

Vliv infuzních roztoků na acidobazickou rovnováhu

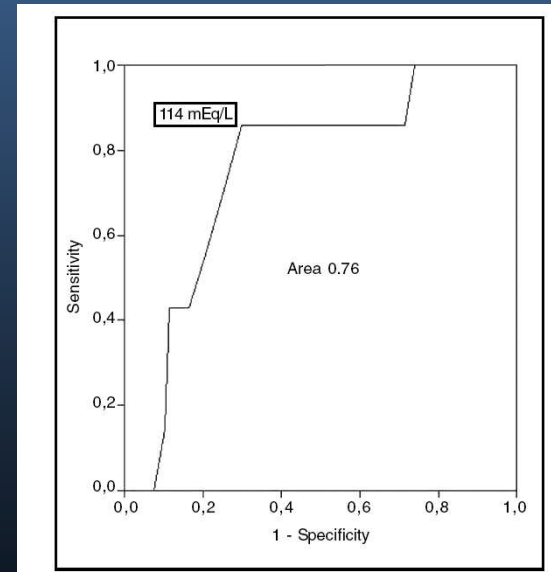
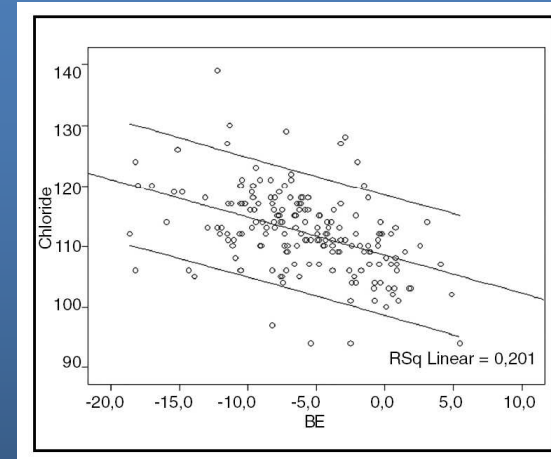
Antonín Jabor
IKEM Praha

Fyziologický roztok

Fyziologický roztok

„Incidence hyperchloridemie na konci operace je častá, je spojena s metabolickou acidózou, delším průběhem operace, většími objemy aplikovaných krystaloidů a vyšší pooperační mortalitou“

Silva Jr. et al: The importance of intraoperative hyperchloremia. Rev. Bras. Anesthesiol., 59, 2009, č. 3, s. 304 – 313.



„Fyziologický“ roztok ???

- Persistující hyperchloridémie, metabolická acidóza hyperchloridemická
- Pokles anion gap
 - diluční hypoalbuminémie (další pokles anion gap, alkalizující podíl ABR)
- Ledviny nálož NaCl vylučují pomaleji, možná vazokonstrikce (specificky) renálních tepen při hyperchloridemii
- Suprese reninu
- Redukce průtoku krve žaludkem, pokles intramukosálního pH při hyperchloridemii, opožděná recovery GIT, nauzea a zvracení po operacích
- Porucha kontraktility myokardu z acidémie, snížení odpovědi na inotropní látky
- Acidifikace cytosolu, membránová hyperpolarizace
- Aktivace neutrofilů, porucha oxygenace, tvorba plicních infiltrátů

Awad et al.: The history of 0,9% saline. Clin. Nutr., 27, 2008, 179-188

Fyziologický roztok

- „...zdá se, že nejsou historické nebo vědecké podklady (s výjimkou Hamburgerových experimentů in vitro s erytrocyty – Lancet, 1921) pro další používání 0,9% NaCl v klinické praxi...“
- „...roztoky se složením blízkým Ringer-laktátu (1883) nebo Hartmannově receptuře (1932) jsou vhodnější pro pacienty vyžadující 1000 – 1500 ml krystaloidů pro resuscitaci nebo náhradu“

Fyziologický roztok

- „...současně používaný 0,9% roztok NaCl nemá přesvědčivý historický základ. Při složení 0,9% NaCl, které není podobné většině roztoků používaných v minulosti, není v žádném případě ani „normální“ ani „fyziologický“. Naše současná praxe může být založena na klamu a nesprávném úsudku“

Co ostatní roztoky?
Jak to funguje v praxi?
Vhodný rozsah monitorování?

Benefit hypertonických
krystaloidů?

Bauer et al.: Isotonic and hypertonic crystalloid solutions in the critically ill.
Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology, 23, 2009, s. 173 - 181

Microsoft Excel - Kalkulátor SID pro infuze.Pro prezentaci.20080921

Soubor Úpravy Zobrazit Vložit Formát Nástroje Data Okno Nápověda

Nápověda - zadejte dotaz

Arial CE 10 B I U

A26

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2		Koncentrace	Zásoba	Koncentrace 2	Zásoba 2	Koncentrace 3	Zásoba 3			Před	Po		
3	Na	142	497	140	140	141,56	637,00			Suma kationtů	147,79	147,69	
4	K	4,1	14,35	5	5	4,30	19,35			Suma aniontů:	147,79	147,56	
5	Ca	2,3	8,05	0	0	1,79	8,05						
6	Mg	0,8	2,8	3	3	1,29	5,80						
7	Cl	106	371	98	98	104,22	469,00						
8	Alb	44	154	0	0	34,22	154,00						
9	P	1	3,5	0	0	0,78	3,50						
10	Objem	3500		1000			4500						
11	pH	7,40		7,40		7,300	14,8						
12	pCO2			5,33									
13	UA (z gablegramu, HCO3 z H-H)	2,99	10,46	48,95	48,95	13,20	59,41						
14	Ca ionizované (z albuminu a Ca)	1,17		0,00		0,99							
15	Mg ionizované (65% celkového)	0,52		1,95		0,84							
16	HCO3 (z gablegramu)	24,72	86,51	0,00	0	19,63							
17	Albx-	12,27		0,00		9,11							
18	Piy-	1,82		0,00		1,39							
19	SID	38,80		0,00		30,13							
20	CLkor	104,51				103,08							
21	pH teoretické (H-H rovnice)	7,40521											
22	HCO3 (H-H rovnice)	24,72		24,72									
23													
24	Roztok	Zdroj	Na mmol/l	K mmol/l	Ca mmol/l	Mg mmol/l	Cl mmol/l	HCO3- mmol/l	Acetát mmol/l	Laktát mmol/l	Glukonát mmol/l	HPO4- mmol/l	Citrát mmol/l
25	Plasmalyte 148		140	5	0	1,5	98		27		23		
48													
49	Roztok	Zdroj	Na mmol/l	K mmol/l	Ca mmol/l	Mg mmol/l	Cl mmol/l	HCO3- mmol/l	Acetát mmol/l	Laktát mmol/l	Glukonát mmol/l	HPO4- mmol/l	Citrát mmol/l
50	Plazma		142	4,5	5	3	103	27		1,3		2	
51	NaCl 0,9 %		154				154						
52	Ringer		147	4	2,25		155,5						
53	Darrow		121	36			104			53			
54	Darrow bez laktátu		103										
55	Hartmann		130										
56	Ringer-laktát		130										
57	Plasmalyte 148		140										
58	Hydrogenkarbonát sodný 4,2%		500										
59	Hydrogenkarbonát sodný 8,4%		1000										
60	KCl 7,5%		141										
61	NaCl 10%		1700										
62	KHCO3 10%												
63	CaCl2 . 6H2O 10%												
64	Isolyte S (pH 7,4)		141										
65	Isolyte E		140										
66	Ringerfundin		140										
67	Flomel OP		100										

1 2

160,00
140,00
120,00
100,00
80,00
60,00
40,00
20,00
0,00

Kalkulátor v Excelu pro teoretický výpočet působení aplikovaného roztoku na složení plazmy

S využitím rovnic Stewarta, Figgeho a Fencla

14 < > | List4 \ List1 \ List2 \ List3 /

Připraven 123

Microsoft Excel - Kalkulátor SID pro infuze.Pro prezentaci.20080921

Soubor Úpravy Zobrazit Vložit Formát Nástroje Data Okno Nápověda

Nápověda - zadejte dotaz

Arial CE 10 B I U

A26

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2		Koncentrace	Zásoba	Koncentrace 2	Zásoba 2	Koncentrace 3	Zásoba 3			Před	Po		
3	Na	142	497	140	140	141,56	637,00			Suma kationtů	147,79	147,69	
4	K	4,1	14,35	5	5	4,30	19,35			Suma aniontů:	147,79	147,56	
5	Ca	2,3	8,05	0	0	1,79	8,05						
6	Mg	0,8	2,8	3	3	1,29	5,80						
7	Cl	106	371	98	98	104,22	469,00						
8	Alb	44	154	0	0	34,22	154,00						
9	P	1	3,5	0	0	0,78	3,50						
10	Objem	3500		1000			4500						
11	pH	7,40		7,40		7,300	14,8						
12	pCO2			5,33									
13	UA (z gablegramu, HCO3 z H-H)	2,99	10,46	48,95	48,95	13,20	59,41						
14	Ca ionizované (z albuminu a Ca)	1,17		0,00		0,99							
15	Mg ionizované (65% celkového)	0,52		1,95		0,84							
16	HCO3 (z gablegramu)	24,72	86,51	0,00	0	19,63							
17	Albx-	12,27		0,00		9,11							
18	Piy-	1,82		0,00		1,39							
19	SID	38,80		0,00		30,13							
20	CLkor	104,51				103,08							
21	pH teoretické (H-H rovnice)	7,40521											
22	HCO3 (H-H rovnice)	24,72		24,72									
23													
24	Roztok	Zdroj	Na mmol/l	K mmol/l	Ca mmol/l	Mg mmol/l	Cl mmol/l	HCO3- mmol/l	Acetát mmol/l	Laktát mmol/l	Glukonát mmol/l	HPO4- mmol/l	Citrát mmol/l
25	Plasmalyte 148		140	5	0	1,5	98		27		23		
48													
49	Roztok	Zdroj	Na mmol/l	K mmol/l	Ca mmol/l	Mg mmol/l	Cl mmol/l	HCO3- mmol/l	Acetát mmol/l	Laktát mmol/l	Glukonát mmol/l	HPO4- mmol/l	Citrát mmol/l
50	Plazma		142	4,5	5	3	103	27		1,3		2	
51	NaCl 0,9 %		154				154						
52	Ringer		147	4	2,25		155,5						
53	Darrow		121	36			104			53			
54	Darrow bez laktátu		103										
55	Hartmann		130										
56	Ringer-laktát		130										
57	Plasmalyte 148		140										
58	Hydrogenkarbonát sodný 4,2%		500										
59	Hydrogenkarbonát sodný 8,4%		1000										
60	KCl 7,5%												
61	NaCl 10%		1700										
62	KHCO3 10%												
63	CaCl2 . 6H2O 10%												
64	Isolyte S (pH 7,4)		141										
65	Isolyte E		140										
66	Ringerfundin		140	4	2,5	1	127		24				5,0 (me
67	Flomel OP		100	18		3	98		38				

Kalkulátor umožňuje odhadnout efekt aplikace libovolného roztoku do plazmatického kompartmentu

14 < > | List4 \ List1 / List2 / List3 /

Připraven 123

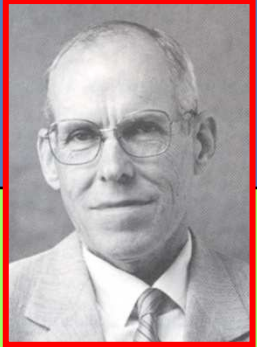
Funguje to v praksi?

HCO_3^- \n SID	20	22	24	26	28	30
34						
38			NORMA			
42						
46						
50						

HCO_3^-	20	22	24	26	28	30
SID						
34						
38			NORMA			
42						
46						
50						

Stupnice bikarbonátistů

Stupnice stewartovců



Intenzivní péče

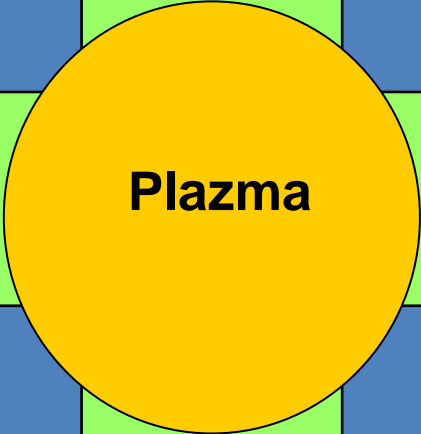
Story, Morimatzu, Bellomo:

analýza 300 nálezů kriticky nemocných

koncept „strong ion difference“ je vhodnější než
„bikarbonátová interpretace“ acidobazických poruch

úprava acidobazických poměrů nebo prevence
acidobazických poruch je možná manipulací
plazmatických silných iontů, především Na^+ a Cl^-

HCO_3^- \diagdown SID	20	22	24	26	28	30
34						
38						
42						
46						
50						



Acidobazicky
„neutrální“ tekutina
(stabilizace!)

HCO_3^-	20	22	24	26	28	30
SID						
34						
38						
42						
46						
50						

Fyziologický roztok, Ringer, Darrow, glukóza

Acidifikující roztoky s $\text{SID}=0$, efekt diluce (a změny iontového složení)

HCO_3^- \diagdown SID	20	22	24	26	28	30
34						
38						
42						
46						
50						

KCl 7,5%
NaCl 10%

Mírně acidifikující roztoky
a $\text{SID}=0$, hyperchloridemie
mírněna „koncentrací“

HCO_3^- \diagdown SID	20	22	24	26	28	30
34						
38						
42						
46						
50						

Alkalizující roztoky
(vysoké SID,
koncentrace a
alkalizace)

KHCO_3 10%
 NaHCO_3 4,2%



Acidifikující roztoky,
při podání efekt
diluce a změny
iontového složení

Alkalizační potenciál –
aniont organické
kyseliny zmetabolizován
- bikarbonát

Experimentální část

Vliv aplikace fyziologického roztoku na změny plazmy

Plazma inkubována při 37 °C

Ekvibrace na pCO₂ 3,6 kPa

V praxi to funguje!

Aplikace fyziologického roztoku

(500 ml do 3500 ml plasmy =
500 µl do 3500 µl plasmy)

	Výchozí koncentrace (mmol/l)	Teoretická koncentrace (mmol/l)	%	Skutečná koncentrace (mmol/l)	%
Na	138	140	1,4	140,8	2,0
K	4,45	3,89	-12,6	3,95	-11,2
Cl	103	109,4	6,2	109	5,8
HCO ₃ ⁻	25,5	22,3	-12,5	20,8	-18,4
pH	7,572	7,537	-0,5	7,503	-0,9
SID	36,4	31,6	-13,2	33,7	-7,4
Cl _{kor}	104,5	109,4	4,7	108,4	3,7

Krevní konzervy

Krevní konzervy

Uvízl et al.: Vliv stáří transfuzních jednotek erytrocytárních koncentrátů na koncentrace vybraných biochemických veličin (AIM, 2009)

Analyt (mmol/l)	Teoreticky	TU EBR stáří 1 den	TU EBR stáří 35 dnů
Na⁺	154	137	116
K⁺	(0)	4	40
Glukóza	50	29	14
Laktát	(0)	4,1	28,0

Erytrocyty v roztoku (CPD)SAGM

Krevní konzervy

Absolutní množství podaných složek tekutiny
v mmol

$$V * (1 - Hct) * C$$

V ... objem TU v litrech

Hct ... hematokrit (v zlomku z 1)

C ... koncentrace analytu v tekutině (mmol/l)

Každou aplikací TU EBR s hematokritem kolem 0,6 podáváme
objem erytrocytů (60 %) a „plazmatické“ tekutiny (40 %)

Krevní konzervy

Absolutní množství podaných složek tekutiny v mmol

$$V * (1 - Hct) * C$$

V ... objem TU v litrech

Hct ... hematokrit (v zlomku z 1)

C ... koncentrace analytu v tekutině (mmol/l)

Pro TU EBR o objemu 280 ml, hematokrit 0,6 a koncentraci K⁺ 40 mmol/l je aplikujeme pouze 4,48 mmol kalia **ale:**

Rychlé podání 4 TU EBR: teoretický okamžitý vzestup kalémie o 3 mmol/l, pokles pH o 0,04

**Malá vzpomínka na závěr:
Peroperační aplikace
bikarbonátu?**

Peroperační aplikace

Shimada et al.:

použití Ringer-acetátu a Ringer-bikarbonátu při rekonstrukci aorty (celkem kolem 4 litrů)

jen mírně nižší BE a pH při použití Ringer-acetátu
minimální hodnoty 5 minut po reperfuzi:

R-A: pH 7,30, BE - 3 mmol/l

R-B: pH 7,35, BE -1,5 mmol/l

snad mírná výhoda Ringer-bikarbonátu v urgentních situacích

bez podstatného rozdílu efektu na hemodynamické ukazatele a acidobazickou rovnováhu

Oddělení klinické biochemie OÚNZ, Kladno,
přednost MUDr. Bedřich Nejedlý

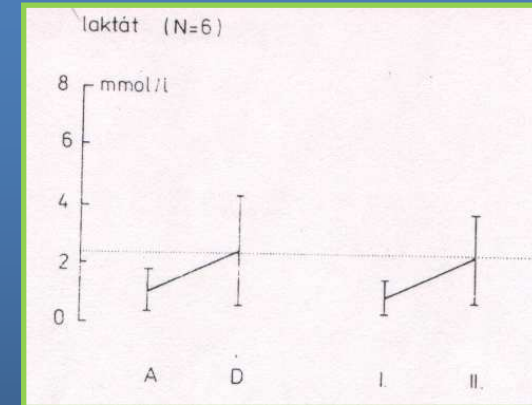
Anesteziologicko - resuscitační oddělení OÚNZ, Kladno, přednost MUDr. Vladimír Lemon
Chirurgické oddělení OÚNZ, Kladno, přednost MUDr. Slávka Krauskopfová

SLEDOVÁNÍ ACIDOBAZICKÉ ROVNOVÁHY, PO_2 A HEMATOKRYTU BĚHEM CÉVNÍ REKONSTRUKCE

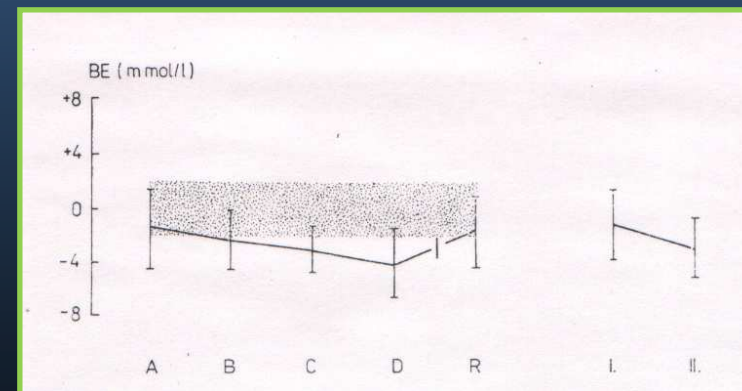
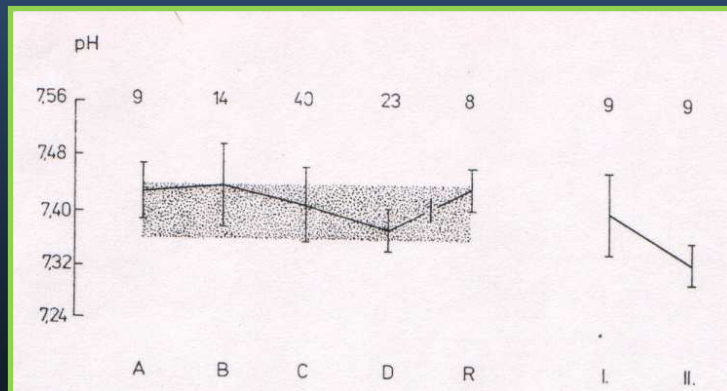
A. Jabor, P. Šimáček, J. Horešovský

Během rekonstrukce velkých cév je oběh v operované končetině na různé dlouhou dobu omezen. Protože lze předpokládat, že v ischemizované končetině dochází k metabolickým změnám jako při vývoji turniketového syndromu (2), doporučuje se po obnovení průtoku krve tepnami podat hydrourhličitan sodný k zvládnutí metabolické acidózy (1).

V naší práci jsme se snažili zjistit, zda dochází během operace tepen dolních končetin k rozvoji některých známek turniketového syndromu a zda je opodstatněné podávat paušálně alkalizující roztoky při uvolnění cévní svorky. Zajímá nás také vliv těchto operací na změny hematokritu.



Rozhl. Chir., 63,
1984, č. 1, s. 22 - 28



Oddělení klinické biochemie OÚNZ, Kladno,
přednosta MUDr. Bedřich Nejedlý

Anesteziologicko - resuscitační oddělení OÚNZ, Kladno, přednosta MUDr. Vladimír Lemon
Chirurgické oddělení OÚNZ, Kladno, přednosta MUDr. Slávka Krauskopfová

SLEDOVÁNÍ ACIDOBAZICKÉ ROVNOVÁHY, PO_2 A HEMATOKRYTU BĚHEM CÉVNÍ REKONSTRUKCE

A. Jabor, P. Šimáček, J. Horešovský

Během
dlouhou do
dochází k
doporučuje
k zvládnutí

V naší
ních konče
opodstatně
Zajímá nás

Z á v ě r

Uvedené výsledky naznačují, že se při sledovaných výkonech nerozvinul obraz s metabolickými známkami turniketového syndromu. Acidobazická rovnováha se vychýlila z normálních hodnot pouze ve smyslu mírné metabolické acidózy regulované hyperventilací a hodnoty hematokritu jsou dokladem postupné, ne však kritické hemodiluce. Změny vnitřního prostředí při podobných typech operací nejsou závažné, jestliže je anestézie korektně vedena. Tato zjištění mohou mít praktický terapeutický význam:

1. při možnosti peroperačního sledování hematokritu lze okamžitě a racionálně řídit přívod náhradních a iontových roztoků, plné krve a erytrocytární masy. Hodnoty hematokritu lze za průběžné kontroly snížit až k funkčně výhodné hranici 0,30.

2. podání hydrouhličitanu sodného po uvolnění cévní svorky na konci rekonstrukce tepny není bezpodmínečně nutné, protože uzávěr tepny svorkou trvající 50 až 80 minut nemusí mít bezprostřední vliv na celkovou acidobazickou rovnováhu.

Rozhl. Chir., 63,
1984, č. 1, s. 22 - 28

Závěry

- roztoky složením blízké fyziologickému roztoku acidifikují a vyvolávají hyperchloridemii
- pokud je hyperchloridemie a MAC přítomna, může se zhoršit
- hyperchloridemie má řadu negativních konsekvencí
- acidóza s hyperchloridemií je kontraindikace (?) podávání roztoků s nízkým SID, ale mohou být výhodné u MALK

- roztoky s metabolizovatelným aniontem alkalizují, ale specificky podle složení

- změny lze modelovat a odhadnout možný trend u pacienta
- čím více je omezena regulační funkce ledvin, tím významnější je volba složení roztoku
- situace je málo zmapovaná především u nově zaváděných postupů