin).

⁸ Osmolalita závisí jen na počtu částic v roztoku. Hustota je ovlivněna i velikostí částic. Na⁺ tedy zvýší hustotu vzorku méně než větší urea nebo glukóza. Chemický princip měření specifické hmotnosti (na testačním proužku) detekuje pouze ionty, není tedy ovlivněn přítomností urey, glukózy nebo kontrastní látky, ale přítomnost proteinu (aniontu) falešně zvyšuje výsledky. Klinicky jsou tato omezení pro orientační charakter vyšetření obvykle zanedbatelná.

Koncentrace vodíkových iontů v moči je odrazem rovnováhy produkce, metabolismu a vylučování H^+ , nicméně může být i příznakem onemocnění ledvin a močových cest. pH první ranní moče se pohybuje mezi 5-6, náhodný vzorek u zdravého člověka však může mít pH 4,5 až 8 (alkaličtější po jídle, kyselejší po fyzické námaze, vliv diety ...)⁹. Referenční rozmezí pro pH moče je tedy spíše zavádějící a je třeba výsledek hodnotit spolu s dalšími daty (stav acidobazické rovnováhy ...). U acidózy nacházíme kyselou moč a u alkalózy zásaditou (kompenzace nebo korekce [\[\[odkaz ABR\]\]](#) poruchy ledvinami; samozřejmě jen nejsou-li ledviny příčinou poruchy acidobazické rovnováhy). Rostlinná strava (s nízkým obsahem proteinů, např. u vegetariánů) obvykle vede k nižší základní produkci H^+ a alkaličtější moči.

indikace: hlavně diagnostika infekce močových cest, ale i hodnocení poruch acidobazické rovnováhy nebo diagnostika a sledování léčby urolitiázy [\[\[odkaz tam\]\]](#)

Močové infekce způsobené bakteriemi s ureázou (např. Klebsiella) způsobují alkalické pH moče. Tvorba močových kamenů je také závislá na pH moče, např. nejčastější močové kameny (oxaláty vápenaté) vznikají v kyselé moči a při prevenci recidiv je vhodné (hlavně dietními opatřeními) udržovat alkaličtější pH moče.

Falešně vysoké hodnoty můžeme očekávat při pozdním dodání vzorku (činnost bakterií, viz výše), falešně nízké při kontaminaci reagenty ze sousedního detekčního políčka (často stanovení proteinu, kde reakce probíhá v silně kyselém prostředí).

3.1.3. Leukocyty, Nitrity

Hlavním účelem obou testů je vyloučení/potvrzení podezření na **močovou infekci**¹⁰ a následně příp. indikaci mikrobiologické kultivace moče a identifikace patogena a jeho citlivosti k antibiotikům. Neslouží tedy k přesné diagnostice a terapii močových infekcí (to provádíme na základě mikrobiologického vyšetření). U testu na leukocyty detekujeme jeden z enzymů (esterázu) granulocytárních leukocytů. U testu na nitrity využíváme schopnost bakterie redukovat dusičnany (nitráty) na dusitany (nitrity). To umí např. enterobakterie (patří sem např. E. coli nebo Proteus). Podmínkou správné positivity (citlivosti) tohoto testu je, že moč byla v močovém měchýři min 4 hodiny (nutné pro redukcí dostatečného množství nitrátů) a že má pacient dostatečné množství dusičnanů v potravě¹¹.

indikace: diagnostika, screening infekce močových cest

3.1.4. Bílkovina

Stanovení bílkoviny (albuminu) testáčným proužkem je jedno z nejdůležitějších základních vyšetření moče, protože může včas odhalit rozvíjející se renální patologii. Zdravým glomerulem pronikne malé množství albuminu (rel. molekulová hmotnost je cca 70 kDa) a všechny malé proteiny (mikroproteiny). Většina těchto fyziologicky profiltrovaných proteinů je však zpětně vstřebávána buňkami proximálního tubulu. Při onemocnění ledvin je buď poškozena glomerulární

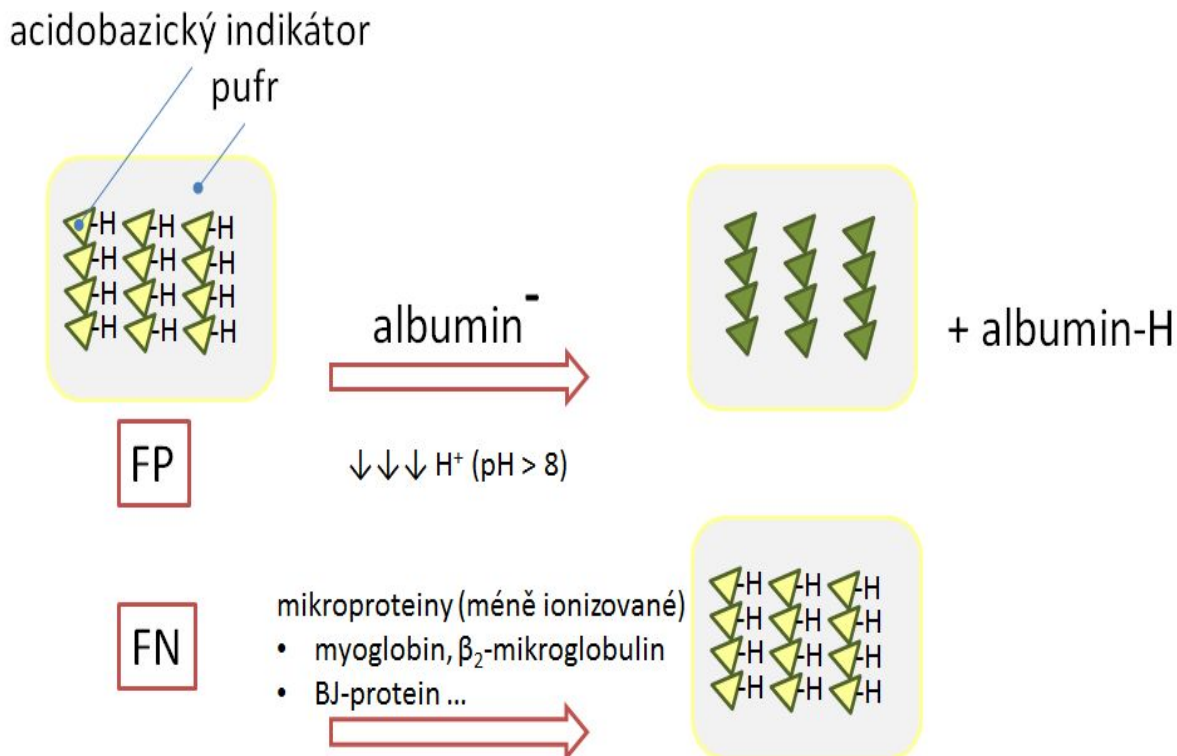
⁹ Vzorky moče s pH < 4,5 a > 9 jsou indikací k novému odběru (pravděpodobná kontaminace nebo arteficiální namnožení bakterií s ureázou).

¹⁰ Zejména v případech nejasných klinických potíží, pro časný záchyt cystitid.

¹¹ Hlavním dietním zdrojem dusičnanů je zelenina. Proto např. u některých hospitalizovaných pacientů (např. hladovějící v souvislosti s operačním zákrokem, na parenterální výživě) může být vyšetření nitritů v moči falešně negativní.

membrána (glomerulární proteinurie) nebo tubulární buňky (tubulární proteinurie). Hranice pro proteinurii je stanovena na 150 mg/24 hodin.

Princip stanovení: acidobazický indikátor, který mění zbarvení v přítomnosti proteinu (zejména albuminu, který má hodně vazebných míst pro protony a může je indikátoru odebrat). Aby nedocházelo ke změně zbarvení i vlivem změn pH moče, je v proužku pufr, který zajišťuje stálé (kyselé) pH okolo 3 (viz Obrázek 1). Tento způsob stanovení je nejcitlivější na albumin (pro ostatní proteiny není tolik citlivý). Proužek obvykle zachytí koncentrace albuminu vyšší než 150 mg/l.



Obrázek 1 – Princip stanovení bílkoviny v moči diagnostickým proužkem a možné falešné pozitivitu a negativitu.

Falešně pozitivní výsledky mohou způsobit silně alkalické (pH > 8) a pufované moče tím, že indikátoru odeberou protony (a změni jeho barvu) i bez přítomnosti albuminu. Řešením je u silně alkalických močí použít jiný test (např. precipitace s kys. sulfosalicylovou) nebo vyšetření opakovat s časovým odstupem (např. u nekomplikovaných močových infekcí s vysokým pH moče je rozumné stanovení zopakovat po antibiotické terapii uroinfekce).

Falešně negativní výsledky můžeme očekávat u většiny prerenálních a tubulárních proteinurií (rel. nízká koncentrace proteinu v moči a nízká citlivost indikátoru), včetně Bence-Jonesovy bílkoviny (volné lehké řetězce v moči při mnohočetném myelomu). Rovněž albumin v pásmu střední albuminurie (3-30 mg/mmol kreatininu) nebývá standardními testovacími proužky detekován (více o albuminurii viz Diabetes [[odkaz na Diabetes 7.1]]).

Existují i jiné způsoby stanovení proteinu (albuminu) v moči testacím proužkem, které tolik netrpí interferencí pH (např. precipitační reakce s kyselinou sulfosalicylovou nebo novější

chromogenní a imunochemické proužkové metody).

Proteinurii obvykle dělíme¹² dle lokalizace příčiny na (viz Obrázek 2):

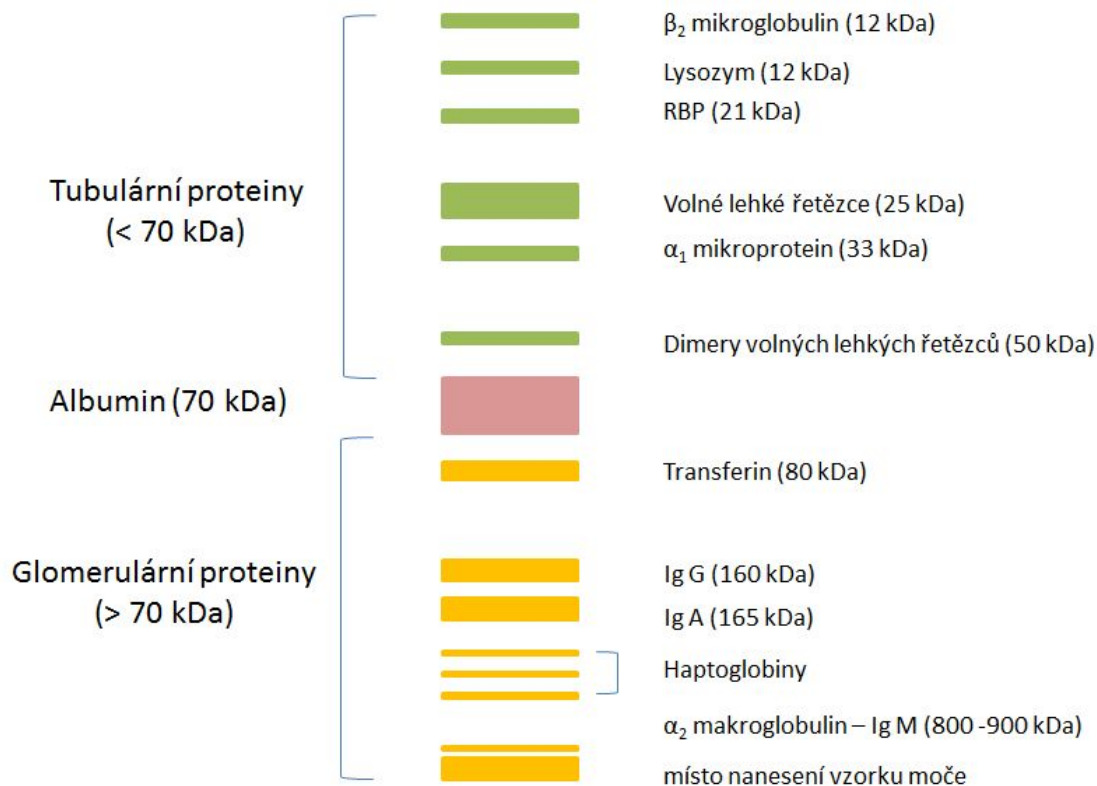
- *prerenální*¹³ - je způsobena zvýšenou nabídkou mikroproteinu (proniká i zdravým glomerulem) tubulům, které jej nestačí vychytat. Obvykle jde o menší množství proteinu (do 1 g/den). Příkladem takových proteinů jsou β_2 -mikroglobulin, α_1 -mikroglobulin, reaktanty akutní fáze, Bence-Jonesova bílkovina, myoglobin či hemoglobin. Přítomnost těchto proteinů obvykle primárně neznamena poškozenou funkci ledvin a často není testacím proužkem vůbec detekováno. Při podezření na Bence-Jonesovu bílkovinu je nutné provést elektroforézu sérových bílkovin (ev. i změřit koncentraci volných lehkých řetězců v séru) a imunofixaci moče.
- *renální* - příčinou proteinurie je poškození ledvin na úrovni glomerulů nebo tubulů. *Glomerulární proteinurie* je způsobena vyšší propustností glomerulu¹⁴ a vyskytuje se např. u mnohých glomerulonefritid, diabetické nefropatie nebo amyloidózy ledvin. *Tubulární proteinurie* je podmíněna poškozením (zejm. proximálních) tubulů - např. při otravách těžkými kovy (Hg, Cd), jako nežádoucí účinek některých léků (gentamicin, cyklosporin, cisplatina, litium ...) nebo při některých virových infekcích¹⁵.
- *postrenální* - přítomny jsou proteiny z odvodných cest močových (např. α_2 -makroglobulin nebo IgM), příčinou může být zánět nebo krvácení, ev. preanalytická chyba (menstruační krev, prostatický sekret, spermie..)

¹² Klasickým laboratorním testem pro určení typu proteinurie je SDS-PAGE elektroforéza, kde se proteiny dělí dle velikosti (a snadno pak můžete určit jejich původ)

¹³ Někde také označována za "over-flow" proteinurii.

¹⁴ Můžeme ji dále dělit na selektivní (glomerulární membránou pronikají albumin, příp. i transferin) a neselektivní (glomerulární membránou pronikají i velké proteiny jako imunoglobulíny). Prognóza a odpověď na terapii bývá u chorob s glomerulární selektivní proteinurií lepší.

¹⁵ V současnosti se pro diagnostiku tohoto typu proteinurie někdy používá stanovení rel. stabilních mikroproteinů v moči (cystatinu C nebo α_1 -mikroglobulinu)



Obrázek 2 – Rozdělení proteinů v moči dle velikosti při elektroforéze (probíhá v polyakrylamidovém gelu a bílkoviny jsou obvykle “obaleny” dodecylsíránem sodným – SDS-PAGE).

Nefrotický syndrom

Nefrotický syndrom můžeme definovat jako proteinurii, která je schopná způsobit hypoalbuminémii a otoky. Množství proteinurie se může lišit, obvykle bývá > 3,5 g/24 h. Z příčin nefrotického syndromu jmenujme glomerulonefritidu s minimálními změnami, proliferativní glomerulonefritidu nebo systémový lupus erythematodes.

Poměr U_{protein}/U_{kreatinin}

Tento poměr se zdá velmi užitečný a praktický a může nahradit sběr moče při kvantifikaci proteinurie. Poměr se obvykle vyjadřuje v mg (proteinu)/mmol (kreatininu) a číselně je pak hranicí pro proteinurii 15 mg/mmol a pro nefrotický syndrom 350 mg/mmol.

3.4.5. Krev

princip stanovení: oxidace chromogenu (detekční barvy) hemem (pseudoperoxidázová aktivita hemu). Detekuje se *hem*, proto je proužek citlivý jak na **erythrocyty** (ty lyzují při kontaktu s reakčním políčkem), tak i na **hemoglobin** nebo **myoglobin** (obsahuje také hem). *Falešně pozitivní* výsledky můžeme naměřit, pokud jsou ve vzorku oxidační činidla (např. zbytky desinfekčních přípravků z dekontaminace zkumavky), falešně negativní výsledky jsou

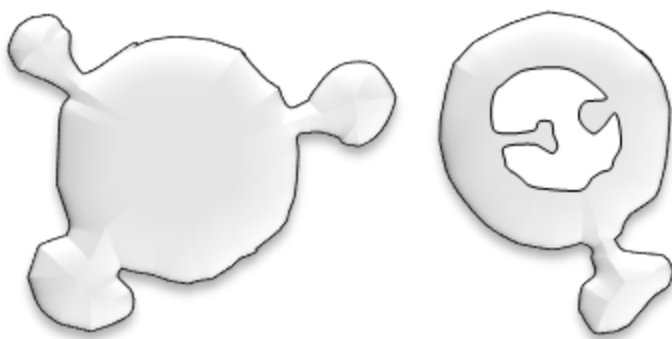
pozorovány u klasických testů v přítomnosti vysoké koncentrace vitamínu C¹⁶.

Dle intenzity rozlišujeme hematurii:

- *makroskopickou* (viditelnou okem, růžové až červené zbarvení moče, přítomný zákal - více viz vzhled moče [[odkaz na 2.]])
- *mikroskopickou* (detekovatelnou mikroskopicky nebo chemicky).

Dle příčiny rozlišujeme hematurii:

- *prerenální* - do moči se dostane **hemoglobin** (z intravaskulárně rozpadlých erytrocytů - např. při hemolytické anémii, při inkompatibilní transfúzi) nebo **myoglobin** (např. při rozsáhlejší poranění svalů, u popálenin, vzácný následek hypolipidemické léčby statiny a fibráty) z krve. Masivnější přítomnost každého ze jmenovaných proteinů může způsobit akutní selhání ledvin (obstrukce tubulů precipitovaným proteinem)¹⁷. Mikroskopicky erytrocyty nenacházíme. Při rozlišování, zda jde o myoglobin či hemoglobin, vycházíme z anamnézy, vzhledu moče a séra (viz Tabulka 3 [[odkaz]]) nebo z dalších laboratorních testů (vysoká aktivita LD a neměřitelný haptoglobin u hemolytické anémie; vysoká CK a AST při poškození svalů ... nebo lze oba proteiny rozlišit imunochemickým stanovením jejich koncentrace).
- *renální* - někdy také nazývaná *glomerulární*, kdy příčinou bývá glomerulonefritida. Od *non-glomerulární* hematurie ji můžeme odlišit pomocí *mikroskopie ve fázovém kontrastu*. Zde se opticky zvýrazní okraje erytrocytů v moči - u glomerulární erythrocyturie najdeme *dysmorfní erytrocyty*¹⁸ (typické jsou erytrocyty s "pučícími výběžky", tzv. akantocyty - následek průchodu glomerulárním sítím, viz *Obrázek 5.3*). Tento typ hematurie bývá často provázen proteinurií a vyskytují se erythrocytární válce (viz také níže).



Obrázek 3 – Dysmorfní erytrocyty (akantocyty) - schéma. Akantocyty jsou typické při glomerulárním původu erytrocytů.

- *subrenální* - někdy také nazývaná *non-glomerulární*, kdy příčinou může být krvácení do

¹⁶ Všimněte si podobnosti interferencí se stanovením glukózy. U obou je základním principem oxidace chromogenu (a tedy oxidující látky budou způsobovat falešně pozitivní výsledky a redukující naopak). Novější proužky zabraňují ovlivnění výsledku vitamínem C přidáním látky, která jej zoxiduje a ten pak neinterferuje.

¹⁷ Základním preventivním opatřením (prevence akutního selhání ledvin) u masivní myoglobinurie a hemoglobinurie je zvýšený přísun tekutin.

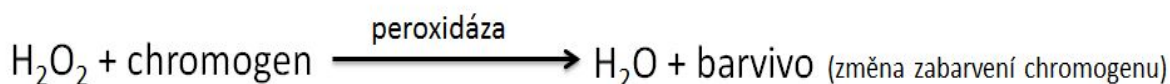
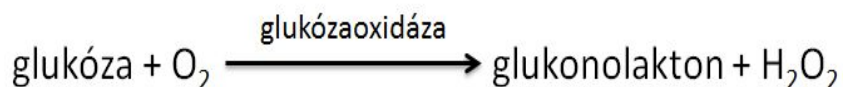
¹⁸ Akantocyty se velmi snadno rozpadají, je tedy nutné včasné dodání vzorku do laboratoře, ideálně vzorek odebrat přímo v laboratoři.

močových cest při jejich zánětu, urolitiáze, nádoru močových cest nebo ledvin. Relativně často se setkáváme s traumatickým krvácením po cévkování (zejm. při současné antikoagulační terapii). Charakteristické pro tento typ hematurie je relativně minimální proteinurie. Ve fázovém kontrastu najdeme erythrocyty normálního tvaru (bikonkávní, piškotovité).

Někdy se vyskytuje i tzv. ponámahová hematurie (přechodná, po velmi intenzivní fyzické námaze, po prochlazení) nebo arteficiální (pacient vědomě přidá krev do vzorku moče).

3.1.6. Glukóza

princip stanovení: oxidace chromogenu (detekční barvy) peroxidem vodíku vzniklým enzymatickým rozkladem glukózy (glukóza je oxidována glukózaoxidázou na glukonolakton a H_2O_2). Stanovení je specifické pro glukózu (ostatní redukující cukry jako je galaktóza nebo fruktóza nereagují)¹⁹.



FP: oxidace - oxidační činidla (desinf. přípravky)

FN: redukce - redukční činidla (vit. C - vynechat 1 den před odběrem)

Falešně pozitivní výsledky můžeme očekávat v přítomnosti oxidujících látek (např. některé desinfekční prostředky použité k dekontaminaci zkumavky), falešně negativní výsledek nacházíme v přítomnosti kyseliny askorbové (vitamin C²⁰) nebo nejčastěji při pozdním dodání vzorku (bakteriální rozklad).

indikace: zejména prvotní diagnostika diabetu mellitu.

U zdravého člověka je glukóza profiltrovaná glomerulem prakticky úplně vstřebána v proximálním tubulu. Pokud však koncentrace v krvi přesáhne cca 10 mmol/l (tzv. renální práh pro glukózu), tubulární buňky ji již nestačí vyloučit a objeví se v moči. Příčinou glykosurie tedy může být:

- nejčastěji překročení renálního prahu pro glukózu (jako je tomu u diabetiků).
- snížení renálního prahu (Fanconiho syndrom, i u zdravých jedinců) - označujeme ji renální glykosurií
- v těhotenství, kde je zvýšená glomerulární filtrace (tedy i zvýšené množství glukózy,

¹⁹ Stále se užívá reakce s Benediktovým činidlem ($CuSO_4$ v alkalickém prostředí + zahřátí $\rightarrow Cu_2O$ [zabarvení precipitátu od modrozelené do cihlově červené]). Hlavní postavení má při screeningu galaktosémie a v některých zemích se doporučuje provést toto stanovení u všech dětí do 2 let věku.

²⁰ Někteří výrobci přidávají do reakční směsi látku, která je schopná askorbát oxidovat a tím zabrání interferenci se stanovením glukózy

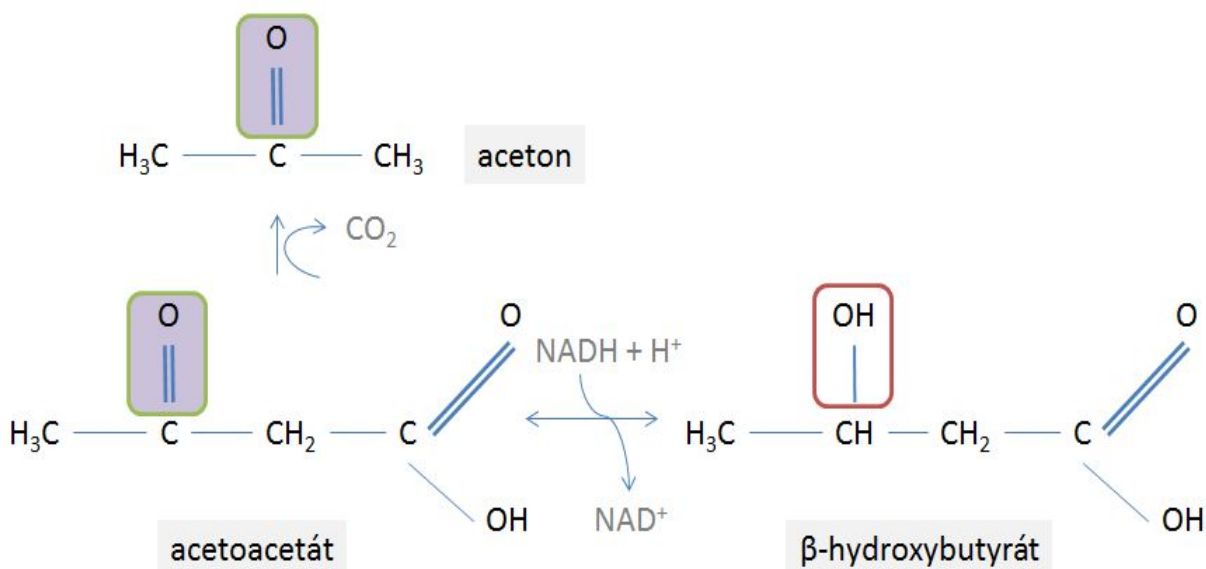
keré projde tubuly) a může být i snížený renální práh pro glukózu.

I u zdravého člověka se může po jídle bohatém na sacharidy objevit glykosurie. Proto pro (orientačně)²¹ diagnostické účely je vhodné používat druhou ranní moč a pacient by měl být nalačno až do odběru vzorku (v první ranní moči může být postprandiální glukóza z večerního jídla). Je vhodné připomenout, že citlivost tohoto testu není ideální (glukóza se objeví v moči až když je koncentrace v krvi vyšší než 10 mmol/l), renální práh pro glukózu může být značně individuální a může se měnit v průběhu diabetu mellitu. Glykosurie je tedy jen jednoduchým orientačním diagnostickým testem, pro sledování kompenzace diabetika se nehodí.

3.1.7. Ketolátky

princip stanovení: reakce ketoskupiny s nitroprusidem (v alkalickém prostředí)

Ketolátky vznikají převážně neúplnou oxidací volných mastných kyselin (z tuků) v situacích, kdy je nedostatek glukózy (hladovění, diabetes mellitus - zejm. 1. typu, velká fyzická zátěž, zvracení ...). Mezi ketolátky řadíme β -hydroxybutyrát (BHB) a jeho oxidovanou formu acetoacetát (AcAc), jehož spontánní dekarboxylací vzniká *aceton*²² - viz Obrázek 5.4 [[odkaz]].



Obrázek 4. Ketolátky. Všimněte si fialově podbarvené ketoskupiny acetoacetátu a acetonu (reagují s nitroprusidem). U β -hydroxybutyrátu je ketoskupina nahrazena hydroxylovou, s nitroprusidem tedy nereaguje.

Kvantitativně v moči převažuje β -hydroxybutyrát (asi 80%), zbytek tvoří acetoacetát (acetonu je zanedbatelné množství). S nitroprusidem reaguje pouze ketoskupina acetoacetátu a acetonu. Např. při těžké diabetické ketoacidóze doprovázené hypoxií a šokem nebo při alkoholické ketoacidóze může dojít k významnému zvýšení poměru BHB/AcAc. Vzhledem k tomu, že BHB s nitroprusidem nereaguje, může v této (výjimečné) situaci dojít ke kvantitativnímu podhodnocení výsledků.

²¹ Definitivní diagnostika diabetu mellitu se provádí z plazmy (viz Diabetes mellitus [[odkaz na Diabetes 4.]])

²² Více o patofyziologii ketolátek najdete v acidobazická_rovnovaha_priprava -> produkce H^+

Indikace: hlavně sledování kompenzace diabetu mellitu, zejména inzulinoterapie u diabetiků 1. typu. Objeví-li se ketolátky v moči u diabetika 1. typu (na inzulinoterapii), znamená to, že má nedostatek inzulínu a je třeba přizpůsobit jeho dávku.

3.1.8. Bilirubin, urobilinogen

Konjugovaný bilirubin v krvi (na rozdíl od nekonjugovaného, který je navázaný na albumin) volně proniká do moče, kde jej detekujeme např. při obstrukční žloutence nebo při poškození jater. Urobilinogen se v moči objeví např. při poškození jater nebo při hemolytické anémii. Více v kapitole Játra [[odkaz Játra 5.]].

4. Vyšetření močového sedimentu

Vyšetření močového sedimentu doplňuje informace získané z chemického vyšetření moče testačním proužkem. Každá laboratoř má vlastní algoritmus pro zpracování vzorku a provádění vyšetření močového sedimentu. Obvykle je chemické vyšetření "screeingové" a jen při jeho patologickém výsledku (většinou při pozitivitě leukocytů, nitritů, krve nebo proteinurii) pokračujeme s analýzou močového sedimentu. Vyšetření ve většině případů již probíhá na automatických analyzátořech z promíchaných, nezahuštěných vzorků moče. Principem stanovení je buď softwarová analýza digitálního mikroskopického obrazu nafocené digitální kamerou nebo průtoková cytometrie (identifikace elementů je založena na měření impedance, rozptylu světla a fluorescenci). Při nejasnostech však má stále rozhodující slovo klasické mikroskopické vyšetření²³, které je prováděno po standardním zahuštění centrifugací (např. 12 ml moče centrifugovat 5 min při 400 RCF, bez brzdění; následně odebrat pipetou 11 ml, resuspendovat a nanést na sklíčko²⁴). Vyšetření lze provádět v nativním vzorku nebo po obarvení (zdůraznění jader, buněčných membrán a dalších struktur). Výsledky vydáváme jako počet elementů v 1 μ l.

Velmi důležité je správné odebrání a včasné zpracování vzorku - buňky i válce se velmi rychle rozpadají zejména v hypotonické a alkalické moči. Močový sediment by měl být zpracován *do 1 hodiny po odběru*.

4.1. Složení močového sedimentu

Močový sediment zdravého člověka může obsahovat celou řadu formovaných struktur. Patří sem i malé množství erytrocytů (< 5/ μ l), leukocytů (<10/ μ l), některé epitelové buňky (hlavně dlaždicové epitelie), hyalinní válce nebo různé krystaly. Nejčasteji v normálním močovém sedimentu naleznete jen několik dlaždicových epitelii a hlen.

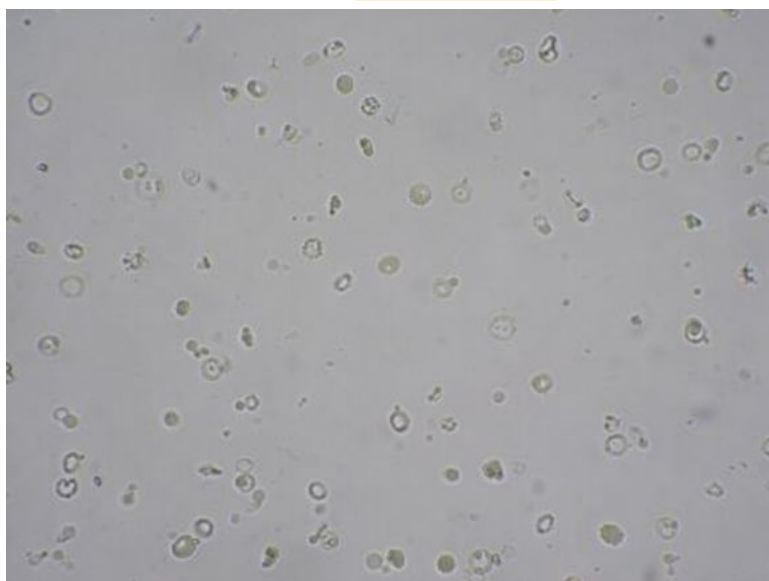
4.1.1. Erytrocyty

V močovém sedimentu hlavně potvrzujeme, zda případná chemická pozitivita krve testačním

²³ Ev. mikroskopie ve fázovém kontrastu (dysmorfní erytrocyty, identifikace válců a některých buněk).

²⁴ Jsou komerčně dostupná mikroskopická sklíčka, která tuto fázi standardizují (objem nanášeného vzorku).

proužkem je doprovázena erythrocyturií nebo ne a jde spíše o myoglobinurii či hemoglobinurii. Dále v močovém sedimentu rozlišujeme erythrocyty glomerulárního a non-glomerulárního původu (Obrázek 5, viz také výše [\[\[odkaz na 3.4.5.\]\]](#)).



Obrázek 5 – Dysmorfní erythrocyty.

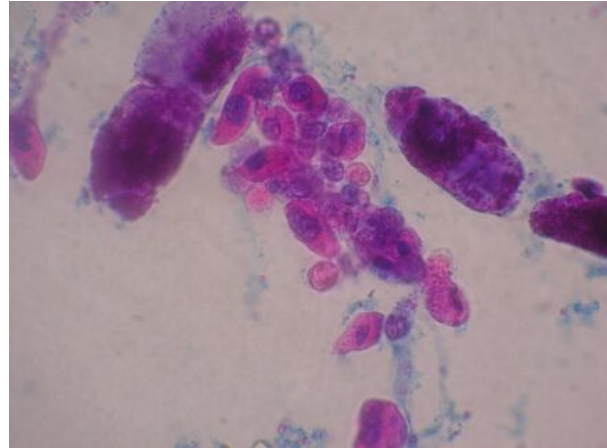
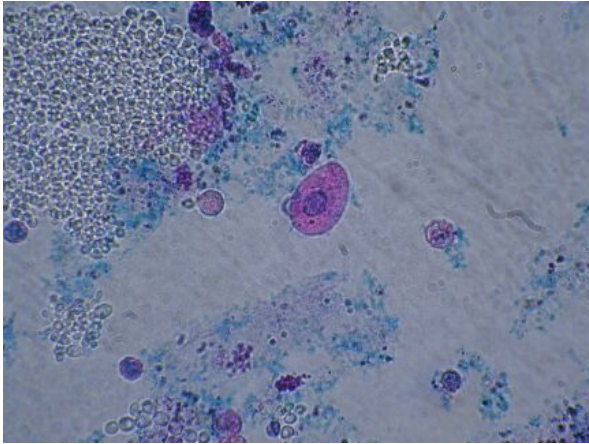
4.1.2. Leukocyty

Leukocyty v močovém sedimentu jsou obecné známkou zánětu močové soustavy. Jeho etiologie může být infekční (pyelonefritida, cystitida ...) nebo neinfekční (např. autoimunitní poškození). Nejhojněji bývají zastoupeny *neutrofily*, diagnózu léky indukované intersticiální nefritidy může podpořit nález *eosinofilů* (je nutné speciální barvení).

4.1.3. Epitelie

Dle původu epitelíí můžeme rozlišit:

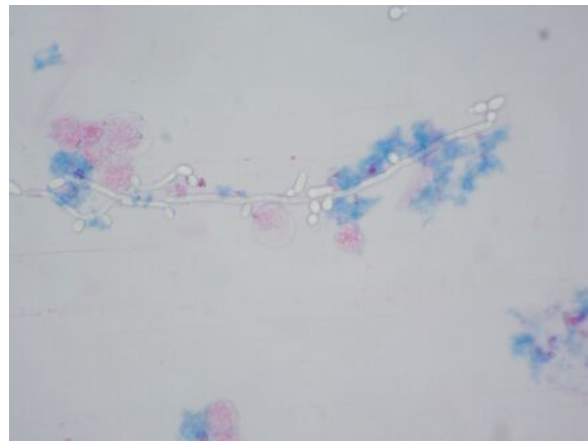
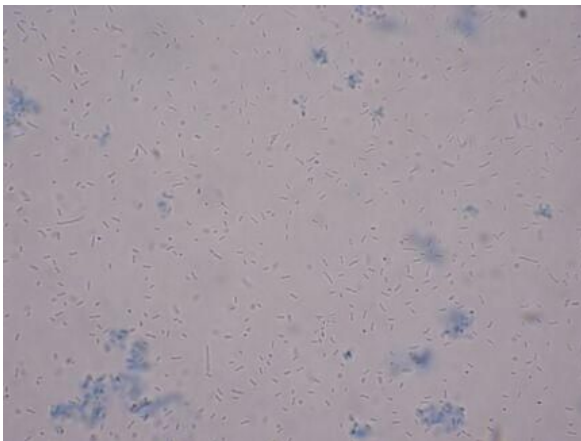
- **dlaždicové** (pochází z vaginy a z dolní 1/3 močové trubice) - velké buňky s centrálně uloženým jádrem (veliké přibližně jako erythrocyt), *fyzilogická* součást moče
- **přechodné** (výstelka od ledvinných pánviček, přes kalichy, močovody, močový měchýř až po prox. část uretry) - menší než dlaždicové, centrálně uložené jádro, různých tvarů (sférické, "s ocáskem" ...), v malém množství fyziologicky, velké množství po katetrizaci a dalších invazivních zákrocích, atypické buňky při nádorech nebo virových infekcích
- **tubulární** buňky (pocházejí z tubulů - mají různý tvar dle lokalizace (trojhranné, kulaté [jádro je oproti přechodným epit. excentricky], kubické) - vždy patologické, známka tubulární nekrózy (např. otrava těžkými kovy, hemoglobin a myoglobinurie, nefrotoxické léky, virové infekce [HBV], akutní rejekce transplantátu)



Obrázek 6 – Buňka přechodného epitelu (vlevo) a tubulární buňky (vpravo).

4.1.4. Bakterie a kvasinky

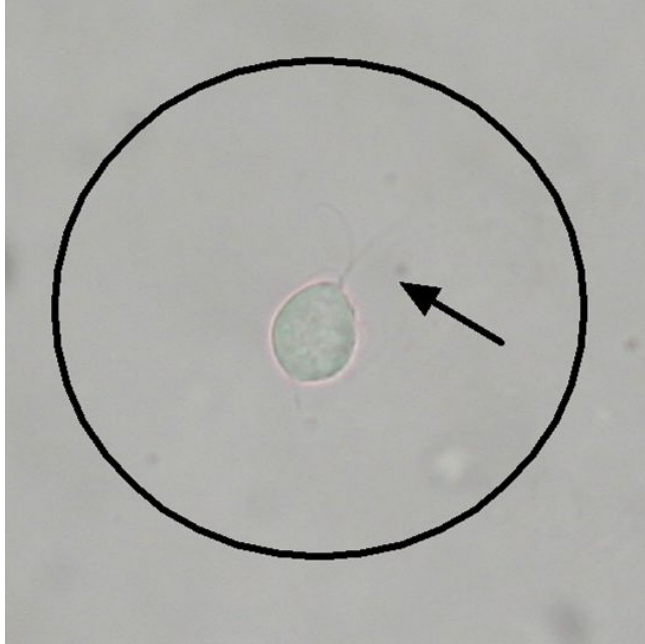
Přítomnost bakterií spolu s leukocyturií je obvykle známkou močové infekce (*Obrázek 2*). Výskyt kvasinek (*Obrázek 7*) bývá častější u diabetiků (glykosurie + kyselá moč), imunosuprimovaných a pacientek s vaginální moniliázou. Izolovaná bakteriurie a výskyt kvasinek (zejm. při nesterilním odběru a při pozdním dodání vzorku) nemá diagnostický význam.



Obrázek 7 – Záplava bakterií (vlevo - připomíná "rozsypaný čaj") a kvasinky (vpravo). Všimněte si pučících kvasinek a mycelia, které pomáhají při odlišení od erytrocytů.

4.1.5. Paraziti

Nejčastěji se můžeme setkat s *Trichomonas vaginalis*, která je typická 3 bičíky a undulující membránou (viz *Obrázek 8*) a způsobuje záněty vagíny.



Obrázek 8 – *Trichomonas vaginalis* v nebarveném preparátu. Šipka ukazuje na 3 bičíky.

4.1.6. Hlen

Hlen je protein původem ze žlázek urogenitálního traktu nebo z tubulů (Tamm-Horsfallův protein). Často se vyskytuje i ve fyziologických močích, nemá diagnostický význam (může se však zaměnit za hyalinní válce - viz dále).

4.1.7. Válce

Válce se formují v distálních partiích nefronu. Jsou složeny z Tamm-Horsfallova proteinu, který tubulární buňky secernují, a dalších součástí lišících se dle konkrétní patologie (např. erythrocyty, leukocyty ...). Jejich tvar (šířka) kopíruje rozměr tubulů - široké válce pocházejí tedy vždy z patologicky dilatovaných tubulů.

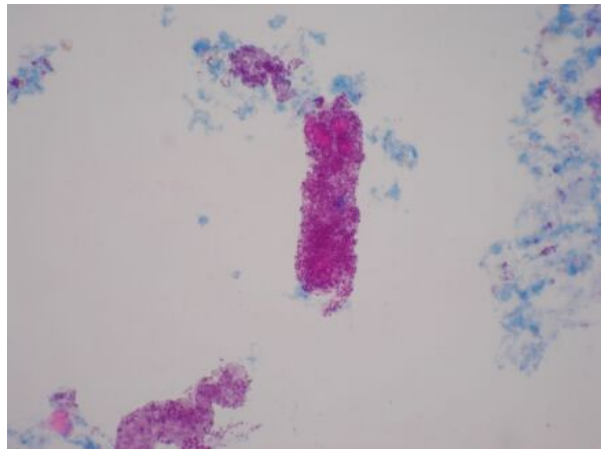
Některé válce obsahují *buněčné* struktury:

- **erythrocytární** (při erythrocyturii glomerulárního původu)
- **leukocytární** (při pyelonefritidě)
- **epiteliální** (obsahující tubulární buňky - např. při toxickém poškození těžkými kovy, jedy a léky; u rejekce transplantátu), někdy se těžko odlišují od leukocytárních
- **bakteriální válce**, někdy obsahují i leukocyty, můžeme je najít u pyelonefritidy

Dále rozlišujeme válce **hyalinní** (nejčastější, malé množství může být fyziologické, velké počty ukazují nespecificky na patologii ledvin - ak. glomerulonefritida, pyelonefritida, chronická ren. insuficience ...), **granulované** (granula pocházejí z lysozomů renálních tubulárních buněk, nebo z rozpadu leukocytů; diagnostický význam je sporný - dle dalšího nálezu může znamenat tubulární poškození, leukocyturii nebo nemusí být známkou patologie) a **voskové** ("válce chronického renálního selhání", obvykle se nacházejí spolu s dalšími válci). Zjednodušeně se dá říci, že postupem času (s pokračující stázou moče v tubulu) se z hyalinního válce v tubulu stává granulovaný a nakonec voskový.



Lekocytární válec (nebarvený preparát)



Granulocytární válec (barveno dle ...)



Voskový válec

Obrázek 9 – Válce.

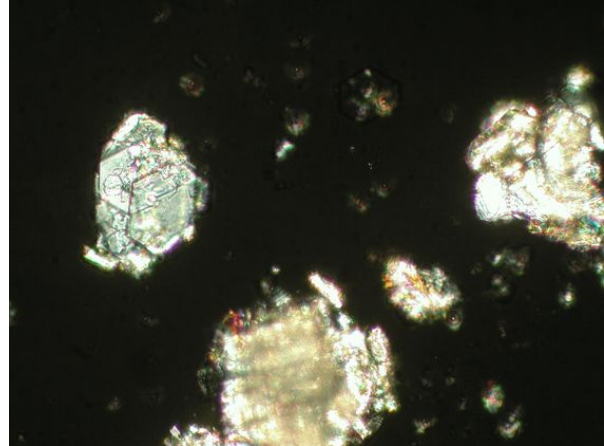
4.1.8. Krystaly

Nález krystalů v moči obvykle není známkou patologie, nedá se podle něj ani usuzovat na druh urolitiázy²⁵ (je-li přítomna). Výjimkou jsou *cystinové* krystaly, které se v moči zdravého člověka vyskytovat nemohou. Záplava oxalátových krystalů může doprovázet otravu etylénglykolem (spolu s metabolickou acidózou, viz Toxikologie [[odkaz na Toxikologie 6.3.]]).

²⁵ Např. nejčastější kámen je oxalát (šfavelan) vápenatý, nicméně oxalátové krystaly se v moči běžně vyskytují i u zcela zdravých lidí (dietní zdroje oxalátů - špenát, rebarbora ...)



Oxalátové krystaly ("obálky")



Šestiboké krystaly cystinu

Obrázek 10 – Krystaly.

5. Literatura

1. Racek, J. (2006). *Klinická biochemie (2nd ed.)*. Praha: Galén.
2. William J Marshall a Stephen K. Bangert, *Clinical Biochemistry: Metabolic and Clinical Aspects*, 2nd ed. (Churchill Livingstone, 2008).
3. Strasinger, S. K., & Lorenzo, M. S. D. (2008). *Urinalysis and Body Fluids (5th ed.)*. F. A. Davis Company.
4. Tesař Vladimír, Zima Tomáš, Racek Jaroslav, Teplan Vladimír, Friedecký Bedřich, Kratochvíla Josef, Granátová Jana, Kubiček Zdenek (2010): *Doporučení České nefrologické společnosti a České společnosti klinické biochemie ČLS JEP k vyšetřování proteinurie*, <http://www.cskb.cz/res/file/doporučení/dop-proteinurie.pdf>