Анестезиология и реаниматология
2020, № 3, с. 52-58
https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202003152

Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology
2020, № 3, pp. 52-58
https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202003152

Препарат стартовой инфузионной терапии в раннем послеоперационном периоде у детей: 0,9% раствор натрия хлорида или сбалансированный полиионный раствор

© В.В. ЛАЗАРЕВ, Ж.Д. СУЛАЙМАНОВА, Л.Е. ЦЫПИН, Г.П. БРЮСОВ, Т.Н. КОМАРОВА, С.А. ДАРЬИН

[1]ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия
[2]Russian Children's Clinical Hospital of the Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

РЕЗЮМЕ

Введение. Одним из важных компонентов послеоперационной терапии является инфузионная поддержка, направленная на коррекцию нарушений гомеостаза, которые возникают вследствие хирургического вмешательства и анестезии. Многочисленные исследования свидетельствуют, что выбор препарата стартовой инфузионной терапии в раннем послеоперационном периоде остается предметом дискуссии, поскольку затрагивает не только аспекты лечебной тактики, но и экономическую составляющую проводимого лечения.

Цель исследования — провести сравнительную оценку эффективности применения 0,9% раствора натрия хлорида и сбалансированного полиионного раствора стерофундина изотонического в качестве препаратов стартовой инфузионной терапии в раннем послеоперационном периоде у детей.

Материал и методы. Проведено открытое проспективное рандомизированное исследование с включением 43 детей методом случайной выборки. Все пациенты были с оценкой по ASA II—III после операций длительностью 1—3 ч, с объемом кровопотери не более 10% объема циркулирующей крови (ОЦК), без гемотрансфузий и с интраоперационной инфузией сбалансированного раствора стерофундина изотонического в режиме 12,8 (10,2; 15,6) мл на 1 кг массы тела в час для поддержания водно-электролитного баланса. Пациенты 1-й группы (n=23) в раннем послеоперационном периоде (3 ч после перенесенного оперативного вмешательства) получали инфузионную терапию 0,9% раствором натрия хлорид (NaCl) в режиме 2,9 (2,3; 3,8) мл на 1 кг массы тела в час. Пациенты 2-й группы (n=20) получали инфузионную терапию раствором стерофундина изотонического в режиме 3,1 (2,2; 3,5) мл на 1 кг массы тела в час. Межгрупповые и внутригрупповые различия на этапах исследования оценивали по динамике водно-электролитного и кислотно-щелочного состояния, значений фазового угла — расчетного интегрального показателя состояния мембран клеточных структур, показателей основного обмена.

Результаты. Статистически значимые различия между группами, связанные с влиянием оцениваемых растворов, получены для уровня K^+ в плазме крови (p=0,01) на 2-м этапе исследования, т.е. через 60 мин после начала инфузии стартового раствора, остальные показатели не имели межгрупповых статистически значимых различий (p>0,05). Однако у пациентов 1-й группы уровень pH статистически значимо снижался на 1,2%, а у детей 2-й группы — на 0,9% от исходного значения при поступлении больных в отделение реанимации и интенсивной терапии. У пациентов обеих групп на последнем этапе исследования статистически значимо увеличивались уровни общей, внеклеточной, внутриклеточной жидкости организма соответственно у детей 1-й группы на 3, 3,4, 2,7% и у детей 2-й группы — на 2,9, 3,3, 3,9% от исходных значений. Применение 0,9% раствора NaCl приводило к статистически значимо большему уменьшению (9%) значения фазового угла, т.е. оказывало более выраженное воздействие на состояние клеточных мембран, чем использование раствора стерофундина изотонического (4%). Оба препарата не оказали существенного влияния на основной обмен.

Заключение. Раствор натрия хлорида (0,9%) и раствор стерофундина изотонического в режимах введения 2,9 (2,3; 3,8) мл на 1 кг массы тела в час и 3,1 (2,2; 3,5) мл на 1 кг массы тела в час соответственно на протяжении 3 часов в качестве препаратов стартовой инфузионной терапии в раннем послеоперационном периоде не имеют статистически значимых различий по влиянию на водно-электролитный баланс, кислотно-щелочное состояние плазмы крови, состояние мембран клеточных структур и основной обмен. У пациентов, которым проводили инфузию 0,9% раствора натрия хлорида, отмечалось более выраженное статистически значимое изменение pH в сторону ацидоза и воздействие на мембраны клеточных структур.

Ключевые слова: *инфузионная терапия, кристаллоиды, раствор стерофундин изотонический, раствор натрия хлорида 0,9%, основной обмен, клеточные структуры.*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:
Лазарев В.В. — https://orcid.org/0000-0001-8417-3555
Сулайманова Ж.Д. — e-mail: janashka@inbox.ru
Цыпин Л.Е. — https://orcid.org/0000-0002-3114-8759
Брюсов Г.П. — https://orcid.org/0000-0003-2347-9803
Комарова Т.Н. — https://orcid.org/0000-0001-8369-2484
Дарьин С.А. — https://orcid.org/0000-0002-1052-7151

КАК ЦИТИРОВАТЬ:
Лазарев В.В., Сулайманова Ж.Д., Цыпин Л.Е., Брюсов Г.П., Комарова Т.Н., Дарьин С.А. Препарат стартовой инфузионной терапии в раннем послеоперационном периоде у детей: 0,9% раствор натрия хлорида или сбалансированный полиионный раствор. *Анестезиология и реаниматология*. 2020;3:52—58. https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202003152

Автор, ответственный за переписку: Лазарев В.В. — e-mail: lazarev_vv@inbox.ru

Corresponding author: Lazarev V.V. — e-mail: lazarev_vv@inbox.ru

Primary infusion therapy in early postoperative period in children: 0.9% saline solution or balanced polyionic solution

© V.V. LAZAREV[1, 2], ZH.D. SULAIMANOVA[1, 2], L.E. TSYPIN[1, 2], G.P. BRYUSOV[2], T.N. KOMAROVA[2], S.A. DARYIN[2]

[1]Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia;
[2]Russian Children's Clinical Hospital of the Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective. To compare an effectiveness of 0.9% saline solution and balanced isotonic Sterofundin solution for primary infusion therapy in early postoperative period in children.

Material and methods. Open prospective randomized study included 43 children with ASA grade II—III after 1—3-hour surgery, blood loss less than 10% of the overall blood volume, no transfusions. Intraoperative infusion of a balanced Sterofundin solution at a dose of 12.8 (10.2; 15.6) ml/kg/hour was applied in all cases to maintain water-electrolyte balance. In the first group (n=23), early postoperative infusion therapy (3 hours after surgery) included 0.9% saline solution at a dose of 2.9 (2.3; 3.8) ml/kg/hour. In the second group (n=20), Sterofundin infusion at a dose of 3.1 (2.2; 3.5) ml/kg/hour was administered. Analysis of within-group and between-group differences included water-electrolyte and acid-base features, phase angle (integral parameter of cellular membranes), metabolic characteristics.

Results. Significant between-group differences were obtained for serum K^+ (p=0.01) at the 2nd stage, i.e. in 60 minutes after infusion onset. Other indicators were similar (p>0.05). pH significantly decreased by 1.2% in the 1st group and by 0.9% in the 2nd group compared to the values at admission to ICU. Total, extracellular and intracellular fluid volumes significantly increased in the 1st group by 3%, 3.4%, 2.7%, respectively. In the 2nd group, these values were 2.9%, 3.3% and 3.9%, respectively. Saline solution resulted more significant decrease (9%) in the phase angle, i.e. greater effect on the cellular membranes was observed compared to Sterofundin solution (4%). Both solutions did not significant influence basal metabolism.

Conclusion. A 3-hour infusion of 0.9% saline solution (2.9 (2.3; 3.8) ml/kg/hour) and Sterofundin solution (3.1 (2.2; 3.5) ml/kg/hour) as initial solutions for early postoperative infusion therapy similarly influences water-electrolyte balance, serum acid-base state, cellular membranes and metabolism. Infusion of saline solution was associated with more significant reduction of pH towards acidosis and effect on cellular membranes.

Keywords: *infusion therapy, crystalloids, Sterofundin solution, 0.9% saline solution, metabolism, cell structures.*

INFORMATION ABOUT AUTHORS:
Lazarev V.V. — https://orcid.org/0000-0001-8417-3555
Sulaimanova Zh.D. — e-mail: janashka@inbox.ru
Tsypin L.E. — https://orcid.org/0000-0002-3114-8759
Bryusov G.P. — https://orcid.org/0000-0003-2347-9803
Komarova T.N. — https://orcid.org/0000-0001-8369-2484
Daryin S.A. — https://orcid.org/0000-0002-1052-7151

TO CITE THIS ARTICLE:
Lazarev VV, Sulaimanova ZhD, Tsypin LE, Bryusov GP, Komarova TN, Daryin SA. Primary infusion therapy in early postoperative period in children: 0.9% saline solution or balanced polyionic solution. *Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology = Anesteziologiya I Reanimatologiya*. 2020;3:52—58. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202003152

Инфузионная терапия у детей ввиду их физиологических особенностей, уникальности и специфичности хирургической патологии периода детства является одним из основных компонентов лечебных мероприятий в интра- и раннем послеоперационном периодах [1—3].

Многие исследователи отмечают метаболические [4—9] и циркуляторные [10] сдвиги гомеостаза после операции и анестезии, которые могут эффективно корригироваться адекватной инфузионной терапией [11]. Некоторые специалисты рекомендуют использовать в качестве стартовых и базисных препаратов сбалансированные инфузионные растворы, доказывая их приоритет большим сродством к плазме крови и максимальным приближением к физиологичным параметрам сред организма [12—14]. Однако немало исследовательских работ и клинических рекомендаций, в которых в качестве стартового и базисного раствора инфузионной терапии рекомендуется 0,9% раствор натрия хлорид (NaCl) [15—19]. Разногласия в рекомендациях о выборе стартового препарата инфузионной терапии раннего послеоперационного периода приобретают дополнительную актуальность еще и в аспекте экономической целесообразности применения конкретного раствора [20—22]. Таким образом, вопрос предпочтения в выборе препарата стартовой инфузионной терапии в раннем послеоперационном периоде у детей остается актуальным.

Цель исследования — провести сравнительную оценку эффективности применения 0,9% раствора натрия хлорида и сбалансированного полиионного раствора стерофундина изотонического в качестве препаратов стартовой инфузионной терапии в раннем послеоперационном периоде у детей.

Материал и методы

Проведено проспективное рандомизированное исследование с включением методом случайной выборки 43 пациентов (ASA II—III) после плановых хирургических вме-

Таблица 1. **Общая характеристика пациентов**
Table 1. **Overall characteristics of patients**

Показатель	1-я группа (n=23)	2-я группа (n=20)	p
Возраст, годы	13 (10,5; 14,5)	13 (11,2; 15,3)	p_2=0,39
Вес, кг	44,2±14,5	47,2±15,7	p_2=0,52
Рост, см	156,1±19,8	161,9±19	p_2=0,33
Длительность анестезии, мин	99 (85,8; 167,5)	110 (85; 161,6)	p_2=0,89
Длительность операции, мин	63,3 (43,9; 115)	77,5 (49; 122,5)	p_2=0,61
Объем инфузии во время операции, мл	957,1 (785; 1250)	1071,4 (857,1; 1300)	p_2=0,27
Скорость инфузии во время операции, мл на 1 кг массы тела в час	12,8 (10,2;15,6)	12,8 (10,5; 15,4)	p_2=0,91
Объем инфузии в ОРИТ, мл	434 (288,7; 545)	455 (280; 540)	p_2=0,6
Скорость инфузии в ОРИТ, млна 1 кг массы тела в час	2,9 (2,3; 3,8)	3,1 (2,2; 3,5)	p_2=0,63

Примечание. p_2 — статистическая значимость различий между группами. ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии.

шательств. Пациенты находились в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) Российской детской клинической больницы ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России в период с октября 2018 г. по июль 2019 г. **(табл. 1)**.

Пациенты выделенных групп по основным показателям между собой сопоставимы, статистически значимых различий по оцениваемым характеристикам не выявлено.

Операции выполняли под общей комбинированной эндотрахеальной анестезией: индукцию проводили инсуфляцией севофлурана 8—4 об.% (3,6—1,8 МАК) в потоке 100% кислорода (O_2) 8 л/мин, введением фентанила 0,05% внутривенно (в/в) болюсно в дозе 2 мкг на 1 кг массы тела, рокурония 1% в/в — 0,6 мг на 1 кг массы тела с последующей интубацией трахеи. В ряде случаев выполняли катетеризацию эпидурального пространства на уровне Th_X—Th_{XI} с эпидуральной анальгезией ропивакаином 0,5% болюс из расчета 0,3 мл на 1 кг массы тела. Поддержание анестезии во время операции: ингаляция севофлурана 2,5 об.% в воздушно-кислородной смеси при O_2 не более 40%, анальгезия постоянной инфузией фентанила 0,05% в режиме 3 мкг на 1 кг массы тела в час в/в или ропивакаина 0,2% в режиме 0,2 мл на 1 кг массы тела в час в эпидуральное пространство, миоплегия в/в рокуронием 1% в режиме 0,6 мг на 1 кг массы тела в час. Всем пациентам проводилась интраоперационная инфузионная терапия кристаллоидным раствором стерофундин изотонический с режимом инфузии 10—15 мл на 1 кг массы тела в час аппаратом Infusomat fms «B. Braun Melsungen AG», Германия.

Дети 1-й группы (n=23) в раннем послеоперационном периоде (3 ч после перенесенного оперативного вмешательства) получали непрерывную инфузию 0,9% раствора NaCl в режиме 2,9 (2,3; 3,8) мл на 1 кг массы тела в час, дети 2-й группы (n=20) — непрерывную инфузию сбалансированного раствора стерофундина изотонического в режиме 3,1 (2,2; 3,5) мл на 1 кг массы тела в час через центральный или периферический венозный доступ.

В исследовании оценивали: уровни общей воды организма (ОВО), внеклеточной жидкости (ВнЖ) организма, внутриклеточной жидкости (ВЖ) организма, фазовый угол (ФУ — арктангенс отношения реактивного и активного сопротивления для некоторой частоты тока). Напомним, его значение характеризует емкостные свойства клеточных мембран и жизнеспособность биологических тканей: считается, что чем выше ФУ, тем лучше состояние тканей. Значения ФУ в диапазоне 5,4—7,8° классифицируются как нормальные, 4,4—5,4° — пониженные, менее 4,4° — низкие. Показатели основного обмена (ОО) определяли с помощью биоимпедансного анализатора АВС-02 (ООО НТЦ «МЕДАСС», Россия); уровни электролитов крови (K^+, Na^+, Cl^-, Ca^{2+}), кислотно-щелочное состояние (pH, pCO_2, pO_2, HCO_3^-, SBE, ABE), данные кислотно-щелочного состояния крови анализировали с помощью газоанализаторов ABL 800 FLEX, GEM Premier 4000 и GEM Premier 3500 («Instrumentation Laboratory», США).

Данные оцениваемых показателей регистрировались на этапах исследования: 1-й — исходные данные (сразу при поступлении в ОРИТ), 2-й — через 60 мин, 3-й — через 90 мин, 4-й — через 120 мин, 5-й — через 180 мин с момента поступления в ОРИТ.

Статистическая обработка осуществлялась с использованием программных средств пакета IBM SPSS Statistics 23. Данные, подчиняющиеся закону нормального распределения, представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M\pm\sigma$), статистическую значимость их различий оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Непараметрические данные представлены в виде медианы (Me), 1-го и 3-го квартилей (Q_1; Q_3). Статистическую значимость их различий оценивали по критериям Манна-Уитни (U-тест) и Вилкоксона (W). Различия принимали статистически значимыми при p<0,05.

Результаты

Концентрация калия в плазме крови имела статистически значимые различия (p=0,01) между пациентами 1-й и 2-й групп на 2-м этапе исследования, т.е. через 60 мин после начала инфузии стартового раствора **(табл. 2)**. При этом у пациентов 1-й группы отмечалось снижение показателя на 7%, а у детей 2-й группы увеличение на 9,5% по сравнению с исходными значениями. В дальнейшем к заключительному, 5-му этапу исследования уровень калия у пациентов 1-й и 2-й групп не имел статистически значимых различий.

Следует отметить, что внутригрупповые межэтапные различия были статистически значимыми у пациентов 1-й группы на 2-м (p=0,02) и 5-м (p=0,01) этапах, в то время как у пациентов 2-й группы только на 2-м (p=0,01) этапе по сравнению с исходными данными.

Во всех случаях значения показателя находились в пределах референсных значений. Остальные оцениваемые электролиты (Na^+, Cl^-, Ca^{2+}) не имели статистически значимых различий на этапах исследования между группами пациентов. Тем не менее у детей 1-й группы на 2-м этапе уровень натрия статистически значимо повышался по срав-

***Таблица 2.* Динамика электролитов в плазме крови пациентов на этапах исследования**

***Table 2.* Dynamics of serum electrolytes at the various stages**

Показатель	1-я группа (n=23)			2-я группа (n=20)		
	этап исследования					
	1-й	2-й	5-й	1-й	2-й	5-й
	исходный уровень	60 мин	180 мин	исходный уровень	60 мин	180 мин
K^+, ммоль/л	4,3 (4,1; 4,8)	4,0 (3,8; 4,6) p_1=0,02	4,0 (3,7; 4,4) p_1=0,01	4,2 (3,8; 4,6) p_2=0,22	4,6 (4,3; 5,2) p_1=0,01 p_2=0,01	4,15 (3,7; 4,7) p_1=0,78 p_2=0,31
Na^+, ммоль/л	139,5 (138; 141)	141,0 (140,0; 142,2) p_1=0,01	140,0 (138,7; 141) p_1=0,28	140 (137,2; 140,7) p_2=0,99	140,0 (138,0; 143,0) p_1=0,054 p_2=0,39	138,5 (137,0; 139,7) p_1=0,24 p_2=0,13
Cl^-, ммоль/л	109,5(106,7; 111)	109 (107,0; 111,0) p_1=0,48	108,0 (106,0; 110,5) p_1=0,17	108,0(106; 110,2) p_2=0,24	108 (106,5; 112,5) p_1=0,14 p_2=0,96	108 (105; 109) p_1=0,46 p_2=0,71
Ca^{2+}, ммоль/л	1,0 (0,9; 1,2)	1,16 (0,99; 1,29) p_1=0,19	1,2 (0,94; 1,27) p_1=0,22	1,03 (0,89; 1,2) p_2=0,35	1,24 (1,14; 1,28) p_1=0,08 p_2=0,93	1,2(1,1; 1,2) p_1=0,46 p_2=0,65

Примечание. Данные представлены в виде медианы и межквартильного размаха Me (Q_1; Q_3). Здесь и далее p_1 — статистическая значимость различий по сравнению с исходным значением (этап 1-й), p_2 — статистическая значимость различий между группами.

***Таблица 3.* Динамика показателей водного баланса у пациентов на этапах исследования**

***Table 3.* Dynamics of water balance at the various stages**

Показатель	1-я группа (n=23)			2-я группа (n=20)		
	этап исследования					
	1-й	3-й	5-й	1-й	3-й	5-й
	исходный уровень	90 мин	180 мин	исходный уровень	90 мин	180 мин
ОВО, л	26,4±7,7	26,6±7,4 p_1=0,11	27,2±7,6 p_1=0,001	27,8±8,7 p_2=0,57	28,1±9 p_1=0,17 p_2=0,56	28,6±9,01 p_1=0,001 p_2=0,56
ВнЖ, л	11,7±2,6	11,9±2,6 p_1=0,26	12,1±2,6 p_1=0,001	12,3±3,2 p_2=0,55	12,5±3,2 p_1=0,36 p_2=0,57	12,7±3,2 p_1=0,001 p_2=0,57
ВЖ, л	14,6±5,0	14,7±4,7 p_1=0,9	15,0±4,8 p_1=0,01	15,3±5,7 p_2=0,66	15,6±5,8 p_1=0,24 p_2=0,58	15,9±5,8 p_1=0,001 p_2=0,59

Примечание. Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения (M±σ). ОВО — общая вода организма; ВнЖ — внеклеточная жидкость; ВЖ — внутриклеточная жидкость.

нению со значениями на 1-м этапе на 2,1% (p=0,01), а к концу исследования уже не имел статистически значимых различий по сравнению с исходным уровнем, в то время как у пациентов 2-й группы на всех этапах исследования данный показатель не имел статистически значимых различий с его исходными величинами. Динамика концентрации Cl^- и Ca^{2+} характеризовалась отсутствием статистически значимых различий на протяжении всего исследования у пациентов обеих групп.

При оценке водного баланса организма статистически значимых различий между группами на этапах исследования не выявлено **(табл. 3)**. Однако на фоне инфузии 0,9% раствора NaCl у исследуемых 1-й группы отмечалось статистически значимое увеличение уровня ОВО на 5-м этапе на 3% от исходных значений, уровней ВнЖ на 3,4% и ВЖ на 2,7%. У исследуемых 2-й группы на фоне введения раствора стерофундина изотонического повышались уровни ОВО на 2,9%, ВнЖ на 3,3% и ВЖ на 3,9% соответственно. При этом между пациентами исследуемых групп были статистически незначимые различия в динамике увеличения уровней внеклеточной и внутриклеточной жидкости организма, проявляющиеся бóльшим ростом значения ВнЖ по сравнению с Вж у детей 1-й группы и ВЖ по сравнению с ВнЖ у детей 2-й группы.

Динамика показателей кислотно-щелочного состояния характеризовалась к концу исследования тенденцией к смешанному ацидозу в большей мере у пациентов 1-й группы и статистически значимым снижением уровня pH на 1,2% при использовании 0,9% раствора NaCl и на 0,9% на фоне инфузии раствора стерофундина изотонического от исходного уровня **(табл. 4)**.

Уровень pCO_2 у пациентов 1-й группы статистически значимо увеличивался на 2-м этапе на 24,6% и на 5-м этапе на 20,7%, а у пациентов 2-й группы — на 20,4 и 21,6% соответственно по сравнению с исходным уровнем, превышая незначительно верхнюю границу референсных значений. Значения pO_2 у детей 1-й группы статистически значимо уменьшались на 42,4% на 2-м этапе и на 50,8% на 5-м этапе; соответственно на этих же этапах у детей 2-й группы происходило снижение показателя на 54,4 и 44,3%. По сравнению с исходными значениями у пациентов 1-й группы статистически значимо снижались уровни HCO_3^-, SBE и ABE на 2-м этапе на 9,3, 37,8 и 56%, а также на 5-м этапе на 2,6, 37,8 и 26,6% соответственно. В то же время статистически

Таблица 4. **Динамика показателей кислотно-основного состояния у пациентов на этапах исследования**
Table 4. **Dynamics of acid-base state at the various stages**

Показатель	1-я группа (n=23)			2-я группа (n=20)		
	этап исследования					
	1-й	2-й	5-й	1-й	2-й	5-й
	исходный уровень	60 мин	180 мин	исходный уровень	60 мин	180 мин
pH	7,38±0,04	7,28±0,04 p_1=0,001	7,29±0,04 p_1=0,001	7,38±0,04 p_2=0,23	7,3±0,09 p_1=0,012 p_2=0,35	7,31±0,04 p_1=0,003 p_2=0,41
pCO_2, мм рт.ст.	36,3(34,7; 39,2)	48,2(42,5; 53,8) p_1=0,001	45,8 (44,2; 49,7) p_1=0,001	36,9 (34,8; 41,1) p_2=0,35	46,4 (39,4; 49,5) p_1=0,001 p_2=0,34	47,1 (42,1; 50,6) p_1=0,001 p_2=0,91
pO_2, мм рт.ст.	152,5 (108,1; 204)	87,8(71,5; 105,2) p_1=0,001	74,9(67; 108,2) p_1=0,001	164 (115,5; 198,2) p_2=0,70	74,7 (66,6; 101,8) p_1=0,001 p_2=0,30	91,3 (65,3; 109) p_1=0,001 p_2=0,98
HCO_3, ммоль/л	22,4(21,3; 23,9)	20,3(19,7; 22,6) p_1=0,001	21,8 (20,5; 23,1) p_1=0,032	22,7 (22,2; 23,8) p_2=0,21	20,1 (19; 23) p_1=0,001 p_2=0,80	22,4 (21; 23,2) p_1=0,06 p_2=0,54
SBE, ммоль/л	−2,3 (−3,7; −0,65)	−3,7 (−5,3; −1,9) p_1=0,001	−3,7 (−2,7; −1,6) p_1=0,028	−2,3 (−3,5; −1,1) p_2=0,66	−3,7 (−6,1; −1,2) p_1=0,05 p_2=0,68	−2,4 (−3,3; −1,3) p_1=0,73 p_2=0,52
ABE, ммоль/л	−2,2 (−3,3; −0,3)	−5(−6; −2) p_1=0,001	−3 (−4,2; −1,8) p_1=0,003	−2,3 (−3,3; −0,7) p_2=0,62	−4,7 (−6,7; −1,5) p_1=0,001 p_2=0,74	−3 (−4; −1,1) p_1=0,08 p_2=0,43

Примечание. Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения (M±σ) и в виде медианы и межквартильного размаха Me (Q_1; Q_3).

Таблица 5. **Динамика значений фазового угла и основного обмена у пациентов на этапах исследования**
Table 5. **Dynamics of phase angle and metabolism at the various stages**

Показатель	1-я группа (n=23)			2-я группа (n=20)		
	этап исследования					
	1-й	3-й	5-й	1-й	3-й	5-й
	исходный уровень	90 мин	180 мин	исходный уровень	90 мин	180 мин
Фазовый угол, градус	6,0 (5,5; 6,17)	5,48 (5,26; 5,91) p_1=0,001	5,46 (4,89; 5,9) p_1=0,001	5,61 (4,9; 6,4) p_2=0,77	5,46 (4,91; 6,17) p_1=0,02 p_2=0,98	5,38 (4,66; 6,2) p_1=0,001 p_2=0,99
Основной обмен, ккал	1234,3±243	1211,8±207,9 p_1=0,19	1222,2±216,9 p_1=0,46	1278,1±228,7 p_2=0,55	1240,6±241,8 p_1=0,31 p_2=0,68	1250,4±244,6 p_1=0,45 p_2=0,69

Примечание. Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения (M±σ) и в виде медианы и межквартильного размаха Me (Q_1; Q_3).

значимые изменения показателей HCO_3^-, SBE и ABE у исследуемых 2-й группы происходили лишь на 2-м этапе — 11, 37,8 и 51% соответственно, в то время как на 5-м этапе различия были статистически незначимы. Статистически значимых различий между группами в оценке влияния инфузионных растворов на кислотно-основное состояние не выявлено.

При оценке состояния клеточных структур в послеоперационном периоде у пациентов обеих групп по динамике значений ФУ выявлено, что они динамично снижались на протяжении всего наблюдения и статистически значимо уменьшились на 9 и 4% соответственно к 5-му этапу исследования, p_1<0,05. Показатель находился в пределах, характеризуемых как нормальные. Но отмеченное смещение его значений к более низким цифрам указывало на тенденцию к снижению емкостных свойств мембран клеток и жизнеспособности тканей, проявившееся в большей степени при использовании 0,9% раствора NaCl.

Статистически значимых различий между группами при изучении влияния 0,9% раствора NaCl и раствора стерофундина изотонического на состояние клеточных мембран не получено, p>0,05. Уровень основного обмена на протяжении исследования не имел межгрупповых и внутригрупповых межэтапных статистически значимых различий, p>0,05 **(табл. 5)**.

Обсуждение

Результаты исследования показали, что статистически значимые различия между пациентами 1-й и 2-й групп отмечены только в динамике концентрации калия в плазме крови, которые в большей степени имели тенденцию к снижению у детей, получавших 0,9% раствор NaCl. Это вполне объяснялось отсутствием калия в указанном инфузионном препарате и его наличием в структуре раствора стерофундина изотонического. В связи с этим следует отметить, что использованный режим инфузии препаратов исследу-

емым в обеих группах не приводил к отклонению концентрации калия от референсных значений, что не может быть гарантировано, если 0,9% раствор NaCl будет использован в более значительных объемах и с большей скоростью введения. Отрицательная тенденция при использовании 0,9% раствора NaCl отмечалась также в динамике повышения натрия на некоторых этапах исследования, что, возможно, обусловлено меняющейся скоростью введения препарата, изменением кислотно-щелочного состояния плазмы крови в сторону ацидоза с метаболическим компонентом, что подтверждается ранее опубликованными работами других авторов [12, 13, 15, 16].

Выраженный эффект неблагоприятного воздействия 0,9% раствора NaCl на состояние клеточных мембран, сопровождающийся снижением их емкостных свойств и жизнеспособности тканей, выявленный на основании снижения значений ФУ при мультичастотной биоимпендансометрии, может быть следствием как прямого действия за счет нарушения водно-электролитного баланса клетки, так и за счет изменения кислотности внутренней среды.

Следует отметить, что, несмотря на более значимые межэтапные изменения, выявленные при использовании 0,9% раствора NaCl по сравнению с раствором стерофундина изотонического, данный препарат также может быть успешно применен в качестве стартового в инфузионной терапии в раннем послеоперационном периоде.

Заключение

Применение растворов натрия хлорида 0,9% и стерофундина изотонического в дозе 3 (2,3; 3,6) мл на 1 кг массы тела в час в качестве стартовой инфузионной терапии в раннем послеоперационном периоде не приводит к существенным сдвигам водно-электролитного баланса, кислотно-щелочного состояния плазмы крови, состояния клеточных мембран. Не выявлены статистически значимые различия между эффективностью указанных растворов. Вместе с тем 0,9% раствор натрия хлорида оказывает более выраженное воздействие на состояние клеточных структур и кислотно-щелочное состояние крови, чем раствор стерофундина изотонического. Оба препарата могут применяться эффективно и безопасно в приведенных нами дозах и режимах введения.

Участие авторов:
Концепция и дизайн исследования — В.Л., Ж.С.
Сбор и обработка материала — Ж.С., Л.Ц., Г.Б., Т.К., С.Д.
Статистическая обработка — Ж.С.
Написание текста — Ж.С., В.Л.
Редактирование — В.Л.

Исследование не имело финансовой поддержки.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Rice HE, Caty MG, Click PL. Fluid therapy for the pediatric surgical patient. *Pediatric Clinics of North America*. 1998;45(4):719-727. https://doi.org/10.1016/S0031-3955(05)70042-0
2. Murat I, Dubois M-C. Perioperative fluid therapy in pediatrics. *Pediatric Anesthesia*. 2008;18(5):363-370. https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2008.02505.x
3. National Clinical Guideline Centre. IV Fluids in Children: Intravenous Fluid Therapy in Children and Young People in Hospital. London: National Institute for Health and Care Excellence (UK); 2015. PMID: 26741016.
4. Bush GH. Intravenous fluid therapy in pediatrics. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*. 1971;49(2):92-101.
5. Martin P, Platt W, Tarbit MJ, Aynsley-Green A. The Effects of Anesthesia and Surgery on Metabolic Homeostasis Infancy and Childhood. *Journal of Pediatric Surgery*. 1990;25(5):472-470. https://doi.org/10.1016/0022-3468(90)90553-L
6. Dedej T, Lamaj E, Marku N, Ostreni V, Bilali S. Alterations in homeostasis after open surgery. A prospective randomized study. *Il Giornale di Chirurgia*. 2013;34(7-8):202-209. https://doi.org/10.11138/gchir/2013.34.7.202
7. Srinivasa G, Jain R, Pildes RS, Kannan CR. Glucose homeostasis during anesthesia and surgery in infants. *Journal of Pediatric Surgery*. 1986;21(8):718-721. https://doi.org/10.1016/S0022-3468(86)80395-5
8. Mufti TM. Changes in Body Temperature during Anaesthesia. *Journal of Pakistan Medical Association*. 2002;52(5):220-224.
9. Desborough JP. The stress response to trauma and surgery. *BJA: British Journal of Anaesthesia*. 2000;85(1):109-117. https://doi.org/10.1093/bja/85.1.109
10. Price HL. Circulatory actions of general anesthetic agents and the homeostatic roles of epinephrine and norepinephrine in man. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*. 1961;2(2):163-176. https://doi.org/10.1002/cpt196122163
11. Мороз В.В., Власенко А.В., Закс И.О., Митрохин А.А., Галушка С.В., Остапченко Д.А. *Мониторинг больных в условиях механической вентиляции легких. Фундаментальные проблемы реаниматологии*. Ч. 1. Т. 10. М.: 2015.
Moroz VV, Vlasenko AV, Sachs IO, Mitrokhin AA, Galushka SV, Ostapchenko DA. *Monitoring bol'nyh v usloviyah mekhanicheskoj ventilyacii legkih. Fundamental'nye problemy reanimatologii*. Ch. 1. T. 10. M. 2015. (In Russ.).
12. Summers-Ma Sh. *Principles and Protocols for Intravenous Fluid Therapy. National Clinical Guideline Centre (UK). Intravenous Fluid Therapy: Intravenous Fluid Therapy in Adults in Hospital*. London: Royal College of Physicians (UK); 2013.
13. Гельфанд Б.Р., Салтанова А.И. *Кристаллоидные растворы. Интенсивная терапия*. Т. 1. М.: GEHOTAR-Media; 2011.
Gelfand BR, Saltanova AI. *Kristalloidnye rastvory. Intensivnaya terapiya*. T. 1. M.: GEHOTAR-Media; 2011. (In Russ.).
14. Войновский Ю.В., Жалгасбаев С.К., Курбанов Р.Р., Морозов А.С., Олжаев С.Т., Шамсутдинов Д.Я. Сбалансированная инфузионная терапия препаратами Стерофундин и Тетраспан. Обзор литературы. *Вестник хирургии Казахстана*. 2012;2:96-97.
Voinovsky YuV, Zhalgasbayev SK, Kurbanov RR, Morozov AS, Olzhaev ST, Shamsutdinov DYa. Balanced infusion therapy with drugs Stefrofundin and Tetraspan. Literature review. *Vestnik hirurgii Kazahstana*. 2012;2:96-97. (In Russ.).
15. Moritz ML, Ayus JC. Prevention of hospital-acquired hyponatremia: a case for using isotonic saline. *Pediatrics*. 2003;111(2):227-230.
16. Ouchi K, Sugiyama K. Hypotonic fluid reduce serum sodium compared to isotonic fluids during anesthesia induction in pediatric patients undergoing maxillofacial surgery-type of infusion affects blood electrolytes and glucose: an observational study. *BMC Pediatrics*. 2016;27(16):112. https://doi.org/10.1186/s12887-016-0650-6
17. Oh GJ, Sutherland SM. Perioperative fluid management and postoperative hyponatremia in children. *Pediatric Nephrology*. 2016;31(1):53-60. https://doi.org/10.1007/s00467-015-3081-y
18. Hoorn EJ. Intravenous fluids: balancing solutions. *Journal of Nephrology*. 2017;30(4):485-492. https://doi.org/10.1007/s40620-016-0363-9
19. Sümpelmann R. On water, salt and more ... Infusion therapy for neonates, infants and children. *Anaesthesist*. 2011;60(1):8-9. https://doi.org/10.1007/s00101-010-1839-y
20. Makhija D, Munson S, Khangulov VS, Peyerl FW, Paluszkiewicz SM, Laplante S, Liu FX. Economic implications of increasing usage of Calcium-

Free balanced crystalloid solutions (BAL) versus 0,9% saline for intravenous (IV) fluid therapy in patients with Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS) in US Hospitals. *Value in Health*. 2015;18(3):294-295. https://doi.org/10.1016/j.jval.2015.03.1717

21. Laplante S, Makhija DU, Munson SH, Khangulov VS, Peyerl FW, Paluszkiewicz SM, Ravindranath AJ, Schermer CR. Impact of Fluid Choice in Systemic Inflammatory Response Syndrome Patients on Hospital Cost Savings. *PharmacoEconomics Open*. 2018;2:325. https://doi.org/10.1007/s41669-017-0055-y

22. Костюченко С.С. Идеальный инфузионный раствор в анестезиологии и интенсивной терапии. *Медицинская панорама.* 2015;4:157. Kostyuchenko SS. An ideal infusion solution in anesthesiology and intensive therapy. *Medicinskaya panorama.* 2015;4:157. (In Russ.).

Поступила 10.11.19

Received 10.11.19

Принята к печати 09.01.20

Accepted 09.01.20