

Влияние инфузионной терапии на развитие метаболических нарушений и длительность пребывания в ОРИТ пациентов детского возраста, оперируемых по поводу врожденных пороков сердца

Н. А. Соловьев^{1,2*}, М. М. Рыбка¹, Д. А. Дибин¹,
Г. Е. Горбунов¹, С. М. Цой¹, З. А. Кодзокова¹, А. А. Гончаров¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева Минздрава России,

Россия, 121552, г. Москва, Рублевское шоссе, д. 135

² Детская городская клиническая больница № 9 им. Г. Н. Сперанского Департамента здравоохранения г. Москвы, Россия, 123317, г. Москва, Шмитовский пр., д. 29

Для цитирования: Н. А. Соловьев, М. М. Рыбка, Д. А. Дибин, Г. Е. Горбунов, С. М. Цой, З. А. Кодзокова, А. А. Гончаров. Влияние инфузионной терапии на развитие метаболических нарушений и длительность пребывания в ОРИТ пациентов детского возраста, оперируемых по поводу врожденных пороков сердца. *Общая реаниматология*. 2025; 21 (3): 4–10. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2025-3-2555> [На русск. и англ.]

*Адрес для корреспонденции: Николай Александрович Соловьев, N.A.Solovev@yandex.ru

Резюме

Цель работы. Сравнить влияние рестриктивного и либерального подхода к инфузионной терапии на длительность искусственной вентиляции легких (ИВЛ), общее время пребывания в ОРИТ, потребность в кардиотонической и вазопрессорной поддержке в постперфузионном периоде и в течение 1-х суток после операции у детей раннего возраста, оперируемых по поводу врожденных пороков сердца (ВПС).

Материал и методы. Выполнили рандомизированное, проспективное, одноцентровое исследование. В него включили пациентов с врожденными пороками сердца (ВПС), разделенных на две группы: в 1-й группе пациенты получали инфузионную терапию по рестриктивному протоколу (группа РП, $n=65$) — 8 мл/кг/ч, во 2-й группе использовали либеральный протокол (группа ЛП, $n=67$) — 16 мл/кг/ч. Изучали динамику метаболических нарушений, продолжительность респираторной поддержки, послеоперационную прибавку в весе и сроки пребывания больных в ОРИТ.

Результаты. Продолжительность ИВЛ и общее время нахождения в ОРИТ были больше в группе РП по сравнению с группой ЛП: 14 ± 5 ч vs 10 ± 3 ч ($p=0,035$) и 23 ± 2 ч vs 27 ± 4 ч ($p=0,036$), соответственно. При этом среднее значение процентного прироста веса в группе ЛП составило 2,00%, vs 0,32% в группе РП ($p=0,001$). В обеих группах не отмечали значимых метаболических и электролитных нарушений, за исключением уровня ионов K^+ в группе ЛП.

Заключение. Результаты противоречат данным, полученным при исследовании взрослых пациентов с ВПС. При либеральном подходе к инфузионной терапии у детей раннего возраста продолжительность ИВЛ и общее время нахождения в ОРИТ оказались меньше, чем при рестриктивном. Дети раннего возраста наиболее чувствительны к объему инфузионной терапии, потребность в преднагрузке жидкостью у детей выше, чем у взрослых.

Ключевые слова: инфузионная терапия; интенсивная терапия; детская кардиохирургия; искусственное кровообращение; врожденные пороки сердца

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Предварительные результаты были опубликованы в сборнике тезисов XVII Международной (XXVI Всероссийской) Пироговской научной медицинской конференции студентов и молодых ученых — Москва: ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России, 2022; 138 с. С. 22. ISBN 978-5-88458-591-1

The Effect of Fluid Therapy on the Development of Metabolic Disturbances and ICU Length of Stay in Pediatric Patients Undergoing Surgery for Congenital Heart Defects

Nikolay A. Solovyov^{1,2*}, Mikhail M. Rybka¹, Denis A. Dabin¹, Gleb E. Gorbunov¹,
Sofya M. Tsoi¹, Zera A. Kodzokova¹, Andrey A. Goncharov¹

¹ A. N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Russian Ministry of Health, 135 Rublevskoe shosse, 121552 Moscow, Russia

² G. N. Speransky Children's City Clinical Hospital No. 9, Moscow Health Department, 29 Shmitovskiy pr., 123317 Moscow, Russia

Summary

Aim: to compare the effects of restrictive versus liberal fluid therapy on the duration of mechanical ventilation (MV), total intensive care unit (ICU) stay, and the need for inotropic and vasopressor support during

the post-perfusion period and the first 24 hours after surgery in young children undergoing surgical correction of congenital heart defects (CHD).

Materials and Methods. A prospective, randomized, single-center study included pediatric patients (toddlers) with CHD who were assigned to one of two groups. Group 1 received fluid therapy according to a restrictive protocol (RP group, $N=65$) at 8 mL/kg/h, while group 2 received therapy according to a liberal protocol (LP group, $N=67$) at 16 mL/kg/h. The study evaluated the dynamics of metabolic disturbances, duration of ventilatory support, postoperative weight gain, and total ICU stay.

Results. Mechanical ventilation time and total ICU stay were longer in the RP group compared to the LP group: 14 ± 5 hours vs. 10 ± 3 hours ($P=0.035$) and 27 ± 4 hours vs. 23 ± 2 hours ($P=0.036$), respectively. Mean postoperative weight gain in the LP group was 2.00% vs 0.32% in the RP group ($P=0.001$). No clinically significant metabolic or electrolyte disturbances were observed in either group, except for elevated K^+ ion levels in the LP group.

Conclusion. These findings contradict previously reported data in adult population with CHD. In toddlers, a liberal approach to fluid therapy resulted in shorter duration of ventilation and ICU stay compared to a restrictive approach. Toddlers are more sensitive to fluid volume and their preload requirements are higher than those of adults.

Keywords: *fluid therapy; intensive care; pediatric cardiac surgery; cardiopulmonary bypass; congenital heart defects*

Funding. This study did not receive any external funding.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. Preliminary results were published in the Abstract Book of the XVII International (XXVI All-Russian) Pirogov Scientific Medical Conference for Students and Young Scientists. Moscow: Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of Russia; 2022. p. 22. ISBN: 978-5-88458-591-1.

Информация об авторах/Information about the authors:

Николай Александрович Соловьев/Nikolay A. Solovyov: <http://orcid.org/0000-0002-8409-7254>

Михаил Михайлович Рыбка/Mikhail M. Rybka: <http://orcid.org/0000-0001-8206-8794>

Денис Андреевич Дибин/Denis A. Dibin: <http://orcid.org/0000-0002-4161-7416>

Глеб Евгеньевич Горбунов/Gleb E. Gorbunov: <http://orcid.org/0000-0003-3274-4517>

Софья Михайловна Цой/Sofya M. Tsoi: <http://orcid.org/0000-0002-2733-0355>

Зера Аниуаровна Кодзокова/Zera A. Kodzokova: <http://orcid.org/0000-0003-3330-9971>

Андрей Андреевич Гончаров/Andrey A. Goncharov: <http://orcid.org/0000-0003-2122-7813>

Read the full-text English version at www.reanimatology.com

Введение

В исследованиях последних лет доказано существенное влияние инфузионной терапии на непосредственные результаты оперативного лечения и клинические исходы у больных в различных областях хирургии [1–3]. В настоящее время выделяют три стратегии инфузионной терапии: с ограничением внутривенного введения жидкости (рестриктивный), не подразумевающий строго лимита внутривенной инфузии (либеральный), и целенаправленный «goal-directed» — это избегание как гиповолемии, так и гиперволемии [4, 5].

У каждого из этих подходов есть свои недостатки. У рестриктивного подхода — это необходимость в применении вазопрессоров, которые, согласно ряду исследований, вызывают нарушения периферического кровотока и в ряде случаев это приводит к дисфункции анастомоза [6, 7]. Либеральный подход не учитывает толерантность к анемии, также при гиперволемии высока вероятность возникновения ятрогенных отеков [8]. При целенаправленной инфузионной терапии возникает потребность в применении инвазивных методов (PICCO, Swan–Ganz, установка левопредсердного катетера, мониторинг ЦВД), либо специальных неинвазивных методов (USCOM), требующих от анестезиолога специальных навыков. Все

ранее перечисленное является предметом дискуссий и сложной, нерешенной проблемой в анестезиологии-реаниматологии [9, 10].

В зарубежных рекомендациях для оценки степени волемии делается акцент на инструментальных методах, основанных на определении линейной или объемной скорости кровотока, правда, с оговоркой «при наличии технической возможности» [11]. У детей раннего возраста возможность применения инструментальных, в особенности инвазивных, методов ограничена, хотя исследования подтверждают, что разница показателей, полученных инвазивными методами и ЭхоКГ, составляет не менее 30% [12]. В то же время такие физикальные методы, как взвешивание и строгий учет потерянной и перелитой жидкости, могут существенно упростить диагностику волемического статуса.

В большом количестве исследований уделяется внимание инфузионной терапии в неонатологии и педиатрии, в то время как дети раннего возраста по трофическим потребностям намного опережают неонатальную категорию, но еще не достигают возраста тех, кого обычно включают в педиатрические исследования.

Цель работы — сравнить влияние рестриктивного и либерального подхода к инфузионной терапии на длительность искусственной вентиляции легких (ИВЛ), общее время пребывания

в ОРИТ, потребность в кардиотонической и вазопрессорной поддержке в постперфузионном периоде и в течение 1-х суток после операции у детей раннего возраста, оперируемых по поводу врожденных пороков сердца (ВПС).

Материал и методы

После одобрения локального этического комитета (Протокол №001 от 30.01.2020) провели одноцентровое, проспективное, рандомизированное исследование. Предварительную регистрацию проспективного исследования на Clinical Trials не проводили.

Данное исследование являлось рандомизированным, проспективным, обсервационным. В него включили пациентов раннего детского возраста, оперированных по поводу септальных пороков сердца в период с февраля 2020 г. по февраль 2022 г. в отделении детей раннего возраста (ДРВ) Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева Минздрава России. Для анализа применяли только рег-protocol (PP). Все пациенты имели 3–4-ю группу риска по шкале ASA, I–II класс функциональной недостаточности кровообращения по NYHA, оценку сложности по Aristotel 1–2 балла из 6, ожидаемое время в ОРИТ 1–3 суток. Пациентам, включенным в данное исследование, выполняли радикальную коррекцию пороков: пластику/ушивание дефекта межпредсердной перегородки (ДМПП), пластику/ушивание дефекта межжелудочковой перегородки (ДМЖП).

Критериями включения в исследование являлись:

- Возраст от 11 до 36 месяцев, отсутствие соматических заболеваний.
- Наличие информированного согласия родителей или иного представителя, установленного законом, на участие в исследовании.
- Наличие врожденного порока сердца, требующего хирургической коррекции в условиях искусственного кровообращения.
- Отсутствие предшествующих операций на открытом сердце (перед коррекцией ДМЖП не проводили суживание (операция Muller) легочной ар-

терии (ЛА), в анамнезе не было попыток эндоваскулярного закрытия дефекта).

Критериями исключения из исследования являлись:

- Наличие тяжелой генетической патологии.
- Массивная кровопотеря.
- Экстренное оперативное вмешательство.
- Тяжелые сопутствующие заболевания.
- Рестернотомия в течении 1-х п/о суток.
- Повторное начало искусственного кровообращения, ввиду низкого сердечного выброса в постперфузионном периоде.

Авторами была выдвинута гипотеза, что либеральная стратегия инфузионной терапии не менее эффективна, чем рестриктивная.

Пациентов разделили на две группы, в зависимости от объема интраоперационной инфузии. В 1-й группе пациенты получали инфузионную терапию по рестриктивному протоколу — 8 мл/кг/ч (группа РП, $n=65$), во 2-й группе использовали либеральный протокол — 16 мл/кг/ч (группа ЛП, $n=67$) (рис. 1). Рандомизацию проводили методом конвертов за день до оперативного вмешательства.

В ходе исследования 8 пациентов исключили по следующим причинам: потребность в инфузии адреналина (4), нарушение ритма после сведения грудины (2), АВ-блокада и потребность в ЭКС после ИК (1), анафилактическая реакция на введение протамина (1).

Восстановление и стабилизацию гемодинамики после окончания ИК осуществляли путем адекватной волемической нагрузки и подбором дозы инотропного препарата, при этом допамин применяли в дозировках от 3 мкг/кг/мин до 6 мкг/кг/мин. В группе РП после перфузии всем пациентам требовалось применение норадреналина в дозировке от 0,03 мкг/кг/мин до 0,05 мкг/кг/мин. В 31% случаев вазопрессорная поддержка сохранялась до перевода в ОРИТ.

Анестезиологическое обеспечение у исследуемых больных осуществляли по принятому в клинике протоколу в обеих группах:

Индукция анестезии — мидазолам 0,2 мг/кг, пропофол 2 мг/кг, рокуроний 1 мг/кг, фентанил 5 мкг/кг.

Поддержание анестезии — севофлуран 1–1,2 МАК, фентанил 5 мкг/кг/ч, рокуроний 0,5 мг/кг/ч.

Перед началом перфузии пациенты обеих групп получали натрия оксидат в дозировке 80–120 мг/кг.

Поддержание анестезии во время ИК — инсuffляция Изофлурана 2 об% в оксигенатор аппарата ИК, фентанил 3 мкг/кг/ч, рокуроний 0,5 мг/кг/ч.

ИК проводили согласно протоколу, принятому в Центре, с поддержанием перфузионного индекса — 2,8–3,2 л/мин/м², нормотермии — 36°C. Для остановки сердечной деятельности и защиты миокарда использовали кровяную кардиopleгию.



Рис. 1. Схема включения пациентов в исследование.

Всем больным проводили забор артериальной крови с определением концентрации глюкозы, лактата, показателей кислотно-основного (pH, BE, HCO₃⁻), электролитного (Na⁺, K⁺, Cl⁻) и газового (PO₂, PCO₂, SO₂) состава крови после интубации трахеи, после начала экстракорпоральной перфузии и после ее окончания, после сведения грудины, при поступлении в ОРИТ и каждые последующие 3 ч в течение первых 12 ч после окончания операции, к 18 ч послеоперационного периода и в конце 1-х послеоперационных суток.

Всем пациентам для учета баланса жидкости проводили трехкратное взвешивание, для анализа принимали среднее значение. Взвешивание производили в операционной перед кожным разрезом, после интубации трахеи и постановки всех катетеров, а также перед выездом пациентов в ОРИТ. После первого взвешивания, полученный вес сравнивали с весом, указанным в истории болезни.

Для обработки полученных данных применяли пакет прикладной статистики SPSS version 11.5 for Windows (SPSS Inc, Chicago, IL), а также аналитические приложения к программе Excel 2016. Размер выборки предварительно не рассчитывали. Нормальность распределения данных проверяли с помощью критерия Шапиро–Уилка. Для описательной статистики использовали параметрические методы: среднее значение, стандартное отклонение (SD); две независимые группы по одному признаку сравнивали по *t*-критерию Стьюдента для независимых выборок, использовали *t*-критерий Стьюдента для парных наблюдений, одновыборочный *t*-Стьюдента для сравнения выборки с нормативными значениями, критерий Манна–Уитни для сравнения двух независимых групп, критерий Фридмана для множественного сравнения связанных выборок, качественные переменные (пол) сравнивали с использованием критерия χ^2 Пирсона. Данные считали статистически значимыми при значении $p \leq 0,05$. Результаты представили в виде диаграмм и графиков.

Результаты

Пациенты обеих групп были сопоставимы по полу, времени искусственного кровообращения, времени пережатия аорты, сложности хирургического вмешательства, срокам восстановления сердечной деятельности в постперфузионном периоде (табл. 1, 2).

В постперфузионном и раннем послеоперационном периодах оценивали КОС (pH<7,36, BE<-2,5 ммоль/л, HCO₃⁻<22 ммоль/л). При меж-

Таблица 1. Сравнительная характеристика больных двух групп по полу.

Пол, n (%)	РП, n=65	ЛП, n=67	p (критерий χ^2)
Мужской	32 (49)	33 (49)	0,876
Женский	33 (51)	34 (51)	

групповом сравнении на всех этапах наблюдения не обнаружили статистически значимых отличий в частоте развития метаболических нарушений ($p>0,05$). Различия содержания электролитов и электролитов в крови, кроме ионов K⁺, при межгрупповом сравнении на каждом этапе наблюдения оказались не значимы ($p>0,05$). Значимые различия содержания K⁺ в крови выявили между РП и ЛП группами на исходном этапе ($p=0,007$) и в ОРИТ ($p=0,002$) (табл. 3).

Таким образом, использование стерофундина для сохранения электролитного состава крови может быть вполне достаточно при условии использования препаратов крови для заполнения контура аппарата ИК, так как он полностью сбалансирован по своему электролитному составу, что подтверждают более ранние исследования [13–14]. В группе ЛП выявили значимую динамику изменений PO₂/FiO₂ ($p=0,002$): самые низкие значения PO₂/FiO₂ регистрировали после ИК — 3,8, а самые высокие — исходные (4,3) и через 3 ч после ОРИТ — 4,23. В группе РП динамика изменений PO₂/FiO₂ была незначима ($p=0,289$). При межгрупповом сравнении изменения оказались статистически не значимы (табл. 4).

Умеренная гиперволемиа не нарушала оксигенирующую функцию легких, хотя скорость инфузионной терапии в группах отличалась в 2 раза (8 мл/кг/ч против 16 мл/кг/ч). Режимы и параметры вентиляции были одинаковы в сравниваемых группах. Продолжительность ИВЛ и общее время нахождения в ОРИТ были больше в группе РП по сравнению с группой ЛП: 14±5 ч против 10,3±4 ч ($p=0,022$) и 27,5±4 ч против 23±2 ч ($p=0,036$), соответственно (критерий Манна–Уитни).

Отдельного внимания требует правильное определение веса у пациентов. Детей раннего возраста стоит взвешивать в операционной для избегания ошибок между фактической массой тела и массой тела, указанной в истории болезни. На вес рассчитывается объем вентиляции, дозировка кардиотоников, миорелаксантов, опиоидных анальгетиков, антибиотиков

Таблица 2. Сравнительная характеристика больных двух групп.

Показатели	Значения показателей в группах		p
	РП, n=65	ЛП, n=67	
Возраст, мес	19,4±8,6	19,8±8,8	0,920
Рост, см	82,5±7,9	80,5±7,0	0,903
Массы тела, кг по истории ИБ	10,17±1,9	10,7±2,1	0,518
Массы тела, кг интраоперационно	10,1±1,7	9,8±1,7	0,801
Время ИК, мин	48,12±3,15	43,07±10,2	0,735
Время пережатия аорты, мин	23,6±8,7	20,06±8,1	0,013**
Объем кровопотери, мл	148,1±27,2	150,2±31,2	0,638

Примечание. ** — различия значимы на уровне $p \leq 0,01$ (критерий Манна–Уитни).

и других препаратов, скорость перфузии и инфузии, диуреза и кровопотери. Среднее значение процентного прироста веса в группе ЛП было выше, чем в группе РП: 2,00% vs 0,32% ($p=0,001$) (табл. 5).

Линейную отрицательную связь выявили только между разницей в весе и временем ИВЛ в ОРИТ ($r=-0,160$; $p=0,039$): при прибавке веса уменьшалась длительность ИВЛ в ОРИТ (табл. 6).

Для исследования отбирали пациентов с септальными пороками, так как они широко распространены в популяции пациентов с ВПС, сопровождаются, как правило, гемодинамической стабильностью и в преобладающем большинстве случаев поддаются успешной радикальной коррекции (рис. 2).

Изменения волемического статуса по типу гиповолемии являются одной из главных причин

Таблица 3. Анализ различий и изменений содержания метаболитов и электролитов в артериальной крови.

Показатели	Группа	Значения показателей на этапах исследования				<i>p</i>
		исходно	после ИК	в ОРИТ	через 3 часа	
pH	РП	7,44±0,05	7,41±0,15	7,44±0,08	7,39±0,09	1,1×10 ^{-5**}
	ЛП	7,39±0,06	7,41±0,05	7,45±0,06	7,40±0,05	1,1×10 ^{-5**}
<i>p</i>		0,375*	0,681*	0,458*	0,301*	
НСО ₃ ⁻ , ммоль/л	РП	20,94±2,46	23,49±2,40	23,76±2,96	22,59±2,50	1,3×10 ^{-12**}
	ЛП	20,90±2,65	24,56±2,50	24,53±2,59	23,07±2,75	5,6×10 ^{-13**}
<i>p</i>		0,875*	0,116*	0,305*	0,477*	
O _{см}	РП	283,55±35,65	294,28±6,00	296,43±6,60	296,63±6,71	6,4×10 ^{-13**}
	ЛП	288,18±4,90	293,07±7,02	295,85±7,13	297,38±15,55	6,8×10 ^{-10**}
<i>p</i>		0,766*	0,436*	0,608*	0,311*	
BE, ммоль/л	РП	-3,2±1,8	-0,3±2,1	0,5±2,3	-1,3±0,7	1,2×10 ^{-15**}
	ЛП	-3,1±0,17	-0,3±0,19	1,18±0,4	-0,7±0,19	1,2×10 ⁻¹¹
<i>p</i>		0,982*	0,338*	0,309*	0,104*	
Na ⁺ , ммоль/л	РП	135,68±18,32	139,67±3,10	141,31±3,53	140,46±3,70	3,9×10 ^{-7**}
	ЛП	135,11±5,19	137,16±2,07	139,13±2,19	138,21±3,16	1,8×10 ^{-10**}
<i>p</i>		0,940*	0,647*	0,809*	0,395*	
K ⁺ , ммоль/л	РП	3,82±0,39	4,1±0,31	3,77±0,35	3,78±0,28	3,0×10 ^{-6**}
	ЛП	3,65±0,29	4,16±0,29	4,04±0,36	3,51±0,29	9,4×10 ^{-7**}
<i>p</i>		0,007**	0,246*	0,002**	0,568*	
Cl ⁻ , ммоль/л	РП	113,23±3,97	111,06±2,68	111,76±3,77	110,19±2,90	3,6×10 ^{-8**}
	ЛП	112,35±3,08	110,57±3,47	110,98±3,35	110,33±3,00	7,6×10 ^{-4**}
<i>p</i>		0,395*	0,480*	0,377*	0,579*	
Лактат, ммоль/л	РП	1,01±0,30	1,69±0,64	1,49±0,73	1,70±1,02	3,5×10 ^{-13**}
	ЛП	0,94±0,30	1,60±0,57	1,32±0,61	1,55±0,89	3,7×10 ^{-15**}
<i>p</i>		0,198*	0,351*	0,238*	0,426*	
Глюкоза, ммоль/л	РП	4,54±0,92	6,72±1,28	6,24±1,57	8,14±2,60	1,2×10 ^{-22**}
	ЛП	4,61±0,89	6,72±1,22	6,00±1,31	9,34±3,91	5,2×10 ^{-18**}
<i>p</i>		0,651*	0,936*	0,445*	0,065*	

Примечание. Различия значимы на уровне $p \leq 0,05$ (* — критерий Манна-Уитни; ** — критерий Фридмана).

Таблица 4. Динамика изменений отношения PO₂/FiO₂ в крови между группами.

Показатели	Группа	Значения показателей на этапах исследования				<i>p</i>
		исходно	после ИК	в ОРИТ	через 3 часа	
PO ₂ /FiO ₂	РП	4,60±0,82	4,05±0,53	4,14±0,4	4,23±0,41	0,289**
	ЛП	4,30±1,10	3,80±0,41	4,10±0,42	4,21±0,45	0,002**
<i>p</i>		0,174*	0,307*	0,280*	0,151*	

Примечание. * — критерий Манна-Уитни; ** — критерий Фридмана.

Таблица 5. Прибавка в весе после операции в двух группах.

Показатели	Значения показателей в группах		<i>p</i>
	РП, <i>n</i> =65	ЛП, <i>n</i> =67	
Вес исходный, кг	11,22±2,80	11,04±2,89	0,396
Вес после операции, кг	11,26±2,89	11,26±2,92	0,704
<i>p</i> критерий Уилкоксона	0,332	3,1×10 ^{-7*}	
Разница в весе абсолютная	0,05±0,03	0,22±0,03	0,002*
Прирост веса, %	0,32±0,29	2,00±0,27	0,001*

Примечание. * — различия значимы на уровне $p \leq 0,01$ (критерий Манна-Уитни).

Таблица 6. Анализ связи прироста веса с длительностью ИВЛ и общим временем пребывания в ОРИТ.

Показатели в ОРИТ	Статистический критерий	Показатели веса	
		Прирост	Процент прибавки
Время на ИВЛ, ч	<i>r</i> Спирмена	-0,160*	-0,119
	<i>p</i>	0,039	0,128
Длительность пребывания, ч	<i>r</i> Спирмена	0,047	0,041
	<i>p</i>	0,551	0,603

Примечание. Связь значима на уровне $p \leq 0,05$.

нестабильной гемодинамики у пациентов, оперируемых по поводу септальных и других врожденных пороков сердца. Поскольку операции на открытом сердце сопряжены со значимыми изменениями волеми, сосудистого тонуса, то оптимизация периперационной инфузионной терапии и учета кровопотери занимает важное место в работе анестезиолога-реаниматолога. Излишняя волемическая нагрузка, как и гиповолемиа увеличивают риск развития послеоперационных осложнений. Дефицит жидкости также может возникать при отсутствии очевидных потерь, вследствие вазодилатации, перспирации, гемодилюции.

Исследование показало, что при либеральном подходе снижается время нахождения в ОРИТ пациентов раннего детского возраста. Компенсаторные системы у детей недостаточно сформированы, а противоположные результаты в исследованиях подходов к ИТ у больных с приобретенными пороками сердца (ППС) можно объяснить тяжестью их исходной патологии. В одном из ретроспективных исследований [15] пациенты получали рестриктивную инфузионную терапию ввиду наличия отеков, застойной сердечной недостаточности.

Оксигенирующая функция легких статистически значимо не отличалась при обоих подходах к инфузионной терапии, при этом в обеих группах сохранялись одинаковые параметры вентиляции. Исходя из полученных данных, инфузионная терапия по либеральному типу не приводит к нарушению оксигенирующей функции легких, не ограничивает раннюю активизацию и экстубацию трахеи у данной категории пациентов.

При выборе стратегии инфузионной терапии у детей раннего возраста мнения противоречивы. В послеоперационном периоде у детей с врожденными пороками сердца всегда есть риски перегрузки жидкостью, которая, как известно, связана с неблагоприятными исходами. Исследователи указывают, что прирост баланса жидкости на более, чем 10% от исходного веса после кардиохирургических операций связан с неблагоприятными исходами [16–19]. Так, в одноцентровом исследовании М. R. Hudkins и соавт. [19] накопление жидкости на ранних стадиях послеоперационного пребывания в ОРИТ связано с большей смертностью и продолжительностью искусственной вентиляции легких. В метаанализе Ioannis Bellos [20], в которое было включено двенадцать исследований из электронных баз: Edline, Scopus, CENTRAL, Clinicaltrials.gov и Google Scholar (в общей сложности 3111 педиатрических пациентов) получены схожие данные.

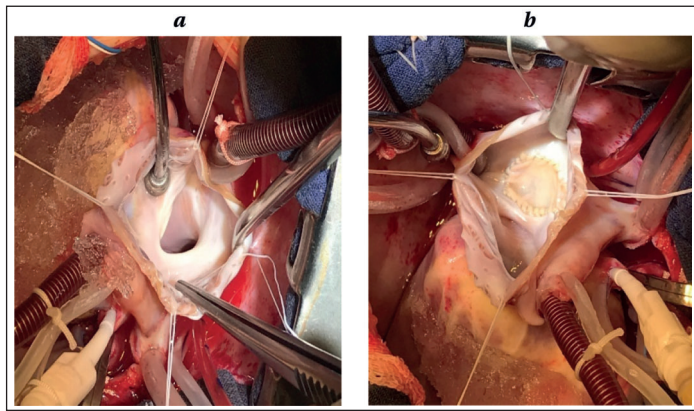


Рис. 2. ДМПП до коррекции (а) и после пластики (б).

В исследовании М. R. Delpachitra [21] из 1 996 детей с положительным гидробалансом 46 умерли (2,3%), среди которых у 45 (98%) по данным многофакторного анализа летальный исход был связан с увеличением времени искусственного кровообращения (10-минутное увеличение, отношение шансов [95% ДИ] 1,06 [1,00–1,12]; $p=0,03$), а также с потребностью в экстракорпоральной мембранной оксигенации в течение раннего послеоперационного периода. Таким образом, данная перегрузка жидкостью не связана с летальностью, но связана с увеличением продолжительности искусственной вентиляции легких и продолжительности пребывания в отделении ОРИТ. В многоцентровом исследовании, включавшем 2223 пациента [22], время до первого отрицательного суточного баланса жидкости, но не процентная перегрузка жидкостью, оказалось связано с улучшением результатов послеоперационного периода у детей после операции на сердце. Специальные методы лечения, направленные на деэскалацию жидкости, могут сократить продолжительность послеоперационного наблюдения таких пациентов в ОРИТ. Все авторы сходятся во мнении, что для диагностики перегрузки жидкостью на ранних сроках после кардиохирургических вмешательств необходимо ежедневное взвешивание пациентов. При этом практика различных медицинских учреждений в данном вопросе значительно различается. Пациенты с повышенной тяжестью заболевания реже подвергаются взвешиванию [23]. Ключевыми рекомендациями являются использование изотонических сбалансированных растворов и регулярный мониторинг концентрации электролитов и глюкозы в плазме крови, баланса жидкости [24].

Заключение

У больных с ВПС, получающих инфузионную терапию по либеральному протоколу, в постперфузионном и раннем постоперационном периоде не нарушается оксигени-

рующая функция легких, а также отсутствуют значимые метаболические и электролитные нарушения по сравнению с группой, получавших инфузионную терапию по рестриктив-

Литература

1. Mathew A., Rai E. Pediatric perioperative fluid management. *Saudi J Anaesth.* 2021; 15 (4): 435–440. DOI: 10.4103/sja.sja_140_21. PMID: 34658733.
2. Myles P. S., McIlroy D. R., Bellomo R., Wallace S. Importance of intraoperative oliguria during major abdominal surgery: findings of the Restrictive versus Liberal Fluid Therapy in Major Abdominal Surgery trial. *Br J Anaesth.* 2019; 122 (6): 726–733. DOI: 10.1016/j.bja.2019.01.010. PMID: 30916001.
3. Anker A. M., Ruewe M., Prantl L., Baringer M., Pawlik M. T., Zeman F., Goetze L., et al. Biomarker-guided acute kidney injury risk assessment under liberal versus restrictive fluid therapy — the prospective-randomized MAYDAY-trial. *Sci Rep.* 2024; 14 (1): 17094. DOI: 10.1038/s41598-024-68079-2. PMID: 39048691.
4. Mathew P. J., Sharma S., Bhardwaj N., Ashok V., Malik M. A. Goal-directed fluid therapy guided by Plethysmographic Variability Index (PVI) versus conventional liberal fluid administration in children during elective abdominal surgery: a randomized controlled trial. *J Pediatr Surg.* 2023; 58 (4): 735–740. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2022.11.015. PMID: 36631313.
5. Feng J., Kant S., Sellke F. W. Microvascular dysfunction following cardioplegic arrest and cardiopulmonary bypass. *Vessel Plus.* 2021; 5: 30. DOI: 10.20517/2574-1209.2021.57.
6. Guarracino F., Habicher M., Treskatsch S., Sander M., Szekely A., Paternoster G., Salvi L., et al. Vasopressor therapy in cardiac surgery: an Experts' Consensus Statement. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2021; 35 (4): 1018–1029. DOI: 10.1053/j.jvca.2020.11.032. PMID: 33334651.
7. Zieg J., Narla D., Gonsorickova L., Raina R. Fluid management in children with volume depletion. *Pediatr Nephrol.* 2024; 39 (2): 423–434. DOI: 10.1007/s00467-023-06080-z. PMID: 37452205.
8. Старостин Д. О., Кузовлев А. Н. Роль ультразвука в оценке волеического статуса пациентов в критических состояниях. *Вестник интенсивной терапии имени А. Н. Салтанова.* 2018; 4: 42–50. *Starostin D. O., Kuzovlev A. N.* Role of ultrasound in diagnosing volume status in critically ill patients. *Ann Crit Care = Vestnik Intensivnoy Terapii im. A. I. Saltanova.* 2018; 4: 42–50. (In Russ.). DOI: 10.21320/1818-474X-2018-4-42-50.
9. Lobdell K. W., Chatterjee S., Sander M. Goal-directed therapy for cardiac surgery. *Crit Care Clin.* 2020; 36 (4): 653–662. DOI: 10.1016/j.ccc.2020.06.004. PMID: 32892819.
10. Habicher M., Perrino A. Jr., Spies C. D., von Heymann C., Wittkowski U., Sander M. J. Contemporary fluid management in cardiac anesthesia. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2011; 25 (6): 1141–1153. DOI: 10.1053/j.jvca.2010.07.020. PMID: 20947379.
11. Кодзюкова З. А., Ломакин М. В., Рыбка М. М., Дибин Д. А. Интраоперационное измерение центральной гемодинамики методом термодилуции с использованием катетера Swan–Ganz у пациента с исправленной транспозицией магистральных артерий. *Клиническая физиология кровообращения.* 2020; 17 (2): 142–147. *Kodzokova Z. A., Lomakin M. V., Rybka M. M., Dibin D. A.* Intraoperative central hemodynamics measurement by thermodilution technique using a Swan–Ganz catheter in a patient with corrected transposition of the great arteries. *Clinical Physiology of Blood Circulation = Klinicheskaya Fiziologiya Krovoobrashcheniya.* 2020; 17 (2): 142–147. (In Russ.). DOI: 10.24022/1814-6910-2020-17-2-142-147.
12. Langer T., D'Oria V., Spolidoro G. C. I., Chidini G., Catenacci S., Marchesi T., Guerrini M., et al. Fluid therapy in mechanically ventilated critically ill children: the sodium, chloride and water burden of fluid creep. *BMC Pediatr.* 2020; 20 (1): 424. DOI: 10.1186/s12887-020-02322-3. PMID: 32891127.
13. Сулайманова Ж. Д., Лазарев В. В. Кристаллоидные препараты в инфузионной терапии периоперационного периода у детей. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии.* 2019; 4: 99–107. *Sulaimanova Z. D., Lazarev V. V.* Crystalloid agents used in perioperative infusion therapy in children. *Russian Bulletin of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care = Rossiyskiy Vestnik Detskoy Khirurgii Anesteziologii i Reanimatologii.* 2019; 4: 99–107. (In Russ.). DOI: 10.30946/2219-4061-2019-9-4-99-107.
14. Ушколова Е. А., Зырянов С. К., Затолочина К. Э., Бутранова О. И. Инфузионные растворы: взгляд клинического фармаколога.

ному протоколу. Прибавка в весе не удлиняет время ИВЛ и общее время нахождения в ОРИТ у пациентов после радикальной коррекции септальных пороков.

- Анестезиология и реаниматология.* 2021; (6): 100–106. *Ushkalova E. A., Zyryanov S. K., Zatolochina K. E., Butranova O. I.* Infusion fluids: a clinical pharmacologist's view. *Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology = Anesteziologiya i Reanimatologiya.* 2021; (6): 100–106. (In Russ.). DOI: 10.17116/anaesthesiology2021061100.
15. Белоусова Е. И., Матинян Н. В., Мартынов Л. А. Стратегия инфузионнотрансфузионной терапии при операциях с массивной кровопотерей у детей с опухолями торакоабдоминальной локализации. *Российский вестник детского хирургии, анестезиологии и реаниматологии.* 2018; 8 (2): 56–64. *Belousova E. I., Matinyan N. V., Martynov L. A.* Strategy of infusion-transfusion therapy in operations with massive bloodwork in children with tumor abomalomal localization tumors. *Russian Bulletin of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care = Rossiyskiy Vestnik Detskoy Khirurgii Anesteziologii i Reanimatologii.* 2018; 8 (2): 56–64. (In Russ.). DOI: 10.30946/2219-4061-2018-8-2-56-64.
 16. Хинчагов Д. Я., Рыбка М. М., Мумладзе К. В., Голубев Е. П., Юдин Г. В., Айдашев Ю. Ю., Ворожжа И. В. Выбор стратегии инфузионной терапии при операциях аортокоронарного шунтирования без искусственного кровообращения. *Клиническая физиология кровообращения.* 2022; 19 (4): 338–48. *Khinchagov D. Ya., Rybka M. M., Mumladze K. V., Golubev E. P., Yudin G. V., Aidashv Yu. Y., Vorozhka I. V.* Choosing an infusion therapy strategy for coronary artery bypass surgery without artificial circulation. *Clinical Physiology of Blood Circulation = Klinicheskaya Fiziologiya Krovoobrashcheniya.* 2022; 19 (4): 338–48. (In Russ.). DOI: 10.24022/1814-6910-2022-19-4-338-348.
 17. Sumpelmann R., Zander R., Witt L. Perioperative Infusionstherapie bei Kindern. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2020; 55 (5): 324–333. DOI: 10.1055/a-1068-8566. PMID: 32434263.
 18. Brandewie K. L., Selewski D. T., Bailly D. K., Bhat P. N., Diddle J. W., Ghbeis M., Krawczeski C. D., et al; NEPHRON investigators. Early postoperative weight-based fluid overload is associated with worse outcomes after neonatal cardiac surgery. *Pediatr Nephrol.* 2023; 38 (9): 3129–3137. DOI: 10.1007/s00467-023-05929-7. PMID: 36973562.
 19. Hudkins M. R., Miller-Smith L., Evers P. D., Muralidaran A., Orwoll B. E. Nonresuscitation fluid accumulation and outcomes after pediatric cardiac surgery: single-center retrospective cohort study. *Pediatr Crit Care Med.* 2023; 24 (12): 1043–1052. DOI: 10.1097/PCC.00000000000003373. PMID: 37747301.
 20. Bellos I., Iliopoulos D. C., Perrea D. N. Association of postoperative fluid overload with adverse outcomes after congenital heart surgery: a systematic review and dose-response meta-analysis. *Pediatr Nephrol.* 2020; 35 (6): 1109–1119. DOI: 10.1007/s00467-020-04489-4. PMID: 32040627.
 21. Delpachitra M. R., Namachivayam S. P., Millar J., Delzoppo C., Butt W. W. A case-control analysis of postoperative fluid balance and mortality after pediatric cardiac surgery. *Pediatr Crit Care Med.* 2017; 18 (7): 614–622. DOI: 10.1097/PCC.0000000000001170. PMID: 28492405.
 22. Bailly D. K., Alten J. A., Gist K. M., Mah K. E., Kwiatkowski D. M., Valentine K. M., Diddle J. W., et al; NEPHRON Investigators. Fluid accumulation after neonatal congenital cardiac operation: clinical implications and outcomes. *Ann Thorac Surg.* 2022; 114 (6): 2288–2294. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2021.12.078. PMID: 35245511.
 23. Neumayr T. M., Alten J. A., Bailly D. K., Bhat P. N., Brandewie K. L., Diddle J. W., Ghbeis M., et al; NEPHRON Investigators. Assessment of fluid balance after neonatal cardiac surgery: a description of intake/output vs. weight-based methods. *Pediatr Nephrol.* 2023; 38 (4): 1355–1364. DOI: 10.1007/s00467-022-05697-w. PMID: 36066771.
 24. Brossier D. W., Tume L. N., Briant A. R., Chaparro C. J., Moullet C., Rooze S., Verbruggen S. C. A. T., et al; Metabolism Endocrinology and Nutrition section of the European Society of Pediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). ESPNIC clinical practice guidelines: intravenous maintenance fluid therapy in acute and critically ill children: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2022; 48 (12): 1691–1708. DOI: 10.1007/s00134-022-06882-z. PMID: 36289081.

Поступила 18.12.2024

Принята 11.04.2025

Принята в печать 19.05.2025