Северный Государственный Медицинский Университет
Кафедра анестезиологии и реаниматологии

Тонкий баланс на грани…

Суханов Ю.В.

Казань 2015

Хирург

- Девочка Маша П. 6 мес поступила в хир. клинику через 6 часов после появление первых приступов беспокойства, однократной рвоты без патологических примесей.
- Дежурный хирург заподозрил инвагинацию кишечника.
- Ректальный осмотр – слизь по типу малинового желе.
- Обзорная рентгенография бр. Полости
- УЗИ брюшной полости.
- Но!!! Хирург попросил посмотреть ребенка реаниматолога. Почему?

Реаниматолог

- Ребенок беспокоен, неадекватен.
- Кожные покровы бледные, дистальные отделы конечностей холодные, СБП 6 сек
- Тоны сердца приглушены, ЧСС 180/мин
- Тахипноэ 30/мин
- АД 90/60
- Мочился дома до появления болей

Voigt J. et al. Intraosseous vascular access for in-hospital emergency use: a systematic clinical review of the literature and analysis. *Pediatr Emerg Care*. Feb 2012;28(2):185-99.

Как интерпретировать состояние ребенка?

Компенсированный гиповолемический шок.

Куда его следует госпитализировать?

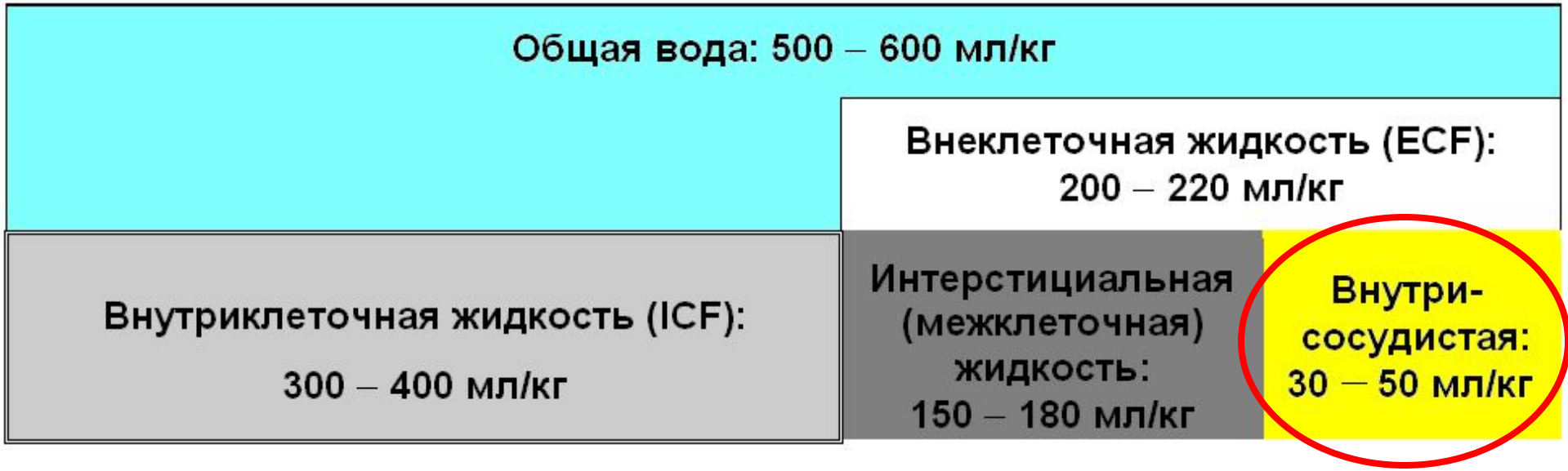
Реанимационное отделение

Сосудистый доступ?

Периферия? Внутрикостный?

Voigt J. et al. Intraosseous vascular access for in-hospital emergency use: a systematic clinical review of the literature and analysis. *Pediatr Emerg Care*. Feb 2012;28(2):185-99.

With permission by Kachko L.



- Рвота
- Формирование третьего пространства

With permission by Kachko L.

Стартовый инфузионный раствор

- Глюкоза?
- NaCl 0,9%, 3%
- Полиионный кристаллоидный раствор?

Необходимый объем?

20 мл/кг/5-10 мин
до 60 мл/кг/30 мин

Carcillo JA Role of early fluid resuscitation in pediatric septic shock. *JAMA*. Sep 4 1991;266(9):1242-5

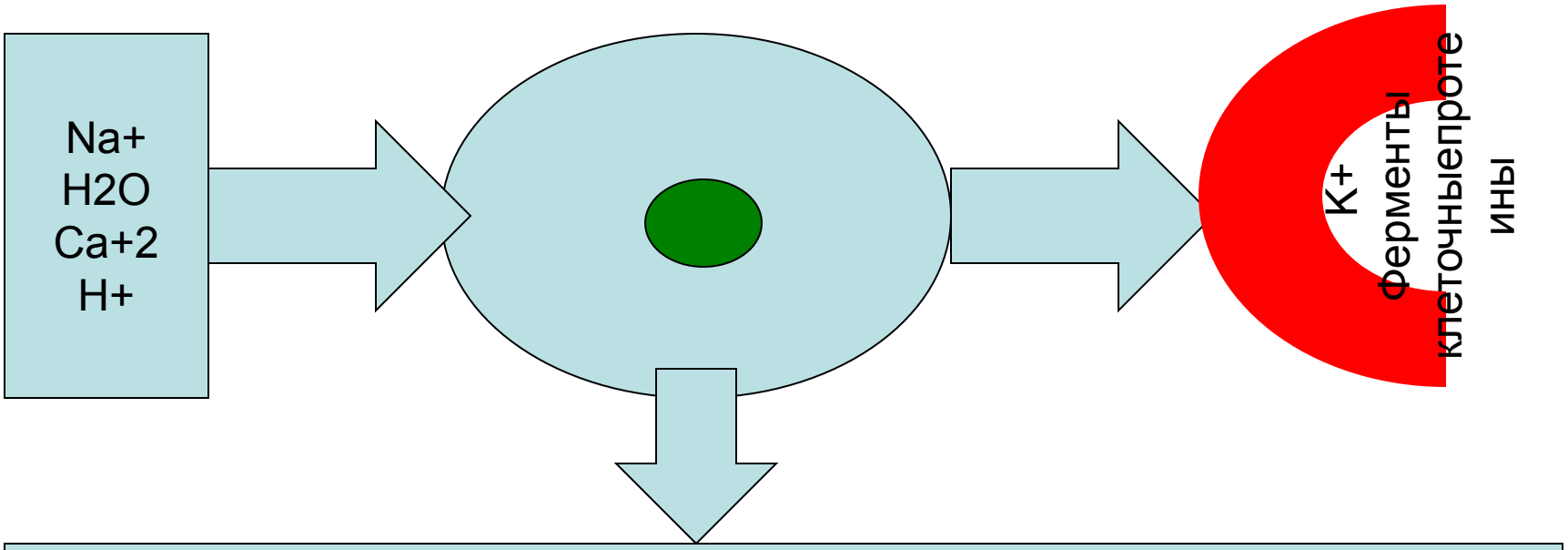
А что в биохимии?

K ↑
Na ↓
Cl ↓
Ca ↓
Мочевина
Глюкоза ↑
Лактат ↑
Осмолярность ???

Куда делся натрий? почему высокий калий?

$DO_2 < VO_2$

Нарушение работы Na-K насоса



Дисфункция миокарда
Бактериальная транслокация
Реперфузионные повреждения

Осмолярность

количество осмотически активных частиц в единице объема раствора

- Единица измерения – мосм/л

- (1,86 x Na+) + глюкоза + мочевина + 9

Норма 280-300 мосм\л

Clin Chem.Clin Chem. 1975 Feb;21(2):190-4. Comparison of methods for calculating serum osmolality form chemical concentrations, and the prognostic value of such calculations. Dorwart WVClin Chem. 1975 Feb;21(2):190-4.

Пример

K 4,8

Na 128

Cl 95

Ca 1,9

Мочевина 5,6

Глюкоза 7,8

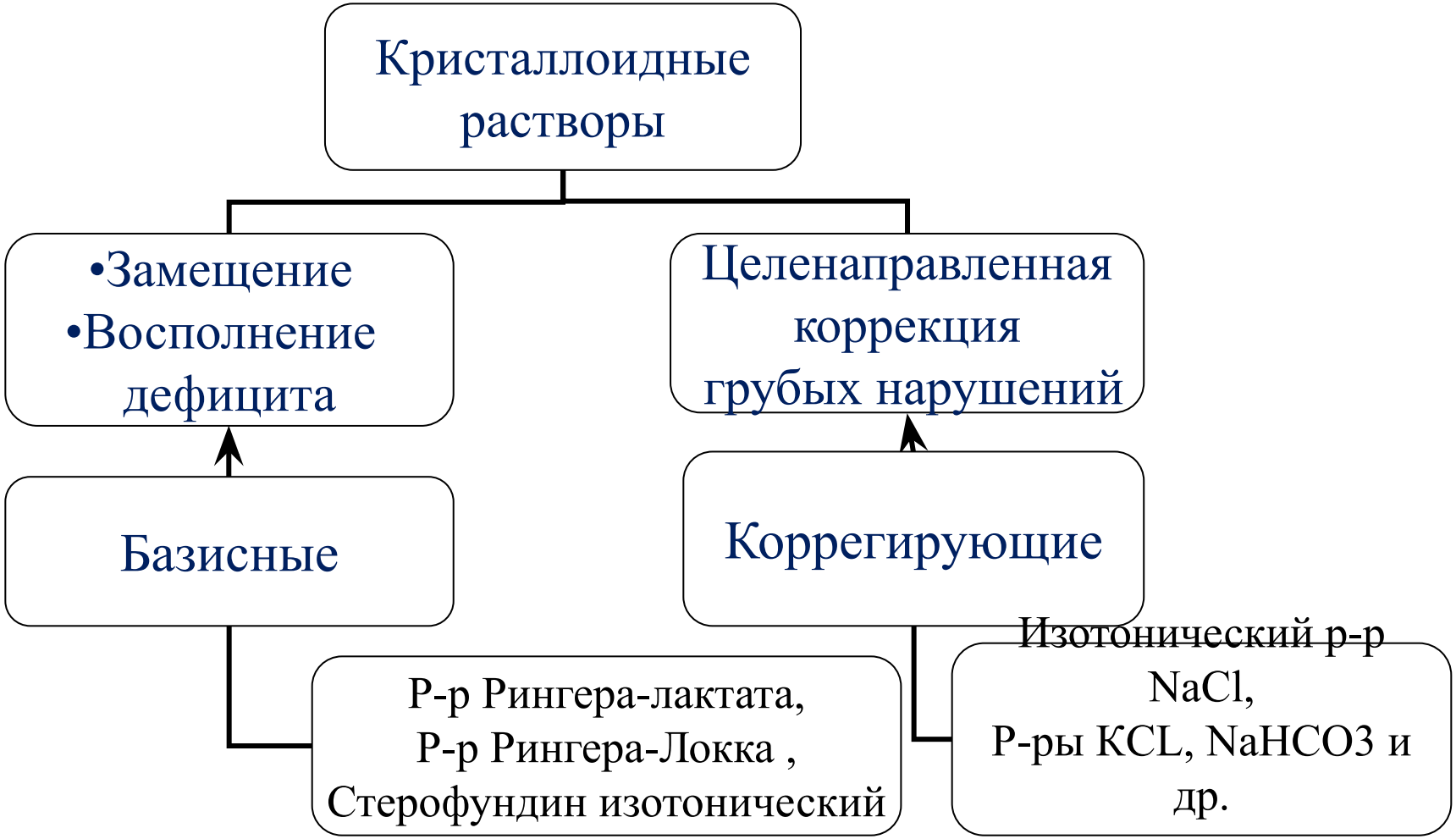
Лактат 3,5

Осмолярность=

(1,86 x Na+) + глюкоза + мочевина + 9

(1,86 x 128) + 7,8 + 5,6 + 9=<u>260,5 мосм/л</u>

Классификация кристаллоидных растворов *(Хартиг, 1982)*

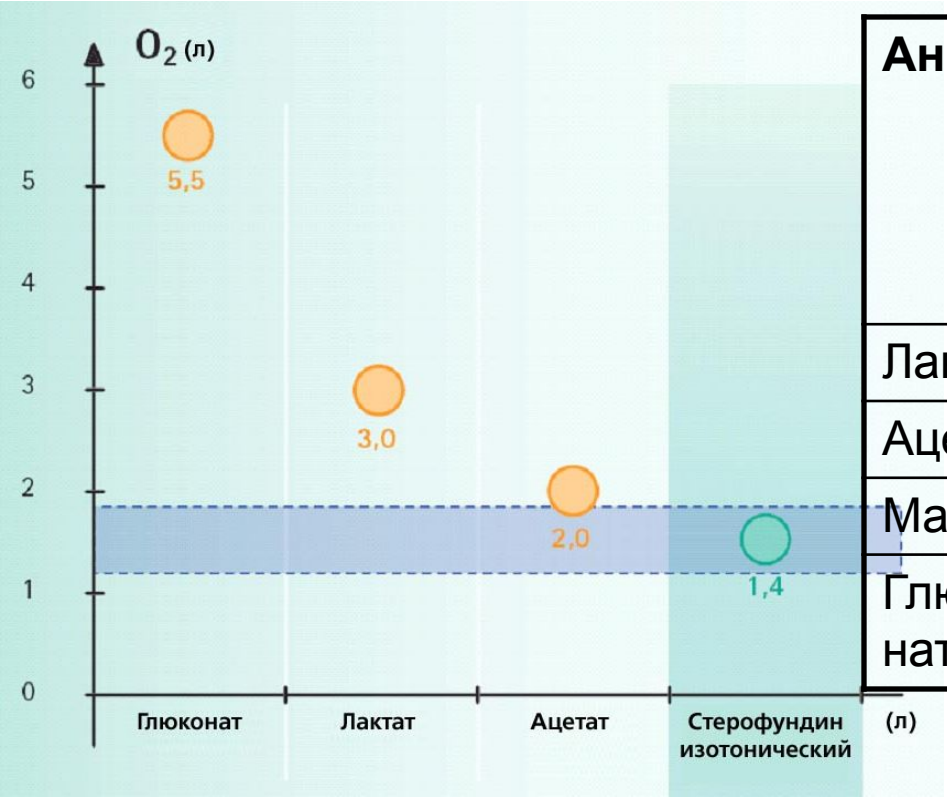


Выбор раствора

- Изотонический кристаллоидный раствор. Потенциальный избыток оснований!!!

	Na	K	Cl	Ca	Mg	Ацетат	Малат	глюконат	HCO3	Осмолярность, мосм/л
NaCl 0,9%	154		154							308
Рингер	147	4	156	2,25	1					309
Лактат Рингера	130	4	109	3					28	273
Стерофундин	140	4	127	2,5	1	24	5			304
Ионостерил	137	4	110	1,65	1,25	36,8				291
Плазмалит	140	5	98		3	27		23		296

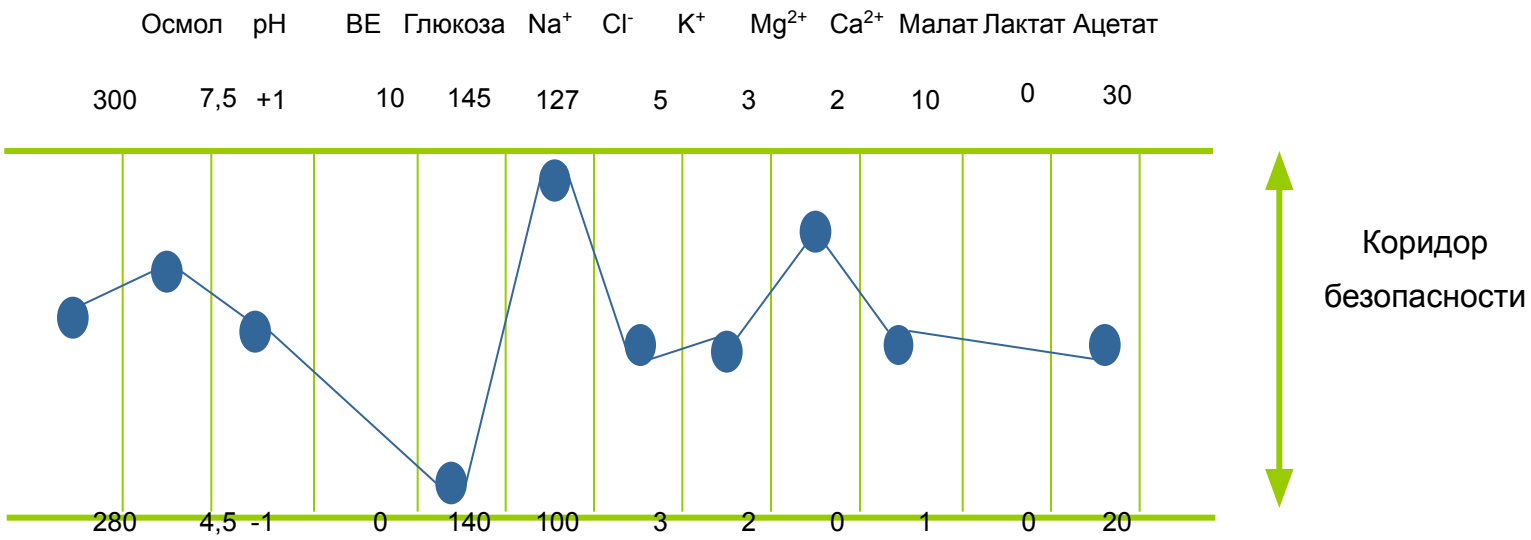
Метаболизм носителей резервной щелочности



Анион	Метаболизм в …	Выход HCO_3^- (ммоль)	Затраты O_2 (л)	Коэф затрат $0_2/HCO_3^-$
Лактат	Печени	1	3	3,0
Ацетат	Мышцах	1	2	2,0
Малат	Мышцах	2	3	**1,5**
Глюко-нат	???	1	5,5	5,5

Различия в потреблении О2 для метаболизма: малат/ацетат/лактат/глюконат

Стерофундин



Потенциальный избыток оснований BEpot ммоль/л
BEpot ммоль/л=SB (HCO3) 24 ммоль/л-сумма анионов (34 ммоль/л)

10 ммоль компенсирует повышенное эквимолярное количество анионов Cl-

Итого, BEpot ммоль/л = 0

	Na	K	Cl	Ca	Mg	Ацетат	Малат	глюконат	HCO3	Осмолярность, мосм/л
Стерофундин	140	4	127	2,5	1	24	5			304

Клинические преимущества

Ацетат, Малат 1,4 л O_2	Оптимальный подбор анионов: метаболизм во всех органах и мышечной ткани, минимальное потребление O_2 в процессе метаболизма	**Адекватно для пациентов в состоянии шока** **С дыхательной недостаточностью**
286 ммоль/кг H_2O	Изотоничный раствор, максимально приближен по составу к человеческой плазме: оптимален для реанимационных пациентов	**Для новорождённых, Нейрохирургических пациентов, Пациентов с кровопотерей**
BEpot= 0 ммоль/л	Нулевой потенциальный избыток оснований: нормализует кислотно-основной баланс пациента	
Na^+ 140 ммоль/л **K^+ 4 ммоль/л**	Концентрация электролитов максимально соответствует человеческой плазме: исключается возможность некорректного сдвига электролитов	**Для пациентов с политравмой** **Для всех пациентов**

Что же выбрать?

- NaCl 0,9%
- р-р рингера
- NaCl 3%
- Сбалансированные полиионные растворы

- Доза $CaCl_2$ 10% 10-20мг/кг 100 мг/мин*

*Broner CW et al. A prospective, randomized, double-blind comparison of calcium chloride and calcium gluconate therapies for hypocalcemia in critically ill children. *J Pediatr*. Dec 1990;117(6):986-9.

А как же гиперхлоремия?

- Ацидоз
- Почечная вазоконстрикция, ↓СКФ
- Сокращение перфузии слизистой желудка
- Повышение потребности в препаратах крови

Skellett SSkellett S et al. Chasing the base deficit: hyperchloraemic acidosis following 0.9% saline fluid resuscitation. Arch Dis Child. 2000 Dec;83(6):514-6.
Michael Eisenhut Arch Dis Child. 2007 June; 92(6): 560.
Eisenhut M. Hyperchloraemic acidosis in patients given rapid isotonic saline infusions Adverse effects of rapid isotonic saline infusion. Arch Dis Child 2006.
Waters JH et al. Normal saline versus lactated Ringer's solution for intraoperative fluid management in patients undergoing abdominal aortic aneurysm repair: an outcome study. *Anesth Analg* 2001, 93:817-822

Среди детей с острой диарреей и дегидратацией не выявлено различий в динамике изменения pH. Но продолжительность госпитализации детей, получивших Рингера Лактат была меньше (38 vs 51 сут)

RESEARCH PAPER

Ringer's Lactate vs Normal Saline for Children with Acute Diarrhea and Severe Dehydration: A Double Blind Randomized Controlled Trial

VIDUSHI MAHAJAN, *SHIV SAJAN SAINI, AMIT SHARMA AND *JASBINDER KAUR
Departments of Pediatrics and Biochemistry, Government Medical College and Hospital, Chandigarh; and
Department of Pediatrics, Post Graduate Institute of Medical Education and Research (PGIMER), Chandigarh, India.
Correspondence to: Dr Vidushi Mahajan, Assistant Professor, Department of Pediatrics, Government Medical College and Hospital, Sector 32, Chandigarh, India. vidushimahajan2003@yahoo.co.in
Received: July 29, 2011; Initial review: September 01, 2011; Accepted: February 27, 2012.

Objective: WHO recommends Ringer's lactate (RL) and Normal Saline (NS) for rapid intravenous rehydration in childhood diarrhea and severe dehydration. We compared these two fluids for improvement in pH over baseline during rapid intravenous rehydration in children with acute diarrhea.

Design: Double-blind randomized controlled trial

Setting: Pediatric emergency facilities at a tertiary-care referral hospital.

Intervention: Children with acute diarrhea and severe

100 мл/кг за 3 часа

electrolytes, bicarbonate levels, and base-deficit from baseline; mortality, duration of hospital stay, and fluids requirement.

Results: Twenty two children, 11 each were randomized to the two study groups. At primary end point (disappearance of signs of severe dehydration), the improvement in pH from baseline was not significant in RL-group [from 7.17 (0.11) to 7.28 (0.09)] as compared to NS-group [7.09 (0.11) to 7.21 (0.09)], $P=0.17$ (after adjusting for baseline serum Na/ Cl). Among this limited sample size, children in RL group required less fluids [median 310 *vs* 530 mL/kg, $P=0.01$] and had shorter median hospital stay [38 *vs* 51 hours, $P=0.03$].

Conclusions: There was no difference in improvement in pH over baseline between RL and NS among children with acute diarrhea and severe dehydration.

Среди детей с острой диарреей и дегидратацией не выявлено различий в динамике изменения pH. Но продолжительность госпитализации детей, получивших Рингера Лактат была меньше (38 vs 51 сут)

Натрий

Опасность гипернатриемии при инфузии NaCl 0,9% не оправдана

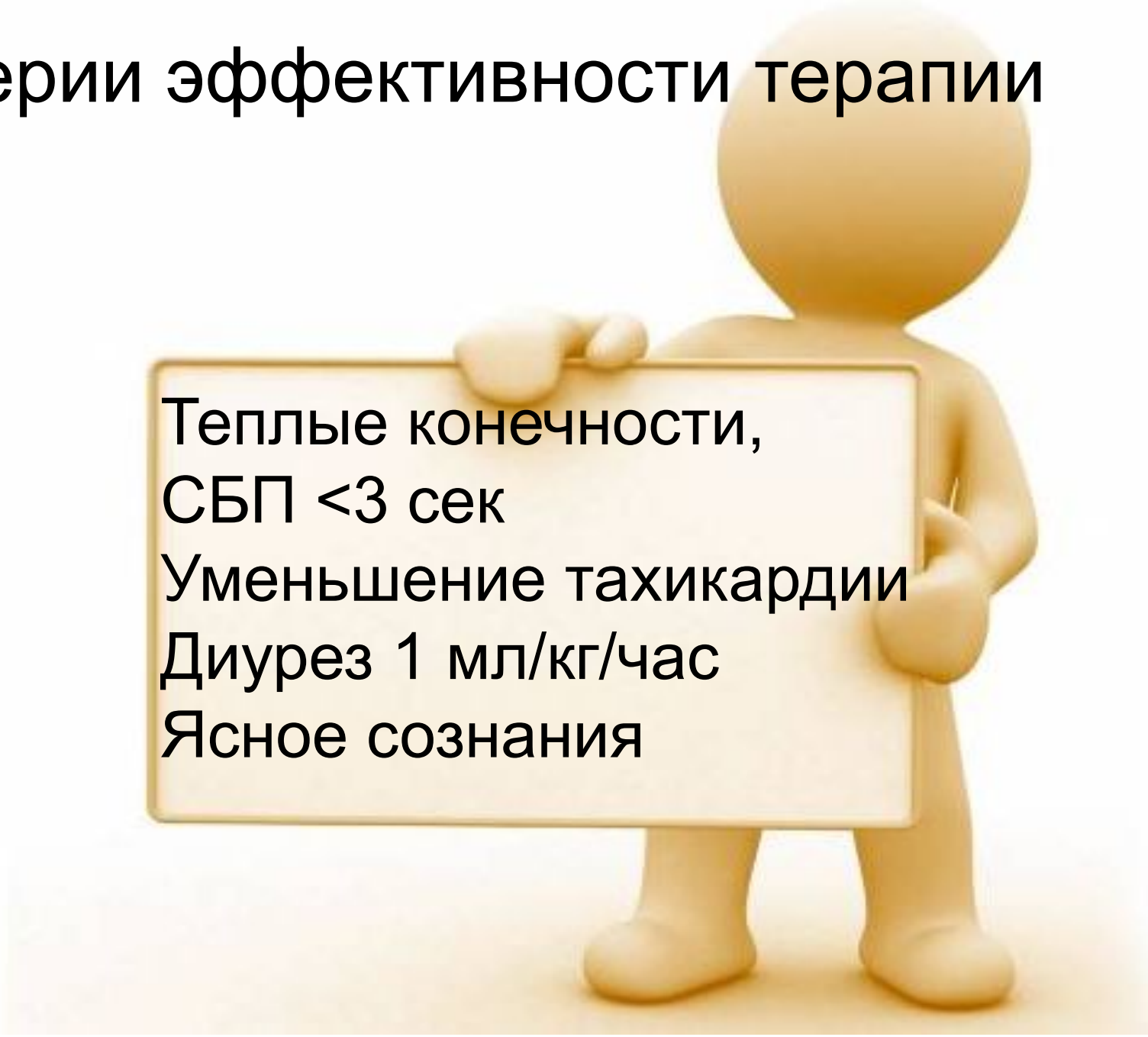
Freedman, S. B. and Geary, D. F. Bolus fluid therapy and sodium homeostasis in paediatric gastroenteritis. Journal of Paediatrics and Child Health, 49: 215–222. (2013)

Au A et al. Incidence of postoperative hyponatremia and complications in critically ill children treated with hypotonic and normotonic solutions. J Pediatr 2008;152:33–8
Alvarez Montanana P. The use of isotonic fluid as maintenance therapy prevents iatrogenic hyponatremia in pediatrics: a randomized, controlled open study. Pediatr Crit Care Med 2008;9:589–97
Yung M, Randomized controlled trial of intravenous maintenance fluids. J Paediatr Child Health 2009;49:9–14

British Consensus Guidelines on intravenous Fluid Therapy for Adult Surgical Patient GIFTASUP

- Учитывая риск развития гиперхлоремического ацидоза в обычной практике, в случае, когда показано использование для объемного или жидкостного замещения кристаллоидами, вместо 0,9% раствора NaCl следует использовать <u>сбалансированные кристаллоидные растворы</u>
- Уровень доказательность 1B

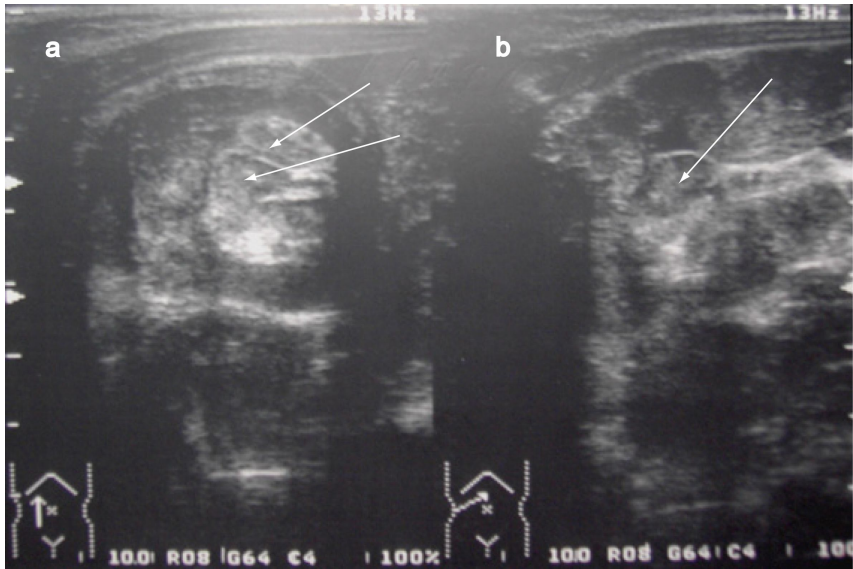
Критерии эффективности терапии



Теплые конечности,
СБП <3 сек
Уменьшение тахикардии
Диурез 1 мл/кг/час
Ясное сознания

Через 1 час

- ЧСС 120/мин, ЧД 25\мин, СБП 2 сек. Диурез 10 мл
- УЗИ брюшной полости
- Что дальше?
- Надо как-то разрешить инвагинацию
- Операция?



Решение проблемы

- Клизма под контролем УЗИ
- Лапароскопия
- Лапаротомия

УЗИ клизма

- NaCl 0,9-1%
- Вода!!! Опасность развития гипонатриемии
- Обязательный учет воды, эвакуированной из кишечника
- Контроль клиники и ионограммы плазмы

Лапароскопия

- Нормализация ОЦК (снижение преднагрузки!)
- Мониторинг etCO2 (усугубление ацидоза)
- Кристаллоиды (полиионные, сбалансированные растворы, NaCl 0,9%)??

Лапаротомия

Поддержание жидкостного баланса

- Глюкоза? (глюкоза/NaCl) сколько?
- NaCl 0,9%?
- Сбалансированные кристаллоидные растворы?
- Коллоиды

- Темп инфузии? Объем?

Интраоперационный период Глюкоза

- Избегать гипо и гипергликемии
- Рутинно не используется
- Актуально: новорожденные, получавшие TPN, эндокринопатии
- Раствор не более 1%
- Темп усвоения глюкозы 4-5 мг/кг/мин

Sieber FE, Special issues: glucose and the brain. Crit Care Med 1992;20:104 –14
Murat I, Perioperative fluid therapy in pediatrics. Paediatr Anaesth 2008;18:363–70
Leelanukrom R, Intraoperative fluid and glucose management in children Paediatr Anaesth 2000;10:353–9;
Paut O, Recent developments in the perioperative fluid management for the paediatric patient. Curr Opin Anaesthesiol 2006;19:268–77;
Lonnqvist P. Inappropriate perioperative fluid management in children: time for a solution? Paediatr Anaesth 2006;17:203–5;
Berry F. There is a solution for perioperative fluid management in children. Paediatr Anaesth 2008;18:332

Association of Paediatric Anaesthetists of Gr

- Детям старше 1 месяца интраоперационно только изотонические кристаллоиды
- Уровень гликемии стабилен
- Глюкоза добавляется детям с массой менее 3 центиля, при вмешательстве более 3 часов, при выполнении регионарной анестезии. Мониторинг гликемии.
- Строгий контроль гидробаланса, веса, электролитного состава плазмы.
- Больной с острой дилюционной гипонатриемией должен находиться в ОАРИТ

APA

CONSENSUS GUIDELINE ON PERIOPERATIVE FLUID MANAGEMENT IN CHILDREN 2007

Association of Paediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland

- Риск гипергликемии и электролитного дисбаланса

Royal College of Anaesthetists | Raising the Standard: a compendium of audit recipes **| 3rd Edition 2012**

- Исключение новорожденные дети с низкой массой тела (менее 3 перцентиля), продолжительность операции более 3 часов, дети, которым выполняется регионарная анестезия
- Восполнение дефицита ОЦК: NaCl 0,9%, Раствор хартмана.
- Мониторинг гликемии при операциях более 3 часов при инфузии негликозированных растворов.
- Контроль натрия, тщательный учет гидробаланса.

Royal College of Anaesthetists | Raising the Standard: a compendium of audit recipes **| 3rd Edition 2012**

Периоперационный период

Несоответствие между Европейскими рекомендациями и предлагаемым рынке большого количества инфузионных растворов.

Предложение упорядочить процесс назначения растворов в периоперационном периоде

Belgian recommendations on perioperative maintenance fluid management of surgical pediatric population. Najafi NBelgian recommendations on perioperative maintenance fluid management of surgical pediatric population. Najafi N, et al. Belgian Association for Paediatric AnaesthesiaBelgian recommendations on perioperative maintenance fluid management of surgical pediatric population. Najafi N, et al. Belgian Association for Paediatric Anaesthesia. Acta Anaesthesiol Belg. 2012;63(3):101-9

Жидкостная терапия: воспаление, электролиты, КЩС

- 40 взрослых пациентов
- Возраст 68±15 лет
- Интраоперационная инфузия сбалансированным (Стерофундин) и несбалансированным (NaCl 0,9%)
- Изучали уровень IL-6,8,10, активность матричной металлопротеиназы, её тканевого ингибитора, КЩС, электролиты, липокалин

Volta et al. Journal of Inflammation 2013, 10:29

Результаты

- Повышение IL-6,8 в обеих группах
- Повышение IL-10 в группе стерофундина
- MMP-9/TIMP-1 ниже в группе стерофунд
- ↑Cl до 115; ↓Ca до 1,5; ↓Mg до 1,3 ммоль/л
- Более низкий показатель Липокалина в группе стерофундина
- Заключение: Стерофундин более безопасен

Стерофундин Исследование

«Sterofundin vs Normale Saline for intraoperative fluid therapy in children aged under 36 months, undergoing surgery»

Age less than 36 months ASA I-III

Need for intraoperative treatment with Normal Saline or Sterofundin Surgery longer than 60 minutes

https://www.clinicaltrialsregister.eu/ctr-search/trial/2010-019913-12/IT

Стерофундин vs NaCl 0,9%

- Дети 1-36 мес

Стерофундин+глюкоза/NaCl 0,9%+глюкоза

- Включено 229 пациентов
- Гиперхлоремия при объеме более 46,7 мл/кг
- Более низкие показатели Cl-
- Заключение: раствор Стерофундина более безопасный, чем NaCl 0,9%

Disma N. Pediatric Anaesth. 2014 Sep; 24 (9): 980-986

Послеоперационный период

- Боль
- Дефицит жидкости
- Секреция АДГ

Послеоперационный период

THE MAINTENANCE NEED FOR WATER IN PARENTERAL FLUID THERAPY

By Malcolm A. Holliday, M.D., and William E. Segar, M.D.
Department of Pediatrics, Indiana University Medical Center

Pediatrics 1957

4,2,1 и 5

4 (мл/кг/час) – 2 (мл/кг/час) - 1(мл/кг/час) - из 4 (4% Декстроза) и 5 (0.2% Физ. раствор)

Holliday MA, Segar WE: The maintenance need for water in parenteral fluid therapy. *Pediatrics* 1957; 19:823–832

With permission by Kachko L.

Hyponatraemia and death or permanent brain damage in healthy children.

BMJ. 1992 May 9;304(6836):1218-22.

Arieff AI, Ayus JC, Fraser CL.

University of California School of Medicine, San Francisco.

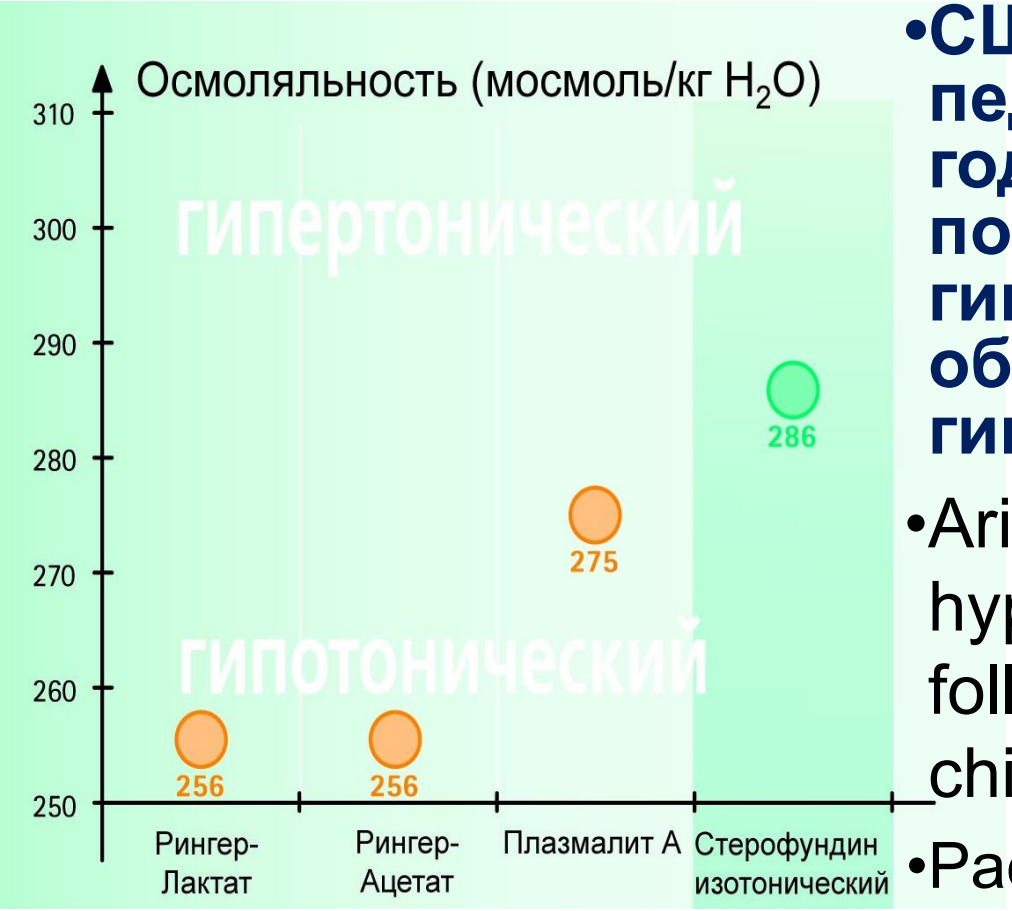
- **Первая публикация**
  - **16 здоровых детей**
  - **Все оперировались планово**

  - **Тяжелая Гипонатриемия и Отек мозга**
    - **смерть/ перманентные неврологические нарушения**

  - **Все получили Гипотонический Гипонатриемический раствор**

With permission by Kachko L.

Выбор сбалансированного раствора



- **США: 15 000 педиатрических смертей в год, связанных с постоперационной гипонатриемией, обусловленной инфузией гипотонических растворов**
- Arieff AI. Postoperative hyponatraemic encephalopathy following elective surgery in children.
- Paediatric Anaesthesia 1998; 8: 1-4

Неврологические нарушения вследствие госпитальной гипонатриемии после гипотонических растворов (Moritz ML 2004)

Author	Age (years)	Setting	Intravenous fluid	Sodium value (mEq/l)	Complication
Duke [99]	0.15	Meningitis	0.18% NaCl	137 to 131	Cerebral edema, dilated pupil
Jenkins [19]	ND	ND	Hypotonic	<130	2 deaths
Jackson [100]	1.5	Influenza	D_5 water	120	Death, cerebral edema
	3	Meningitis	D_5 water	128	Death, cerebral edema
Keating [12]	3	Dehydration	D_5 water	133 to 114	Death, cerebral edema
	2	Hip surgery	Hypotonic	112	Death, cerebral edema
Gregorio [101]	4	Gastroenteritis	D_5 0.45% NaCl	136 to 118	Respiratory arrest, seizure, cerebral demyelination
Hoorn [15]	ND	ND	Hypotonic	142–128	Death, cerebral edema, cardiac arrest
Arieff [3]	3.5	Tonsillitis	Hypotonic	139 to 114	Quadriplegia
	5	Tonsillectomy		141 to 123	Death
		Tonsillectomy		139 to 115	Death
		Tonsillectomy		141 to 111	Death
		Tonsillectomy		138 to 121	Death
		Fracture setting		137 to 120	Mental retardation
		Fracture setting		139 to 118	Death
		Tonsillectomy		137 to 113	Death
		VP shunt		137 to 114	Vegetative
		Fracture setting		137 to 120	Vegetative
		Fracture setting		138 to 102	Vegetative
		Tonsillectomy		138 to 107	Death
		Orchiopexy		138 to 116	Death

With permission by Kachko L.

ORIGINAL ARTICLE

Hypotonic versus isotonic saline in hospitalised children: a systematic review

K Choong, M E Kho, K Menon, D Bohn

Arch Dis Child 2006;91:828–835. doi: 10.1136/adc.2005.088690

Oct. 1, 2006

- Риск развития гипонатриемии после введения гипотонических растворов возрастает в 17.2 раза

- Назначение гипотонических растворов не надежно/вредно

With permission by Kachko L.

Национальные Рекомендации 2007

(UK GOVERNMENT SAFETY AGENCY)

NHS
National Patient Safety Agency

Patient safety alert 22

Alert

28 March 2007

Immediate action	☐
Action	☑
Update	☐
Information request	☐

Ref: NPSA/2007/22

Reducing the risk of hyponatraemia when administering intravenous infusions to children

The National Patient Safety Agency (NPSA) is issuing advice to healthcare organisations on how to minimise the risks associated with administering infusions to children.

The development of fluid induced hyponatraemia in the previously well child undergoing elective surgery or with mild illness may not be well recognised by clinicians. To date, the NPSA's National Reporting and Learning System (NRLS) has received only one incident report (that resulted in no harm), but it is likely that incidents have gone unreported in the UK.

Since 2000, there have been four child deaths (and one near miss) following neurological injury from hospital-acquired hyponatraemia (see definition on page 7) reported in the UK.[1-3] International literature cites more than 50 cases of serious injury or child death from the same cause, and associated with the administration of hypotonic infusions.[4]

Action for the NHS and the independent sector

The NPSA recommends that NHS and independent sector organisations in England and Wales take the following actions by 30 September 2007 to minimise the risk of hyponatraemia in children:

1. Remove sodium chloride 0.18% with glucose 4% intravenous infusions from stock and general use in areas that treat children. Suitable alternatives must be available. Restrict availability of these intravenous infusions to critical care and specialist wards such as renal, liver and cardiac units.
2. Produce and disseminate clinical guidelines for the fluid management of paediatric patients. These should give clear recommendations for fluid selection, and clinical and laboratory monitoring.
3. Provide adequate training and supervision for all staff involved in the prescribing, administering and monitoring of intravenous infusions for children.
4. Reinforce safer practice by reviewing and improving the design of existing intravenous fluid prescriptions and fluid balance charts for children.
5. Promote the reporting of hospital-acquired hyponatraemia incidents via local risk management reporting systems. Implement an audit programme to ensure NPSA recommendations and local procedures are being adhered to.

D4% натрий хлор 0.18% не должен использоваться в рутинной практике.
В периоперационном периоде использовать только изотонические растворы

National Patient Safety Agency. Reducing the risk of harm when administering intravenous fluids to children. Safety Alert 22, March 2007.

Все стало хорошо?

- Использование гипотонических растворов в послеоперационном периоде у детей, является рутинной практикой
- Рутинный мониторинг электролитного состава крови не проводится.
- Реально, частота гипонатриемии может быть выше

Davies P. Intravenous postoperative fluid prescriptions for children: a survey of practice. BMC Surg 2008;8:10–14;
Snaith R. An audit of intravenous fluid prescribing and plasma electrolyte monitoring; a comparison with guidelines from the National Patient Safety Agency. Paediatr Anaesth 2008;18:940–6

New aspects in the pathogenesis, prevention, and treatment of hyponatremic encephalopathy in children Michael L. Moritz & Juan Carlos Ayus Pediatr Nephrol (2010) 25:1225–1238

Table 6 Hospital-acquired hyponatremic encephalopathy in children receiving hypotonic fluids (2005–2009)

Authors	Age (years)	Setting	Intravenous fluid	Sodium value (mEq/L)	Symptoms	Treatment	Outcome
Duke et al. 2005 [61]	19	ALL, dDAVP	0.18% NaCl	138 to 124	Seizures	3% NaCl	Survived
	2	Medulloblastoma	0.18% NaCl	143 to 119	Seizures & hypoxia	3% NaCl	Survived
	6	ALL	0.45% NaCl	136 to 125	Seizures & respiratory depression	3% NaCl	Survived
Ashraf and Albert 2006 [64]	0.1	Bronchiolitis	0.22% NaCl	142–107	Lethargy	3% NaCl	Survived
Osier et al. 2006 [62]	8	Burkitt's lymphoma	0.45% NaCl	138 to 96	Seizures	Fluid restriction	Survived
Agut Fuster et al. 2006 [60]	3.5	Adenoidectomy	D_5 Water	116	Seizures, comatose	3% NaCl	Survived
Donaldson et al. 2007 [63]	5.5	Adrenal suppression	0.45% NaCl	125 to 123	Seizures, coma, respiratory arrest, cardiogenic shock	None	Death
Auroy et al. 2008 [65]	4	Dental extraction	D_5 Water & 0.35% NaCl	120	Coma, respiratory distress, heart failure	None	Death
Cansick et al. 2009 [126]	11	Renal transplant	0.45 NaCl	140–121	Seizures, cerebral herniation	Lorazepam	Death

ALL acute lymphoblastic leukemia, dDAVP 1-desamino-8d-arginine vasopressin, *NaCl* sodium chloride, *D_5 water* 5% dextrose in water

New aspects in the pathogenesis, prevention, and treatment of hyponatremic encephalopathy in children Michael L. Moritz & Juan Carlos Ayus Pediatr Nephrol (2010) 25:1225–1238

Послеоперационный период

Уровень плазменного Натрия, ммоль/л	Предпочтительный раствор
<138	Изотонические растворы
138-144	Изотонические растворы. Допустимо использование глюкозы 5%
Периоперационный период	Изотонические растворы

Risk of acute hyponatremia in hospitalized children and youth receiving maintenance intravenous fluids. Jeremy N Friedman; Canadian Paediatric Society Acute Care Committee. Paediatr Child Health 2013;18(2):102-104

Послеоперационный период

- У детей с нормальным уровнем плазменного Na, но имеющих высокий риск повышенной секреции АДГ (***периоперационный период***, респираторные и неврологические нарушения) рекомендуется применение изотонического раствора (**D5W.0.9% NaCl**).

- Для остальных детей, с нормальным уровнем натрия рекомендуется D5W.0.9% NaCl или D5W.0.45% NaCl.

- D5W.0.9% NaCl предпочтительнее при нижних границах нормы (135 mmol/L-137 mmol/L включительно).

Risk of acute hyponatremia in hospitalized children and youth receiving maintenance intravenous fluids. Jeremy N Friedman; Canadian Paediatric Society Acute Care Committee. Paediatr Child Health 2013;18(2):102-104

Послеоперационный период

- Гипотонические растворы <0.45% NaCl не следует использовать в рутинной практике и должны быть недоступны в педиатрических отделениях
- Если уровень плазменного натрия неизвестен, в качестве стартового раствора рекомендуется использовать D5W.0.9% NaCl.
- При уровне натрия 145-154 mmol/L, использовать D5W.0.45% NaCl с частым контролем натрия
- ***Р-р Рингера-Лактат широко используется в операционных, однако отсутствие глюкозы и наличие лактата делает рутинное применение этого раствора нецелесообразным, особенно у маленьких детей.***

Risk of acute hyponatremia in hospitalized children and youth receiving maintenance intravenous fluids. Jeremy N Friedman; Canadian Paediatric Society Acute Care Committee. Paediatr Child Health 2013;18(2):102-104

Intravenous fluid management for the acutely ill child

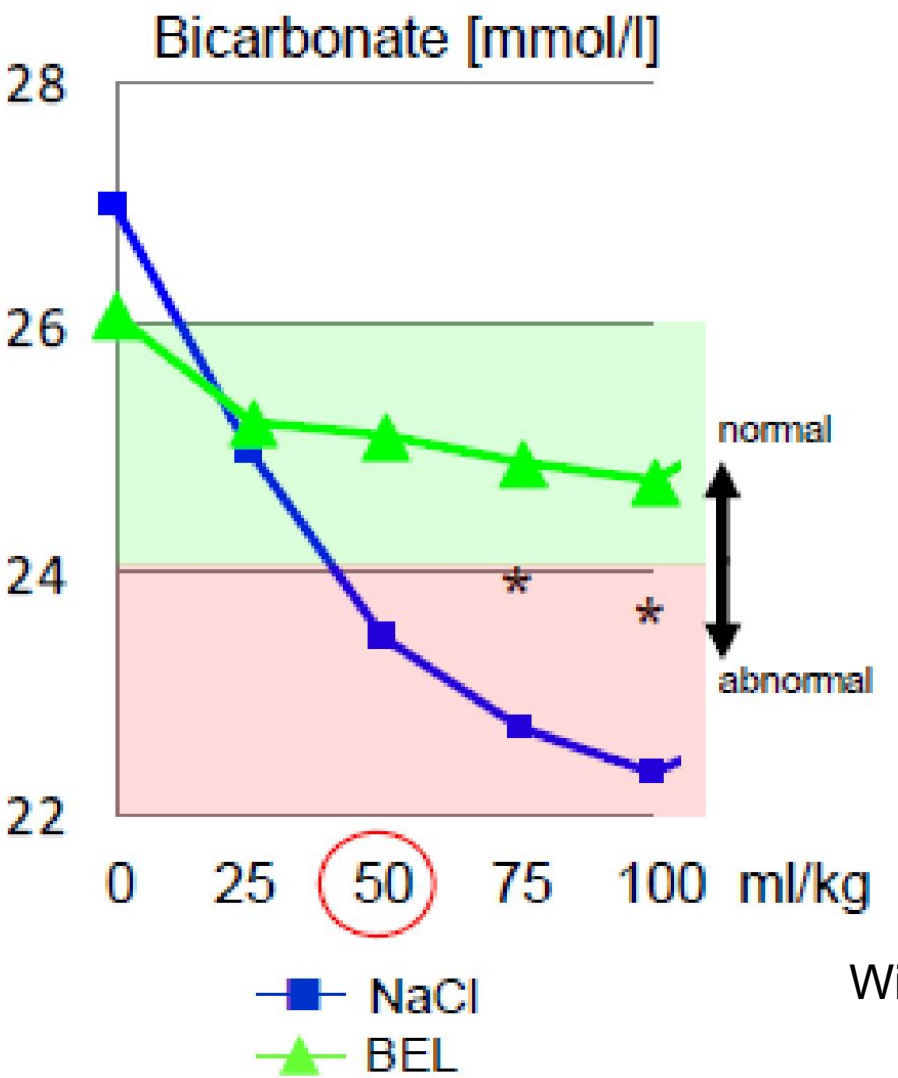
Michael L. Moritz[a] and Juan C. Ayus[b]

Authors	Study design	n	Outcome
Kanda *et al.* [36••]	Prospective observational study. Change in serum sodium at 5 h in children following a percutaneous renal biopsy receiving either 0.6% NaCl or 0.9% NaCl and with elevated AVP levels	60	Fall in SNa in 0.6% NaCl group of 1.9 mEq/l Increase in SNa in 0.9% NaCl group of 0.9 mEq/l
Sumpelmann *et al.* [60]	Prospective observation study. Change in intra-operative serum sodium in patient receiving a balanced electrolyte solution (Na 140 mEq/l)	107	Increase in SNa of 1 mEq/l
Kannan *et al.* [37••]	Prospective randomized trial. Incidence of hyponatremia (SNa <130 mEq/l) within 72 h of initiated IVF in hospitalized children randomized to 0.18% NaCl at full or 2/3 maintenance	167	14.4% and 3.8% incidence of hyponatremia in 0.18% NaCl groups, respectively
Yung and Keeley [40••]	Prospective randomized trial. Change in serum sodium at 12–24 h in children admitted to the ICU randomized to either 0.18% NaCl or 0.9% NaCl at 2/3 or full maintenance rate	50	Fall in SNa in 0.18% NaCl group by 3 mEq/l and 4.9 mEq/L, respectively Increase in SNa in the 0.9% NaCl group by 0.2 and 1.5 mEq/l, respectively.
Montañana *et al.* [38]	Prospective randomized trial. Incidence of hyponatremia (SNa <135 mEq/l) within 24 h in postoperative children admitted to the ICU receiving either hypotonic fluids (Na <100 mEq/l) or isotonic fluid (Na + K = 155 mEq/l)	122	20.6% incidence of hyponatremia in the hypotonic group 5.1% incidence of hyponatremia in the isotonic group

N Предпочтение отдается NaCl 0,9%

Current Opinion in Pediatrics 2011; 23: 186

NaCl 0,9% vs Сбалансированные растворы



Инфузия NaCl 0,9%

↓

Уменьшение HCO3

↓

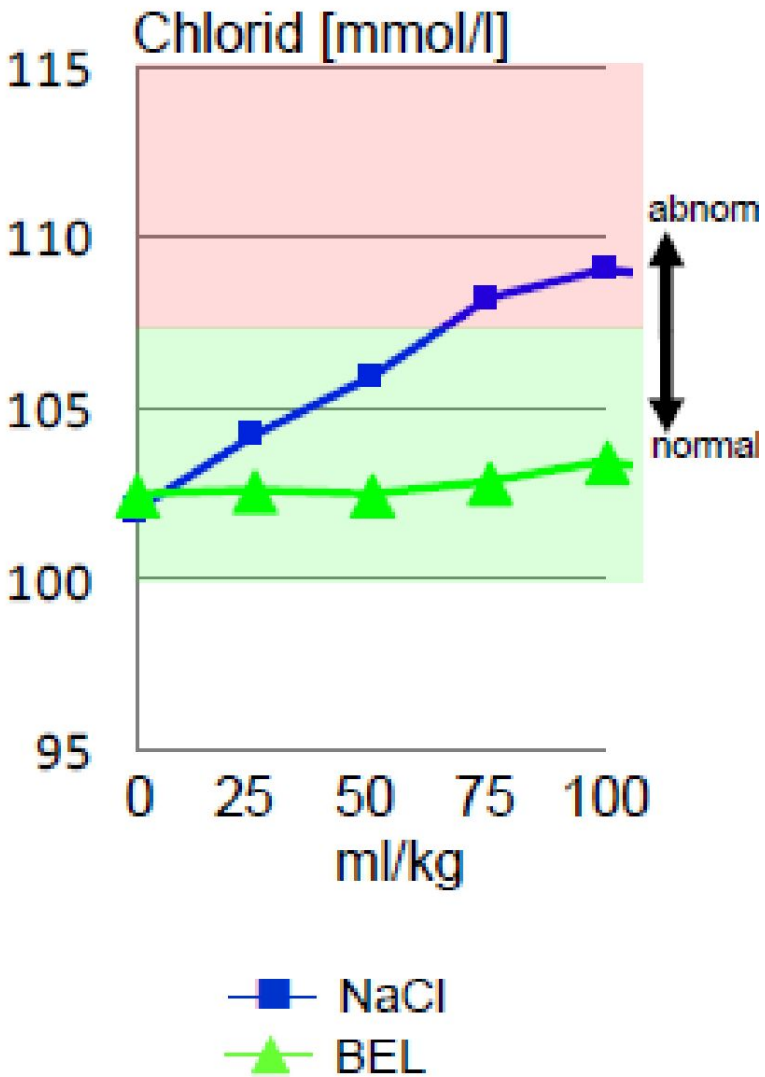
pCO2 неизменный

↓

Дилюционный ацидоз

Witt L. et al. Pediatr. Anaesthes. 2010; 20-734

Гиперхлоремический ацидоз



- Почечная вазоконстрикция
- ↓СКФ
- ↓ренин-ангиотензин
- ↓Гемостаза
- ↓Диуреза
- Задержка К
- ↑ПОТР

Witt L. et al. Pediatr. Anaesthes. 2010; 20-734

Что же делать

- NaCl 0,9% - гиперхлоремический ацидоз
- Ringer-Lactate – гипоосмолярный раствор
- Ringer – гиперосмолярный (много Cl)
- Сбалансированные растворы – физиологичны

- Что будем применять?

Выводы

- Современные сбалансированные растворы более физиологичны
- Безопасны
- Конфликт: Протоколы/реальность
- Требуется принятие локальных протоколов
- Необходимы исследования

Не навреди….