

Praktické cvičení č. \_\_\_\_\_ datum \_\_\_\_\_ jméno \_\_\_\_\_

*Téma praktika:*

## Testy na měření glomerulární filtrace

*Okruhy k nastudování a dotazy:*

- 1) Přečtete si protokol a seznámte se s popsanou problematikou.
- 2) Podle jakého vzorce se v současnosti počítá glomerulární filtrace, pokud máte změřenou koncentraci kreatininu v séru a není k dispozici moč pacienta?
- 3) V jakých případech se počítá glomerulární filtrace podle Schwartze?

*Přístroje a pomůcky:*

### Automatický biochemický analyzátor cobas 8000

#### Vyšetření glomerulární filtrace

Funkční vyšetření ledvin umožňuje posoudit, zda je funkce ledvin fyziologická či snižená, a určit stupeň tohoto snížení. K základním metodám patří vyšetření glomerulární filtrace (GF), kdy stupeň snížení GF slouží jako klasifikační marker stupně závažnosti poškození ledvin.

#### Metody vyšetření glomerulární filtrace

##### a) Metody měření GF se sběrem moči

##### Renální clearance endogenního kreatininu (včetně korigované hodnoty)

U zdravého dospělého člověka clearance kreatininu ( $C_{kr}$ ) pouze lehce přesahuje GF (o 10 až 20 %) v důsledku nevelké tubulární sekrece kreatininu v proximálním tubulu. U jedinců s chronickým renálním onemocněním (CKD 4 až 5) se tubulární sekrece kreatininu relativně zvyšuje (vzhledem k velmi snížené glomerulární filtraci) a v konečných stádiích chronického selhání ledvin může  $C_{kr}$  přesahovat GF o 100 i více procent. Renální clearance kreatininu se provádí dle vzorce:

$$C_{kr \text{ korig.}} = \frac{U_{kr} \times V}{S_{kr}} \times \frac{1,73}{\text{povrch těla}} \quad [\text{ml/s}]$$

Kde je:  $U_{kr}$  ... koncentrace kreatininu v moči v  $\mu\text{mol/l}$

$V$  ... objem moči vytvořený za sledovanou časovou jednotku v ml/s

$S_{kr}$  ... koncentrace kreatininu v krevním séru v  $\mu\text{mol/l}$

Hodnoty  $C_{kr}$  se přepočítávají na ideální tělesný povrch ( $1,73 \text{ m}^2$ ). Povrch těla se počítá dle vzorce podle Dubois:

$$\text{Povrch těla} = 0,007184 \times \text{váha}^{0,425} \times \text{výška}^{0,725} \quad [\text{m}^2]$$

Kalkulátor povrchu těla:

<http://primar.sme.sk/kalkulacky/vypocet-telesneho-povrchu-dubois.php?hmotnost=60&vyska=168>

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  $C_{kr}$ .

## b) Metody měření glomerulární filtrace bez sběru moči

### 1. Rovnice CKD-EPI z roku 2009 (kreatinin)

	$S_{kr}$ [ $\mu\text{mol/l}$ ]	Vzorec pro výpočet eGF ml.s-1.1,73 m-2]
Ženy	$\leq 62$	$2,4 \cdot (S_{kr}/61,9)^{-0,329} \cdot 0,993^{\text{věk}} \cdot 1,159$ (černá populace)
	$> 62$	$2,4 \cdot (S_{kr}/61,9)^{-1,209} \cdot 0,993^{\text{věk}} \cdot 1,159$ (černá populace)
Muži	$\leq 80$	$2,35 \cdot (S_{kr}/79,6)^{-0,411} \cdot 0,993^{\text{věk}} \cdot 1,159$ (černá populace)
	$> 80$	$2,35 \cdot (S_{kr}/79,6)^{-1,209} \cdot 0,993^{\text{věk}} \cdot 1,159$ (černá populace)

**CKD-EPI je považována za základní metodu odhad GF. Nelze použít pro nestabilizované pacienty.**

### 2. Pro odhad GF ze sérového kreatininu u dětí a mladistvých je doporučeno používat rovnici podle Schwartz z roku 1987 a 2009:

$$\text{Vzorec pro výpočet GF} = \frac{F \cdot \text{výška (výška v cm)}}{S_{kr}}$$

[ml.s-1.1,73 m-2]

Kde je: F ... faktor pro enzymatický kreatinin 0,60

3. Cystatin C je mikroprotein (Mr 13,5 kDa), který patří do velké rodiny inhibitorů cysteinových proteáz. Tato látka volně prochází glomerulární membránou a je zachycována tubulárními buňkami. Molekuly cystatinu C, které pronikly do nitra tubulárních buněk, jsou v jejich nitru metabolizovány, takže do peritubulární extracelulární tekutiny žádný cystatin C nepřečází. Výsledkem toho je, že očišťování extracelulární tekutiny od cystatinu C je přímo úměrné GF. Pro odhad glomerulární filtrace ze sérového cystatinu C u dospělých lze využít rovnici CKD-EPI z roku 2012.

### Rovnice CKD-EPI z roku 2012 (cystatin C):

$$S_{cyst} \quad \text{Vzorec pro výpočet GF}$$

$$\begin{array}{ll} \text{[mg/l]} & \text{[ml.s-1.1,73 m-2]} \\ \leq 0,8 & 2,217 \cdot (S_{\text{cyst}} / 0,8)^{-0.499} \cdot 0,996^{\text{věk}} \cdot 0,932 \text{ (pro ženy)} \\ > 0,8 & 2,217 \cdot (S_{\text{cyst}} / 0,8)^{-1.328} \cdot 0,996^{\text{věk}} \cdot 0,932 \text{ (pro ženy)} \end{array}$$

$S_{\text{cyst}}$  - koncentrace cystatinu v séru

### V pediatrii lze aplikovat výpočet GF z cystatinu C:

$$1,178 \cdot (S_{\text{cyst}})^{-0,931} \text{ [ml/s]}$$

Cystatin C by měl být využit zejména u pacientů, kteří ztratili svalovou hmotu. Výhodou stanovení cystatinu C u dětí je nezávislost jeho hladiny na věku resp. tělesné výšce (na rozdíl od sérového kreatininu).

### Poznámky:

- Doporučená metody ke stanovení kreatininu je metoda enzymatické. Toto stanovení je zakončeno Trinderovou reakcí. U metody se vyskytuje léková interference výrazně snižující koncentraci kreatininu. Nejběžnějším lékem způsobující takovou interferenci je lék podávaný při krvácivých stavech Dicynone.
- Při akutním selhání ledvin je kromě klasických parametrů monitorujících stav ledvin stanovovat NGAL (lipokalin asociovaný s želatinázou neutrofilů).

### Úkoly:

- 1) U dvou patientských vzorků změřte kreatinin v séru a v moči. Dle výše uvedeného vzorce manuálně vypočítejte **renální clearance endogenního kreatininu** (včetně korigované hodnoty). Výsledky po zadání do LIS porovnejte s výpočtem v informačním systému. Do LIS zadejte soubor číslo metody 190 ( $S_{\text{kr}}=2$ ,  $U_{\text{kr}}=22$ ,  $C_{\text{kr nekorig}}=191$ ,  $C_{\text{kr korig}}=192$ , povrch těla=189).

Výška [cm]      Váha [kg]      Diuréza [ml/24 hod.]      Datum narození

Pacient 1  
Pacient 2

LIS       $S_{\text{kr}}$  [ $\mu\text{mol/l}$ ]       $U_{\text{kr}}$  [ $\mu\text{mol/l}$ ]       $C_{\text{kr korig}}$  Výpoč.       $C_{\text{kr korig}}$

Pacient 1  
Pacient 2

- 2) U stejných pacientů v LIS vypočítejte GF podle **CKD-EPI (kreatinin)**. Číslo metody v LIS je 200.

CKD-EPI (kreatinin)

Pacient 1  
Pacient 2

- 3) U dvou pediatrických vzorků změřte kreatinin v séru. Dle výše uvedeného vzorce manuálně vypočítejte **glomerulární filtraci podle Schwartz**. Výsledky po zadání do LIS porovnejte s výpočtem v informačním systému. Číslo metody v LIS pro  $GF_{Sch}$  je 150.

Výška [cm]	Datum narození	$S_{kr}$ [ $\mu\text{mol/l}$ ]	GF Výp.	$GF_{Sch}$ LIS
------------	----------------	--------------------------------	---------	----------------

Pacient 3  
Pacient 4

- 4) U stejných pacientů změřte cystatin C, zadejte do LIS a tam vypočítejte GF z cystatinu C. Číslo metody v LIS je 357 pro cystatin C a 355 pro  $GF_{cyst}$ .

Cystatin C [g/l]	GF (cystatin) - děti
------------------	----------------------

Pacient 3  
Pacient 4

- 5) Z LIS vypište referenční rozmezí pro jednotlivé funkce u pacientů 1-4 a v závěru okomentujte.

Výsledky úkolu 1+ 2 a 3 + 4 srovnejte.

**Závěr:** \_\_\_\_\_

---

