

Praktické cvičení č. _____ datum _____ jméno _____

Téma praktika:

Testy na měření glomerulární filtrace

Přístroje a pomůcky:

Automatický biochemický analyzátor cobas 8000

Wyšetření 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	≤ 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	≤ 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 Schwartze 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: 0,81 (dívky 1 – 18 let)
0,959 (chlapci 12 – 18 let)

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):

$$\begin{array}{l} S_{cyst} \\ \text{[mg/l]} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Vzorec pro výpočet GF} \\ \text{[ml.s-1.1,73 m-2]} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \leq 0,8 \\ > 0,8 \end{array} \quad \begin{array}{l} 2,217 \cdot (S_{cyst}/0,8)^{-0,499} \cdot 0,996^{\text{věk}} \cdot 0,932 \text{ (pro ženy)} \\ 2,217 \cdot (S_{cyst}/0,8)^{-1,328} \cdot 0,996^{\text{věk}} \cdot 0,932 \text{ (pro ženy)} \end{array}$$

S_{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. Číslo metody v LIS je $S_{kr} = 303$, $U_{kr} = 803$, $C_{kr} = 1725$, povrch těla nutno vypočítat.

	Výška [cm]	Váha [kg]	Diuréza [ml/24 hod.]	Datum narození
Pacient 1				
Pacient 2				
	S_{kr} [$\mu\text{mol/l}$]	U_{kr} [$\mu\text{mol/l}$]	C_{kr} Výpoč.	C_{kr} LIS
Pacient 1				
Pacient 2				

- 2) U stejných pacientů v LIS vypočítejte GF podle **CKD-EPI (kreatinin)**. Číslo metody v LIS je 1807.

	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 1808.

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 400 pro cystatin C a 1809 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: _____
