

Изменение подходов к использованию кристаллоидов

В.А. Мазурок

СЗФМИЦ им. В.А. Алмазова
Санкт-Петербург

Холера, 1832 г.

- Впервые в/в теплый гипотонический раствор «2 драхмы солянокислой соли, 2 крупницы карбоната натрия в 6 унциях воды» с «...немедленным появлением пульса и улучшением дыхания».

Холера, 1832 г.

- «...профессионалы не могут решить; отсюда, вместо единого подхода, **каждый город и деревня имеют собственные ...необходимо клиническое исследование для разрешения конфликта...».**

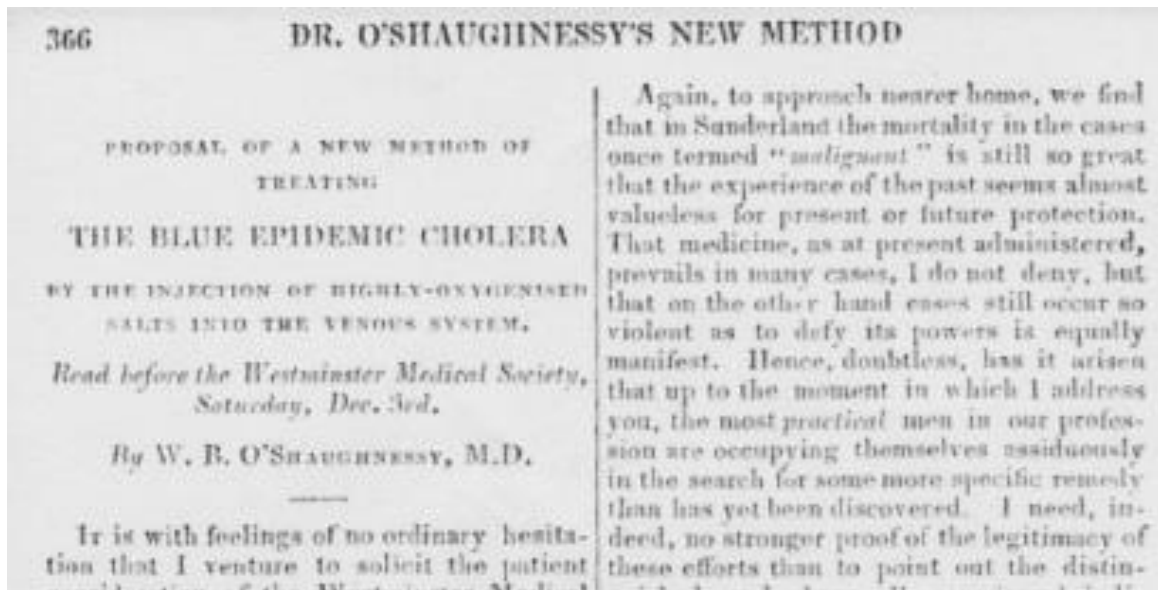
INVITED COMMENTARY

The quest for the holy volume therapy

Edoardo De Robertis, Arash Afshari and Dan Longrois

- Почти 200 спустя:
 - Идеальный режим инфузии для волеми и гидратации - предмет дебатов и неопределенности.

- Выпускник университета в Эдинбурге (22 г.);
- Лекция Вестминскому мед. обществу (02.12.1831):
 - Новый метод лечения "blue epidemic cholera": введение жидкости и солей для борьбы с "всеобщим застоем венозной системы».
 - Публикация в the Lancet несколькими днями позже.
- Технологию введения жидкости еще предстоит открыть...



Dr William Brooke O'Shaughnessy (1809-1889)
(Уильям Брук О'Шонесси)

- То, что выглядит как бутылка с водой или мочой - "рисовый водянистый стул" холерного больного.

Gill G. William O'Shaughnessy and the forgotten cure for cholera in the 1832 British epidemic.





available at www.sciencedirect.com



<http://intl.elsevierhealth.com/journals/clnu>

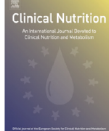


REVIEW

The history of 0.9% saline

Sherif Awad, Simon P. Allison, Dileep N. Lobo*

- Англия: почти 10 млн. литров в год;
- Происхождение 0.9% NaCl неясно:
 - С эпидемии холеры в Англии в 1831 г.?
- Однако растворы Latta, Jennings и др. мало похожи на 0.9% NaCl.
- «КАК ОН СТАЛ «ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ»??!



REVIEW

The history of 0.9% saline

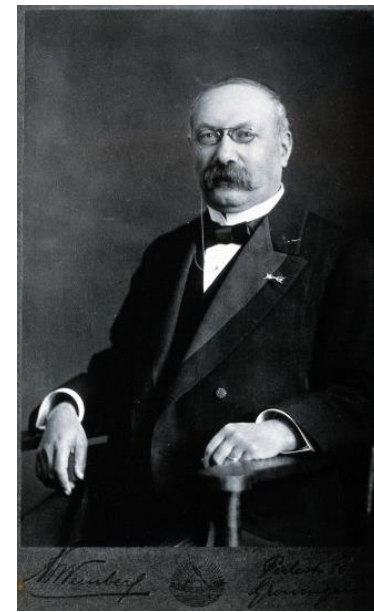
Sherif Awad, Simon P. Allison, Dileep N. Lobo*

Table 3 Composition of early saline solutions

Name of solution	Constituents	Modern equivalents, mmol/ l of solution
1832: Latta's solution 1 ²⁰	2 drachms muriate of soda, 2 scruples carbonate of soda, 60 ounces of water	Na ⁺ 106 mmol/l, Cl ⁻ 78 mmol/l, CO ₃ ²⁻ 14 mmol/l
1832: Latta's solution 2 ¹⁰	2–3 drachms muriate of soda, 2 scruples subcarbonate of soda, 6 pints of water	Na ⁺ 48–68 mmol/l, Cl ⁻ 39–59 mmol/l, HCO ₃ ⁻ 9 mmol/l
1832: Craigie's solution ²²	1 drachm muriate of soda, 10 grains carbonate of soda, 2 pounds aqua calid	Na ⁺ 103 mmol/l, Cl ⁻ 88 mmol/l, CO ₃ ²⁻ 8 mmol/l
1832: Meikle's solution ³²	4 drachms muriate of soda, 4 scruples carbonate of soda, 2 ounces albumen, 10 pounds water	Na ⁺ 98 mmol/l, Cl ⁻ 72 mmol/l, CO ₃ ²⁻ 13 mmol/l, albumen 17 g/l
1832: Latta's solution 3 ³⁰	Half drachm muriate of soda, 8 grains subcarbonate of soda, 1 pound water saturated with protoxide of azote	Na ⁺ 107 mmol/l, Cl ⁻ 91 mmol/l, HCO ₃ ⁻ 16 mmol/l
1832: Latta's solution 4 ³¹	"... the solution I used contained a third more saline matter ..."	Na ⁺ 134 mmol/l, Cl ⁻ 118 mmol/l, HCO ₃ ⁻ 16 mmol/l
1849: Henry Howlett's solution ²⁷	1 drachm common salt, half drachm sulphate of potash, 1 quart water	Na ⁺ 58 mmol/l, Cl ⁻ 58 mmol/l, K ⁺ 19 mmol/l, SO ₄ ²⁻ 10 mmol/l
1853: Owen Rees' solution ³⁵	3 ounces chloride of sodium, one ounce phosphate of soda, One and a half ounces carbonate of soda, half ounce sulphate of soda, small portions of distilled water added to make solution of specific gravity 1030	As the volume of water used is not known, we are unable to calculate the concentrations of the various anions and cations
1866: Murchison's solution ³⁴	One and a half drachms chloride of sodium, half drachm chloride of potassium, 10 grains phosphate of soda, 5 grains carbonate of soda, 2 pints of water	Na ⁺ 130 mmol/l, Cl ⁻ 143 mmol/l, K ⁺ 29 mmol/l, PO ₄ ²⁻ 4.5 mmol/l, CO ₃ ²⁻ 3.4 mmol/l
1871: Marsden's solution ³	3 drachms chloride of sodium, half drachm subcarbonate of soda, 15 grains potassium chloride, 48 ounces water	Na ⁺ 162 mmol/l, Cl ⁻ 154 mmol/l, K ⁺ 12 mmol/l, HCO ₃ ⁻ 17 mmol/l
1879: Kronecker and Sander's solution ^{29,a}	6 grams cooking salt, 0.05 grams sodium hydroxide, in 1 litre distilled water	Na ⁺ 104 mmol/l, Cl ⁻ 103 mmol/l, OH ⁻ 1 mmol/l
1883: Egerton Jenning's solution ²⁸	50 grains chloride of sodium, 3 grains chloride of potassium, 25 grains sulphate of soda, 25 grains carbonate of soda, 2 grains phosphate of soda (Na ₃ PO ₄), 2 drachms absolute alcohol, in 20 ounces of water	Na ⁺ 190 mmol/l, Cl ⁻ 101 mmol/l, K ⁺ 5 mmol/l, SO ₄ ²⁻ 19 mmol/l, CO ₃ ²⁻ 26 mmol/l, PO ₄ ²⁻ 2 mmol/l, 12 ml alcohol
1883: Szumann's solution ²⁶	6 g common salt, 1 g sodic carbonate, in 1000 g distilled water	Na ⁺ 122 mmol/l, Cl ⁻ 103 mmol/l, CO ₃ ²⁻ 9 mmol/l
1883: Ringer's solution ^{37,b}	6 g sodium chloride, 3.1 g sodium lactate, 300 mg potassium chloride and 200 mg calcium chloride in 1000 ml water	Na ⁺ 130 mmol/l, K ⁺ 4 mmol/l, Ca ²⁺ 1.5 mmol/l, Cl ⁻ 109 mmol/l, C ₃ H ₅ O ₃ ⁻ (lactate) 28 mmol/l
1888: Churton's solution ³⁹	3 drachms of chloride of sodium, 18 grains of chlorate of potash, 9 grains of phosphate of soda, and 60 grains of bicarbonate of soda, in 3 pints of distilled water	Na ⁺ 150 mmol, Cl ⁻ 128 mmol, PO ₄ ²⁻ 2.5 mmol, HCO ₃ ⁻ 27 mmol
1891: Richardson's solution ³⁶	30 grains chloride of sodium, 15 grains phosphate of soda, 1 pint distilled water	Na ⁺ 76 mmol/l, Cl ⁻ 55 mmol/l, PO ₄ ²⁻ 11 mmol/l
1892: Pye-Smith's solution ⁴⁰	1 drachm of common salt to 1 pint of recently boiled water	Na ⁺ 116 mmol/l, Cl ⁻ 116 mmol/l
1898: Thelwall Thomas's solution ⁴¹	6 parts of sodium chloride to 1000 parts of sterilised water	Na ⁺ 103 mmol/l, Cl ⁻ 103 mmol/l
1932: Hartmann's solution ^{38,51–53}	6 g sodium chloride, 3.22 g sodium lactate, 400 mg potassium chloride and 270 mg calcium chloride in 1000 ml water	Na ⁺ 131 mmol/l, K ⁺ 5 mmol/l, Ca ²⁺ 2 mmol/l, Cl ⁻ 111 mmol/l, C ₃ H ₅ O ₃ ⁻ (lactate) 29 mmol/l
0.9% sodium chloride	9 g sodium chloride in 1 l water	Na ⁺ 154 mmol/l, Cl ⁻ 154 mmol/l

Ни один раствор
1832–95 гг.
не похож на
0.9% NaCl

Отец физраствора?



- 1888 г. – Hartog Jakob Hamburger (Голландия):
 - Физиолог, химик, патолог ветеринарной школы Университета Utrecht.
- 1896 г. – первое упоминание о походяем на 0.9% NaCl растворе:
 - 0.92% соль «нормальна» для крови млекопитающих.

A Discourse
ON
PERMEABILITY IN PHYSIOLOGY
AND PATHOLOGY.

Delivered at the University of London, under a Scheme
for Exchange of Lectures in Medicine between
England and Holland,

By H. J. HAMBURGER, Sc.D., M.D., LL.D., F.R.S.,
PROFESSOR OF PHYSIOLOGY IN THE UNIVERSITY OF
GRONINGEN (HOLLAND).

involve the whole of physiology. I shall be obliged, therefore, to limit my discussion to a few illustrative examples. In the choice of these I shall, while regardful of the *suam cuique*, also refer to my own work which, alas, has of late been too often overlooked. Who is there, however, of the senior among us who has no reason to complain of neglect? Moreover, these lectures are, I think, expected to have a personal flavour, and it is better so.

The study of the permeability of the animal cell may be said to have been introduced by researches which I carried out in 1889.¹ These investigations arose from my work in 1883 on the influence of salt solutions on the escape of colouring matter from the red blood corpuscles.² A year previously³ (1882)



HAMBURGER, Hartog Jacob
(1859-1924)

- «Кровь большинства млекопитающих, включая людей, изотонична 0.9% NaCl, а не 0.6% как ранее полагали...».

Hamburger HJ. A discourse on permeability in physiology and pathology. Lancet 1921.

Теория изотоничности
0.9% NaCl крови
человека никогда не
была принята широкой
общественностью.

Lazarus-Barlow WS. J Physiol 1896.

- «Доказательства пользы 0.9% NaCl, кажется, основаны лишь на этом **in vitro** исследовании».
- Как раствор стал клинически общепринятым?
 - Простота, удобство, дешевизна?

Теория изотоничности
0.9% NaCl крови
человека никогда не
была принята широкой
общественностью.

Lazarus-Barlow WS. J Physiol 1896.



- «Доказательства пользы 0.9% NaCl, кажется, основаны лишь на этом **in vitro** исследовании».
- Как раствор стал клинически общепринятым?
 - Простота, удобство, дешевизна?

Awad S. et al., Clinical Nutrition, 2008.

"Normal" 0.9% Salt Solution Is Neither "Normal" Nor Physiological

Khalil G. Wakim, MD

- Термины «нормальный» или «физиологический», применяемые без научного обоснования к 0.9% NaCl, послужили широкому применению раствора:
 - Ни химически нормальный (58.5 г NaCl /л);
 - Ни физиологически идентичный внеклеточной жидкости.

Ненормальный 0.9% NaCl

- **Задержка жидкости:**

- По сравнению с 5% глюкозой.

Coller FA, et al. JAMA 1936.

- Больше п/о за счет снижения способности выделять избыток Na и воды.

Coller FA, et al. Ann Surg 1944.

Wilkinson AW, et al. Lancet 1949.

Le Quesne LP, Lewis AAG. Lancet 1953.

Moore FD. Philadelphia, PA: WB Saunders; 1959.

Tindall SF, Clark RG. Br J Surg 1981.

- **Классический метаболический ответ на травму.**

Stoneham MD, Hill EL. Br J Clin Pract 1997.

Lobo DN, et al. Clin Nutr 2001.

Tambyraja AL, et al. World J Surg 2004.

Ненормальный 0.9% NaCl

- **Задержка жидкости:**

- По сравнению с 5% глюкозой.

Coller FA, et al. JAMA 1936.

- Больше п/о за счет снижения способности выделять избыток Na и воды.

Coller FA, et al. Ann Surg 1944.

Wilkinson AW, et al. Lancet 1949.

Le Quesne LP, Lewis AAG. Lancet 1953.

Moore FD. Philadelphia, PA: WB Saunders; 1959.

Tindall SF, Clark RG. Br J Surg 1981.

- **Классический метаболический ответ на травму.**

Stoneham MD, Hill EL. Br J Clin Pract 1997.

Lobo DN, et al. Clin Nutr 2001.

Tambyraja AL, et al. World J Surg 2004.

Ненормальный 0.9% NaCl

- **Задержка жидкости:**

- **НЕБЕЗОБИДНА!**

- **Связана с п/о осложнениями и летальностью!**

Tambyraja AL, et al. World J Surg 2004.

Moore FD, et al. Ann Surg 1967.

Starker PM, et al. Ann Surg 1983.

Gil MJ, et al. Nutrition 1997.

Arieff AI. Chest 1999.

Alsous F, et al. Chest 2000.

Lobo DN, et al. Lancet 2002.

Brandstrup B, et al. Ann Surg 2003.

Lobo DN, et al. Best Pract Res Clin Anaesthesiol 2006.

Nisanevich V, et al. Anesthesiology 2005.

Jacob M, et al. Lancet 2007.

Ненормальный 0.9% NaCl

- **Даже для здоровых!**

- 2 л за час 0.9% соли & р-ра Хартмана:

- Через 6 час задержка 56% NaCl против 30% Хартмана.

Reid F, et al. Clin Sci (Lond) 2003.

- Выраженная и продленная гипер-Cl-емия.

- **Инфузия больших объемов:**

- Дискомфорт в животе, боль, тошнота;

- Сонливость, ↓ умственных способностей для решения сложных задач.

Williams EL, et al. The effect of intravenous lactated Ringer's solution versus 0.9% sodium chloride solution on serum osmolality in human volunteers. Anesth Analg 1999.

REVIEW

Open Access

Iatrogenic salt water drowning and the hazards of a high central venous pressure

Paul E Marik

«Смертельное трио»

- Либеральная инфузионная терапия;
- ЦВД >8 мм рт.ст.;
- Доминирующее использование 0.9% NaCl.

➔ РИСК: ОПН, ДН, ЭНТЕРОПАТИИ
И СМЕРТИ

СОСТАВ

Инфузионная терапия

Парацельс

Филипп Ауреол Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм



**«Всё есть яд, и ничто не лишено
ядовитости; одна лишь доза
делает яд незаметным»**



- Периоперационно – сбалансированные растворы

Современный тренд

- *«Возмещение внеклеточных потерь жидкости ИЗОТОНИЧЕСКИМИ КРИСТАЛЛОИДАМИ (2С)»*

Intravascular volume therapy in adults

Guidelines from the Association of the Scientific Medical Societies in Germany

Gernot Marx, Achim W. Schindler, Christoph Mosch, Joerg Albers, Michael Bauer, Irmela Gnass, Carsten Hobohm, Uwe Janssens, Stefan Kluge, Peter Kranke, Tobias Maurer, Waltraut Merz, Edmund Neugebauer, Michael Quintel, Norbert Senninger, Hans-Joachim Trampisch, Christian Waydhas, Rene Wildenauer, Kai Zacharowski and Michaela Eikermann

Management of severe perioperative bleeding

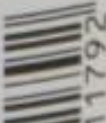
Guidelines from the European Society of Anaesthesiology

Инфузионный ацидоз

- pH = 3,5-7
 - NaCl/глюкоза...
- + Разбавление HCO_3^-
- + Гиперхлоремия

Isotone Kochsalz-Lösung 0,9% Braun
Lösung zur intravenösen Infusion

1000 ml Infusionslösung enthalten:		Infusions- und Tropfgeschwindigkeit:
Natriumchlorid	9,0 g	Max. 5 ml/kg KG und h; max. 1,7 Tropfen/kg KG und min
Wasser für Injektionszwecke		Vor Anwendung Gebrauchsinformation beachten!
Theoretische Osmolarität	308 mOsm/l	Steril und frei von Bakterien-Endotoxinen.
Titrationssacidität (pH 7,4)	< 0,3 mmol/l	Nur zu verwenden, wenn Behältnis unverletzt und Lösung klar ist.
pH-Wert	4,5 - 7,0	Arzneimittel für Kinder unzugänglich aufbewahren!
Elektrolyte	mmol/l	Apothekenpflichtig
Natrium	154	
Chlorid	154	
Dosierung:		
Max. 40 ml/kg KG und Tag, Δ		
6 mmol Natrium/kg KG und Tag		



КОС и Газы крови

Название теста	Ед.Изм.	02.04.15 01:31 2090900	02.04.15 03:04 2090891	02.04.15 07:05 2014257	02.04.15 11:05 2090895	02.04.15 12:56 2090889	02.04.15 15:09 2090890	02.04.15 17:14 2092681	02.04.15 19:59 2090885
pH (артерия)	ед.	7.37	7.40	7.39	7.32 <	7.48 >	7.40	7.44	7.42
pH (вена)	ед.							7.42 >	
pO2 (артерия)	mmHg	102 >	115 >	142 >	80	74 <	88	96	80
pO2 (вена)	mmHg							47 >	
pCO2 (артерия)	mmHg	34	31 <	34	43	29 <	34	34	35
pCO2 (вена)	mmHg							37	
ABE (артерия)	ммоль/л	-4.8 <	-4.1 <	-3.8 <	-3.9 <	-1.1	-3.1 <	-0.3	-1.2
ABE (вена)	ммоль/л							-0.1	
HCO3-(P) (артерия)	ммоль/л	19 <	19 <	20 <	22	21	21	23	22
HCO3-(P) (вена)	ммоль/л							24	
sO2 (артерия)	%	97	98	98	95	94 <	96	97	94 <
sO2 (вена)	%							83 >	
ctHb (артерия)	г/л	132	128	124	133	133	122	134	125
ctHb (вена)	г/л							130	
Hct (артерия)	%	0.40	0.39	0.38	0.41	0.41	0.38	0.41	0.39
Hct (вена)	%							0.40	
K+ (артерия)	ммоль/л	4.3	4.7	4.9	4.4	4.2	4.2	4.1	3.8
K+ (вена)	ммоль/л							4.1	
Na+ (артерия)	ммоль/л	161 >	158 >	157 >	160 >	154 >	158 >	153 >	159 >
Na+ (вена)	ммоль/л							154 >	
Ca2+ (артерия)	ммоль/л	1.12	1.23	1.23	1.26	1.14	1.23	1.13	1.21
Ca2+ (вена)	ммоль/л							1.14	
Cl- (артерия)	ммоль/л	125 >	141 >	138 >	139 >	133 >	136 >	131 >	133 >
Cl- (вена)	ммоль/л							132 >	
Glu (артерия)	ммоль/л	11.7 >	10.7 >	16.6 >	9.2 >	11.1 >	12.8 >	10.0 >	9.2 >
Glu (вена)	ммоль/л							10.00 >	
Lac (артерия)	ммоль/л	1.6	1.3	1.8	1.1	1.2	1.4	1.1	1.2
Lac (вена)	ммоль/л							1.3	
ctO2 (артерия)	ммоль/л	17.6 >	17.3 >	16.9 >	17.2 >	17.3 >	16.2 >	17.8 >	16.3 >
ctO2 (вена)	ммоль/л							14.6 >	
p50 (артерия)	mmHg	31.9 >	25.8	26.4	29.3 >	28.1	28.6	29.4 >	30.8 >
p50 (вена)	mmHg							27.1	
Осмолярность (артерия)	mOsm/kg	334 >	327 >	331 >	330 >	318 >	329 >	317 >	327 >
Осмолярность (вена)	mOsm/kg							318 >	
ctCO2(B) (артерия)	ммоль/л	38.40	38.60	40.40	43.70	41.10	41.80	44.80	44.70
ctCO2(B) (вена)	ммоль/л							47.20	

Экспресс-лаборатория

КОС и Газы крови

Название теста	Ед.Изм.	04.04.15 06:38 2041381	04.04.15 12:35 1879433	04.04.15 16:20 1879430	04.04.15 20:35 1879392	05.04.15 00:01 1879403	05.04.15 06:29 2041380
pH (артерия)	ед.	7.48 >	7.49 >	7.49 >	7.50 >	7.46 >	7.45
pH (вена)	ед.	7.42 >	7.43 >	7.43 >	7.43 >	7.45 >	7.40
pO2 (артерия)	mmHg	133 >	110 >	90	88	90	131 >
pO2 (вена)	mmHg	35	43 >	42 >	38	39	58 >
pCO2 (артерия)	mmHg	36	37	36	36	38	41
pCO2 (вена)	mmHg	44	43	45	43	40	45
ABE (артерия)	ммоль/л	3.3 >	4.1 >	4.5 >	4.4 >	3.5 >	4.1 >
ABE (вена)	ммоль/л	3.9 >	3.9 >	4.4 >	4.3 >	3.6 >	3.0 >
HCO3-(P) (артерия)	ммоль/л	26	27	28	27	27	28
HCO3-(P) (вена)	ммоль/л	28	28	29 >	29 >	27	28
sO2 (артерия)	%	98	97	97	95	97	99
sO2 (вена)	%	64	72	71	65	73	88 >
ctHb (артерия)	г/л	120	121	116	114 <	114 <	115
ctHb (вена)	г/л	118	120	110 <	110 <	106 <	111 <
Hct (артерия)	%	0.37	0.37	0.36	0.35	0.35	0.35
Hct (вена)	%	0.37	0.37	0.34 <	0.34 <	0.33 <	0.34 <
K+ (артерия)	ммоль/л	4.0	3.9	4.4	4.2	4.2	
K+ (вена)	ммоль/л	3.8	3.9	4.0	4.2	3.9	4.6
Na+ (артерия)	ммоль/л	144	143	142	142	144	138
Na+ (вена)	ммоль/л	145	149	149	148	144	145
Ca2+ (артерия)	ммоль/л	0.95 <	0.95 <	0.96 <	0.90 <	1.08 <	0.94 <
Ca2+ (вена)	ммоль/л	0.92 <	0.89 <	1.05 <	0.92 <	0.79 <	0.83 <
Cl- (артерия)	ммоль/л	120 >	116 >	114 >	113 >	117 >	113 >
Cl- (вена)	ммоль/л	112 >	107	108	107	114 >	105
Glu (артерия)	ммоль/л	8.2 >	9.3 >	7.4 >	5.5	7.7 >	6.9 >
Glu (вена)	ммоль/л	7.60 >	9.70 >	7.20 >	5.30	7.40 >	6.40 >
Lac (артерия)	ммоль/л	1.5	1.6	1.1	0.9	1.0	1.6
Lac (вена)	ммоль/л	1.6	1.7	1.2	1.0	1.2	1.3
ctO2 (артерия)	ммоль/л	16.4 >	16.3 >	15.4 >	15.1 >	15.1 >	15.6 >
ctO2 (вена)	ммоль/л	10.4 >	11.9 >	10.6 >	9.9 >	10.6 >	13.5 >
p50 (артерия)	mmHg	24.0 <	35.1 >	26.9	31.6 >	26.3	24.9 <
p50 (вена)	mmHg	28.4	30.0 >	30.4 >	30.5 >	26.8	28.4
Осмотическое давление (вена)	ммоль/л	296 >	296 >	291 >	289	296 >	282

КОС и Газы крови

Название теста	Ед.Изм.	05.04.15 06:29 2041380	05.04.15 12:01 2090850	05.04.15 16:54 1879411	05.04.15 23:28 2090843	06.04.15 06:18 2041279
pH (артерия)	ед.	7.45	7.52 >	7.49 >	7.52 >	7.49 >
pH (вена)	ед.	7.40		7.46 >		7.45 >
pO2 (артерия)	mmHg	131 >	86	93	106 >	82
pO2 (вена)	mmHg	58 >		34		34
pCO2 (артерия)	mmHg	41	34	38	34	36
pCO2 (вена)	mmHg	45		42		43
ABE (артерия)	ммоль/л	4.1 >	4.4 >	5.1 >	5.0 >	4.5 >
ABE (вена)	ммоль/л	3.0 >		5.6 >		5.8 >
HCO3-(P) (артерия)	ммоль/л	28	27	28	28	28
HCO3-(P) (вена)	ммоль/л	28		30 >		30 >
sO2 (артерия)	%	99	95	95	96	97
sO2 (вена)	%	88 >		64		65
ctHb (артерия)	г/л	115	111 <	113 <	106 <	99 <
ctHb (вена)	г/л	111 <		114 <		99 <
Hct (артерия)	%	0.35	0.34 <	0.35	0.33 <	0.31 <
Hct (вена)	%	0.34 <		0.35		0.31 <
K+ (артерия)	ммоль/л		4.8	5.4 >	4.4	4.3
K+ (вена)	ммоль/л	4.6		4.9		4.2
Na+ (артерия)	ммоль/л	138	138	139	136	140
Na+ (вена)	ммоль/л	145		138		139
Ca2+ (артерия)	ммоль/л	0.94 <	0.94 <	1.01 <	0.89 <	0.88 <
Ca2+ (вена)	ммоль/л	0.83 <		0.96 <		0.88 <
Cl- (артерия)	ммоль/л	113 >	112 >	112 >	107	111 >
Cl- (вена)	ммоль/л	105		109		109
Glu (артерия)	ммоль/л	6.9 >	5.0	7.3 >	5.8	7.1 >
Glu (вена)	ммоль/л	6.40 >		7.10 >		6.70 >
Lac (артерия)	ммоль/л	1.6	0.8	1.2	1.2	1.2
Lac (вена)	ммоль/л	1.3		1.1		1.1
ctO2 (артерия)	ммоль/л	15.6 >	14.8 >	14.9 >	14.3 >	13.1 >
ctO2 (вена)	ммоль/л	13.5 >		10.1 >		8.8 >
p50 (артерия)	mmHg	24.9 <	29.8 >	33.7 >	35.5 >	24.7 <
p50 (вена)	mmHg	28.4		27.5		26.8
Осмолярность (артерия)	mOsm/kg	282	281	286	278 <	286
Осмолярность (вена)	mOsm/kg	297 >		283		285
ctCO2(B) (артерия)	ммоль/л	56.70	54.30	57.20	55.90	56.60
ctCO2(B) (вена)	ммоль/л	57.00		60.20		62.10
ctCO2(P) (артерия)	ммоль/л	65.60	62.80	66.20	64.20	64.30
ctCO2(P) (вена)	ммоль/л	65.30		69.10		70.00

Кристаллоиды

- Прежде всего - $Na_{\text{раствора}}/Na_{\text{плазмы}}$
 - Гипотонические
 - Изотонические
 - Гипертонические
 - Изотонические → плазма/интерстиций
 - Гипотонические → частично в клетки

Осмотическая сила: теоретическая и фактическая

- Плазма:
 - Теоретическая - 291 ммоль/л
 - Фактическая - 286 ± 5 ммоль/кг H_2O
- "Физиологический" раствор
 - Теоретическая - 308 ммоль/л (154 + 154)
 - Физиологическая - 286 ммоль/кг H_2O
 - *Осмотический коэффициент* - 0,926 (активно только 93% NaCl)

ИЗОТОНИЧНОСТЬ

- Фактическая (эффективная)

ОСМОТИЧЕСКАЯ СИЛА = ПЛАЗМЕННОЙ

- 5% декстроза в воде: *in vitro* - изотоническая

in vivo - чистая вода

Кристаллоидные растворы

Раствор	осмо- лярность ммоль/л	Na+ ммоль /л	K+ ммоль /л	Ca ²⁺ ммоль /л	Mg ²⁺ ммоль /л	Cl- ммоль /л	HCO ₃ - ммоль /л	Лактат ммоль /л	ацетат ммоль/л	малат ммоль /л	глю- конат ммоль /л	глю- коза г/л	Избыток оснований BE pot ммоль/л
Стерофун- дин изото- нический	304,0	140,0	4,0	2,5	1,0	127,0	-	-	24,0	5,0	-	-	-
Стерофун- дин Г-5	576,0	140,0	4,0	2,5	1,0	141,0	-	-	-	10,0	-	50,0	-
Нормофун- дин Г-5	530,0	100,0	18,0	2,0	3,0	90,0	-	-	38,0	-	-	50,0	-
Плазмалит - 148	296,0	140,0	5,0	-	3,0	98,0	-	-	27,0	-	23,0	-	26,0
Ионостерил	291,0	137,0	4,0	1,7	1,2	110,0	-	-	36,8	-	-	-	13,0
S.NaCl 0,9%	309,0	154,0	-	-	-	154,0	-	-	-	-	-	-	-
Рингер	309,0	147,0	4,0	2,2	1,0	156,0	-	-	-	-	-	-	-24,0
Рингер лактат	276,0	130,0	5,0	1,0	1,0	112,0	-	27,0	-	-	-	-	3,0
Ацесоль	244,0	109,0	13,0	-	-	99,0	-	-	23,0	-	-	-	-1,0
Хлосоль	294,0	124,0	23,0	-	-	105,0	-	-	42,0	-	-	-	18,0
Дисоль	252,0	126,0	-	-	-	103,0	-	-	23,0	-	-	-	-1,0

Кристаллоидные растворы

Раствор	осмо- лярность ммоль/л	Na+ ммоль /л	K+ ммоль /л	Ca ²⁺ ммоль /л	Mg ²⁺ ммоль /л	Cl- ммоль /л	HCO ₃ - ммоль /л	Лактат ммоль /л	ацетат ммоль/л	малат ммоль /л	глю- конат ммоль /л	глю- коза г/л	Избыток оснований BE pot ммоль/л
Стерофун- дин изото- нический	304,0	140,0	4,0	2,5	1,0	127,0	-	-	24,0	5,0	-	-	-
Стерофун- дин Г-5	576,0	140,0	4,0	2,5	1,0	141,0	-	-	-	10,0	-	50,0	-
Нормофун- дин Г-5	530,0	100,0	18,0	2,0	3,0	90,0	-	-	38,0	-	-	50,0	-
Плазмалит - 148	296,0	140,0	5,0	-	3,0	98,0	-	-	27,0	-	23,0	-	26,0
Ионостерил	291,0	137,0	4,0	1,7	1,2	110,0	-	-	36,8	-	-	-	13,0
S.NaCl 0,9%	309,0	154,0	-	-	-	154,0	-	-	-	-	-	-	-
Рингер	309,0	147,0	4,0	2,2	1,0	156,0	-	-	-	-	-	-	-24,0
Рингер лактат	276,0	130,0	5,0	1,0	1,0	112,0	-	27,0	-	-	-	-	3,0
Ацесоль	244,0	109,0	13,0	-	-	99,0	-	-	23,0	-	-	-	-1,0
Хлосоль	294,0	124,0	23,0	-	-	105,0	-	-	42,0	-	-	-	18,0
Дисоль	252,0	126,0	-	-	-	103,0	-	-	23,0	-	-	-	-1,0

Кристаллоидные растворы

Раствор	осмо- лярность ммоль/л	Na+ ммоль /л	K+ ммоль /л	Ca ²⁺ ммоль /л	Mg ²⁺ ммоль /л	Cl- ммоль /л	HCO ₃ - ммоль /л	Лактат ммоль /л	ацетат ммоль/л	малат ммоль /л	глю- конат ммоль /л	глю- коза г/л	Избыток оснований BE pot ммоль/л
Стерофун- дин изото- нический	304,0	140,0	4,0	2,5	1,0	127,0	-	-	24,0	5,0	-	-	-
Стерофун- дин Г-5	576,0	140,0	4,0	2,5	1,0	141,0	-	-	-	10,0	-	50,0	-
Нормофун- дин Г-5	530,0	100,0	18,0	2,0	3,0	90,0	-	-	38,0	-	-	50,0	-
Плазмалит - 148	296,0	140,0	5,0	-	3,0	98,0	-	-	27,0	-	23,0	-	26,0
Ионостерил	291,0	137,0	4,0	1,7	1,2	110,0	-	-	36,8	-	-	-	13,0
S.NaCl 0,9%	309,0	154,0	-	-	-	154,0	-	-	-	-	-	-	-
Рингер	309,0	147,0	4,0	2,2	1,0	156,0	-	-	-	-	-	-	-24,0
Рингер лактат	276,0	130,0	5,0	1,0	1,0	112,0	-	27,0	-	-	-	-	3,0
Ацесоль	244,0	109,0	13,0	-	-	99,0	-	-	23,0	-	-	-	-1,0
Хлосоль	294,0	124,0	23,0	-	-	105,0	-	-	42,0	-	-	-	18,0
Дисоль	252,0	126,0	-	-	-	103,0	-	-	23,0	-	-	-	-1,0

Лактат



- В течение десятилетий один из самых популярных
 - Рингер-лактат (раствор Хартмана)
- **Сегодня много аргументов «против»:**
 - 1 моль лактата - 3 моля O_2 ;
 - Лактат - маркер;
 - Печеночная недостаточность!

Impact of common crystalloid solutions on resuscitation markers following Class I hemorrhage: A randomized control trial.

Ross SW¹, Christmas AB, Fischer PE, Holway H, Walters AL, Seymour R, Gibbs MA, Heniford BT, Sing RF.

- РКИ (доноры):
 - В/в 2 л 0,9% NaCl & Рингер-лактат.
- Контроль:
 - Лактат и BE.
- Результаты:
 - Рингер-лактат ↑уровень лактата.
 - 0,9% NaCl ↓BE.



Кристаллоиды при травмах??!!

Лактат



לספוג



Метаболизм ацетата

- 1 моль ацетата - 2 моля O₂
- **Необходимые ферменты во всех тканях.**

Knowles SE, Jarrett IG, Filsell OH et al. Biochem J 1974
Kuze S, Ito Y, Miyahara T. Acta Medica Biologica 1986

- **Значительно быстрее лактата.**

Arieff AI. Chest 1999
Hamada T, Yamamoto M, Nakamura K et al. Masui 1997
Kirkendol PL, Starrs J, Gonzalez FM. Trans Am Soc Artif Intern Organs 1980

Метаболизм ацетата



- **Не зависит** от возраста

Skutches CL, Holroyde CP, Myers RN et al. J Clin Invest 1979

- **Не меняется** при диабете

- **Не изменяет** концентрацию глюкозы

Akanji AO, Bruce MA, Frayn KN. Eur J Clin Nutr 1989

Akanji AO, Hockaday TDR. Am J Clin Nutr 1990

Harper PV, Neal WB, Hlavacek GR. Metabolism 1953



Ацетат



Метаболизм малата

- Менее освещен в литературе
- **1 моль малата = 1,5 моля O₂**
= 2 моля HCO₃⁻

Zander R. Infusionsther Transfusionsmed 1993

- Ощелачивание значительно медленнее, чем у ацетата (**совместное использование - ОК**)



Глюконат



- Ощелачивающее действие \approx нулевое

Kirkendol PL, Starrs J, Gonzalez FM. Trans Am Soc Artif Intern Organs 1980

Naylor JM, Forsyth GW. Can J Vet Res 1986

- **Смысл клинического использования?**

Effect of a Buffered Crystalloid Solution vs Saline on Acute Kidney Injury Among Patients in the Intensive Care Unit The SPLIT Randomized Clinical Trial

Paul Young, FCICM^{1,2}; Michael Bailey, PhD³; Richard Beasley, DSc¹; Seton Henderson, FCICM^{1,4};
Diane Mackle, MN¹; Colin McArthur, FCICM^{1,3,5}; Shay McGuinness, FANZCA^{1,3,6}; Jan Mehrtens, RN⁴;
John Myburgh, PhD^{7,8}; Alex Psirides, FCICM²; Sumeet Reddy, MBChB¹; Rinaldo Bellomo, FCICM^{3,9}; for the SPLIT
Investigators and the ANZICS CTG

Плазмалит & NaCl 0,9%

**В ОРИТ буферированные растворы не снижают
риск ОПН по сравнению с NaCl 0,9%**

OPEN

GUIDELINES**Intravascular volume therapy in adults***Guidelines from the Association of the Scientific Medical Societies in Germany*

Gernot Marx, Achim W. Schindler, Christoph Mosch, Joerg Albers, Michael Bauer, Irmela Gnass, Carsten Hobohm, Uwe Janssens, Stefan Kluge, Peter Kranke, Tobias Maurer, Waltraut Merz, Edmund Neugebauer, Michael Quintel, Norbert Senninger, Hans-Joachim Trampisch, Christian Waydhas, Rene Wildenauer, Kai Zacharowski and Michaela Eikermann

Recommendation 6a-3 6b-3

GoR

0

- Сбаланс. растворы, содержащие ацетат или малат вместо лактата, могут использоваться периоперационно/ОРИТ

Гипотонические растворы

Раствор	осмо- лярность ммоль/л	Na+ ммоль /л	K+ ммоль /л	Ca ²⁺ ммоль /л	Mg ²⁺ ммоль /л	Cl- ммоль /л	HCO ₃ - ммоль /л	Лактат ммоль /л	ацетат ммоль/л	малат ммоль /л	глю- конат ммоль /л	глю- коза г/л	Избыток оснований BE pot ммоль/л
Стерофун- дин изото- нический	304,0	140,0	4,0	2,5	1,0	127,0	-	-	24,0	5,0	-	-	-
Стерофун- дин Г-5	576,0	140,0	4,0	2,5	1,0	141,0	-	-	-	10,0	-	50,0	-
Нормофун- дин Г-5	530,0	100,0	18,0	2,0	3,0	90,0	-	-	38,0	-	-	50,0	-
Плазмалит - 148	296,0	140,0	5,0	-	3,0	98,0	-	-	27,0	-	23,0	-	26,0
Ионостерил	291,0	137,0	4,0	1,7	1,2	110,0	-	-	36,8	-	-	-	13,0
S.NaCl 0,9%	309,0	154,0	-	-	-	154,0	-	-	-	-	-	-	-
Рингер	309,0	147,0	4,0	2,2	1,0	156,0	-	-	-	-	-	-	-24,0
Рингер лактат	276,0	130,0	5,0	1,0	1,0	112,0	-	27,0	-	-	-	-	3,0
Ацесоль	244,0	109,0	13,0	-	-	99,0	-	-	23,0	-	-	-	-1,0
Хлосоль	294,0	124,0	23,0	-	-	105,0	-	-	42,0	-	-	-	18,0
Дисоль	252,0	126,0	-	-	-	103,0	-	-	23,0	-	-	-	-1,0

Гипотонические растворы - гипонатриемия

- США - 15000 случаев детской смертности в год

Arieff AI. Paediatric Anaesthesia 1998

- Детям - сбалансированные изотонические р-ры!

Hennes H-J: Schadel-Hirn-Trauma. In: Neuro-anasthesie (J-P Jantzen, W Loffler, Eds.)
Thieme, Stuttgart (2001)

Plaß M, Hahn O, Dietrich HJ: Crystalloids. In: Volumenersatztherapie (J. Boldt, Ed.),
Thieme, Stuttgart (2001)

Гипотонические растворы - гипонатриемия

- У новорожденных легко развивается отек мозга:
 - 25% веса тела - масса мозга.
- **В нейротравматологии - избегать.**

Hennes H-J: Schadel-Hirn-Trauma. In: Neuro-anesthesie (J-P Jantzen, W Loffler, Eds.)

Thieme, Stuttgart, 2001

OPEN

GUIDELINES

Intravascular volume therapy in adults*Guidelines from the Association of the Scientific Medical Societies in Germany*

Gernot Marx, Achim W. Schindler, Christoph Mosch, Joerg Albers, Michael Bauer, Irmela Gnass, Carsten Hobohm, Uwe Janssens, Stefan Kluge, Peter Kranke, Tobias Maurer, Waltraut Merz, Edmund Neugebauer, Michael Quintel, Norbert Senninger, Hans-Joachim Trampisch, Christian Waydhas, Rene Wildenauer, Kai Zacharowski and Michaela Eikermann

Recommendation 5b-1

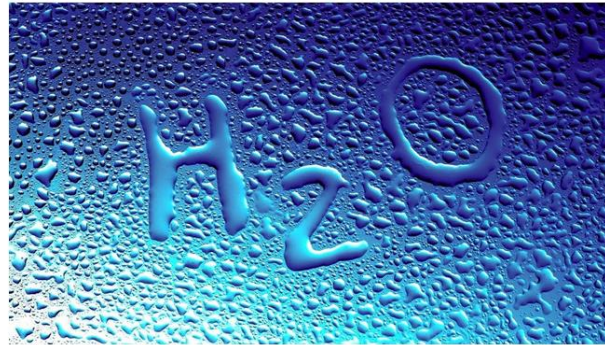
GoR



- Гипотонические среды не использовать в ОРИТ у больных с тяжелой ЧМТ

СОСТАВ:

немного конкретики



		Human Plasma	Isotonic Saline
Kations [mval/l]	Sodium	142	154
	Potassium	4,5	
	Magnesium	2,5	
	Calcium	5	
positive charges (sum)		154	
Anions [mval/l]	Chloride	105	154
	Phosphate	5	
	Proteinate	19	
	Bicarbonate	24	
	Lactate	1	
	Acetate	—	
	Malat	—	
negative charges (sum)		154	

**Корригирующий
раствор**



OPEN

GUIDELINES

Intravascular volume therapy in adults*Guidelines from the Association of the Scientific Medical Societies in Germany*

Gernot Marx, Achim W. Schindler, Christoph Mosch, Joerg Albers, Michael Bauer, Irmela Gnass, Carsten Hobohm, Uwe Janssens, Stefan Kluge, Peter Kranke, Tobias Maurer, Waltraut Merz, Edmund Neugebauer, Michael Quintel, Norbert Senninger, Hans-Joachim Trampisch, Christian Waydhas, Rene Wildenauer, Kai Zacharowski and Michaela Eikermann

Recommendation 6b-1

GoR

A

- 0,9% NaCl не использовать в качестве волемического препарата в критической медицине

Корригирующий раствор

Human Plasma		
Kations [mval/l]	Sodium	142
	Potassium	4,5
	Magnesium	2,5
	Calcium	5
positive charges (sum)		154
Anions [mval/l]	Chloride	105
	Phosphate	5
	Proteinat	19
	Bicarbonate	24
	Lactate	1
	Acetate	—
	Malat	—
negative charges (sum)		154

1232

1232

Осмолярность 2464



50

Корригирующий раствор

		Human Plasma	Ringers Lactate
Kations [mval/l]	Sodium	142	130
	Potassium	4,5	5,5
	Magnesium	2,5	—
	Calcium	5	2,5
positive charges (sum)		154	138
Anions [mval/l]	Chloride	105	111
	Phosphate	5	—
	Proteinat	19	—
	Bicarbonate	24	—
	Lactate	1	27
	Acetate	—	—
	Malat	—	—
negative charges (sum)		154	138



Осмолярность 276

Корригирующий раствор

		Human Plasma Трисоль	
Kations [mval/l]	Sodium	142	133
	Potassium	4,5	<u>14</u>
	Magnesium	2,5	
	Calcium	5	
positive charges (sum)		154	
Anions [mval/l]	Chloride	105	99
	Phosphate	5	
	Proteinat	19	
	Bicarbonate	24	<u>48 (pH 8,4)</u>
	Lactate	1	
	Acetate	—	
	Malat	—	
negative charges (sum)		154	Осм-сть 294



Корригирующий раствор

		Human Plasma	Ацесоль
Kations [mval/l]	Sodium	142	<u>110</u>
	Potassium	4,5	<u>13</u>
	Magnesium	2,5	
	Calcium	5	
positive charges (sum)		154	
Anions [mval/l]	Chloride	105	99
	Phosphate	5	
	Proteinat	19	
	Bicarbonate	24	
	Lactate	1	
	Acetate	—	24
	Malat	—	
negative charges (sum)		154	<u>Осм-сть 246</u>



Корригирующий раствор

Human Plasma		
Kations	Sodium	142
[mval/l]	Potassium	4,5
	Magnesium	2,5
	Calcium	5
positive charges (sum)		154
Anions	Chloride	105
[mval/l]	Phosphate	5
	Proteinate	19
	Bicarbonate	24
	Lactate	1
	Acetate	—
	Malat	—
negative charges (sum)		154

Концентрация электролитов:

Натрий 100,0 ммоль/л

Калий 18,0 ммоль/л

Кальций 2,0 ммоль/л

Магний 3,0 ммоль/л

Хлорид 90,0 ммоль/л

Ацетат 38,0 ммоль/л

Физико-химические характеристики

Теоретическая осмолярность 530 мОсм/л

pH 4,5-7,5

Калорийность 835 (200) кДж/л (кКал/л)



Базисный раствор

Human Plasma			
Kations [mval/l]	Sodium	142	145,0 ммоль/л
	Potassium	4,5	4,0 ммоль/л
	Magnesium	2,5	1,0 ммоль/л
	Calcium	5	2,5 ммоль/л
positive charges (sum)		154	152,5
Anions [mval/l]	Chloride	105	127,0 ммоль/л
	Phosphate	5	
	Proteinat	19	
	Bicarbonate	24	
	Lactate	1	
Acetate		—	24,0 ммоль/л
Malat		—	5,0 ммоль/л
negative charges (sum)		154	156



RESEARCH

Open Access

Duration of hemodynamic effects of crystalloids in patients with circulatory shock after initial resuscitation

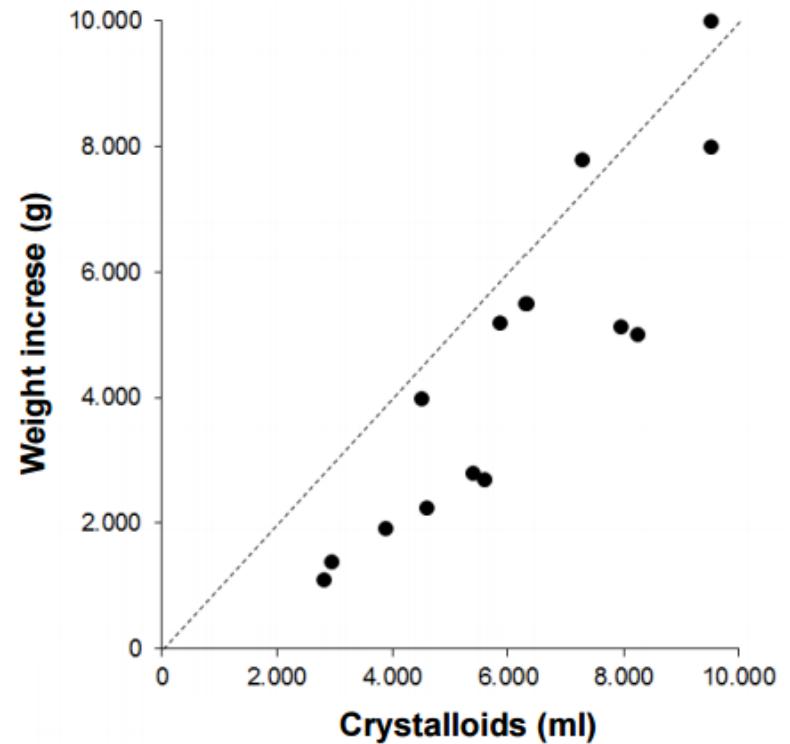
Thieme Souza Oliveira Nunes, Renata Teixeira Ladeira, Antônio Tonete Bafi, Luciano Cesar Pontes de Azevedo, Flavia Ribeiro Machado and Flávio Geraldo Rezende Freitas*

- **Гемодинамические эффекты инфузии кристаллоидов не продолжаются >60 мин даже у «респондеров».**

Кристаллоиды

Больше объемы -
больше отеки

Dellinger R.P., Levy M.M., Carlet J.M. et al., 2008



Chappell D et al., Anesthesiology 2008; 109: 723-40

Effects of acute plasma volume expansion on renal perfusion, filtration, and oxygenation after cardiac surgery: a randomized study on crystalloid vs colloid.

Skytte Larsson J¹, Bragadottir G¹, Krumbholz V¹, Redfors B¹, Sellgren J¹, Ricksten SE².



Рингер-ацетат 20 мл/кг (n=15) &
Венофундин 10 мл/кг (n=15).



- ↗ СКФ в группе кристаллоидов связано с ухудшением почечной оксигенации, не отмечаемой в группе коллоидов.

OPEN

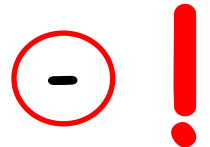
GUIDELINES

Intravascular volume therapy in adults*Guidelines from the Association of the Scientific Medical Societies in Germany*

Gernot Marx, Achim W. Schindler, Christoph Mosch, Joerg Albers, Michael Bauer, Irmela Gnass, Carsten Hobohm, Uwe Janssens, Stefan Kluge, Peter Kranke, Tobias Maurer, Waltraut Merz, Edmund Neugebauer, Michael Quintel, Norbert Senninger, Hans-Joachim Trampisch, Christian Waydhas, Rene Wildenauer, Kai Zacharowski and Michaela Eikermann

Recommendation 4a-1

GoR



- При острой периоперационной гиповолемии кристаллоиды эквиваленты 6% HES или желатину



ПЛОХОЙ / ХОРОШИЙ РАСТВОР?

=

МАМА ИЛИ ПАПА?

ПРОФКОМ
ОАО «ВЫБОРГСКАЯ ЦЕЛЛЮЛОЗА»
ПРЕДУПРЕЖДАЕТ



**ПЕРЕД РАБОТОЙ
ПРОЧИТАЙ ИНСТРУКЦИЮ!**

Итак...

Центр им. В.А. Алмазова



Спасибо!