

8. Koch, C. G., Li, L., Sessler, D. I. et al. Duration of red-cell storage and complications after cardiac surgery. *N. Engl. J. Med.*, 2008, 358, p. 1229–1239.
9. Berezina, T. L., Zaets, S. B., Morgan, C. et al. Influence of storage on red blood cell rheological properties. *J. Surg. Res.*, 2002, 102, 1, p. 6–12.

Podporováno MSIM 0021620819 – Náhrada a podpora životně důležitých orgánů

MUDr. Ivan Novák

JIP I. interní klinika, FN Plzeň, UK v Praze, LF v Plzni

e-mail: novaki@fnplzen.cz

Stáří transfuzních jednotek – problém k zamyšlení

V tomto čísle časopisu je zveřejněna zajímavá práce Uvízla et al. [1] týkající se možného vlivu stárnutí krevních konzerv na vnitřní prostředí organismu. Otevřela celou řadu problémů, které mohou být s podáváním krevních náhrad spojeny. Autoři také dali podnět k zamyšlení nad souvislostmi, které možná ani v detailech nejsou spolehlivě objasněny a mohly by být impulsem pro další studium pravděpodobného iatrogenního ovlivnění vnitřního prostředí organismu.

Technologii přípravy EBR definují evropská guidelines [2], informace jsou k dispozici také ve Věstníku SÚKL [3]. Odběr krve se provádí pomocí různých pomůcek, jednou z možností je odběr do roztoku CPD (kvantitativně se jedná o 63 ml tohoto roztoku a 450 ml krve dárce). Z hlediska iontového složení je v roztoku CPD glukóza (142 mmol/l), sodný kation, citrátový a fosfátový anion. Diskuse o ideálním složení tohoto roztoku není uzavřena, pro anesteziology je asi především zajímavý vztah složení roztoku k udržení koncentrace 2,3-bisfosfoglycerátu v erythrocytech [4]. Po odseparování prakticky veškeré plazmy a leukocytů se ke zbývajícím erythrocytům přidá 100 ml roztoku SAGM. Při „fyzilogickém“ hematokritu lze očekávat, že objem neodseparované plazmy a plazmy zachycené v konkavitách erythrocytů může být například 10 % původního objemu plazmy, což je kolem 25 ml. Velmi orientačně lze říci, že 150–200 ml erythrocytů se mísí se 100 ml roztoku SAGM, s výsledným hematokritem uvnitř pásma požadovaného pro EBR Věstníkem SÚKL (0,50–0,70). Prakticky podobná technologie byla pravděpodobně použita pro přípravu EBR, které měli k dispozici autoři citované práce (kolem 280 ml TU EBR s hematokritem 0,50–0,70). Tyto úvahy jsou důležité vzhledem k záměru, který autoři naznačují v závěrech své práce – aplikace celého objemu krevní konzervy může mít vliv na ukazatele vnitřního prostředí a tento vliv se zvyšuje se stárnutím konzervy.

Acidobazický analyzátor, který autoři použili (a každý podobný typ acidobazického analyzátoru), měří koncentrace iontů v plazmatické fázi přímou metodou pomocí iontově selektivní elektrody. Pokud se aplikuje EBR, podávají se v podstatě erythrocyty dárce a roztok SAGM, který se procesem stárnutí obohatí o složky dané vitalitou, stárnutím a apoptózou erythrocytů. Původní iontové složení roztoku SAGM autoři uvádějí v navázce na 100 ml, která odpovídá množství 5 mmol glukózy, 15,4 mmol Na⁺ (a stejné množ-

ství Cl⁻). Výchozí koncentrace glukózy je tedy 50 mmol/l a iontové složení SAGM prakticky odpovídá fyziologickému roztoku s koncentrací 154 mmol/l Na⁺ a Cl⁻. Autoři uvádějí již v konzervě o stáří jednoho dne koncentraci Na⁺ 137 mmol/l, K⁺ 4 mmol/l, glukózy 29 mmol/l a laktátu 4,1 mmol/l, tedy roztok SAGM je již v počátku „kontaminován“ jak rezidui roztoku CPD, tak výchozí plazmy a pochopitelně projevy vitality erythrocytů. V konzervě staré 35 dnů vzrostla koncentrace K⁺ na 40 mmol/l, laktát na 28 mmol/l a koncentrace Na⁺ a glukózy poklesly na 116, respektive 14 mmol/l. Aplikací této konzervy ale pacient získává pouze kolem 100 ml „plazmy“, tedy 2,8 mmol laktátu, 4 mmol kalia a 1,4 mmol glukózy.

Pokusme se proto dále modelovat, jaký vliv bude mít aplikace 100 ml čistého roztoku SAGM, dále „plazma“ v konzervě staré 1 den, respektive 35 dnů. Pracovat budeme s údaji Uvízla et al. z tabulky 2. Pro kalkulace využijeme model pracující s proměnnými Stewartova a Fenclova modelu acidobazické rovnováhy založený na předpokladu, že do 3500 ml plazmy pacienta (objem plazmy normální dospělé osoby) přidáme příslušný objem externě podané tekutiny. V prvním případě aplikujeme (z hlediska Stewartovy a Fenclovy teorie) 100 ml roztoku o teoretické koncentraci 154 mmol/l Na⁺ a 154 mmol/l Cl⁻, což se projeví nepatrným vzestupem chloridémie a marginálním poklesem pH přibližně o 0,02, tedy ve smyslu mírné očekávané acidifikace. Ve druhém případě aplikujeme roztok obsahující metabolizovatelný aniont (laktát, 4,1 mmol/l), Na⁺ (137 mmol/l), K⁺ (4 mmol/l) a chloridy odpovídající nulové koncentraci hydrogenkarbonátu (136 mmol/l). Výsledkem je prakticky nulový efekt na vnitřní prostředí, koncentrace Na⁺, K⁺, Cl⁻ a acidobazický náleze se prakticky nezmění. Ve třetím případě, kdy se aplikuje stará konzerva, vycházíme ze složení metabolizovatelného aniontu (laktát, 28 mmol/l), Na⁺ (116 mmol/l), K⁺ (40 mmol/l) a chloridy odpovídající nulové koncentraci hydrogenkarbonátu (128 mmol/l). V tomto případě již dojde k vzestupu kalémie o přibližně 1 mmol/l, koncentrace Na⁺ a Cl⁻ se prakticky nezmění a rovněž snížení pH bude mírné. Koncentrace laktátu 28 mmol/l je samozřejmě značně vysoká a odpovídající pH aplikované plazmy je nízké, ale ve skutečnosti do plazmatického kompartmentu pacienta infundujeme 100 ml „plazmy“ se 2,8 mmol laktátu!

Navíc má laktát alkalizační a energetický potenciál po zmetabolizování, teoretická změna pH po úplném zmetabolizování laktátu je v tomto případě kolem +0,02. Změna kalémie je tedy jediným efektem, který by při aplikaci více než jedné EBR mohl mít významnější vliv na stav pacienta. Pokud by se podaly 4 TU EBR, mohl by být již vliv podstatný: teoretický okamžitý vzestup kalémie by byl kolem 3 mmol/l a pH by mohlo poklesnout o 0,04 – předpokladem by ale bylo velmi rychlé podání všech 4 TU. Všechny uvedené údaje jsou výsledky modelových výpočtů, které pracují pouze s plazmatickým kompartmentem pacienta bez uvažování vlivu dalších proměnných a regulačních orgánů. Situaci *in vivo* by bylo tedy nutné ověřit u konkrétních pacientů, jak konečně autoři citované práce naznačují v diskusi.

Z práce Uvázla et al. můžeme ale získat další informace. Laboratorní pracovníci empiricky znají závislost mezi arteficiálním vzestupem kalémie (hemolýza) a poklesem natrémie. Z dat v citované práci vyplývá, že vztah mezi koncentrací Na^+ a K^+ byl ve sledovaném rozsahu prakticky lineární, na každých 10 mmol/l vzestupu K^+ se snižuje koncentrace Na^+ o necelých 6 mmol/l ($\text{Na} = 140,3 - 0,588 \cdot \text{K}$). Takto kvantifikovaný údaj by bylo možné použít k odhadu skutečné koncentrace Na^+ ve vzorku plazmy, kde došlo k arteficiální hemolýze a korekcí by bylo možné zjistit skutečnou výchozí hodnotu natrémie.

Na grafu 4 práce Uvázla et al. je závislost mezi stářím EBR a koncentrací laktátu. Tím se dostáváme k poslednímu problému, se kterým musíme počítat a který v konkrétním případě význam práce Uvázla et al. nesnižuje. Tímto problémem je princip měření, který autoři použili. Měřicí rozsah pro Na^+ je 80–200 mmol/l, K^+ 1–20 mmol/l, pro glukózu 0,8–28 mmol/l a laktát 0,3–20 mmol/l [5]. Část měření tedy proběhla v koncentračních pásmech mimo měřicí rozsah iontově selektivních, respektive amperometrických elektrod. To může vysvětlit výrazně nelineární vztah mezi laktátem a glukózou nebo laktátem a stářím konzervy. Můžeme tedy očekávat, že ve skutečnosti byly koncentrace K^+ a laktátu ve starých konzervách vyšší než

udávané. To je další aspekt, který by zasloužil další studium a ověření získaných výsledků.

Tyto poznámky by měly ukázat, jak málo někdy víme o banálních situacích, se kterými se v medicíně denně setkáváme a které mohou mít vliv na péči o pacienta a jeho stav. Každou aplikací TU EBR s hematokritem kolem 0,6 podáváme objem erytrocytů (60 %) a „plazmatické“ tekutiny (40 %). Absolutní množství podaných složek tekutiny v mmol je tedy $V \cdot (1 - \text{Hct}) \cdot K$, kde V je objem TU v litrech, Hct je hematokrit (v zlomku z 1) a K je koncentrace analytu v tekutině. Pro TU o objemu 280 ml, hematokrit 0,6 a koncentraci K^+ 40 mmol/l je aplikujeme pouze 4,48 mmol kalia. Každá informace zpřesňující naše znalosti o iatrogenních vlivech na vnitřní prostředí pacienta může náš přístup k terapii zlepšit a z tohoto hlediska je citovaná práce zajímavou sondou do každodenních činností lékaře u lůžka.

Literatura

1. Uvázl, R., Fritscherová, Š., Šafránek, P., Adamus, M. Vliv stáří transfuzních jednotek erytrocytárních koncentrátů na koncentrace vybraných biochemických veličin. *Anest. intenziv. Med.*, 20, 2009, 3, s. 257–261.
2. **European Committee (Partial Agreement) on Blood Transfusion** Guide to the preparation, use and quality assurance of blood components. Council of Europe, 2008. ISBN 978-92-871-6330-1.
3. Věstník SÚKL: Příprava, použití a jistění jakosti krevních složek. SÚKL, 1998. ISSN 1210-9460.
4. Kurup, P. A., Arun, P., Gayathri, N. S., Dhanya, C. R., Indu, A. R. Modified formulation of CPDA for storage of whole blood, and of SAGM for storage of red blood cells, to maintain the concentration of 2,3-diphosphoglycerate. *Vox Sanguinis*, 2003, 85, s. 253–261.
5. Stat Profile® Critical Care Xpress, The All-In-One Analyzer For Blood Gases, CO-Oximetry, Electrolytes, Chemistry, Hematology and Data Management: Nova Biomedical. Dostupné na [www: http://norahanltd.com/index_files/CCXEN.pdf](http://norahanltd.com/index_files/CCXEN.pdf).

Prof. MUDr. Antonín Jabor, CSc.
IKEM Praha
anja@medicon.cz

Jaká je optimální intenzita mimotělních hemoeliminačních metod u akutního poškození ledvin kriticky nemocných?

Z dosud publikovaných studií, zabývajících se kontinuálními metodami náhrady funkce ledvin (CRRT) u kriticky nemocných, stále vyplývá řada nejasností. Týkají se především načasování zahájení/ukončení CRRT, indikačních kritérií a stanovení dávky CRRT. Právě posledně jmenovaný aspekt je ve světle recentních studií opět intenzivně diskutován. Závěry mono-

centrických randomizovaných studií s malým počtem pacientů, které hodnotily vztah mezi intenzitou RRT a klinickým výsledkem, přinesly nekonzistentní a protichůdné výstupy [1–5]. S patřičným napětím proto byly očekávány výsledky dvou multicentrických prospektivních randomizovaných kontrolovaných studií, které byly uveřejněny v tomto roce. Pohledem medicí-