Verze 7.12.2011

P. Schneiderka, Ústav patologické fyziologie LFUP a OKB FN Olomouc

Osmometrie

Úvod

Udržování stálého osmotického tlaku tekutin vnitřního prostředí lidského organismu patří k základním životním homeostatickým mechanismům. Jde o komlexní úkol do něhož jsou zapojeny neurohumorální složky řídící především hospodaření organismu s vodou a ionty. O stavu osmolality se přesvědčujeme jejím měřením, osmometrií, v krvi, moči a vzácně i v jiných tělesných tekutinách.

Osmolalita

V systému, kde je roztok rozpustných látek oddělený polopropustnou membránou od samotného rozpouštědla se uplatňuje fyzikální jev projevující se snahou o průnik rozpouštědla do roztoku, tedy zřeďováním roztoku - osmózou. Objem roztoku se tím zvětšuje. Pokud bychom tomu chtěli zabránit, musíme na tuto část systému vynaložit tlak, který se nazývá **osmotický tlak.**
Osmotický tlak nezávisí na velikosti rozpuštěných částic ani na jejich složení či náboji, ale je přímo úměrný jejich celkovému počtu. Vodný roztok obsahující 1 mol močoviny má stejný osmotický tlak jako roztok 1 molu glukózy nebo 1 molu albuminu, ale roztok obsahující 1 mol NaCl bude mít dvojnásobný osmotický tlak, protože disociuje na dvě částice, tj. Na^+ a Cl^-. Osmotický tlak roztoku o látkové koncentraci 1 mol/l při 0 ºC činí 2,269 MPa (= 22,4 atm). Látková koncentrace osmoticky aktivních částic v 1 kg rozpouštědla se nazývá **osmolalita** a vyjadřuje se v mmol/kg.
Osmoticky aktivní jsou samozřejmě také (makro)molekuly nejrůznějších peptidů a bílkovin, které tvoří koloidní roztoky. Jejich osmotický tlak se označuje jako koloidně-osmotický nebo **onkotický** tlak. Je výrazně nižší než osmotický tlak krystaloidních roztoků, měří se přímými metodami a vyjadřuje se v jednotkách tlaku (kPa).

Principy měření

Osmotický tlak se v klinické laboratoři měří nepřímo na základě dvou vlastností roztoku, a to snížení teploty (dříve „bodu“) tuhnutí nebo zvýšení teploty varu (poklesu tenze par nad roztokem) oproti samotnému rozpouštědlu. Příslušné metody se nazývají kryoskopie a ebulioskopie. V klinické laboratorní praxi jsou rozšířenější osmometry využívající kryoskopického principu. Přitom platí, že1 mol osmoticky aktivních částic v 1 litru vodného roztoku snižuje teplotu tuhnutí o 1,86 ºC. V případě séra se nejvyšší snížení teploty tuhnutí pohybuje okolo 0,5 °C. Osmometry tedy musí být vybaveny velmi citlivými teploměry s citlivostí řádově 10^{-3} °C.
Není-li k dispozici potřebná měřicí technika, může být osmolalita vnitřního prostředí člověka poměrně spolehlivě odhadnuta výpočtem podle aktuálně změřených koncentrací sodíku, močoviny a glukózy v krvi:

$$\text{Osmolalita krve/plazmy (mmol/kg)} = 2\text{x } Na^+\text{(mmol/l)} + \text{urea (mmol/l)} + \text{glykémie (mmol/l)}.$$

V tomto vzorci se násobí látková koncentrace sodných iontů dvěma, aby byly do výpočtu zahrnuty také nejzastoupenější anionty. Výpočet nelze použít když je v krvi přítomna vysoká koncentrace nějaké jiné osmoticky aktivní nízkomolekulární látky (např. etylakoholu) a při silné hypo- nebo hyperproteinémii či velké hyperlipidémii. U stavů s extrémními koncentracemi proteinů a lipidů se totiž mění podíl vody v plazmě a látkové koncentrace sčítanců nelze jednoduše převést na kg čistého rozpouštědla (vody).

Klinický význam

Fyziologická osmolalita krve se pohybuje mezi 285 a 295 mmol/kg. Měření osmolality séra má význam především pro diagnostiku a léčbu hyperosmolálních stavů. Může k nim dojít např. při extrémní hyperglykémii kdy hrozí hyperglykemické kóma. Při léčbě lékař sleduje vedle osmolality také glykémii, natrémii, koncentraci laktátu a parametry acidobazického stavu.
Další častou indikací ke sledování osmolality krve jsou intoxikace etylalkoholem a etylenglykolem (nemrznoucí směsi).

Osmolalita moči se pohybuje v širokém rozmezí 40 až 1250 mmol/kg. Vyšetření osmolality moče slouží k posouzení funkce ledvin v rámci tzv. koncentračního pokusu. Při něm se pacientovi podá syntetický analog antidiuretického hormonu a následují 4 sběry moče v hodinových intervalech. Ve vzorcích se měří osmolalita a výsledek se srovnává s tabulkovými minimálními hodnotami osmolality podle věku pacienta.
Stanovení osmolality se dále používá např. při kontrole dialýzační léčby, k vyšetření mateřského mléka a ke kontrole infuzních roztoků ve farmacii.

Videosekvence „Osmometrie“
Laboratorní provedení osmometrie dokumentujeme na přístroji Osmo Station OM 6050 (Arkray, Japonsko). Je to automatizovaný osmometr pracující na **kryoskopickém principu** a určený pro měření osmolality vzorků biologických materiálů.

Vlastní měřicí část je spolu s nasávací mechanikou uložena ve svislé části skříně. Na její přední straně je ovládací klávesnice a zcela nahoře je integrovaná termotiskárna. Osmometr je přímo připojitelný k laboratornímu informačnímu systému.

Na pultu přístroje se nachází otočný karusel pro zkumavky a dvě pozice pro lahvičky se standardními roztoky. Na boční straně je vidět nádobky s promývacím roztokem a s odpadem, které jsou k osmometru připojené hadičkami.

Před měřením vzorků se provádí **kalibrace** přístroje. K tomu slouží speciální nízkoobjemové zkumavky („kepy“) z plastické hmoty, do nichž se ze zásobních lahviček nakapou kalibrační roztoky. Zkumavky se uloží do vyznačených poloh na karuselu a spustí se jejich měření.

Podle požadavků na žádankách o laboratorní vyšetření se potom do otvorů karuselu vkládají označené zkumavky se vzorky biologických materiálů pacientů. Zkumavky jsou identifikovatelné pomocí čárových kódů a přístroj je registruje pomocí čtecího zařízení. Činnost tohoto zařízení se projevuje červeným světlem.

Nasávací jehla odebírá potřebné objemy vzorků ze zkumavek, hadičkami se materiál dopravuje k měřicí jednotce a po **změření** postupuje do odpadové nádoby. Mezi nasátím jednotlivých alikvotů se jehla a hadičky proplachují omývací tekutinou.

Výsledky měření je možno vytisknout na termotiskárně přístroje a ručně vkládat (přepisovat) do nálezového listu, nebo po odsouhlasení je lze přímo odesílat (uvolňovat) do laboratorního informačního systému a touto cestou do nemocničního informačního systému.

Současně s každou sérií analýz vzorků pacientů se analyzují také k tomu určené kontrolní materiály pro vnitřní kontrolu kvality.

Doporučená literatura

Doležalová V. a kol.: Laboratorní technika v klinické biochemii a toxikologii. IDVPZ Brno 1995, ISBN 80-7013-198-5

Chromý V. a kol.: Bioanalytika. Učební text PřF MU Brno, 2.vydání 2011. ISBN 978-80-904539-3-7

Racek J. et al.: Klinická biochemie. Galén Praha 1999. ISBN 80-7262-023-1

P.Štern a kol.: Obecná a klinická biochemie pro bakalářské obory studia, Nakl. Karolinum Praha 2011. ISBN 978-80-246-1979-8