

# VOJENSKÉ ZDRAVOTNICKÉ LISTY

---

ROČNÍK LXXVIII

BŘEZEN 2009

ČÍSLO 1

---

## ANALÝZA MOČI

<sup>1,2</sup>Miloš TICHÝ, <sup>3,4</sup>Václav MONHART

<sup>1</sup>Fakultní nemocnice, Ústav klinické biochemie a diagnostiky, Hradec Králové

<sup>2</sup>Univerzita obrany, Fakulta vojenského zdravotnictví, katedra válečného vnitřního lékařství, Hradec Králové

<sup>3</sup>Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta UK a Ústřední vojenské nemocnice, Interní klinika, Praha

<sup>4</sup>KlinLab, s. r. o., Praha

### Souhrn

*Při postižení ledvin má velký význam časné stanovení diagnózy a zahájení terapie. V předloženém sdělení dáváme stručný přehled některých metod, které v současnosti nabízí klinická biochemie k vyšetření moči.*

*Práce se také zabývá historií analýzy moči a podrobněji se věnuje novým metodám vyšetření funkce ledvin.*

**Klíčová slova:** Analýza moči; Ledviny; Kreatininová klířence, Cystatin C.

### Urine Analysis

### Summary

*Early determination of diagnosis and initiation of therapy is very significant in kidney disorder. In submitted publication we give a brief survey of methods, which clinical biochemistry offers for examination of urine nowadays. The publication gives a short review of the history of urine analysis and deals with new methods for determination of glomerular filtration in details.*

**Key words:** Urine; Kidney; Proteinurie; Creatinine; Cystatine C.

### Stručná historie analýzy moči

První biologický materiál, který byl zkoumán ve vztahu k nemoci byla moč. Hlavní metodou, která byla pro zkoumání této základní tělesné tekutiny používána, bylo využití vlastních smyslů. Tato metoda, nazývaná uroskopie, je důležitou součástí historie diagnostiky v lékařství. Uroskopie je tedy zkoumání moči podle barvy, konzistence, pachu a chuti.

První popsání využití moči k diagnostickým účelům je od Hippokrata (460–377 př. n. l.). V Aforismech napsal: „...vytvoří-li se na povrchu moči pěna, indikuje dlouhodobé onemocnění ledvin“. Šlo

vlastně o průkaz bílkoviny v moči. Galénos (201 až 130 př. n. l.) diagnostikoval cukrovku podle pozorování velkého objemu vylučované moči. Rufus z Efesu, který žil v 1. století n. l. v Alexandrii, popsal hematurii. Tradice antických lékařů měla pokračování v pracích lékařů arabských a perských. Avicenna (980–1037) byl perský lékař, který pracoval v období rozkvětu islámské vědy. Ve svém spise „Canon“ se věnoval také analýze moči. Celou kapitulu věnoval metodám sběru a vyšetřování moči. Vzorek moči se sbíral po lačnění celou noc do skleněné širokohrdlé nádoby a pak byl pozorován. Před sběrem moči bylo zakázáno užívat diure-

tika, léky, víno, kosmetické přípravky, jež by mohly ovlivnit barvu moči. Celkem bylo podle Avicenny možné získat z moči informace o 17 chorobných stavech. Vrcholu popularity dosáhla uroskopie ve středověku a v období renesance v Evropě. Po více než 500 let byl lékař zobrazován, jak zkoumá nádobu s močí, a tato nádoba bývala často i emblémem označujícím profesi lékaře a jeho ordinaci. Na mnoha obrazech byli znázorněni patroni lékařů sv. Kosma a sv. Damián. Svatý Kosma vždy drží nádobu s močí, a reprezentuje tak diagnostickou část medicíny, sv. Damián má v rukou buď knihu, hmoždíř s paličkou nebo dózu s léčivem, a reprezentuje tak terapii v medicíně nebo farmácii.

První racionální poznatky o analýze moči pocházejí z 18.–19. století. Průkaz bílkoviny v moči provedl jako první Frederick Dekkers (r. 1694) v Leydenu, a to povařením nebo přidáním kyseliny octové, nicméně objev průkazu proteinurie je přisuzován neapolskému lékaři Domenicu Cotugnovi (1736 až 1822). V roce 1773 byla Rouellem izolována z moči močovina a v roce 1776 Karl Wilhelm Scheele izoloval z močového kamene kyselinu močovou.

Významným objevem v lékařství 19. století byl průkaz tzv. Bence Jonesovy bílkoviny v moči nemocného mnohočetným myelomem (1847). Dochází k rozvoji nemocničních laboratoří. V roce 1845 ve Všeobecné nemocnici na Karlově náměstí vzniká Pathologicko-chemické laboratorium, které vedl PhMr. Lerch, mimořádný profesor chemie lékařské fakulty. Od 1. června 1872 byly na všech lékařských fakultách rakouského mocnářství zřízeny katedry užité lékařské chemie. Vedoucím katedry na pražské fakultě se stal v roce 1883 prof. Horbaczewski, který kromě jiného vypisuje i přednášky „Analýza moče“.

V roce 1866 pražský Moritz Popper přináší jako první označení hemoglobinurie a roku 1858 mladý Jan Bohumil Eiselt (1831–1908) jako první popsal melanogenurii. V roce 1886 Jaffe publikoval metodu na stanovení kreatininu reakcí s kyselinou pikrovou v alkalickém prostředí, kterou do laboratorní praxe zavedl O. Folin roku 1904. V roce 1931 Rehberg použil clearance exogenního kreatininu pro určení glomerulární filtrace. Miller a Winkler poukázali na to, že kreatinin je vylučován nejen glomerulární filtrací, ale částečně i tubulární sekrecí, a v roce 1935 navrhli využívat kreatinin endogenní. Longsworth provedl první elektroforetické studie bílkovin moči roku 1939. První indikátorové papírky na analýzu moči byly papírky Albustix na průkaz přítomnosti albuminu v moči, které vyvinu-

ly manželé Free v roce 1957. Kvantitativní močový sediment zavedl v roce 1925 Addis. V roce 1971 našel Mogensen u nemocných s nově diagnostikovaným inzulin dependentním diabetem zvýšenou albuminurii, která se normalizovala po terapii inzulinem. V roce 1982 pak Viberti publikoval poznatek, že mikroalbuminurie je ukazatel nastávající diabetické nefropatie.

### **Přehled vybraných současných metod používaných k analýze moči**

V klinicko-laboratorní praxi je asi nejčastějším příznakem upozorňujícím na onemocnění ledvin průkaz bílkoviny v moči – proteinurie. Velice jednoduše ji prokážeme semikvantitativně pomocí indikačních papírků. Toto stanovení je založeno na „protein error of pH indicators“. Tento jev zjistil roku 1909 Sørensen a je založen na přítomnosti albuminu v moči, což je příčinou posunu změny zabarvení pH-indikátoru. Pokud je proteinurie tvořena i jinými bílkovinami než albuminem, je výsledek podhodnocen (volné lehké řetězce Ig, proteiny akutní fáze apod.). Při alkalickém pH moči (nad 7,5) a při dehydrataci organismu můžeme obdržet falešně pozitivní výsledek. Horní hranice normální proteinurie je 150 mg/den.

Na fyziologické proteinurii se podílí do 30 mg albumin a zbývajících 120 mg tvoří proteiny secernované tubulem a vývodovými cestami (Tamm-Horsfallův glykoprotein, IgG, IgA). Ztráty bílkovin za 24 hodin zjišťujeme ze sbírané moči kvantitativním stanovením, nejčastěji těmito metodami: s biuretovým činidlem, s pyrogallovou červení a precipitačními metodami s měřením zákalu.

Monitorování denních ztrát bílkovin nás informuje o případné progresi onemocnění. V glomerulech se denně přefiltruje asi 150 l primární moči a ve filtrátu je až několik gramů bílkoviny, která se prakticky úplně resorbuje v tubulech ve zdravé ledvině. Filtrace proteinů závisí na 3 základních podmínkách: na velikosti molekuly, na náboji molekuly a na hemodynamickém stavu v glomerulárních kapilárách. Proteinurie do 2 g/den znamenají většinou dlouhodobě benigní nález. Nad 2 g/den jsou téměř vždy známkou glomerulárního poškození a proteinurie nad 3,5 g/den bývají spojeny s nefrotickým syndromem (hypoproteinémie, otoky, hyperlipoproteinémie). Podle výsledků studie MDRD (Modification of Diet in Renal Disease) je proteinurie vyšší než 1 g/den u celé řady chorob ledvin spojena s rychlejší

ší progresí nemoci ledvin. Nezáleží jenom na kvantitě bílkoviny v moči, ale důležité je znát i zastoupení jednotlivých proteinů v moči. K tomu využíváme elektroforetické dělení bílkovin nativní moči (nezahuštěné). Do dělicího média (agaróza, polyakrylamidový gel) je přidán dodecylsulfát sodný, jenž vytvoří s jednotlivými proteiny komplexy uniformního složení a o stejném negativním náboji. Bílkoviny se pak rozdělí podle molekulové hmotnosti a ne podle elektrického náboje.

### Rozdělení proteinurií

**Prerenální proteinurie** (over-flow) – je pozorována při zvýšené produkci proteinu o malé molekulové hmotnosti, který je fyziologicky filtrován, ale je překročena resorpční kapacita proximálního tubulu, a protein tak přechází do definitivní moči (monoklonální lehké řetězce imunoglobulinů u mnohočetného myelomu, hemoglobin při hemolýze, myoglobin u rhabdomyolýzy).

**Renální proteinurie** – glomerulární (selektivní, neselektivní), tubulární a smíšená.

**Glomerulární proteinurie** vzniká při poškození kapilární kličky glomerulu, např. depozicí imunitních komplexů (při SLE), ztlustěním bazální membrány (při diabetu) nebo poškozením glomerulárních podocytů (při nefrotickém syndromu). Tím dojde ke zvýšení permeability glomerulární membrány nebo ke snížení negativního elektrického náboje nebo se uplatní oba tyto mechanismy. V případě mírného poškození glomerulu je proteinurie selektivní – v moči prokážeme jen albumin (68 000 Da) a transferin (80 000 Da). Při nálezů bílkovin i o vyšší molekulové hmotnosti (150 000 Da – IgG, IgA) jde o závažné poškození glomerulární membrány a mluvíme o glomerulární proteinurii neselektivní.

**Tubulární proteinurie** je dána především přítomností proteinů o molekulární hmotnosti do 30 000 Da (beta-2 mikroglobulin, alfa-1 mikroglobulin, lysozym) a ukazuje na poškození tubulů, které ztratily schopnost přefiltrované bílkoviny vstřebat zpět či degradovat. Příčinou tubulární proteinurie může být intersticiální nefritida, intoxikace těžkými kovy, amidoglykosidovými antibiotiky či cisplatinou.

**Smíšená tubulární-glomerulární neselektivní proteinurie** – jde o kombinaci těchto typů proteinurií u pokročilých nefropatií.

**Postrenální proteinurie** – u tohoto typu proteinurie pochází bílkovina z močových cest při zá-

nětech nebo krvácení. Proteinem charakteristickým pro subrenální proteinurii je alfa-2 makroglobulin.

Nízká proteinurie (**funkční**) kolem 1 g/den bývá důsledkem hemodynamických změn v ledvinách při fyzické námaze, při horečce, při prochlazení apod. Patří sem také tzv. ortostatická proteinurie, především u dospívajících jedinců. Prokazujeme ji tzv. ortostatickým pokusem, kdy vyšetřujeme bílkovinu v moči po nočním klidu na lůžku a následně ve vzpřímené poloze. Její prognóza je benigní a u více než 50 % jedinců do 10 let vymizí.

**Arteficiální proteinurie** je charakterizována cizorodou bílkovinou, kterou z nějakého důvodu pacient do moči přidal (dříve nejčastěji při odvodu na vojnu za účelem získání tzv. modré knížky – služby neschopen). Nejčastěji se jedná pro snadnou dostupnost o vaječný bílek. Průkaz se provádí elektroforeticky, případně imunochemicky.

**Mikroalbuminurie** nebo lépe minimální albuminurie je definována jako močová exkrece 30–300 mg albuminu/24 hodin. Mechanismus vzniku mikroalbuminurie není znám, ale předpokládá se, že příčinou jejího vzniku je ztráta elektrostatické repulze glomerulární membrány. Hodnocení mikroalbuminurie: normoalbuminurie < 30 mg/24 h < 20 µg/min, < 2,8 mg/mmol kreatininu mikroalbuminurie 30 až 300 mg/24 h, 20–200 µg/min, 2,8–22,8 mg/mmol kreatininu, makroalbuminurie > 300 mg/24 h, > 200 µg/min, > 22,8 mg/mmol kreatininu. Doporučuje se vyšetřovat vzorek moči sbíraný 12 hodin přes noc nebo druhý ranní vzorek. Koncentrace albuminu v moči je ovlivňována řadou faktorů, např. polohou těla, denní dobou, fyzickou aktivitou, kouřením ap. Proto pro potvrzení pozitivitu mikroalbuminurie se vyžaduje opakované vyšetření 3krát v průběhu 3 až 6 měsíců s pozitivním nálezem aspoň ve 2 vzorcích.

Největší význam má stanovení mikroalbuminurie u diabetu, kde indikuje pravděpodobně se rozvíjející diabetickou glomerulosklerózu. Není zřejmě adekvátní regulace hladiny krevního cukru, hodnot krevního tlaku nebo lipidémie. Razantními terapeutickými opatřeními se progresi diabetické nefropatie zpomaluje nebo se může i zastavit.

Podobně je tomu i u hypertoniků a vaskulární nefropatie. Počáteční fází aterosklerózy je dysfunkce endotelu a indikátorem generalizované dysfunkce endotelu je i mikroalbuminurie, která tak může být použita jako nezávislý rizikový faktor rozvoje kardiovaskulárního onemocnění. Metody používané ke sta-

novení mikroalbuminurie jsou imunonefelometrie, imunoturbidimetrie a RIA. Výsledky mohou být podhodnoceny, protože ne všechny metody zachycují i fragmenty albuminu a neimunoreaktivní albumin.

Jako **leukocyturie** je hodnocen nález více než 10 leu/ $\mu$ l. Při průkazu indikačním proužkem se využívá pseudoesterázové aktivity v neutrofilních granulocytech. Leukocyturie bývá spojena s infekcí močového systému – bakteriurií (pyurie) u cystitidy, pyelonefritidy, kdy nález leukocytů převažuje, nebo s glomerulonefritidou, kdy významně převažuje erytrocyturie a proteinurie. Zvláštní pozornost by měla být věnována tzv. sterilní pyurii, o které hovoříme při pozitivní leukocyturii s negativní kultivací moči na přítomnost bakterií. Z infekčních příčin by mohlo jít při úporné leukocyturii o tbc (nutnost průkazu metodou PCR) nebo o přítomnost chlamydií či mykoplazmat (průkaz metodou ELISA). Z neinfekčních příčin se může jednat o aktivní glomerulární onemocnění či analgetickou nefropatii.

**Hematurie** je definována jako nález erytrocytů více než 3 ery/zorné pole, 5 ery/ $\mu$ l nebo 4 ery/per HPF (High-Power Field). Tento zvýšený nález erytrocytů je často příznakem závažného onemocnění. Hematurii můžeme také rozdělit na makroskopickou a mikroskopickou, podle toho, zda je moč zabarvena červeně, nebo jsou erytrocyty zjištěny při vyšetření mikroskopem. Počet erytrocytů lze také stanovit kvantitativně z tříhodinového sběru moči metodou Hamburgerova sedimentu. Normální počet erytrocytů je u této metody do 33 ery/s, do 70 leu/s a hyalinní váleček do 1/s. Objem moči nemá být menší než 100 ml.

Proužky na analýzu moči nejsou specifické pro hematurii, reagují i s volným hemoglobinem (při hemolýze) nebo s myoglobinem (při rhabdomyolýze). Jde o průkaz hemu (vyžívá se jeho pseudoperoxidázové aktivity), jenž katalyzuje štěpení peroxidu a uvolněný kyslík oxiduje bezbarvý chromogen na modrozelené barvivo. Hematurie může být prerenální (vaskulopatie, trombocytopenie), renální a postrenální (záněty, lithiáza, nádory).

Renální hematurie glomerulárního původu je provázána významnou proteinurií, případně i průkazem erytrocytárních válců v močovém sedimentu. Při průchodu erytrocytů glomerulární membránou dochází k jejich deformaci (malé, scvrklé erytrocyty, akantocyty – s výběžky cytoplazmy) a odlišit je můžeme mikroskopii sedimentu ve fázovém kontrastu. Při tomto vyšetření se za jejich průkaz považuje více než 80% výskyt těchto forem. Mikro-

skopická hematurie může také svědčit pro familiární benigní hematurii či Alportův syndrom (poruchy sluchu, hematurie, selhání ledvin). Neglomerulární hematurie bývá často při infekcích močových cest a při sexuálně přenosných chorobách, současně s nálezem leukocyturie a bakteriurie.

### Morfologické vyšetření moči

Moč na vyšetření močového sedimentu by měla být čerstvá, tj. odebraná nejdéle do 1 hodiny před vyšetřením, aby nedošlo k rozpadu buněk a válců (zejména u močí hypotonických a alkalických).

Základní elementy, které v močovém sedimentu můžeme nalézt, jsou: erytrocyty, leukocyty, válce (erytrocytární, leukocyty, epiteliální, granulované, voskové, hyalinní), epiteliie (kulaté, ploché, přechodné), krystaly, urátová drť, kvasinky, nádorové buňky, bakterie a parazité. K morfologickému vyšetření moči můžeme použít tyto metody:

- 1) Tradiční vyšetření močového sedimentu pomocí mikroskopu, jímž kromě krevních elementů prokážeme epiteliie, válce, krystaly aj.
- 2) Průtokovou cytometrii, která umožňuje současně měřit řadu parametrů jednotlivých částic. Intenzita rozptýleného světla, fluorescence a elektrický odpor každé částice obsažené v moči se převede na elektrický signál, jehož klastrovou analýzou lze jednotlivé částice rozlišit. Zdrojem světla je argonový laser.
- 3) Digitální analýzu obrazu, což je vlastně plně automatizovaná močová mikroskopie. Jednotlivé močové částice jsou snímány v průtokové planární kyvetě digitální kamerou nebo je u jiného typu přístroje každý vzorek centrifugován ve zvláštní kyvetě a kamerou je snímáno celé zorné pole. Vyhodnocení provádí software automatického rozeznávání částic, jenž používá k rozlišení velikost, kontrast, vzhled, tvar a strukturu analyzovaných částic.

Důležitou součástí analýzy moči jsou i vyšetření mikrobiologické a cytologické, která nespádají do této práce.

### Vyšetření funkce ledvin

Základní funkční jednotkou ledvin je nefron. Ledviny regulují chemické složení tělesných tekutin a tím přispívají k udržení homeostázy vnitřního

prostředí. Exkretorickou funkci ledvin (ultrafiltrace krevní plazmy v glomerulech) je možné sledovat změnami glomerulární filtrace, tubulární sekrece a tubulární reabsorpce. Dále ledviny zajišťují kompenzační reakce u respiračních poruch a tím plní roli při udržení acidobazické rovnováhy. Kromě této regulační funkce mají ledviny i funkci endokrinní (erythropoetin, renin, prostaglandiny).

Mezi základní laboratorní vyšetření funkce ledvin patří stanovení glomerulární filtrace (GF). Pro určení GF je možné použít clearance inulinu, radio-nuklidové metody, clearance endogenního kreatininu. Clearance je množství plazmy, které je očištěno od dané látky za danou časovou jednotku. Clearance inulinu poskytuje velmi přesné hodnoty GF, rutině se nevyužívá pro obtíže s jejím provedením a ekonomickou náročnost této metody. Pacient musí dostávat inulin v infuzi pro zajištění konstantní hladiny a musí být zacévkován pro odstranění chyby z reziduální moči. V praxi se nejčastěji používá clearance endogenního kreatininu, u něhož se předpokládalo, že je vylučován jen glomeruly. Bylo ale zjištěno, že se tak děje i sekrecí v proximálním tubulu, což kreatininovou clearance nadhodnocuje o 10–15 %. Problémem je také sběr moči (24 h), který lze jen obtížně zajistit zejména u dětí a starých jedinců.

Klasická Jaffého reakce je pro kreatinin nespecifická, mluvíme o tzv. Jaffého pozitivních chromogenech (glukóza, kyselina močová, askorbát, pyruát apod.) Lze využít setů na specifické, enzymatické stanovení kreatininu, ale ty se v praxi využívají zatím jen málo (u nás asi 5 % laboratoří) pro svou ekonomickou náročnost. Stanovení GF clearancí endogenního kreatininu provádíme podle vzorce:

$$GF = U_{kr} \times V / (S_{kr} \times 0,001),$$

kde  $U_{kr}$  je koncentrace kreatininu v moči v mmol/l,  $S_{kr}$  je sérový kreatinin v  $\mu\text{mol/l}$ . Referenční rozmezí clearance kreatininu je 1,5–2,35 ml/s, tj. 90 až 140 ml/min. Výsledek je nutné uvádět s korekcí na tělesný povrch v  $\text{ml} \times \text{s}^{-1} (1,73 \text{ m}^2)^{-1}$ , protože koncentrace kreatininu v moči i v séru závisí na velikosti svalové hmoty. Vztah mezi koncentrací kreatininu v séru a GF je hyperbolický. Sérový kreatinin nás málo informuje o funkci ledvin, jeho koncentrace se zvyšuje až při snížení GF na 50 % a méně. Sérové koncentrace kreatininu jsou také závislé na pohlaví. Snaha eliminovat zkreslení hodnoty GF špatným sběrem moči vedla k publikaci řady vzorců pro odhad GF z hodnoty sérového kreatininu a z údajů o nemocném, jako jsou věk, pohlaví a hmotnost. Nejvíce používaným takovýmto

výpočtem GF je vzorec podle Cockrofta a Gaulta:

$$GF = (140 - \text{věk}) \times \text{hmotnost} \times F / (48,9 \times S_{kr}),$$

kde hmotnost je v kg, věk v rocích,  $S_{kr}$  je sérový kreatinin v  $\mu\text{mol/l}$  a  $F$  je faktor (pro ženy 0,85; pro muže 1,00). Podle údajů SEKK, s. r. o. (Systém Externí Kontroly Kvality) v roce 2007 více než 50 procent českých laboratoří používalo výpočet GF podle rovnice MDRD. Rovnice byla navržena podle údajů získaných z rozsáhlé multifaktoriální a multicentrické studie, která zkoumala vliv nízkoproteinové diety na progresi renálních onemocnění (Modification of Diet in Renal Disease). Odhad GF pomocí MDRD vzorců je v posledních letech celosvětově doporučován. Mezinárodně je doporučováno používat zjednodušenou rovnici MDRD se čtyřmi proměnnými:

$$GF (\text{ml/s/1,73 m}^2) = 3,1 \times (S_{kr} \times 0,0113)^{-1,154} \times \text{věk}^{-0,203} \times 0,742 (\text{ženy}) \times 1,21 (\text{černá populace})$$

V souvislosti se zaváděním standardizované metody na stanovení kreatininu (metoda je navázána na mezinárodní standard) a použití metody ID – MS z roku 2005 (hmotnostní spektrometrie s izotopovou dilucí), je rovnice modifikována takto:

$$GF (\text{ml/s/1,73 m}^2) = 2,92 \times (\text{stand } S_{kr} \times 0,0113)^{-1,154} \times \text{věk}^{-0,203} \times 0,742 (\text{ženy}) \times 1,21 (\text{černá populace})$$

Odhad GF pomocí MDRD vzorců není vhodné používat u dětí a těhotných žen. Fyziologické hodnoty GF jsou 1,7–2,3 ml/s na  $1,73 \text{ m}^2$ , s poklesem o 0,2 ml/s na dekádu po 50. roce života.

Pro praktické použití k usnadnění stanovení GF na odděleních urgentní medicíny, v podmínkách polní nemocnice apod. je k dispozici přístroj „Point-of-Care Whole Blood Creatinine and eGFR Testing“ firmy Nova Biomedica, který provede stanovení a výpočet GF MDRD do 30 s. Stanovení pomocí biosenzorů je možné ze séra, plazmy nebo plné krve o objemu 1,2  $\mu\text{l}$ .

Asi 10 % laboratoří v České republice podle SEKK, s. r. o., za rok 2007 používá ke zjištění hodnoty GF stanovení koncentrace cystatinu C v séru. Cystatin C je neglykosilovaný protein o molekulární hmotnosti 13 000 Da, patří mezi inhibitory cysteinových proteáz. Je to bílkovina volně filtrovaná glomeruly a z 99 % je reabsorbována a degradována v proximálních tubulech. Koncentrace v séru je mírou glomerulární filtrace a koncentrace v moči mírou funkce proximálních tubulů. Fyziologické hodnoty cystatinu C: 1–50 roků 0,63 až 1,33 mg/l, nad 50 roků 0,84–1,55 mg/l. Stabilita cystatinu C v krvi po odběru je sedm dní při teplotě 20 °C, několik týdnů při 4 °C a měsíce v mrazicím

boxu. Výhody stanovení cystatinu C jsou četné: nezávisí na pohlaví, objemu svalové hmoty, odpadá sběr moči, stanovení nemá analytické interference, nezávisí na současné terapii (chemoterapie) nebo stavu po orgánové transplantaci, detekuje časnější fáze glomerulárního poškození a reaguje na akutní selhání ledvin dříve (o 1–2 dny) než kreatinin. Výpočet GF pomocí koncentrace cystatinu C v séru nelze použít při podávání glukokortikoidů (zvyšují koncentraci cystatinu C v závislosti na dávce), u pacientů s nekompenzovanou hypertyreózou (zvýšení cystatinu C) či hypotyreózou (snížení cystatinu C), u pacientů s progresí melanomu a kolorektálního karcinomu (zvýšení cystatinu C).

Nevýhody jsou i analytické (vadí lipemické, silně ikterické nebo hemolytické sérum), ekonomické (vyšší cena vyšetření) a vyšetření GF s použitím cystatinu C je vhodné pro pacienty s  $GF > 0,3$  ml/s. Výpočet odhadu GF se provádí z koncentrace sérového cystatinu C podle vzorce:

$$GF = 1,4115 \times \text{cystatin}^{-1,680}$$

(u dětí pod 14 let se násobí faktorem 1,384, u žen se násobí faktorem 0,948). Ke stanovení sérové koncentrace cystatinu C se využívají dvě metody, a to PETIA (Particle Enhanced Turbidimetric Immunoassay) a PENIA (Particle Enhanced Nephelometric Immunoassay).

### Závěr

Práce podává stručný přehled o historii a současnosti biochemické analýzy moči. Metody používané k analýze moči prodělaly v posledních deseti letech značný rozvoj. Vyšetření moči je neprávem podceňováno. Poučenému klinikovi může poskytnout řadu cenných informací o nemocném. Snažili jsme se na tyto skutečnosti upozornit a pro zájemce o více informací k této tematice uvádíme přehled základní literatury.

### Literatura

1. DOLEŽEL, Z. – ŠTARHA, J. – DOSTÁLKOVÁ, D. Hematurie a proteinurie u dětí a mladistvých. *Postgraduální Medicina*, 2007, roč. 9, č. 2, s. 134–138.
2. GRILL, R. – MAŠKOVÁ, V. – URBAN, M. Hematurie. *Postgraduální Medicina*, 2005, roč. 7, s. 550–555.
3. HEBERT, LA. – SPETIO, DN. – KEANE, WF. Albuminurie a proteinurie vyžadují neodkladnou pozornost a aktivitu. *Medicina pro promoci*, 2002, roč. 3, č. 1, s. 32–43.
4. HORÁČKOVÁ, M. – ŠAFÁŘOVÁ, R. Močový sediment. Vyšetřovací technika a interpretace nálezu klinickým nefrologem. *Aktuality v nefrologii*, 2006, č. 12, s. 115–124.
5. HORÁČKOVÁ, M. Metody stanovení erytrocyturie. In VIKLICKÝ, O., et al. *Vyšetřovací metody v nefrologii a jejich klinická aplikace*. Praha, TIGIS, 2007, s. 34–39.
6. JABOR, A., et al. Vyšetření funkce ledvin: možnosti biochemické laboratoře. *Postgraduální medicina*, 2006, roč. 8, č. 1, s. 18–22.
7. MASOPUST, J. *Klinická biochemie*. Praha, Nakladatelství Karolinum, 1998.
8. MATOUŠOVIC, K. – MARTÍNEK, V. Diferenciální diagnostika hematurie a proteinurie glomerulárního původu. *Postgraduální Medicina*, 2002; roč. 4, s. 587–591.
9. RACEK, J., et al. *Klinická biochemie*. 2. vyd. Praha, Galén, 2006, 329 s.
10. RYCHLÍK, I. Diferenciální diagnostika hematurie. In VIKLICKÝ, O., et al. *Vyšetřovací metody v nefrologii a jejich klinická aplikace*. Praha, TIGIS, 2007, s. 40–49.
11. SCHÜCK, O., et al. Vyšetřovací metody. In TESAŘ, V., et al. *Klinická nefrologie*. Praha, Grada Publishing, 2006, s. 63–104.
12. TEPLAN, V., et al. Diagnostika renálních onemocnění. In TEPLAN, V., et al. *Praktická nefrologie*. 2., zcela přepracované a doplněné vydání. Praha, Grada Publishing, 2006.
13. TICHÝ, M. Historie a současnost analýzy moči. *Voj. zdrav. Listy*, 1992, roč. 61, č. 5/6, s. 223–228.
14. ZIMA, T., et al. Doporučení ČNS a ČSKB ČLS JEP k vyšetřování glomerulární filtrace (připraveno k vydání 2009).

Korespondence: Prof. RNDr. Miloš Tichý, CSc.  
Fakultní nemocnice  
Ústav klinické biochemie a diagnostiky  
Sokolská 581  
500 05 Hradec Králové  
e-mail: tichy@fnhk.cz

Do redakce došlo 7. 7. 2008