

VYŠETŘENÍ FUNKCE LEDVIN

MUDr. Jitka Kuncová, Ph.D.

Urologická klinika, Università di Pisa, Itálie

1 Specifická hmotnost a osmolalita moče

Specifická hmotnost, resp. osmolalita moče jsou důležitými parametry, jež umožňují zhodnocení koncentrační funkce ledvin. Schopnost ledvin vytvářet moč o osmolalitě výrazně vyšší než je osmolalita plazmy umožňuje funkce dřeňového protiproudového systému.

Specifická hmotnost moče určuje váhu moče ve srovnání se stejným objemem destilované vody (specifická hmotnost destilované vody je 1000 kg/m^3). Specifická hmotnost moče může dosahovat hodnot od 1003 do 1035 kg/m^3 . Za fyziologických okolností závisí specifická hmotnost moče především na příjmu tekutin a pohybuje se během dne mezi $1015 - 1035 \text{ kg/m}^3$. Při izostenurii je její hodnota v rozmezí $1010-1012 \text{ kg/m}^3$. Při normálním pitném režimu vykazuje obvykle **první ranní moč** specifickou hmotnost **$1015 - 1025 \text{ kg/m}^3$** . Specifickou hmotnost moče stanovujeme buď orientačně pomocí testačních proužků, nebo přesněji pomocí urometru (podrobněji viz praktika klinické biochemie).

K přesnějšímu posouzení stupně koncentrace moče určujeme její **osmolalitu**, tedy **osmotický tlak, který působí látky rozpuštěné v 1 kg rozpustidla**. Osmolalita moče se běžně pohybuje mezi $600 - 1100 \text{ mmol/kg H}_2\text{O}$. Maximální zředovací úsilí ledviny vede k vylučování moče o $40 \text{ mmol/kg H}_2\text{O}$ (specifická hmotnost 1001 kg/m^3). Při maximálním koncentračním úsilí (např. koncentrační test) jsou ledviny schopny vyloučit moč o osmolalitě 1300 mmol/kg .

2 Vyšetření koncentrační funkce ledvin

K vyšetřením, která poskytují údaje o tubulární funkci ledvin, patří vyšetření koncentrační a acidifikační schopnosti ledvin. **Koncentrační schopnost** vyšetřujeme pomocí klasického koncentračního pokusu či adiuretinového testu. Hodnoty maximální močové osmolality závisí výrazně na věku.

2.1 Klasický koncentrační pokus

Test probíhá při 24-36 hodinovém odnětí tekutin a potravin bohatých na tekutiny (zelenina, ovoce). Po uplynutí 12 h se 4 h intervalech provádí sběr moče a měří objem a osmolality moče.

2.2 Adiuretinový (DDAVP) test

Adiuretin (analog přirozeného antidiuretického hormonu) zvyšuje tubulární resorpci vody v distálním úseku nefronu. Po nočním odnětí tekutin se aplikují intranazálně 2 gtt Adiuretinu do každého nosního průduchu, event. 4 μg s.c. Následně se v jednohodinových intervalech provádí 4-5 sběrů moče. Normální hodnoty močové osmolality dosažené při DDAVP testu viz tabulka č. 1.

3 Acidifikační test

Porušená **acidifikační schopnost ledvin** může být projevem samostatných onemocnění ledvin, nebo některých tubulárních poruch.

Základním vyšetřením k posouzení acidifikační funkce ledvin je vyšetření pH ranní moče, při kterém je nutno dodržet následující podmínky:

- nepřítomnost močové infekce (negativní kultivace moče),
- změření pH moče ihned po vymočení,
- měření pomocí pH metru, nikoliv lakmusových papírků. U zdravého člověka je pH ranní moče pod 6,0.

Abychom dosáhli co nejpřesnějších výsledků, provádíme acidifikační test po krátkodobé zátěži NH_4Cl (0,1g/kg) nebo CaCl_2 (0,11g/kg) a dostatečné hydrataci s následným sběrem moče v 5-6 jednohodinových intervalech. Ve vzorcích stanovujeme pH, titrovatelnou kyselinu a amoniak. Hodnota pH moči má klesnout pod 5,4 (NH_4Cl), resp. pod 5,5 (po podání CaCl_2).

4 Vyšetření zředovací funkce ledvin

Posuzujeme **schopnost ledviny vytvářet moč o osmolalitě výrazně nižší než je osmolalita plazmy**. Test spočívá v podání 20-22 ml H_2O /kg tělesné hmotnosti; tekutinu je nutno vypít během 30 minut. Poté se ve 30 minutových intervalech po dobu 4 h provádí sběr moči. Vyšetřovaný je před a po podání vodní nálože zvážen. Zdravý jedinec vyloučí během 4 hodin alespoň $\frac{3}{4}$ z přijatého objemu a osmolalita moči klesne minimálně na 100 mmol/kg H_2O . Toto vyšetření je důležité pro diferenciální diagnostiku polyurických stavů.

5 Vyšetření glomerulární filtrace

Základním vyšetřením, které umožňuje v denní praxi posoudit **funkční stav ledvin** je stanovení hodnot plazmatické koncentrace kreatininu (Pkr). Pokles glomerulární filtrace (GF) je spojen se vzestupem hodnot Pkr, s hyperbolickým charakterem závislosti. Pro potřeby běžné praxe stanovujeme glomerulární filtraci pomocí clearance kreatininu (Ckr) po 8-24 hodinovém sběru moče. K přesnějšímu zhodnocení glomerulární filtrace využíváme stanovení clearance inulinu, polyfruktosanu nebo radionuklidy značených látek jako DTPA a EDTA aj. Tyto látky jsou vylučovány pouze glomerulární filtrací, nikoliv též tubulární sekrecí jako je tomu u kreatininu.

Vzorec pro výpočet clearance sledované látky:

$$\text{Clearance látky (ml/s)} = C_u/C_s \times V/t$$

(C_s) = koncentrace látky v séru

(C_u) = koncentrace látky v moči

V/t = objem moče vytvořený za časovou jednotku (ml/s)

Clearance (tedy GF) lze vztáhnout na povrch těla (asi 1,73 m²), pro který jsou hodnoty tabelovány.

Normální hodnota GF u zdravého člověka se pohybuje okolo 120ml/min (2,3-1,3 ml/s/1,73 m²).

Při známé hodnotě GF a diurézy je možno vypočítat i tubulární resorpci (TR) vody v procentech:

$$\text{TR} = (\text{GF}-V)/\text{GF} \times 100$$

Normální hodnota TR vody u zdravého jedince činí 98,3-99,6%.

6 Stanovení průtoku plazmy a krve ledvinami

Průtok krve ledvinami kolísá v důsledku aktuálních hemodynamických potřeb. Měření renálního krevního průtoku se provádí na základě Fickova principu pomocí látky, jež je ledvinami vylučována, avšak není v nich ani tvořena ani akumulována. V praxi stanovujeme hodnotu renálního průtoku pomocí clearance kyseliny paraaminohipurové (PAH). Clearance PAH odpovídá hodnotě efektivního průtoku plazmy ledvinami (EPPL).

Hodnoty clearance PAH: ♂ 10,9 ± 2,7 ml/s/1,73 m² ♀ 9,8 ± 2,5 ml/s/1,73 m

Na podkladě EPPL lze vypočítat efektivní průtok krve ledvinami (EPKL):

$$\mathbf{EPKL = EPPL / (1 - Hct)}$$