

# Vyšetrenie funkcie obličiek u dojčiat a detí

prof. MUDr. László Kovács, DrSc., MPH, MUDr. Viktor Jankó, MUDr. Katarína Babinská

2. detská klinika Lekárskej fakulty Univerzity Komenského a Detskej fakultnej nemocnice s poliklinikou, Bratislava

Zdravé obličky sa zúčastňujú na udržiavaní homeostázy vylučovaním odpadových látok metabolizmu tvorbou moču, regulujú vodnú a elektrolytovú bilanciu organizmu a tiež produkujú hormóny, ktoré kontrolujú rôzne telesné funkcie. Posúdenie činnosti obličiek u dojčiat a detí naráža na problémy spojené s nezrelosťou funkcie orgánu ako aj s technickými ťažkosťami pri zbere moču. Cieľom článku je podať prehľad o základných testoch, ktoré umožnia pediatrickej praxi hodnotiť zdatnosť funkcií obličiek u dojčiat a detí.

**Kľúčové slová:** renálna funkcia, glomerulárna filtrácia, koncentračná schopnosť, proteinúria.

## Evaluation of renal function in infants and children

Healthy kidneys are involved in maintenance of body fluid homeostasis, excretion of waste products of intermediate metabolism by urine production and regulation of water and electrolyte balance. They also produce hormones that control various body functions. Assessment of renal functions in infants and children faced with problems related to immaturity as well as to technical difficulties in collecting urine. The aim of the article is to provide an overview of basic tests, which allow evaluating renal function in pediatric practice.

**Key words:** renal function, glomerular filtration rate, urine concentration, proteinuria.

Pediatr. prax, 2011, 12 (6): 231–233

Posúdenie činnosti obličiek u dojčiat a detí naráža na problémy spojené s nezrelosťou funkcie orgánu ako aj s technickými ťažkosťami pri zbere moču. Cieľom článku je podať prehľad o základných testoch, ktoré v pediatrickej praxi umožnia hodnotiť zdatnosť funkcií obličiek u dojčiat a detí. K základným funkčným testom patrí hodnotenie intenzity glomerulovej filtrácie, separované vyšetrenie funkcie obličiek pomocou rádionuklidov, posúdenie koncentračnej schopnosti, hodnotenie proteinúrie a výpočet exkrečnej frakcie sodíka.

## Glomerulárna filtrácia (GF)

GF je najlepším indikátorom renálnej funkcie u detí a dospievajúcich. Je rozhodujúcim ukazovateľom pri diagnostike akútnej a chronickej renálnej insuficiencie, pri predpisovaní liekov vylučovaných z organizmu obličkami ako aj pri sledovaní nežiaducich účinkov nefrotoxických liekov. Aby sa dali porovnávať hodnoty získané v rôznych vekových obdobiach, vypočítaná hodnota sa vždy prepočíta na 1,73 m<sup>2</sup> telesného povrchu a výsledok sa udáva v mililitroch za minútu alebo za sekundu (10).

## Určenie GF klírensovou metodikou

Glomerulárna filtrácia sa najpresnejšie určuje pomocou látky, ktorá sa po prefiltrovaní v glomeruloch kompletne vylúči do definitívneho moču bez toho, aby sa secernovala alebo resorbovala v renálnych tubuloch. Za týchto okolností sa bude jej množstvo v moči rovnať odfiltrovanému množstvu.

**Klírens inulínu** je exaktným vyšetrením na určenie GF, jeho prevedenie je však technicky veľmi náročné. Konštantná koncentrácia inulínu v plazme sa udržiava kvapkovou infúziou počas

celého zberného obdobia moču. Táto metóda je veľmi citlivá aj pre presnosť a kompletnosť zberu moču. Pre rutinnú prax je nevhodná.

**Klírens exogénneho izohexolu** je sľubná alternatíva na určenie GF, avšak v praxi sa zatiaľ nerozšírila. Vyšetrenie je bezpečné, stanovenie izohexolu si nevyžaduje väzbu na rádioaktívne izotopy. Koncentrácia v plazme je ľahko merna, izohexol sa vylučuje primárne glomerulárnou filtráciou a nie je metabolizovaný, secerovaný ani resorbovaný v obličkách.

**Klírens endogénneho kreatinínu.** V praxi sa meria filtračná schopnosť glomerulov pomocou klírensu endogénneho kreatinínu. GF sa hodnotí na základe 24-hodinového zberu moču, aj keď zberné obdobie môže byť aj kratšie. Zber musí byť presný a pacient má byť schopný kompletne vyprázdniť svoj močový mechúr. Rodičia musia byť poučení, že pri defekácii sa musí pacient pokúsiť najprv vymočiť sa do zbernej nádoby, akákoľvek strata moču vedie k falošne nízkej hodnote glomerulovej filtrácie.

Hodnota klírensu kreatinínu sa vypočíta podľa vzorca:  $GF = (\text{kreatinín v moči} / \text{kreatinín v plazme})$

x objem moču v ml. Normálne hodnoty GF sa pohybujú v rozmedzí od 90 do 130 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> (resp. 1,5 – 2,17 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>). V minulosti uvádzaná dolná hranica 80 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> sa dnes už hodnotí ako ľahko znížená hodnota (tabuľka 1). Naopak, GF nad 130 – 140 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> svedčí o hyperfiltrácii, ktorá môže sama poškodzovať štruktúru glomerulov. Hyperfiltrácia je typická u pacientov s idiopatickým nefrotickým syndrómom na podklade minimálnych zmien glomerulov (MCD), GF sa v týchto prípadoch často pohybuje v oblasti nad 200 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>.

U novorodencov tvoria normálne hodnoty asi 1/5 dospelých, u dojčiat sa pohybujú okolo 60 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> (resp. 1,0 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>) a hodnotu pozorovanú u dospelých GF dosahuje okolo 2. roku života (11).

## Určenie GF bez zberu moču

**Izotopové metódy.** Problémy so zberom moču sa obchádzajú pri metódach určenia GF na základe rýchlosti vymiznutia značkových látok z plazmy. Po intravenóznom podaní rádioaktívnej látky (napr. <sup>99m</sup>Tc-DTPA [dietyléntriamín-pentaa-

**Tabuľka 1.** Definícia chronickej obličkovej choroby (CKD) podľa K/DOQI

Štádium	Opis	Glomerulárna filtrácia	
		ml/s/1,73 m <sup>2</sup>	ml/min/1,73 m <sup>2</sup>
CKD1	Obličkové poškodenie s normálnou alebo zvýšenou GF	≥ 1,5	≥ 90
CKD2	Obličkové poškodenie s mierne zníženou GF	1,0 – 1,49	60 – 89
CKD3	Stredné zníženie GF	0,5 – 0,99	30 – 59
CKD4	Závažné zníženie GF	0,25 – 0,49	15 – 29
CKD5	Zlyhanie obličiek	< 0,25, resp. dialýza	< 15, resp. dialýza

Chronická obličková choroba sa definuje ako poškodenie obličiek alebo GF < 60 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> v priebehu troch mesiacov. Poškodenie obličiek sa definuje ako prítomnosť patologickej abnormality alebo markerov poškodenia, včítane abnormalít v krvných a močových testoch, resp. pri znázorňovaní orgánu.

acetát], resp. Cr<sup>51</sup>EDTA [etyléndiamintetra-acetát]), ktorá sa vylučuje obličkami, sa na základe vymiznutia rádioaktivity z plazmy vypočíta GF. Táto metóda je pre nízku rádiáciu vhodná aj pre pediatrických pacientov. Limitáciou k jej používaniu je, že sa môže vykonať iba na špecializovanom pracovisku nukleárnej medicíny.

**Koncentrácia endogénneho cystatínu** je nový marker na stanovenie obličkovej funkcie bez potreby zberu moču. Cystatín C je neglykolyzovaný, nízkomolekulový proteín produkovaný všetkými jadrovými bunkami. Jeho produkcia je stabilná. Voľne sa filtruje v glomeruloch a už v oblasti proximálneho nefrónu sa kompletne resorbuje. Do moču sa za normálnych okolností žiaden cystatín C nedostane, nemožno teda vyšetrovať klasický klírens tejto látky. Normálne hodnoty cystatínu C v sére sa pohybujú od 1. roku života v rozmedzí 0,8 – 1,3 mg/l (2, 9).

#### Výpočet GF z plazmatického kreatinínu.

V snahe obísť ťažkosti so zberom moču je možné získať odhad o intenzite GF z plazmatického kreatinínu výpočtom podľa Schwartz:  $eGF = (\text{výška v centimetroch} \times 88,4 \times \text{konštanta}) / \text{plazmatická koncentrácia kreatinínu v } \mu\text{mol/l}$ . Výsledok sa označuje ako eGF, čo znamená „estimated“, teda „odhadnutá“ hodnota glomerulovej filtrácie a udáva sa v ml za minútu na 1,73 m<sup>2</sup> telesného povrchu. Vzorec určuje orientačné hodnoty, ktoré dobre korelujú s výsledkami vyšetrenia klírensu endogénneho kreatinínu. Pri opakovanom patologickom náleze je potrebná kontrola klasickou klírensovou metodikou (11).

Pri posudzovaní výsledku je nutné vziať do úvahy metódu vyšetrenia kreatinínu. Hladiny „čistého“ kreatinínu stanovené enzymatickou reakciou sú nižšie oproti hodnotám získaným klasickou metódou podľa Jaffé:

- novšie laboratória uprednostňujú vyšetrenie tzv. „čistého“ plazmatického kreatinínu **enzymatickou metódou**. V roku 2009 sa formula adaptovala na tieto hodnoty, pri ktorých sa odporúča používať konštantu  $k = 0,413$ . Identickú konštantu na výpočet GF z „čistého“ kreatinínu navrhla Counahanova-Barrattova formula z roku 1976 (12). Boli tiež vyvinuté ďalšie formuly na zvýšenie presnosti, v ktorých sa okrem sérového kreatinínu používa aj sérový cystatín;
- ak laboratórium stále vyšetruje plazmatický kreatinín staršou **metódou podľa Jaffe**, hodnota konštanty  $k$  závisí výraznejšie od svalovej hmoty, ktorá sa vekom dieťaťa mení: pre predčasne narodené deti sa používa hodnota 0,33, pre donosených novorodencov 0,45. Pri vyšetrení dojčiat a detí vo veku 1 až 12 rokov sa počíta s hodnotou  $k = 0,55$ .

## Separované vyšetrenie funkcie obličiek

**Dynamická scintigrafia** je schopná posúdiť základné funkcie oboch obličiek separovane. To je podstatné pri hodnotení rozsahu funkčnej poruchy pri vrodených chybách uropoetického systému a tiež pri opakovaných pyelonefritidách spojených s jazvením obličkového parenchýmu.

**99mTc-MAG3** (merkaptotriacetyltriglycín) sa vylučuje z organizmu prakticky len tubulárnou sekréciou (iba 2 % sa vylučujú filtráciou v glomeruloch). Vyšetrenie je indikované najmä pri potrebe porovnať funkciu oboch obličiek a tiež pri podozrení na poruchu odtoku moču z dutého systému. Aktivita rádionuklidu sa určuje gamakamerou. Dnešné aparatúry sú schopné posúdiť funkčné zmeny v jednotlivých častiach obličky (napr. výpad parenchýmu v oblasti jaziev).

**99mTc-DTPA** (dietylenetriamín-pentaacetát) je derivát kyseliny octovej, ktorý je vhodný na posúdenie perfúzie oboch obličiek. Vylučuje sa prakticky iba glomerulárnou filtráciou. Jej pomocou sa dá hodnotiť porucha odtoku moču, ale aj intenzita glomerulovej filtrácie (pozri vyššie). Aplikácia diuretika (furosemidu) pomáha odlišiť rozšírený dutý systém od skutočnej obštrukcie odtoku moču.

**Statická scintigrafia obličiek pomocou Tc99m-DMSA** (dimerkaptosukcinát = derivát kyseliny jantárovej) nepatrí medzi klasické funkčné vyšetrenia, skôr dopĺňa hore uvedené metódy. Dlhé roky sa táto metóda považovala za zlatý štandard diagnostiky parenchýmových jaziev vzniknutých po pyelonefritide. Dnes sa zdá, že bude nahradená inou zobrazovacou metódou, a to nukleárnou magnetickou rezistenciou.

## Vyšetrenie koncentračnej schopnosti

Koncentračná schopnosť obličiek nie je v jednotlivých vekových obdobiach rovnaká. Nižšie maximálne hodnoty osmolality moču u novorodencov (400 – 600 mOsm/kg) sú podmienené najmä anabolickým stavom a zvýšeným obratom tekutín. Koncentračná schopnosť obličiek vekom stúpa a ku koncu prvého roku života dosahuje úroveň u mladých dospelých (1 000 – 1 200 mOsm/kg).

Hlavné metódy zisťovania koncentračnej schopnosti obličiek v klinickej praxi sú: a) určenie rannej osmolality plazmy a moču, b) klasický smädivý koncentračný test a c) desmopresínový koncentračný test. Tieto testy majú svoje výhody aj limitácie, a preto sú aj ich indikácie odlišné (4).

### Ranná osmolalita moču

Meranie osmolality moču môže byť v bežnej praxi nahradené **vyšetrením špecifickej hmotnosti**.

V ordinácii každého praktického pediatra by mal byť k dispozícii jednoduchý urometer (hustomer). Získaná hodnota po ponorení urometra do moču udáva hmotnosť jedného litra moču v gramoch (napr. meraná hustota moču 1 025 znamená, že liter tohto moču váži presne 1 025, teda o 25 gramov viac ako čistá voda, pričom tento rozdiel tvoria rozpustné látky, tzv. solúty v gramoch). Pri meraní je potrebné rešpektovať skutočnosť, že urometre sú zvyčajne kalibrované pri 15 °C. Moč je prakticky vždy teplejší, preto na každom 3 stupne nad 15 °C treba pripísať 1 g/l.

- Hustota ranného moču by mala byť vždy vyššia ako je hustota plazmy, teda viac ako 1 010 (to sa rovná osmolalite plazmy 290 mOsm/kg).
- Hodnota nižšia ako 1 010 sa označuje ako hypostenúria a mala by obratom viesť k ďalšiemu podrobnejšiemu vyšetreniu pacienta.
- Hustota ranného moču 1 025 a vyššia prakticky vylučuje závažné poruchy koncentračnej schopnosti, za týchto okolností sa osmolalita moču pohybuje okolo 900 mOsm/kg.

Orientačné údaje o špecifickej hmotnosti moču umožnia získať aj novšie **testačné prúžky** na chemické vyšetrenie moču.

Najpresnejšou metódou je **priame určenie osmolality moču** na základe merania poklesu bodu zmrazenia roztoku (t. zn. moču). Toto vyšetrenie je však technicky aj časovo veľmi náročné, a preto sa zvyčajne vykonáva iba na základe špecifickej indikácie (3).

### Klasický smädivý test

Klasický smädivý koncentračný test podáva komplexný obraz o renálnej funkcii. Maximálna koncentračná schopnosť obličiek sa určuje po dlhodobom, až 36-hodinovom odňatí tekutín. V pediatickej praxi sa obyčajne riadi hodnotami, ktoré sa získali pri miernejších záťažach (12- až 18-hodinové smädenie). Pri nich by mali zdravé deti do 2. roku života koncentrovať moč nad 700 mOsm/kg, deti medzi 2. a 12. rokom života nad 800 mOsm/kg, deti a dospelí nad 900 mOsm/kg.

Počas testu je potrebný kontinuálny dozor na ustráženie zákazu pitia a tiež pravidelné monitorovanie stavu cirkulácie (pulz, krvný tlak, zmeny telesnej hmotnosti). Test sa môže ukončiť pri dosiahnutí normálnej vekovej hodnoty močovej osmolality alebo pri vzostupe plazmatickej osmolality nad 295 mOsm/kg, resp. plazmatickej koncentrácie sodíka nad 145 mmol/l, čo je ukazovateľom dostatočnej stimulácie sekrécie antidiuretického hormónu. Test sa má predčasne prerušiť pri výraznom poklese krvného tlaku alebo pri poklese telesnej hmotnosti o viac ako 5 %, kedy pacientovi hrozí kolaps cirkulácie z dehydratácie.

Test záťažuje pacienta, a preto sa používa iba pri prísnych indikáciách. Smädivý koncentračný

**Tabuľka 2.** Hodnotenie frakčnej exkrécie sodíka ( $FE_{Na}$ )

Klinický obraz	$FE_{Na}$	Klinický význam
Šok	< 1 %	Prerenálna renálna insuficiencia (primeraná renálna odpoveď)
	> 1 %	Akútna tubulárna nekróza
Hyponatriémia	< 1 %	Strata solí (dehydratácia) s primeranou renálnou odpoveďou
	> 1 %	Renálne straty solí
Hypernatriémia	< 1 %	Porucha renálnej koncentračnej schopnosti
	> 1 %	Otrava sodíkom

**Tabuľka 3.** Definícia albuminúrie/proteinúrie

Metóda zberu moču	Norma	Mikroalbuminúria	Proteinúria
24-hodinový zber moču	< 30 mg/deň	30 – 300 mg/deň	> 300 mg/deň
Jednorazová vzorka moču	< 3 mg/mmol Kr	3 – 30 mg/mmol Kr	> 30 mg/mmol Kr

Legenda: Kr = kreatinín

test stále zostáva základným článkom dvojfázovej diferenciálnej diagnostiky polyúrií (v druhej fáze môže byť doplnený desmopresínovým koncentračným testom). Pri ostatných klinických indikáciách môže byť smädivý test nahradený šetrnejším a pacienta menej zatažujúcim desmopresínovým koncentračným testom.

Odporúča sa, aby sa u detí mladších ako 2 roky vykonávali koncentračné testy (smädivý aj desmopresínový) iba v takých zariadeniach, kde sú dostatočné skúsenosti s týmto vyšetrením aj s diagnostikou porúch hospodárenia s vodou (4, 10).

### Desmopresínový koncentračný test

Zavedenie syntetického analógu antidiuretického hormónu, desmopresínu (1-deamino 8D arginín vazopresín, DDAVP) značne zjednodušilo vyšetrenie koncentračnej schopnosti obličiek v klinickej praxi (6, 8). Test je rýchly, technicky jednoduchý, málo zatažuje pacienta a je vhodný aj pre bežnú ambulatnú pediatrickú a nefrologickú prax. Porovnaním výsledkov z opakovaných vyšetrení umožňuje posúdiť funkčný stav obličiek a hodnotiť závažnosť a progresiu renálneho poškodenia.

Indikáciou k vyšetreniu sú počiatočné štádiá tubulointersticiálneho poškodenia obličiek (intersticiálna nefritída, Alportov syndróm, polycystické obličky, toxické nefritidy, atď.). Test nie je indikovaný u dehydratovaných pacientov ani u detí s akútnou pyelonefritídou. V prípadoch, kedy cieľom vyšetrenia je zistiť príčinu polyúrie, sa desmopresínový test indikuje na základe výsledkov predchádzajúceho smädivého pokusu (5).

Po nočnom smädení a odbere prvej rannej vzorky moču na určenie spontánnej osmolality sa podáva dieťaťu desmopresín. Vzorky moču sa zbierajú od 8. hodiny ráno (nultá vzorka) v hodinových intervaloch v priebehu nasledujúcich štyroch hodín (vzorky 1 až 4). Počas testu je príjem tekutín striktné zakázaný. Stav hydratácie sa monitoruje na

základe opakovaných meraní hodnôt pulzu, dychu a telesnej hmotnosti. V priebehu 4 hodín po ukončení testu je povolený príjem 0,3 – 0,5 litra tekutín v rozdelených dávkach. Za normálnych okolností vystúpi osmolalita moču v jednej zo vzoriek u detí starších ako 2 roky nad 800 mOsm/kg (1, 3).

### Frakčná exkrécia sodíka

Frakčná exkrécia sodíka ( $FE_{Na}$ ) označuje tú časť sodíka, ktorá sa po prefiltrácii v glomeruloch dostala do definitívneho moču.  $FE_{Na}$  sa vypočíta ako klírens sodíka delený hodnotou GF. Po matematickom zjednodušení rovnice znie formula nasledovne:

$$FE_{Na} \% = 100 \times \frac{\text{sodík v moči} \times \text{kreatinín v plazme}}{\text{sodík v plazme} \times \text{kreatinín v moči}}$$

Výpočet  $FE_{Na}$  môže byť užitočný pri vyšetrení akútnej renálnej insuficiencie a oligúrie (tabuľka 2). Nízka frakčná exkrécia sodíka poukazuje na extrarenálne príčiny zadržovania sodíka obličkami, napr. pri dehydratácii (volumovej deplécii) alebo pri redukcii efektívneho cirkulujúceho objemu krvi (napr. u osôb s nefrotickým syndrómom, cirhózou pečene alebo kardiálnou insuficienciou). Naopak, vyššie hodnoty poukazujú na renálne príčiny zlyhania obličiek alebo dokonca na akútnu tubulárnu nekrózu.  $FE_{Na}$  môže byť zvýšený aj pri renálnych stratách sodíka, napr. u detí s adrenálnou insuficienciou alebo počas diuretickej liečby (4, 10). Hodnoty  $FE_{Na}$  môžu byť vyššie, sú aj následkom nadmerného dietetického príjmu solí.

### Mikroalbuminúria/proteinúria

Skríning proteinúrie v praxi často upozorní lekára na prítomnosť chronickej obličkovej choroby ešte pred zmenami glomerulovej filtrácie. Proteinúria je spojená s rýchlou progresiou chronickej obličkovej choroby a väčšou pravdepodobnosťou rozvoja re-

nálnej insuficiencie. Stanovenie mikroalbuminúrie, respektíve kvantifikácia proteinúrie je preto nevyhnutná pre diagnózu, hodnotenie progresie ochorenia a liečbu chronickej obličkovej choroby. Mikroalbuminúria je veľmi často predzvestou rozvoja nefropatie aj závažnosti kardiovaskulárnych komplikácií. Odborné odporúčania K/DOQI (Kidney Disease Outcomes Quality Initiative) odporúčajú skríning mikroalbuminúrie u všetkých pacientov s rizikom vzniku ochorení obličiek (7).

Existuje viacero metód stanovenia albumínu a proteínov v moči. Štandardne sa vyšetrenie albuminúrie/proteinúrie vykonáva v moči zbieranom 24 hodín. Pre skríningové účely a diagnostiku chronickej choroby obličiek sa odporúča stanovenie pomeru albumín/kreatinín v rannej vzorke moču.

Tabuľka 3 uvádza definíciu albuminúrie/proteinúrie podľa metódy zberu moču. Albuminúria aj proteinúria sa môžu vplyvom rôznych faktorov prechodne zvýšiť, preto je potrebné, aby sa potvrdila pozitívita vyšetrenia v 2 až 3 vyšetreniach v priebehu 3 – 6 mesiacov.

### Literatúra

1. Feber J, Cochat P, Hadj-Aïssa A, Dubourg L, et al. Renal concentrating capacity test by desmopressin in children: intranasal or intravenous route? *Am J Nephrol.* 1993; 13: 129–131.
2. Hladík M, Podracká L, Pohlídal A, et al. Sérovy cystatin C – ukazateľ glomerulárnej filtrácie u detí. *Čes.-slov. Pediatr.* 2002; 20: 219–222.
3. Kovács L, Janda J. Desmopresín a vyšetrenie koncentračnej schopnosti obličiek. In: *Trendy soudobé pediatrie. Svazek 5. Dětská nefrologie* (edit: Janda J). Praha: Galen: 67–82.
4. Kovács L, Lichardus B. Vasopressin: disturbed secretion and its effects. *Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers* 1989. 295 s.
5. Kovács L, Valanský L, et al. Poruchy močenia u detí. 1. vyd. *Martin: Osveta* 2001. 93 s.
6. Lehotská V, Lichardus B, Némethová V, Skultétyová M. Adiu-retin (DDAVP) test for renal concentrating ability in infants. *Cesk Pediatr.* 1981; 36: 324–327.
7. Levey AS, Eckhardt K-U, Tsukamoto Y, et al. Definition and classification of chronic kidney disease: A position statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). *Kidney International* 2005; 67: 2089–2100.
8. Némethová V, Lichardus B, Lehotská V. A short-term test using DDAVP for determination of the renal concentration capacity. *Monatsschr Kinderheilkd.* 1977; 125: 165–167.
9. Podracká L, Feber J, Lepage N, Filler G. Intra-individual variation of cystatin C and creatinine in pediatric solid organ transplant recipients. *Pediatr Transplant.* 2005; 9: 28–32.
10. Schuck O. Examination of kidney function. *Dordrecht-Boston-London, Kluwer Academic Publishers.* 1984. 266 s.
11. Schwartz GJ, Work DF. Measurement and estimation of GFR in children and adolescents. *Clin J Am Soc Nephrol* 2009; 4: 1832–1843.
12. Counahan R, Chantler C, Ghazali S, Kirkwood B, Rose F, Barratt TM. Estimation of glomerular filtration rate from plasma creatinine concentration in children. *Arch Dis Child.* 1976; 51: 875–878.

**prof. MUDr. László Kovács, DrSc., MPH**  
2. detská klinika LF UK a DFNSP  
Limbová 1, 833 40 Bratislava  
kovacs@dfnsp.sk

