

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1550>

Научная статья



Оценка эффективности применения солевых растворов при оперативных вмешательствах у новорожденных

М.М.А.М. Нассер¹, Ю.В. Жиркова^{1,2}, Ю.И. Кучеров^{1,2}¹ Детская городская клиническая больница № 9 им. Г.Н. Сперанского, Москва, Россия;² Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Актуальность. В последние годы неонатальная хирургия развивается и совершенствуется, в том числе благодаря более глубокому изучению анестезиологических подходов и внедрению полученных знаний в повседневную практику врача – анестезиолога-реаниматолога. Одним из базовых факторов, оказывающим влияние на исход лечения в дальнейшем, является тщательное изучение методов инфузионной терапии у новорожденных детей с учетом анатомо-физиологических особенностей неонатального периода.

Цель — изучение электролитного баланса, показателей кислотно-основного состояния и гемодинамических показателей у новорожденных в зависимости от выбора базовой инфузионной среды во время хирургической операции.

Материалы и методы. Проведено проспективное исследование у 99 детей периода новорожденности. Все дети во время оперативного вмешательства получали инфузию солевых растворов в объеме 10 мл/(кг·ч). В группе 1 интраоперационно вводили Стерофундин изотонический, в группе 2 — 0,9 % раствор натрия хлорида, в группе 3 — раствор Рингера. У 11 детей вводился 0,45 % гипотонический раствор натрия хлорида. Оценивали показатели кислотно-основного состояния и электролитного состава венозной крови, гемодинамические показатели и потребность в периперационной инотропной поддержке.

Результаты. У детей, которым вводили 0,45 % гипотонический раствор натрия хлорида зафиксировано появление тенденции к гипонатриемии, что послужило отказом от дальнейшего набора детей в группу и проведения данного варианта исследования. После оперативного вмешательства в трех группах сохранялось компенсированное по pH состояние. При этом во всех группах зафиксированы метаболические нарушения в виде снижения бикарбонатов и ВЕ. Во всех группах были выявлены электролитные нарушения, при этом в группе 1 наиболее часто зарегистрирован электролитный баланс; в группах 2 и 3 более часто встречались нарушения ионограммы в виде снижения содержания калия, повышения содержания натрия, хлора и кальция. При исследовании гемодинамических показателей во время оперативного вмешательства не зафиксировано достоверной статистической разницы при сравнении их между группами, в которых проводилось вливание разных солевых сред.

Заключение. По итогам работы не выявлено значимых различий в показателях кислотно-основного состояния и гемодинамических показателей при использовании разных солевых растворов в качестве базовой интраоперационной инфузионной терапии у новорожденных. При изучении электролитного баланса наиболее частыми осложнениями стали гипокалиемия, гипернатриемия и гиперхлоремия в группе с применением 0,9 % раствора натрия хлорида.

Ключевые слова: детская хирургия; оперативные вмешательства; интенсивная терапия; интраоперационная инфузия; электролитный состав; новорожденные.

Как цитировать

Нассер М.М.А.М., Жиркова Ю.В., Кучеров Ю.И. Оценка эффективности применения солевых растворов при оперативных вмешательствах у новорожденных // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2023. Т. 13, № 4. С. 491–502. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1550>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1550>

Research Article

Effectiveness of saline solutions in surgical interventions in newborns

Marianna M. Nasser¹, Yulia V. Zhirkova^{1,2}, Yurii I. Kucherov^{1,2}¹ Speransky Children's Hospital No. 9, Moscow, Russia;² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: In recent years, neonatal surgery has been developing and improving, among other things, because of a deeper study of anesthesiological approaches and the introduction of acquired knowledge into the daily practice of anesthesiologist-resuscitator. One of the basic factors that influence treatment outcomes in the future is a thorough study of infusion therapy methods in newborns, considering the anatomical and physiological characteristics of the neonatal period.

AIM: This study aimed to examine the electrolyte balance, acid–base state, and hemodynamic parameters in newborns, depending on the choice of basic infusion medium during surgery.

MATERIALS AND METHODS: A prospective study was conducted in 99 newborns. All children were given an infusion of saline solutions of 10 mL/kg/h during surgery. Groups I, II, and III were administered intraoperatively with isotonic Sterofundin, saline solution, and Ringer's solution, respectively. A hypotonic sodium chloride solution of 0.45% was administered to 11 children. The indicators of the acid–base state and electrolyte composition of the venous blood, hemodynamic parameters, and need for perioperative inotropic support were evaluated.

RESULTS: A tendency to hyponatremia was detected in children who were infused with 0.45% sodium chloride hypotonic solution, which resulted in the abandonment of further recruitment of children in the group and the implementation of this study option. After surgery, the pH-compensated state was maintained in all three groups. Moreover, metabolic disorders in the form of a decrease in bicarbonates and BE were recorded in all groups. Electrolyte disturbances were detected in all groups, whereas electrolyte balance was most often registered in group I. In groups II and III, common ionogram findings included a decrease in potassium and an increase in sodium, chlorine, and calcium levels. In the analysis of the hemodynamic parameters, no significant statistical difference was recorded during surgery when comparing the groups infused with different saline media.

CONCLUSIONS: In this study, no significant differences were found in the indicators of acid–base state and hemodynamic parameters when using different saline solutions as basic intraoperative infusion therapy in newborns. Regarding the electrolyte balance, the most common complications were hypokalemia, hypernatremia, and hyperchloremia in the 0% saline group.

Keywords: pediatric surgery; surgical interventions; intensive care; intraoperative infusion; electrolyte composition; newborns.

To cite this article

Nasser MM, Zhirkova YuV, Kucherov Yul. Effectiveness of saline solutions in surgical interventions in newborns. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2023;13(4):491–502. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1550>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1550>

Research Article

生理盐水在新生儿外科手术中的有效性评估

Marianna M. Nasser¹, Yulia V. Zhirkova^{1,2}, Yurii I. Kucherov^{1,2}¹ Speransky Children's Hospital No. 9, Moscow, Russia;² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

摘要

论证。近年来,新生儿外科手术不断发展和进步,其中包括对麻醉方法的深入研究,以及将所学知识引入医生-麻醉师-复苏师的日常工作中。考虑到新生儿期的解剖生理特点,对新生儿输液治疗方法进行深入研究是影响未来治疗效果的基本因素之一。

目的。本文旨在研究新生儿在手术过程中与基础输液环境选择有关的电解质平衡、酸碱指标和血流动力学指标。

材料和方法。我们对99名新生儿进行了前瞻性研究。在手术过程中,所有患儿都接受了生理盐水输注,输注量为10毫升/(千克·小时)。I组术中注射等渗的苹果酸电解质静注液,II组注射0.9%氯化钠溶液,III组注射林格氏溶液。为11名儿童注射了0.45%低渗氯化钠溶液。对静脉血的酸碱状态和电解质成分、血流动力学参数以及围手术期肌力支持的需求进行了评估。

结果。在接受0.45%低渗氯化钠溶液治疗的患儿中出现了低钠血症的倾向,这也是拒绝进一步招募患儿加入该组和进行该变体研究的原因。手术干预后,三组患儿的pH值均保持代偿状态。同时,在所有组中,都记录到了碳酸氢盐和BE减少形式的代谢紊乱。所有组别都发现了电解质紊乱,其中电解质平衡在I组最为常见;离子图紊乱在II组和III组更为常见,表现为钾降低、钠升高、氯升高和钙升高。在对手术干预期间的血流动力学参数进行的研究中,在输注不同生理盐水介质的各组之间进行比较,没有发现明显的统计学差异。

结论。我们的研究结果表明,在新生儿术中使用的生理盐水作为基本输注疗法时,酸碱状态和血流动力学参数没有明显差异。在研究电解质平衡时,使用0.9%氯化钠溶液组最常见的并发症是低钾血症、高钠血症和高氯血症。

关键词: 儿科手术; 外科干预; 强化治疗; 术中输液; 电解质成分; 新生儿。

引用本文

Nasser MM, Zhirkova YuV, Kucherov Yul. 生理盐水在新生儿外科手术中的有效性评估. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2023;13(4):491–502. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1550>

收到: 31.08.2023

接受: 22.11.2023

发布日期: 25.12.2023

АКТУАЛЬНОСТЬ

В последние годы неонатальная хирургия развивается и совершенствуется благодаря более глубокому изучению и внедрению новых знаний на всех этапах оперативного вмешательства у новорожденных. В свою очередь, это служит поводом к развитию и более детальному познанию анестезиологического подхода у данной категории больных. Основная концепция анестезиологической защиты у новорожденных детей на данном этапе развития медицины не отличается от позиций у взрослых пациентов. Однако подход к интраоперационной инфузионной терапии в неонатальном периоде имеет ряд отличий ввиду анатомо-физиологических особенностей.

Большое значение у данной возрастной категории имеет состав вводимых интраоперационно жидкостей. В настоящее время существует большой выбор растворов (0,9 % раствор натрия хлорида, раствор Рингера лактат), включая растворы сбалансированного состава с носителями резервной щелочности (Стерофундин, Йоностерил®), комбинированные глюкозо-солевые растворы (Стерофундин Г-5).

Таким образом, врач-анестезиолог встает перед выбором, какой из этих растворов имеет преимущества в использовании именно у новорожденных детей. Для этого необходимо понимать, какие цели стоят перед анестезиологом в ближайшей и отдаленной перспективе. Согласно литературным данным, во время хирургического лечения основными целями инфузионной терапии является замещение и поддержание адекватного волемического статуса (сохранение внутри- и внеклеточной жидкости), восполнение текущих перспирационных (у недоношенных детей) и интраоперационных потерь [1]. Вводимый объем и состав жидкости должен соответствовать поддержанию тканевой перфузии (при этом не увеличивая внесосудистый объем воды в легких), обеспечивать темп диуреза 1–3 мл/(кг·ч), стабильность гемодинамических показателей, нормоволемию (отсутствие дегидратации, отеков, гепатомегалии), нормотермию, нормокалиемию, нормонатриемию, нормогликемию, нормальную относительную плотность мочи 1005–1015 [2, 3]. В послеоперационном периоде к этим факторам прибавляются снижение

потребности в респираторной терапии/искусственной вентиляции легких (ИВЛ), отсутствие таких состояний, которые могут привести к тяжелым неврологическим последствиям (тяжелая гипонатриемия, артериальная гипотензия, гипогликемия, гипергликемия), так как эти параметры напрямую повышают риск церебральной катастрофы (внутрижелудочковые кровоизлияния, отек мозга) [2–4].

Для принятия решения о выборе базового раствора также необходимо понимать, что новорожденный ребенок имеет ряд особенностей общего содержания, распределения и ионного состава жидкости в организме. К примеру, объем циркулирующей крови у недоношенных новорожденных составляет 90–100 мл/кг, доношенного 85–90 мл/кг, у младенцев 80 мл/кг. При этом, чем меньше гестационный возраст недоношенного ребенка, тем больше объем внеклеточной жидкости, тем более значим для них выбор состава полиионного раствора и влияние его на электролитный состав, показатели кислотно-основного состояния (КОС) крови и гемодинамические параметры.

Интраоперационные потери у новорожденных детей принято возмещать изотоническими сбалансированными растворами или растворами 0,45 % натрия хлорида, при этом помня о том, что гипотоничные растворы могут спровоцировать повреждение головного мозга вследствие тяжелой гипонатриемии [4, 5].

Цель исследования — изучение электролитного баланса, показателей кислотно-основного состояния и гемодинамических показателей у новорожденных в зависимости от базового инфузионного раствора во время хирургической операции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проводилось проспективное одноцентровое исследование. В исследование входило 99 новорожденных детей, из которых 83 были доношенными и 16 недоношенными детьми (от 29 до 36 нед. гестации) с медианой (*Me*, массы тела) 3118 [1310; 4500] г и возрастом на момент операции *Me* 48 [25; 144] часов жизни.

В рамках поставленной задачи дети разделены на 4 группы методом случайной рандомизации. Проведен

Таблица 1. Характеристика пациентов по группам (ANOVA, *p*)

Table 1. Characteristics of patients by groups (ANOVA, *p*)

| Показатель | Группа 1 (<i>n</i> = 31) | Группа 2 (<i>n</i> = 29) | Группа 3 (<i>n</i> = 28) | Группа 4 (<i>n</i> = 11) | <i>p</i> |
|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------|
| Масса тела на момент операции, г | 3100 [2570; 3540] | 3266 [2700; 3600] | 3126 [2620; 4071] | 3248 [2659; 3407] | 0,191 |
| Гестационный возраст, нед. | 38 [35; 39] | 38 [37; 39] | 38 [36; 40] | 38 [38; 38] | 0,094 |
| Возраст на момент операции, ч | 48 [24; 144] | 60 [48; 168] | 72 [24; 360] | 120 [36; 168] | 0,061 |
| Искусственная вентиляция легких до операции, <i>n</i> | 14 | 11 | 12 | 3 | 0,073 |
| Адреномиметики до операции, <i>n</i> | 11 | 8 | 9 | 3 | 0,069 |

сравнительный анализ применения четырех солевых растворов, включая результаты ранее проведенных исследований [6, 7].

Проведенный сравнительный анализ (ANOVA, $p < 0,05$): по массе ($p = 0,215$), по гестационному возрасту ($p = 0,362$), по возрасту ($p = 0,097$), по длительности операции ($p = 0,545$) не выявил отличий между группами 1–4. В табл. 1 представлены полученные данные (ANOVA, $p < 0,05$).

Основной объем инфузионной терапии во время оперативного вмешательства составлял 10 мл/(кг·ч). Тридцати одному ребенку (группа 1) вводили Стерофундин изотонический (B. Braun Melsungen AG, Германия), 29 детям (группа 2) 0,9 % раствор натрия хлорида (ОАО НПК «Эском», Россия), 28 детям (группа 3) — раствор Рингера (ООО «Гротекс», Россия). Была также создана группа 4 (11 детей), в которой детям проводилась базовая инфузия 0,45 % гипотоническим раствором натрия хлорида. Данный раствор был получен при смешивании двух официальных растворов: 0,9 % раствор натрия хлорида (ОАО НПК «Эском», Россия) и вода для инъекций (ООО «ИСТ-ФАРМ», Россия).

В исследовании оценивали КОС и плазменный ионный состав венозной крови у новорожденных непосредственно до и сразу после операции на аппарате ABL800-Flex (Radiometer Medical, Дания). Гемодинамические показатели — частота сердечных сокращений (ЧСС), среднее, систолическое и диастолическое артериальное давление (АД), регистрировали каждые 10 мин в течение всей операции, используя монитор витальных функций Draeger Infinity Delta XL (Германия). Анализировали потребность в периоперационной катехоламинаминовой терапии.

Статистический анализ проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica v.6.0 (StatSoft, Inc. 2300 East 14, США). Данные обрабатывали общепринятыми методами непараметрической статистики с учетом ненормального распределения выборки. Характеристики представлены в виде средних и межквартильных диапазонов медианы (Me), интерквартильного ранга [Q_1 ; Q_2]. Для определения различий использовали критерий Вилкоксона, дисперсионный анализ ANOVA. Различия считали статистически достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При использовании 0,45 % гипотонического раствора натрия хлорида у всех детей ($n = 11$) выявлена тенденция к гипонатриемии (Me плазменного натрия после операции составила 132 [130; 136] ммоль/л), что послужило отказом от дальнейшего набора детей в группу и проведения данного варианта исследования.

Дальнейшие данные представлены только по детям из трех исследуемых групп. В группе 1 использовали Стерофундин, в группе 2 — 0,9 % раствор натрия хлорида,

в группе 3 — раствор Рингера. Длительность анестезии, постнатальный возраст и вид оперативного вмешательства были сходными между группами.

На дооперационном этапе всем детям проводили необходимый объем предоперационной подготовки с целью достижения оптимального уровня КОС крови. Так, до операции уровень pH в группе 1 составил 7,35 [7,30; 7,40], в группе 2 — 7,34 [7,32; 7,38], в группе 3 — 7,32 [7,29; 7,37] ($p = 0,512$). Во всех группах отмечался небольшой метаболический ацидоз, несколько более выраженный в группе применения 0,9 % раствора натрия хлорида (Me с $-3,6$ до $-5,1$) разница статистически недостоверна ($p = 0,135$). Уровень бикарбонатов крови не выходил за пределы референтных значений.

При дооперационном измерении уровня калия, натрия, кальция и осмолярности плазмы у половины детей во всех группах имелись умеренные отклонения от нормальных значений уровня электролитов крови, при этом Me электролитов крови не выходила за пределы нормальных значений (табл. 3). Отмечалось незначительное повышение концентрации хлора в крови, максимальное увеличение до 127 ммоль/л (норма у новорожденных 101–111 ммоль/л) и, соответственно, осмолярности в группе применения раствора Рингера ($p = 0,153$, сравнение трех групп).

При измерении КОС крови сразу после операции зафиксировано компенсированное pH преимущественно за счет гипервентиляции, Me (pH) 7,39 [7,30; 7,45], 7,38 [7,32; 7,43] и 7,38 [7,27; 7,46] в трех группах соответственно; снижение бикарбонатов и увеличения дефицита буферных оснований (BE) в трех группах. Статистически значимые изменения наблюдались лишь в группе 1, где BE снизилось с $-1,5$ до $-4,0$ ($p = 0,055$), бикарбонаты с 22,5 до 21,5 ($p = 0,06$), по сравнению с дооперационным уровнем. Во группах 2 и 3 к концу операции нарастание метаболического ацидоза с $-3,6$ до $-5,1$ и с $-2,9$ до $-4,7$ ($p = 0,291$) соответственно было незначимым.

Уровень лактата крови оставался в пределах допустимых значений во всех трех группах и в динамике не вырос, $p = 0,06$ (табл. 2).

В результате комплексного лабораторного исследования электролитного статуса у 24 % ($n = 21$) новорожденных сохранился электролитный баланс; остальные 76 % детей ($n = 67$) имели дисэлектролитемиию в послеоперационном периоде.

В табл. 3, 4 и на рис. 1, 2 представлены полученные данные, касательно динамики интраоперационного электролитного состава венозной крови, а также осмолярности и их нарушений.

У 9 из 31 ребенка в группе 1 (29 %) зафиксировано электролитное равновесие в плазме. Основными проявлениями дисбаланса электролитов венозной крови являлись гипокалиемия ($<3,5$ ммоль/л) у 22,6 % ($n = 7$); гипернатриемия (>145 ммоль/л) у 25,8 % ($n = 8$) и гиперхлоремия у 51,6 % ($n = 16$), максимально до 119 ммоль/л,

Таблица 2. Динамика кислотно-основного состояния и электролитного состава крови до и после оперативного вмешательства в группах 1–3, *Me [Q₁; Q₂]***Table 2.** Dynamics of the acid–base state and blood electrolyte composition before and after surgery in groups I–III, *Me [Q₁; Q₂]*

| Показатель, раствор | До операции | | | <i>p</i> | После операции | | | <i>p</i> |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|----------|----------------------|-------------------------|-----------------------|----------|
| | группа 1 (n = 31) | группа 2 (n = 29) | группа 3 (n = 28) | | группа 1 (n = 31) | группа 2 (n = 29) | группа 3 (n = 28) | |
| pH | 7,35 [7,32; 7,39] | 7,34 [7,32; 7,38] | 7,32 [7,29; 7,37] | 0,512 | 7,39 [7,30; 7,45] | 7,38 [7,32; 7,43] | 7,38 [7,27; 7,46] | 0,07 |
| BE, ммоль/л | -1,5 [0,05; -5,1] | -3,6 [-1,1; -5,7] | -2,9 [-4,9; -1,3] | 0,135 | -4 [-1,7; -5,8] | -5,1 [-2; -6,5] | -4,7 [-6,3; -3,3] | 0,291 |
| Уровень бикарбонатов, ммоль/л | 22,5 [20,5; 23,7] | 22,2 [19,8; 23,2] | 21,3 [19,8; 22,7] | 0,084 | 21,5 [19,3; 23,3] | 20,5 [19,5; 22,1] | 20,6 [19,2; 22,5] | 0,08 |
| Калий, ммоль/л | 4 [3,4; 4,3] | 4,0 [3,5; 4,6] | 4,2 [3,8; 4,6] | 0,2 | 3,9 [3,5; 4,4] | 3,6 [3,2; 4,2] | 3,9 [3,8; 4,6] | 0,55 |
| Натрий, ммоль/л | 142 [138,5; 145] | 144 [139; 149] | 142 [139; 150] | 0,31 | 143 [138; 146] | 145 [139; 152] | 144 [139; 149] | 0,3 |
| Хлор, ммоль/л | 109 [106; 113] | 112 [110; 116] | 110,5 [107; 113] | 0,2 | 111 [107; 115] | 113 [111; 117] | 114 [109; 120] | 0,09 |
| Кальций, ммоль/л | 1,32 [1,2; 1,4] | 1,35 [1,18; 1,45] | 1,3 [1,2; 1,5] | 0,33 | 1,3 [1,22; 1,47] | 1,33 [1,19; 1,47] | 1,4 [1,3; 1,5] | 0,2 |
| Осмолярность, мосм/л | 289,9 [282,4; 300,1] | 291,4 [284,8; 303,4] | 291 [282,8; 304,3] | 0,153 | 291 [284; 298] | 295,2 [285,3; 310,8] | 292 [284,7; 302,8] | 0,3 |

Примечание. *p* < 0,05 (критерий Вилкоксона, Манна – Уитни).

Note. *p* < 0.05 (Wilcoxon, Mann–Whitney criterion).

что у половины вызвало гиперосмолярное состояние — 29 % (*n* = 9). Остальные нарушения в электролитах плазмы носили эпизодический характер, в частности, зафиксирован 1 случай гиперкалиемии (7,7 ммоль/л, что вероятно связано с преаналитической ошибкой забора крови из периферической вены); гипонатриемии у 9,6 % (*n* = 3),

максимальное снижение до 133 ммоль/л; также зафиксировано гипоосмолярное состояние у 22,6 % (*n* = 7) детей.

В группе 2 у 6 из 29 детей (20,1 %) на фоне инфузии раствора натрия хлорида 0,9 % отмечается нормальный электролитный состав, остальные дети имели дисэлектролитемии разной степени выраженности.

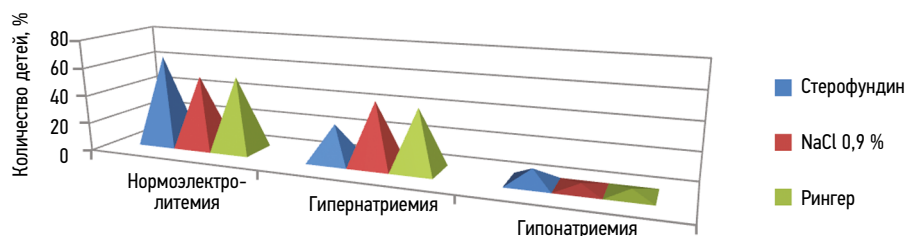


Рис. 1. Сравнение содержания натрия в крови у новорожденных в послеоперационном периоде
Fig. 1. Comparison of sodium content in the blood of newborns in the postoperative period, number of children

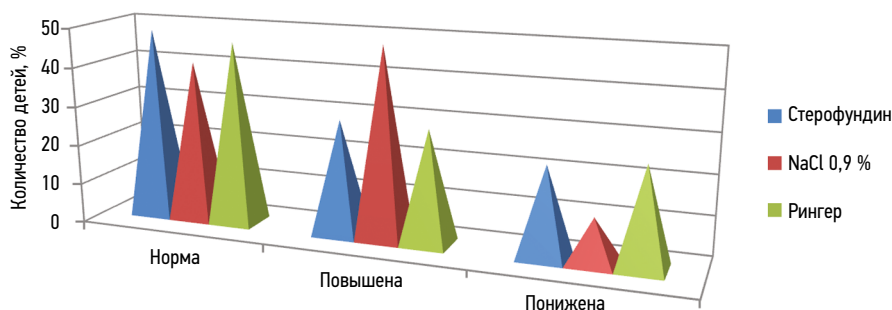


Рис. 2. Сравнение осмолярности крови у новорожденных после оперативного вмешательства
Fig. 2. Comparison of blood osmolarity in newborns after surgery, number of children, %

Таблица 3. Электролитный статус у детей групп 1–3, % (количество детей)

Table 3. Electrolyte status in groups I–III, %

| Электролитный статус | Применяемые растворы | | | P |
|---------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|-------|
| | Стерофундин (группа 1, n = 31) | 0,9 % раствор натрия хлорида (группа 2, n = 29) | раствор Рингера (группа 3, n = 28) | |
| Нормальный электролитный состав | 29 % (n = 9) | 20 % (n = 6) | 21,4 % (n = 6) | 0,121 |
| Нормальный уровень калия | 74,2 % (n = 23) | 65,5 % (n = 19) | 67,8 % (n = 19) | 0,210 |
| Гиперкалиемия | 3,2 % (n = 1) | – | 3,6 % (n = 1) | 0,092 |
| Гипокалиемия | 22,6 % (n = 7) | 34,5 % (n = 10) | 28,6 % (n = 8) | 0,061 |
| Нормальный уровень натрия | 64,6 % (n = 20) | 51,8 % (n = 15) | 53,6 % (n = 15) | 0,052 |
| Гипернатриемия | 25,8 % (n = 8) | 44,8 % (n = 13) | 42,8 % (n = 12) | 0,041 |
| Гипонатриемия | 9,6 % (n = 3) | 3,4 % (n = 1) | 3,6 % (n = 1) | 0,066 |
| Нормальный уровень хлора | 48,3 % (n = 15) | 37 % (n = 11) | 35,7 % (n = 10) | 0,048 |
| Гиперхлоремия | 51,7 % (n = 16) | 63 % (n = 18) | 64,3 % (n = 18) | 0,361 |
| Гипохлоремия | – | – | – | |
| Нормальный уровень кальция | 64,6 % (n = 20) | 44,5 % (n = 13) | 39,3 % (n = 11) | 0,031 |
| Гиперкальцемия | 16,1 % (n = 5) | 18,5 % (n = 5) | 60,7 % (n = 17) | 0,039 |
| Гипокальцемия | 19,3 % (n = 6) | 37 % (n = 11) | – | 0,045 |

Примечание. $p \leq 0,05$ (ANOVA).

Note. $p \leq 0,05$ (ANOVA).

Таблица 4. Осмолярность у детей при применении разных солевых сред

Table 4. Osmolarity when using different salt solutions in newborns

| Осмолярность | Стерофундин (группа 1, n = 31) | Раствор натрия хлорида 0,9 % (группа 2, n = 29) | Раствор Рингера (группа 3, n = 28) | P |
|--------------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|-------|
| Норма | 48,4 % (n = 15) | 40,7 % (n = 11) | 46,4 % (n = 13) | 0,081 |
| Повышена | 29 % (n = 9) | 48,2 % (n = 15) | 28,6 % (n = 8) | 0,055 |
| Понижена | 22,6 % (n = 7) | 11,1 % (n = 3) | 25 % (n = 7) | 0,064 |

Примечание. $p \leq 0,05$ (ANOVA).

Note. $p \leq 0,05$ (ANOVA).

Наиболее частыми нарушениями были гиперхлоремия у 63 % (n = 18), гипернатриемия у 44,8 % (n = 13), максимально до 165 ммоль/л, что привело к гиперосмолярному состоянию у 48,2 % (n = 15), а также гипокалиемия у 34,5 % (n = 10). Зарегистрирован один эпизод тяжелой гипонатриемии (119 ммоль/л) у недоношенного ребенка с крайне низкой массой тела при рождении, которая была скорректирована в послеоперационном периоде. Обращает на себя внимание появление гипокальцемии у 37 % (n = 11), гиперкальцемии у 18,5 % (n = 5). Снижение осмолярности крови замечено у 11,1 % (n = 3).

В группе 3 нормоэлектролитемия диагностирована у 21,4 % (n = 6) новорожденных. В данной группе были определены схожие изменения в электролитном статусе с группой 2, а именно частое возникновение гиперхлоремии — 64,3 % (n = 18), гипернатриемии — 42,8 % (n = 12), однако гиперосмолярное состояние зафиксировано в 1,5 раза реже, чем в группе 2 — у 28,6 % (n = 8). Гиперкальцемия отмечена у 2/3 детей — 60,7 % (n = 17).

При сравнительном анализе электролитного статуса у детей между группами выявлено, что у половины детей во всех группах показатели натрия, хлора, калия

и кальция оставались в пределах целевых значений. Наиболее часто встречающимися осложнениями стали гипернатриемия и гиперхлоремия, которые чаще зафиксированы в группе 2 ($p = 0,041$) в сочетании с гиперосмолярным состоянием ($p = 0,055$). В группе 3 также отмечены частые повышения уровня натрия ($p = 0,041$) и хлора ($p = 0,361$), без повышения осмолярности. У 1/3 новорожденных отмечалось снижение уровня калия, без статистически достоверной разницы между группами. В группе 2 чаще зафиксирована гипокальцемия (37 %, $p = 0,045$), а в группе 3 — гиперкальцемия (60,7 %, $p = 0,039$).

Таким образом, во всех группах были выявлены электролитные нарушения, при этом в группе 1 наиболее часто зарегистрирован электролитный баланс; в группах 2 и 3 наиболее часто встречались нарушения ионограммы в виде снижения уровня калия, повышения уровня натрия, хлора и кальция.

При исследовании гемодинамических показателей во время анестезиологического пособия не зафиксировано достоверной статистической разницы при сравнении их между группами, в которых проводилось вливание разных солевых сред. Показатели ЧСС во всех группах

Таблица 5. Сравнительная оценка частоты сердечных сокращений при использовании трех солевых сред во время оперативного вмешательства, *Me* (в минуту)**Table 5.** Comparative assessment of the heart rate when using three saline solutions during surgery, *Me*

| Этапы операции | Группа 1 | Группа 2 | Группа 3 | <i>p</i> |
|----------------|----------|----------|----------|----------|
| До операции | 137 | 135 | 135 | 0,951 |
| Индукция | 138 | 132 | 135 | 0,124 |
| Разрез | 138 | 132 | 134 | 0,128 |
| Конец операции | 138 | 126 | 130 | 0,002 |

соответствовали референтным значениям. Ни у одного ребенка не отмечалось гемодинамически значимых нарушений ритма (табл. 5).

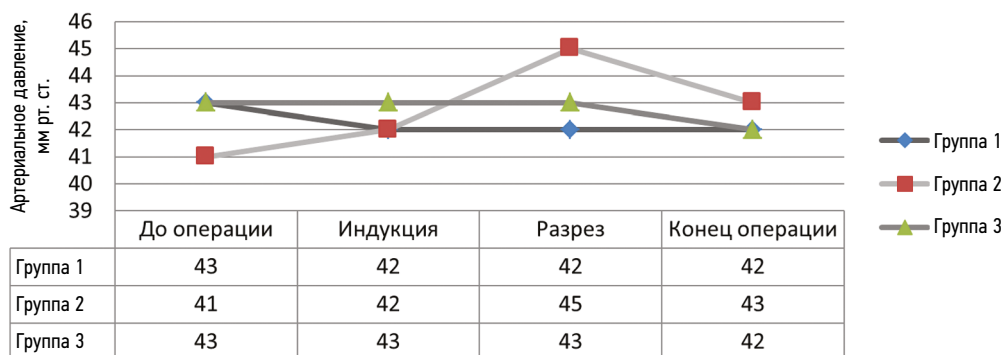
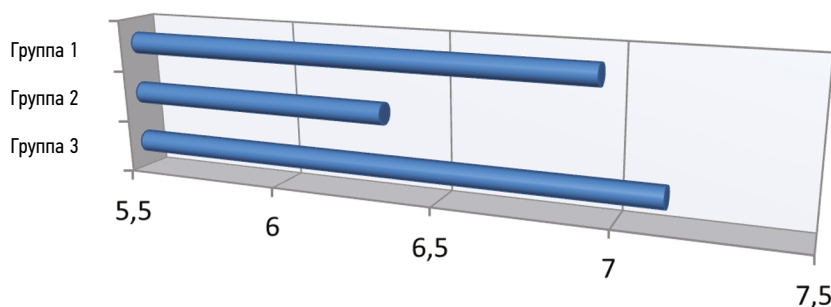
Показатели ЧСС у детей в трех группах находились на уровне 120–140 в минуту, что соответствует нормальным значениям. При этом достоверных различий между группами не обнаружено ($p = 0,951$).

У всех детей ($n = 88$) на фоне вводной анестезии отмечалось ожидаемое снижение артериального давления на 10–19 % и минимальное урежение ЧСС на 3–5 % исходных значений. В среднем, во время всего анестезиологического пособия ЧСС находилась в пределах нормативных показателей. При этом при сравнении данного параметра выявлено, что в группе 2 ЧСС была статистически достоверно ниже, чем у детей из групп 1 и 3, $p = 0,002$.

По данным рис. 3 можно отметить, что среднее артериальное давление у новорожденных оставалось в пределах референтных значений для данного гестационного и постнатального возраста, а также показатели не различались между группами ($p = 0,631$).

Для улучшения органной перфузии при наличии показаний (артериальная гипотензия/тахикардия) применяли дополнительную волемическую нагрузку (5 мл/кг от 1 до 3 раз) и/или адrenomиметики. В группе 1 такое введение проводилось 9 детям, в группе 2 — лишь 5 (17,2 %) детям ($p = 0,038$), в группе 3 — 8 (28,6) детям. Учитывая волюм-экспандерную нагрузку инфузионная терапия в группе 1 составила 11,0 мл/(кг·ч), в группе 2 — 10,8 мл/(кг·ч), в группе 3 — 12 мл/(кг·ч), и, соответственно, группы по данному показателю не отличались между собой ($p = 0,078$).

До операции изолированную или комбинированную катехоламиновую терапию (допамин и/или добутамин) получали 11 детей (35,5 %) в группе 1, 8 детей (27,6 %) — в группе 2, 9 детей (32,1 %) — в группе 3 ($p = 0,320$). Во время операции в группе 1 число детей с инотропной терапией увеличилось до 13 (42 %) в максимальной (суммарной) дозе 10 мкг/(кг·мин), одному ребенку потребовалось введение норадrenalина в дозе 0,1 мкг/(кг·мин); в группе 2 инотропная поддержка проводилась у тех же

**Рис. 3.** Среднее артериальное давление у детей трех групп в течение интраоперационного периода, *Me*
Fig. 3. Mean blood pressure in the three groups during the intraoperative period, *Me***Рис. 4.** Сравнение дозы катехоламиновой поддержки интраоперационно между группами, *Me*, мкг/(кг·мин)
Fig. 4. Comparison of intraoperative catecholamine support dose between groups, *Me*, mcg/kg/min

детей ($n = 8$; 27,6 %) катехоламиновая терапия интраоперационно, максимальная доза составила 10 мкг/(кг·мин), также одному ребенку потребовался норадреналин в дозе 0,2 мкг/(кг·мин); 10 детям (35,7 %) из группы 3 гемодинамика поддерживалась допамином в максимальной дозе до 8 мкг/(кг·мин) ($p = 0,038$, сравнение всех групп). При сравнении суммарных доз допамина (Me) 7, 6 и 7 мкг/(кг·мин) значимых различий не отмечается ($p = 0,195$) (рис. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные в нашей работе данные не противостоят литературным и подтверждают наличие потребности в более тщательном подходе при выборе инфузионной терапии во время хирургического вмешательства у данной категории пациентов.

Внутривенное введение жидкости используется в периоперационном периоде для поддержания гомеостаза и осуществления физиологических процессов и метаболических реакций в самых разнообразных клинических ситуациях. Физиологические конечные точки, на которые нацелена инфузия — это поддержание объема циркулирующей крови, сердечного выброса, перфузии тканей, метаболической функции, концентрации электролитов и кислотно-щелочного баланса. Хотя коллоидные препараты имеют особенность оставаться преимущественно внутрисосудисто, они могут нарушать гемостаз и функцию почек, а также усиливать интерстициальную дегидратацию при наличии исходной. В результате общепринятым мнением считается, что возмещение внеклеточной жидкости предпочтительно кристаллоидными растворами. Кристаллоидные растворы сильно различаются по химическому составу, что влияет на их эффективность и способность вызывать побочные эффекты, в том числе связанные с объемной нагрузкой и электролитным дисбалансом [8]. В нашей работе наиболее часто встречающимися осложнениями стали гипернатриемия и гиперхлоремия, которые чаще зафиксированы в группе с применением 0,9 % раствора натрия хлорида ($p = 0,041$) в сочетании с гиперосмолярным состоянием ($p = 0,055$). Традиционно, до недавнего времени стандартным к применению считали изотонический 0,9 % раствор натрия хлорида. Однако с начала XXI в. данный подход поставлен под сомнение в результате наблюдения таких побочных эффектов, как развитие гиперхлоремического ацидоза из-за анионной разницы при назначении большого количества хлора [9].

Объединенный анализ данных, полученных в рандомизируемых контролируемых исследованиях, показал неопределенный эффект на послеоперационную летальность, однако метаболические нарушения встречались чаще при использовании 0,9 % раствора натрия хлорида [10]. В нашем исследовании также зафиксировано нарастание метаболического ацидоза с $-3,6$ до $-5,1$ к концу операции при использовании 0,9 % раствора

натрия хлорида. Такие же исследования проводились при операциях трансплантации почек, где выявлено увеличение числа пациентов, у которых была гиперкалиемия >6 ммоль/л при использовании физиологического раствора в сравнении с группой, где применяли Рингер лактат [11, 12]. При нашем анализе гиперкалиемия зафиксирована у 1 ребенка в группе применения Стерофундина изотонического (3,2 %) и у 1 ребенка в группе применения раствора Рингера (3,6 %). В некоторых рандомизированных исследованиях также отмечается повышение риска острого почечного повреждения, ассоциированного с 0,9 % раствором натрия хлорида [9].

Определенными преимуществами обладают изотонические, изогидратные и иоонные растворы, которые напоминают внеклеточную жидкость и называются сбалансированными растворами. В сбалансированные растворы добавляют органические анионы для снижения концентрации хлоридов и риска ятрогенного гиперхлоремического ацидоза. Лактат служит этой цели в лактатном растворе Рингера, действуя также как буфер и субстрат для синтеза бикарбонатов в печени. Ацетат быстро метаболизируется в мышцах и других тканях, что приводит к непрямому высвобождению эквивалентных количеств бикарбоната. Аналогично действуют малат и глюконат [8, 13].

У новорожденного ребенка основная эндокринная регуляция водно-электролитного обмена осуществляется ренин-ангиотензин-альдостероновой системой, предсердным натрийуретическим пептидом и антидиуретическим гормоном (АДГ), стимуляция которых во время хирургических вмешательств может провоцировать нарушения баланса водного и электролитного сектора. В частности, повышение АДГ может инспирировать периоперационную гипонатриемию и задержку свободной воды в организме [3, 4, 14, 15]. В нашей работе выявлена гипонатриемия чаще при применении Стерофундина (9,6 %, $n = 3$), и у 1 ребенка в группах 0,9 % раствора натрия хлорида и раствора Рингера. Данное осложнение также встречается и у взрослых пациентов, в связи с повышенным высвобождением АДГ на фоне периоперационного стресса. При этом у пациентов с нормоволемическим статусом назначение натрийсодержащих растворов приведет к парадоксальному снижению плазменного натрия, в связи с тем, что экзогенный натрий будет выводиться с мочой, а вода задерживаться в организме, что приведет к гипонатриемии. Такое может также случиться в результате большого объема Рингера лактата и других сбалансированных растворов, где концентрация натрия ниже плазменной [16]. Новорожденные дети имеют повышенные риски неврологических последствий, связанных с гипонатриемической энцефалопатией из-за больших размеров головного мозга по отношению к черепной коробке, и сниженной выработки предсердного натрий-уретического пептида по сравнению со взрослыми [17, 18]. Гипонатриемия повреждает нервные структуры у взрослых и детей, включая новорожденных [3, 18–20],

и провоцирует глиальный отек, первоначально сохраняя нейронный объем клетки, а затем отек мозгового вещества головного мозга, вклинение ствола мозга и смерть при развитии неблагоприятных исходов. Мнение большинства исследователей и данных Европейского консенсуса по интраоперационной инфузионной терапии сводится к тому, что наиболее физиологично использовать изотонические растворы для инфузии в периоперационном периоде у новорожденных, нормализуя КОС крови и снижая риск гипонатриемии, энцефалопатии, отека мозга и дыхательной недостаточности [4, 5, 8]. Однако хотелось бы отметить, что в нашей работе очевидных статистически значимых преимуществ при использовании данных растворов при интраоперационной инфузионной терапии не отмечено, кроме более полноценного состава электролитов крови к концу оперативного вмешательства при использовании Стерофундина изотонического (29 %). При этом, в случае уже существующих водно-электролитных нарушений, сбалансированные растворы эффективнее компенсируют электролитный состав и обеспечивают дополнительную безопасность в случае инфузии больших объемов [15]. В нашем исследовании выявлены согласующиеся данные с отечественными и зарубежными исследованиями о том, что при применении «физиологического» раствора чаще встречается гипернатриемия (48,2 %) и гиперхлоремия (63 %), однако в этих же случаях непреднамеренно нами замечено снижение потребности в дополнительной болюсной жидкости для поддержания адекватного целевого уровня гемодинамических показателей. При этом следует отметить, что в ходе анализа гемодинамической стабильности у пациентов при трансплантации почек при применении сбалансированных растворов и 0,9 % раствора натрия хлорида выявлена увеличенная потребность в катехоламиновой вазопрессорной терапии в группе с применением последнего [16]. Однако сложно экстраполировать данные выводы на категорию детского возраста, и тем более новорожденных детей.

ВЫВОДЫ

1. Использование разных солевых растворов (Стерофундин изотонический, 0,9 % раствор натрия хлорида и раствор Рингера) в качестве базовой интраоперационной инфузионной терапии показало сходные характеристики влияния на показатели КОС, электролитного и гемодинамического статуса в периоперационном периоде у новорожденных.
2. Наиболее часто встречающимися осложнениями интраоперационно стали гипокалиемия (34,5 %), гипернатриемия (48,2 %) и гиперхлоремия (63 %), которые чаще зафиксированы в группе с применением 0,9 % раствора натрия хлорида ($p = 0,041$) в сочетании с гиперосмолярным состоянием ($p = 0,05$).
3. Дополнительное болюсное введение жидкости и потребность в катехоламиновой терапии для поддержания целевых показателей гемодинамики при применении

Стерофундина изотонического (29 %) и раствора Рингера (28,6 %) требовалось чаще, чем при использовании 0,9 % раствора натрия хлорида (17,2 %).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Личный вклад каждого автора: М.М. Нассер — предоперационная подготовка пациентов, анестезиологическое пособие пациентам, лечение пациентов в послеоперационном периоде, сбор и анализ результатов обследования пациентов, сбор и анализ литературных данных, написание текста и редактирование статьи; Ю.В. Жиркова — предоперационная подготовка пациентов и анестезиологическое пособие, наблюдение пациентов в послеоперационном периоде, обзор литературы, редактирование статьи; Ю.И. Кучеров — предоперационная подготовка пациентов, выполнение оперативных вмешательств, редактирование статьи, анализ литературных данных.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этический комитет. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом РНИМУ им. Н.И. Пирогова (№ 192 от 27 января 2020 г).

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациентов на участие в исследовании.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study. The contributions of each author: M.M. Nasser — conducting preoperative preparation of patients, anesthesia for patients, treatment of patients in the postoperative period, collection and analysis of patient examination results, collection and analysis of literature data, writing and editing the article; Yu.V. Zhirkova — conducting preoperative preparation of patients and anesthetic care, monitoring patients in the postoperative period, reviewing the literature, reviewing the article, supervision; Yu.I. Kucherov — conducting preoperative preparation of patients, performing surgical interventions, supervision, reviewing the article, analyzing literature data.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Ethics approval. The present study protocol was approved by the local Ethics Committee of the Pirogov Russian National Research Medical University (No. 192, 2020 Jan 27).

Consent for publication. Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information within the manuscript.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Visram A.R. Intraoperative fluid therapy in neonates // *South Afr J AnaesthAnalg*. 2016. Vol. 22, No. 2. P. 46–51. DOI: 10.1080/22201181.2016.1140705
2. Shahidullah M., C Das J., Mannan M. Fluid and electrolyte management in newborn infant // *J Bangladesh Perinat Soc*. 2009. Vol. 1, No. 2. P. 39–43.
3. Ayus J.C., Achinger S.G., Arief A. Brain cell volume regulation in hyponatremia: role of sex, age, vasopressin, and hypoxia // *Am J Physiol Renal Physiol*. 2008. Vol. 295, No. 3. P. 619–624. DOI: 10.1152/ajprenal.00502.2007
4. Craig J., Cunliffe M., Gildersleve C., et al. APA Consensus guideline on perioperative fluid management in children v. 1.1. September 2007 © APAGBI Review Date August 2010 [дата обращения: 11.10.2023]. Доступ по ссылке: https://www.apagbi.org.uk/sites/default/files/inline-files/Perioperative_Fluid_Management_2007.pdf
5. Hamidreza Sh., Khavarian N., Amir K., Mohamadreza H. Comparison the effects of using two methods of fluid therapy with normal saline or 5% dextrose in half amount of normal saline solution on blood glucose and plasma // *J Clin Neonatol*. 2022. Vol. 11, No. 2. P. 79–85. DOI: 10.4103/jcn.jcn_131_21
6. Нассер М.М., Жиркова Ю.В., Матвеев С.А. Анализ послеоперационного периода у новорожденных в зависимости от состава интраоперационной инфузии // *Znanstvena Misel*. 2021. № 59. С. 12–16.
7. Нассер М.М., Жиркова Ю.В., Кучеров Ю.И. Сравнительный анализ применения сбалансированного и физиологического растворов в интраоперационной инфузионной терапии у новорожденных // *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2019. Т. 9, № 2. С. 41–49. DOI: 10.30946/2219-4061-2019-9-2-41-49
8. Mertzlufft F., Brettner F., Crystal G.J., et al. Intravenous fluids: issues warranting concern // *Eur J Anaesthesiol*. 2022. Vol. 39, No. 4. P. 394–396. DOI: 10.1097/EJA.0000000000001568
9. Sümpelmann R., Becke K., Crean P., et al. European consensus statement for intraoperative fluid therapy in children // *Eur J Anaesthesiol*. 2011. Vol. 28, No. 9. P. 637–639. DOI: 10.1097/EJA.0b013e3283446bb8
10. Vignarajah M., Berg A., Abdallah Z., et al. Intraoperative use of balanced crystalloids versus 0.9% saline: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled studies // *Br J Anaesth*. 2023. Vol. 131, No. 3. P. 463–471. DOI: 10.1016/j.bja.2023.05.029
11. Eaddy N., Watene C. Perioperative management of fluids and electrolytes in children // *BJA Educ*. 2023. Vol. 23, No. 7. P. 273–278. DOI: 10.1016/j.bjae.2023.03.006
12. Varadhan K.K., Lobo D.N.A meta-analysis of randomised controlled trials of intravenous fluid therapy in major elective open abdominal surgery: getting the balance right // *Proc Nutr Soc*. 2010. Vol. 69, No. 4. P. 488–498. DOI: 10.1017/S0029665110001734
13. O'Brien F., Walker I.A. Fluid homeostasis in the neonate // *Paediatr Anaesth*. 2014. Vol. 24, No. 1. P. 49–59. DOI: 10.1111/pan.12326
14. EdjoNkilly G., Michelet D., Hilly J., et al. Postoperative decrease in plasma sodium concentration after infusion of hypotonic intravenous solutions in neonatal surgery // *Br J Anaesth*. 2014. Vol. 112, No. 3. P. 540–545. DOI: 10.1093/bja/aet374
15. Lönnqvist P.-A. Fluid management in association with neonatal surgery: even tiny guys need their salt // *Br J Anaesth*. 2014. Vol. 112, No. 3. P. 404–406. DOI: 10.1093/bja/aet436
16. Wagener G., Bezinover D., Wang C., et al. Fluid management during kidney transplantation: a consensus statement of the committee on transplant anesthesia of the American society of anesthesiologists // *Transplantation*. 2021. Vol. 105, No. 8. P. 1677–1684. DOI: 10.1097/TP.0000000000003581
17. Pfortmueller C., Funk G.C., Potura E., et al. Acetate-buffered crystalloid infusate versus infusion of 0.9% saline and hemodynamic stability in patients undergoing renal transplantation: Prospective, randomized, controlled trial // *Wien Klin Wochenschr*. 2017. Vol. 129, No. 17–18. P. 598–604. DOI: 10.1007/s00508-017-1180-4
18. Arslantas R., Dogu Z., Cevik B.E. Normal saline versus balanced crystalloid solutions for kidney transplantation // *Transplant Proc*. 2019. Vol. 51, No. 7. P. 2262–2264. DOI: 10.1016/j.transproceed.2019.03.050
19. Potura E., Lindner G., Biesenbach P., et al. An acetate-buffered balanced crystalloid versus 0.9% saline in patients with end-stage renal disease undergoing cadaveric renal transplantation: a prospective randomized controlled trial // *Anesth Analg*. 2015. Vol. 120, No. 1. P. 123–129. DOI: 10.1213/ANE.0000000000000419
20. Arumainathan R., Stendall C., Visram A. Management of fluids in neonatal surgery // *BJA Educ*. 2018. Vol. 18, No. 7. P. 199–203. DOI: 10.1016/j.bjae.2018.03.006

REFERENCES

1. Visram AR. Intraoperative fluid therapy in neonates. *South Afr J AnaesthAnalg*. 2016;22(2):46–51. DOI: 10.1080/22201181.2016.1140705
2. Shahidullah M, C Das J, Mannan M. Fluid and electrolyte management in newborn infant. *J Bangladesh Perinat Soc*. 2009;1(2):39–43.
3. Ayus JC, Achinger SG, Arief A. Brain cell volume regulation in hyponatremia: role of sex, age, vasopressin, and hypoxia. *Am J Physiol Renal Physiol*. 2008;295(3):619–624. DOI: 10.1152/ajprenal.00502.2007
4. Craig J, Cunliffe M, Gildersleve C, et al. APA Consensus guideline on perioperative fluid management in children v. 1.1 September 2007 © APAGBI Review Date August 2010 [cited 2023 Oct 11]. Available at: https://www.apagbi.org.uk/sites/default/files/inline-files/Perioperative_Fluid_Management_2007.pdf
5. HamidrezaSh, Khavarian N, Amir K, Mohamadreza H. Comparison the effects of using two methods of fluid therapy with normal saline or 5% dextrose in half amount of normal saline solution on blood glucose and plasma. *J Clin Neonatol*. 2022;11(2):79–85. DOI: 10.4103/jcn.jcn_131_21
6. Nasser M, Zhirkova Yu, Matveev S. Analysis of the postoperative period in newborns depending on the composition of intraoperative infusion. *Znanstvena Misel*. 2021;(59):12–16.
7. Nasser MM, Kucherov Yul, Zhirkova YuV. Comparative analysis of using balanced and normal saline solutions as an intraoperative therapy in newborns. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2019;9(2):41–49. DOI: 10.30946/2219-4061-2019-9-2-41-49
8. Mertzlufft F, Brettner F, Crystal GJ, et al. Intravenous fluids: issues warranting concern. *Eur J Anaesthesiol*. 2022;39(4):394–396. DOI: 10.1097/EJA.0000000000001568
9. Sümpelmann R, Becke K, Crean P, et al. European consensus statement for intraoperative fluid therapy in children. *Eur J Anaesthesiol*. 2011;28(9):637–639. DOI: 10.1097/EJA.0b013e3283446bb8

10. Vignarajah M, Berg A, Abdallah Z, et al. Intraoperative use of balanced crystalloids versus 0.9% saline: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled studies. *Br J Anaesth*. 2023;131(3):463–471. DOI: 10.1016/j.bja.2023.05.029
11. Eaddy N, Watene C. Perioperative management of fluids and electrolytes in children. *BJA Educ*. 2023;23(7):273–278. DOI: 10.1016/j.bjae.2023.03.006
12. Varadhan KK, Lobo DN. A meta-analysis of randomised controlled trials of intravenous fluid therapy in major elective open abdominal surgery: getting the balance right. *Proc Nutr Soc*. 2010;69(4):488–498. DOI: 10.1017/S0029665110001734
13. O'Brien F, Walker IA. Fluid homeostasis in the neonate. *Paediatr Anaesth*. 2014;24(1):49–59. DOI: 10.1111/pan.12326
14. EdjoNkilly G, Michelet D, Hilly J, et al. Postoperative decrease in plasma sodium concentration after infusion of hypotonic intravenous solutions in neonatal surgery. *Br J Anaesth*. 2014;112(3):540–545. DOI: 10.1093/bja/aet374
15. Lönnqvist P-A. Fluid management in association with neonatal surgery: even tiny guys need their salt. *Br J Anaesth*. 2014;112(3):404–406. DOI: 10.1093/bja/aet436
16. Wagener G, Bezinover D, Wang C, et al. Fluid management during kidney transplantation: a consensus statement of the committee on transplant anesthesia of the American society of anesthesiologists. *Transplantation*. 2021;105(8):1677–1684. DOI: 10.1097/TP.0000000000003581
17. Pfortmueller C, Funk GC, Potura E, et al. Acetate-buffered crystalloid infusate versus infusion of 0.9% saline and hemodynamic stability in patients undergoing renal transplantation: Prospective, randomized, controlled trial. *Wien Klin Wochenschr*. 2017;129(17-18):598–604. DOI: 10.1007/s00508-017-1180-4
18. Arslantas R, Dogu Z, Cevik BE. Normal saline versus balanced crystalloid solutions for kidney transplantation. *Transplant Proc*. 2019;51(7):2262–2264. DOI: 10.1016/j.transproceed.2019.03.050
19. Potura E, Lindner G, Biesenbach P, et al. An acetate-buffered balanced crystalloid versus 0.9% saline in patients with end-stage renal disease undergoing cadaveric renal transplantation: a prospective randomized controlled trial. *Anesth Analg*. 2015;120(1):123–129. DOI: 10.1213/ANE.0000000000000419
20. Arumainathan R, Stendall C, Visram A. Management of fluids in neonatal surgery. *BJA Educ*. 2018;18(7):199–203. DOI: 10.1016/j.bjae.2018.03.006

ОБ АВТОРАХ

***Марианна Мохаммед Абдул Маджид Нассер;**
адрес: Россия, 123317, Москва, Шмитовский проезд, д. 29;
ORCID: 0000-0002-9080-7419; eLibrary SPIN: 9157-0420;
e-mail: mnasser@bk.ru

Юлия Викторовна Жиркова, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-7861-6778; eLibrary SPIN: 5560-6679;
e-mail: zhirkova@mail.ru

Юрий Иванович Кучеров, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-7189-373X; eLibrary SPIN: 4391-4472;
e-mail: ykuchеров@mail.ru

AUTHORS' INFO

***Marianna M. Nasser;** address: 29 Shmitovskiy proezd,
Moscow, 123317, Russia; ORCID: 0000-0002-9080-7419;
eLibrary SPIN: 9157-0420; e-mail: mnasser@bk.ru

Yulia V. Zhirkova, MD, Dr. Med. (Sci.), Professor;
ORCID: 0000-0001-7861-6778; eLibrary SPIN: 5560-6679;
e-mail: zhirkova@mail.ru

Yurii I. Kuchеров, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: 0000-0001-7189-373X; eLibrary SPIN: 4391-4472;
e-mail: ykuchеров@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author