

# Vliv preanalytických podmínek na měření ABR

Dobrovolná H., Soška V.

## 1. Úvod

V péči o kriticky nemocné pacienty se dnes stále častěji na odděleních JIP využívají POCT přístroje. Stanovení parametrů acidobazické rovnováhy nebo elektrolytů je však často prováděno současně nejen na přístrojích POCT, ale i na analyzátoch umístěných v centrálních laboratořích. To může vést ke zvýšení variability výsledků (1, 2).

Při vyšetřování parametrů acidobazické rovnováhy je velmi důležité zajistit dodržování všech preanalytických podmínek. V rámci zpracování bakalářské práce jsme ve Fakultní nemocnici u sv. Anny v Brně provedli srovnání stanovení pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, Ca<sup>2+</sup> (koncentrace vápenatých kationtů) na přístroji GEM Premier 3000 provozovaným v POCT režimu na ARK (anesteziologicko-resuscitační klinika) a na analyzátoru ABL 825 Flex umístěným na Oddělení klinické biochemie (OKB).

## 2. Metody

Analýzátor GEM Premier 3000 (Instrumentation Laboratory) je uzavřený systém pro stanovení parametrů acidobazické rovnováhy, vybraných elektrolytů a metabolitů. Je vybaven vyměnitelnými kazetami, které obsahují potřebné senzory, reagentie včetně kalibrátorů a kontrol i spotřební materiál. Přístroj pracuje v tzv. iQM režimu (Intelligent Quality Management system), který zajišťuje průběžné provádění kontrol kvality. Pokud nejsou splněna předem nastavená kritéria, přístroj se automaticky odstaví mimo provoz.

Acidobazický analyzátor ABL 825 Flex (Radiometr) je uzavřený systém, který je na našem pracovišti vybaven elektrodami pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub> a ISE (pro stanovení Ca<sup>2+</sup>). Pro kalibrace využívá kapalně roztoky a směsné plyny na dvou hladinách. Kontrola kvality je spouštěna automaticky ze speciálního modulu, který je součástí přístroje. Výsledky kontrolních vzorků jsou vyhodnocovány v rámci systému vnitřní kontroly kvality na OKB. Metody pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, prováděné na přístroji ABL 825 Flex, jsou na OKB akreditovány podle normy ISO 15 189.

V době provádění experimentu (říjen 2012 – leden 2013) byl realizován i kontrolní cyklus EHK ABR3/12 (SEKK), jehož výsledky byly na obou přístrojích bez neshod.

Pacientům na ARK byly odebrány vzorky krve do plastových odběrových nádobek Sarstedt Blood Gas Monovette (Ca<sup>2+</sup>-titrovaný heparinát lithný). V první části experimentu byl každému pacientovi odebrán jen jeden vzorek, který byl bezprostředně po odběru změřen na přístroji GEM Premier 3000 zdravotnickými pracovníky JIP. Poté byla odstraněna vzduchová kapsa, vzorek byl zavřen speciálním uzávěrem, který je součástí odběrové soupravy, a v horizontální poloze umístěn do přenosného boxu chlazeného gely (2 -8 °C).

V druhé části experimentu byly pacientům na oddělení ARK současně odebrány dva vzorky krve. Jeden vzorek byl bezprostředně po odběru změřen na přístroji GEM Premier 3000 zdravotnickými pracovníky JIP, druhý ihned uzavřený vzorek byl v horizontální poloze umístěn do přenosného boxu chlazeného gely.

Na ARK byla odebírána vždy série vzorků do max. 8 pacientů, po odebrání posledního vzorku si přenosný box převzal student bakalářského studia a přenesl jej na OKB, kde vzorky po zaškolení sám měřil na přístroji ABL 825 Flex. Vzorky obsahující viditelné vzduchové bubliny nebyly zpracovávány.

Výsledky měření z analyzátoru GEM Premier 3000 oddělení ARK byly získány z LIS. Ke statistickému zpracování jsme použili program Medcalc.

Cílem práce bylo porovnat výsledky stanovení pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, Ca<sup>2+</sup> na přístroji GEM Premier 3000, provozovaným v POCT režimu u lůžka, s výsledky získanými na analyzátoru ABL 825 Flex, umístěným v centrální biochemické laboratoři, a posoudit vliv preanalytických podmínek (uchování a doba transportu vzorku z ARK na OKB) na výsledky měření.

## 3. Výsledky

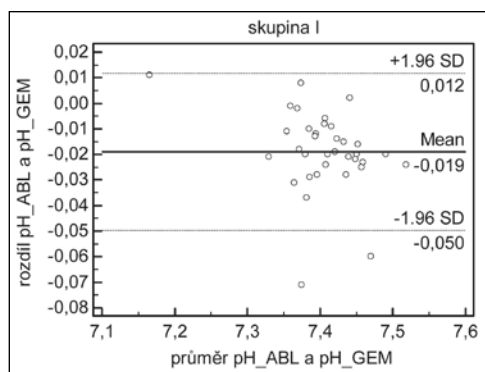
Bylo vyšetřeno celkem 36 vzorků (21 venózních a 15 arteriálních) v první části experimentu (skupina I.) a 57 vzorků (19 venózních a 38 arteriálních) v druhé části experimentu (skupina II.). Stanoveno bylo pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, Ca<sup>2+</sup> současně na přístroji Gem Premier 3000 a na přístroji ABL 825 Flex. Četnosti pacientů podle rozmezí stanovených hodnot pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, Ca<sup>2+</sup> nevykazovaly statisticky normální rozložení. Pro porovnání dat získaných z obou přístrojů jsme použili Altmanův Blandův rozdílový diagram, Passingovu Bablokovu regresi a korelační koeficient. Vyhodnocení bylo provedeno nejprve samostatně pro skupinu I a skupinu II a poté byly porovnány výsledky mezi oběma skupinami. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1.

Při stanovení pH a pCO<sub>2</sub> byl průměrný rozdíl mezi výsledky získanými z obou analyzátorů ve skupině I. a II. srovnatelný, ale skupině II. byl průměrný rozdíl

pro oba parametry menší. Passingova Bablokova regrese neukazuje významný rozdíl mezi skupinami I. a II., intervaly spolehlivosti (95% CI) směrnice zahrnovaly jedničku a intervaly spolehlivosti (95% CI) úseků regresních přímek na ose y obsahovaly nulu, ve skupině II. jsou tyto parametry blíže hodnotě jedna resp. nula. Korelační koeficienty jsou statisticky významné, ve skupině I. jsou pro oba parametry nižší ve srovnání se skupinou II.

Z grafů Altman Blanda (graf 3 a 4) je možné upozorovat závislost rozdílů výsledků z analyzátoru GEM Premier 3000 a ABL 825 Flex na měřené hodnotě  $pCO_2$ . S rostoucí hodnotou parciálního tlaku  $CO_2$  v krvi se rozdíly mezi výsledky z obou přístrojů zvyšovaly (přístroj ABL 825 Flex poskytoval nižší výsledky). Tento trend je více patrný ve skupině I. Pro hodnoty pH není mezi výsledky ve skupinách I. a II. pozorován rozdíl (graf 1 a 2).

**Graf 1. Srovnání výsledků měření pH ve skupině I. na ABL 825 Flex a GEM Premier 3000**



Legenda: Altmanův Blandův rozdílový diagram, Mean – průměrný rozdíl

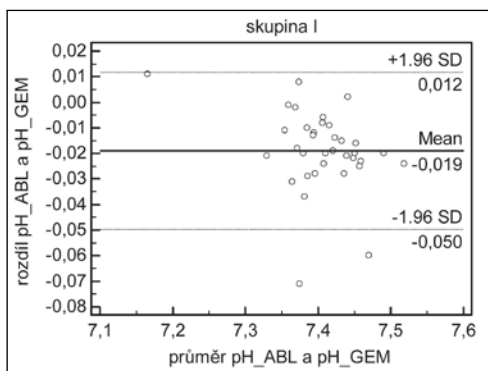
**Tabulka 1. Výsledky měření pH,  $pCO_2$ ,  $pO_2$ ,  $Ca^{2+}$  na analyzátoch ABL 825 Flex a GEM Premier 3000 ve skupinách I a II**

Skupina	pH		$pCO_2$ (kPa)		$pO_2$ (kPa)		$Ca^{2+}$ (mmol/l)	
	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
ABL průměr (± SD)	7,395 (±0,055)	7,386 (±0,085)	5,572 (±1,043)	6,157 (±1,494)	11,855 (±8,004)	11,556 (±6,106)	1,156 (±0,050)	1,157 (±0,071)
GEM průměr (± SD)	7,414 (±0,060)	7,405 (±0,090)	5,811 (±1,169)	6,336 (±1,543)	8,552 (±5,054)	10,943 (±5,383)	1,107 (±0,077)	1,133 (±0,078)
Průměrný roz. (Alt. Bland)	-0,019	-0,018	-0,24	-0,18	3,3	0,6	0,05	0,02
Směrnice (P. B. reg.)	1,083	1,047	1,111	1,030	0,661*	0,923	1,404*	1,111
Intercept (P. B. reg.)	-0,599	-0,333	-0,350	0,013	0,794*	0,164	-0,510*	-0,144
Korelační koeficient ( $P < 0,0001$ )	0,967*	0,980*	0,979*	0,983*	0,967*	0,967*	0,848*	0,882*

Legenda: ABL průměr – průměrná hodnota výsledků změřených na analyzátoru ABL 825 Flex, GEM průměr – průměrná hodnota výsledků změřených na analyzátoru GEM Premier 300, průměrný rozdíl Altmanova Blandova rozdílového diagramu, směrnice přímky z Passingovi Bablokovi regrese, Intercept – úsek regresní přímky na ose y

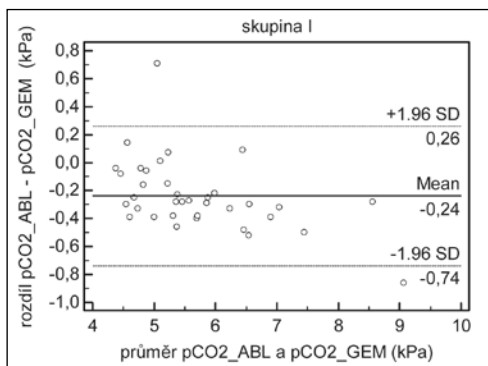
\*statisticky významná hodnota

**Graf 2. Srovnání výsledků měření pH ve skupině II. na ABL 825 Flex a GEM Premier 3000**



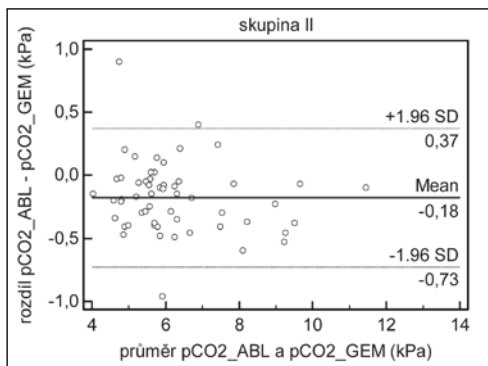
Legenda: Altmanův Blandův rozdílový diagram, Mean – průměrný rozdíl

**Graf 3. Srovnání výsledků měření pCO<sub>2</sub> ve skupině I. na ABL 825 Flex a GEM Premier 3000**



Legenda: Altmanův Blandův rozdílový diagram, Mean – průměrný rozdíl

**Graf 4. Srovnání výsledků měření pCO<sub>2</sub> ve skupině II. na ABL 825 Flex a GEM Premier 3000**



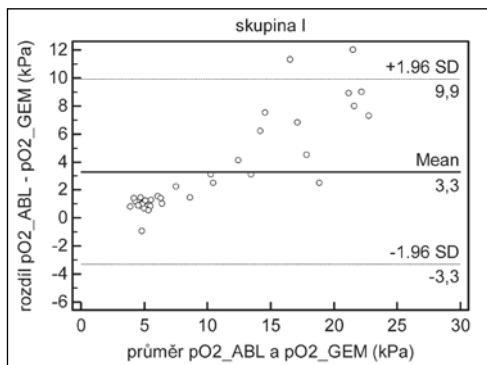
Legenda: Altmanův Blandův rozdílový diagram, Mean – průměrný rozdíl

U stanovení pO<sub>2</sub> byly hodnoty na analyzátoru ABL 825 Flex v průměru vyšší ve srovnání s výsledky z GEM Premier 3000. Průměrný rozdíl mezi výsledky získanými z obou analyzátorů je ve skupině I. větší než ve skupině II.

Z grafů Altman Blanda je patrná závislost rozdílů výsledků z obou přístrojů na měřené hodnotě pO<sub>2</sub> (graf 5 a 6). S rostoucí hodnotou parciálního tlaku O<sub>2</sub> v krvi se rozdíl mezi výsledky z obou přístrojů zvyšoval a ve skupině I. byl mezi výsledky z obou přístrojů statisticky významný rozdíl pro hodnoty pO<sub>2</sub> větší než 12 kPa. 95% interval spolehlivosti průměrné hodnoty rozdílů neobsahuje nulu (tabulka 2).

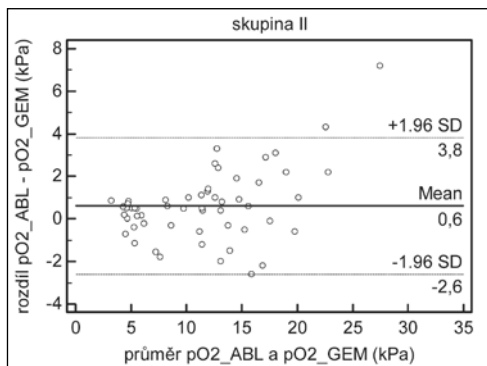
Výsledky Passingovy Pablockovy regrese jsou rozdílné ve skupině I. a II. (tabulka 1). Interval spolehlivosti (95% CI) směrnice nezahrnoval jedničku a interval spolehlivosti (95% CI) úseku regresní přímky na ose y neobsahoval nulu ve skupině I.

**Graf 5. Srovnání výsledků měření pO<sub>2</sub> ve skupině I. na ABL 825 Flex a GEM Premier 3000**



Legenda: Altmanův Blandův rozdílový diagram, Mean – průměrný rozdíl

**Graf 6. Srovnání výsledků měření pO<sub>2</sub> ve skupině II. na ABL 825 Flex a GEM Premier 3000**



Legenda: Altmanův Blandův rozdílový diagram, Mean – průměrný rozdíl

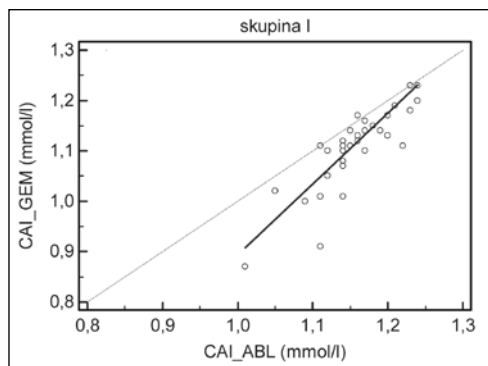
**Tabulka 2. Výsledky měření  $pO_2$  (kPa) na ABL 825 Flex a GEM Premier 3000 v podskupině pacientů s hodnotami  $pO_2$  větší než 12 kPa**

Skupina	$pO_2$ (kPa)	
	I.	II.
ABL průměr ( $\pm$ SD)	24,062 ( $\pm$ 3,230)	17,160 ( $\pm$ 4,721)
GEM (průměr $\pm$ SD)	16,687 ( $\pm$ 1,691)	16,326 ( $\pm$ 3,189)
Průměrný rozdíl $pO_2$ _ABL - $pO_2$ _GEM	7,4	0,8
Interval spolehlivosti $\pm$ 1,96 SD	(1,7) - (13,1)	(-3,6) - (5,3)

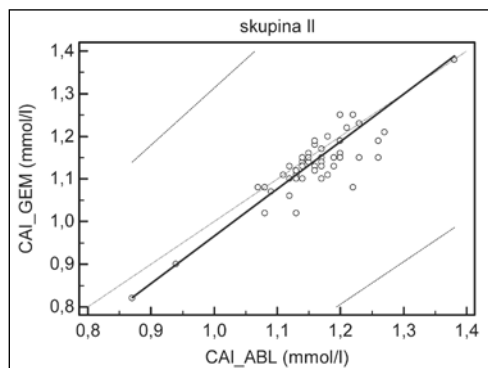
*Legenda: ABL průměr – průměrná hodnota výsledků změřených na analyzátoru ABL 825 Flex, GEM průměr – průměrná hodnota výsledků změřených na analyzátoru GEM Premier 300, průměrný rozdíl Altmanova Blandova rozdílového diagramu, interval spolehlivosti průměrného rozdílu Altmanova Blandova rozdílového diagramu*

Při stanovení  $Ca^{2+}$  byl průměrný rozdíl mezi výsledky získanými z obou analyzátorů ve skupině I. a II. srovnatelný, ve skupině II. byl menší (graf 9 a 10). Výsledky Passingovy Bablokovy regrese ukazují na menší shodu mezi výsledky z analyzátorů GEM Premier 3000 a ABL 825 Flex ve skupině I., a to zejména v oblasti hodnot menších než 1,15 mmol/l (graf 7 a 8). Interval spolehlivosti (95% CI) směrnice nezahrnoval jedničku a interval spolehlivosti (95% CI) úseku na ose y neobsahoval nulu ve skupině I. Korelační koeficient byl ve skupině I. nižší než ve skupině II. (tabulka 1).

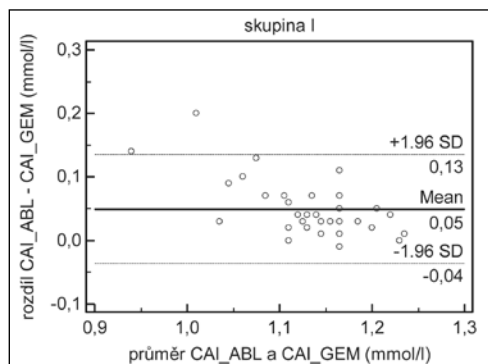
**Graf 7. Srovnání stanovení  $Ca^{2+}$  ve skupině I. na ABL 825 Flex a GEM Premier 3000 (Passingova Babloková lineární regrese)**



**Graf 8. Srovnání stanovení  $Ca^{2+}$  ve skupině II. na ABL 825 Flex a GEM Premier 3000 (Passingova Babloková lineární regrese)**

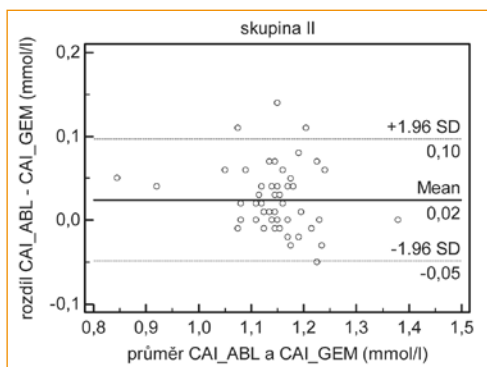


**Graf 9. Srovnání stanovení  $Ca^{2+}$  ve skupině I. na ABL 825 Flex a GEM Premier 3000**



*Legenda: Altmanův Blandův rozdílový diagram, Mean – průměrný rozdíl*

**Graf 10. Srovnání stanovení  $\text{Ca}^{2+}$  ve skupině II. na ABL 825 Flex a GEM Premier 3000**



*Legenda: Altmanův Blandův rozdílový diagram, Mean – průměrný rozdíl*

#### 4. Závěr

Porovnali jsme výsledky stanovení pH,  $\text{pCO}_2$ ,  $\text{pO}_2$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  na analyzátoru GEM Premier 3000 provozovaném v POCT režimu na OKB s výsledky získanými na analyzátoru ABL 825 Flex umístěným na OKB. Současně jsme sledovali vliv preanalytických chyb na stanovení vybraných parametrů v plné krvi odebrané do plastových odběrových nádobek Sarstedt Blood Gas Monovete. U stanovení pH a  $\text{pCO}_2$  byly výsledky získané z obou přístrojů srovnatelné a ve shodě s dříve publikovanými daty (3). Transport vzorku za předepsaných podmínek (box chlazený gely), časová prodleva (až 30 minut) ani manipulace se vzorkem před měřením na OKB neměly na výsledky statisticky významný vliv. Stanovení  $\text{pO}_2$  bylo významně ovlivněno preanalytickými podmínkami. Ve vzorcích, které byly před měřením

na OKB měřeny na POCT přístroji na ARK, jsme naměřili na OKB vyšší hodnotu  $\text{pO}_2$  a tento rozdíl je významnější u pacientů s hodnotami  $\text{pO}_2 > 12$  kPa. Při srovnání stanovení  $\text{Ca}^{2+}$  na přístroji GEM Premier 3000 a ABL 825 Flex jsme našli nižší korelační koeficient než u parametrů pH,  $\text{pCO}_2$ ,  $\text{pO}_2$ . Vliv preanalytických podmínek se projevil zejména v oblasti snížených hodnot  $\text{Ca}^{2+}$  ( $< 1,15$  mmol/l).

Z výsledků naší práce vyplývá, že výsledky měření pH,  $\text{pCO}_2$ ,  $\text{pO}_2$  a  $\text{Ca}^{2+}$  na analyzátoch GEM Premier 3000 provozovaném v režimu POCT a ABL 825 Flex provozovaném na OKB se velmi dobře shodují, pokud jsou dodrženy předepsané preanalytické podmínky. Těchto výsledků je možné dosáhnout i na pracovištích, kde je větší vzdálenost mezi místem odběru vzorku a místem vyšetření. Testování různých druhů odběrových souprav ani stabilita parametrů acidobazické rovnováhy v kapilární krvi nebyly předmětem této práce a obecnější platnost výše uvedených výsledků by bylo nutné ověřit.

#### Literatura:

1. Leino A., Kurvinen K. Interchangeability of blood gas, electrolyte and metabolite results measured with point-of-care, blood gas and core laboratory analyzers. *Clin. Chem. Lab. Med.* 2011, 49,7:1187-1191.
2. Stadlbauer V., Wallner S., Stojakovic T., Smolle K. H. Comparison of 3 different multianalyte point-of-care devices during clinical routine on a medical intensive care unit. *Journal of Critical Care* 2011, 26, 433e1-433e11.
3. Hupáková I., Hrachová M., Rubášová L., Kono-pásková M. Testování analyzátoru ABL 90 Flex. *Fons* 2011, č.4, 13-18.