

**В.В. Лазарев¹, Л.Е. Цыпин¹, Г.В. Корниенко¹,
Г.Г. Прокопьев¹, Т.В. Линькова², В.С. Кочкин²**

¹ Российский государственный медицинский университет, Москва

² Российская детская клиническая больница, Москва

Водный баланс организма и гемодинамика на фоне инфузии кристаллоидных растворов при реконструктивных операциях у детей с челюстно-лицевой патологией

Исследование выполнено у 20 детей с челюстно-лицевой патологией в возрасте от 3 мес. до 14 лет, с массой тела 5–50,5 кг и ростом 58–166 см, которым были выполнены малотравматичные пластические хирургические вмешательства. Анестезиологическое пособие включало ингаляцию севофлурана и внутривенное болюсное введение фентанила. Водный баланс поддерживали инфузией кристаллоидных растворов в объеме 11 мл/кг/ч. Оценивали центральную гемодинамику, объем кровопотери и диурез, характер перераспределения вводимой воды по сегментам тела с помощью биоимпедансометрии. Установлено, что коррекция водного баланса инфузией кристаллоидных растворов в указанном объеме в комплексе анестезиологического пособия с применением севофлурана и фентанила не позволяет в полной мере компенсировать возникающие изменения гемодинамики депрессивного характера даже при малотравматичных хирургических вмешательствах. В то же время использованный объем инфузии кристаллоидных растворов не приносит существенных изменений в перераспределение воды и ее накопление в интерстиции или внутриклеточном пространстве по сегментам тела.

Ключевые слова: *анестезия, дети, биоимпедансометрия, водные сектора, севофлуран, инфузионная терапия, кристаллоидные растворы.*

Контактная информация: *Лазарев Владимир Викторович, проф., д.м.н., тел.: (495) 936-90-65.*

© Коллектив авторов, 2010

V.V. LAZAREV, L.E. TSYPIN, G.V. KORNIENKO, G.G. PROKOPIEV, T.V. LINKOVA, V.S. KOCHKIN

Body fluid balance and hemodynamics against the background of infusion of crystalloid solutions during reconstructive surgery in children with maxillofacial pathology

The study was performed on 20 children with maxillofacial pathology aged 3 months to 14 years with body weight of 5 to 50,5 kg and 58–166 cm tall who have undergone low-traumatic plastic surgery. Anesthetic support included inhalation of sevoflurane and intravenous bolus injection of fentanyl. The fluid balance was maintained by infusion of 11 ml/kg/h crystalloid solutions. Central hemodynamics, blood loss volume and diuresis, as well as the nature of redistribution of administered water by body segments were evaluated by means of bioimpedanceometry. It has been shown that correcting the fluid balance through infusion of crystalloid solutions in a given volume combined with anesthetic support with use of sevoflurane and fentanyl fails to fully compensate the evolving changes in hemodynamic depression even during low-traumatic surgical interventions. Meanwhile the employed volume of infusion of crystalloid solutions makes no appreciable dent in redistribution of water and its accumulation in interstitial tissue or intracellular compartment among body segments.

Key words: *anesthesia, children, bioimpedanceometry, fluid sectors, sevoflurane, fluid maintenance, crystalloid solutions.*

Важная составляющая анестезиологического обеспечения – поддержание жидкостного баланса, коррекция гиповолемии и обеспечение адекватной тканевой перфузии, а также поддержание внутриклеточных и внеклеточных жидкостных секторов на протяжении оперативного вмешательства и ближайшего послеоперационного периода. С этой целью широко используют кристаллоидные растворы [2, 3, 6–8]. Однако они имеют ряд весьма существенных недостатков, среди которых низкий и кратковременный волемический эффект. Изотонические солевые растворы свободно распределяются между сосудистым руслом и интерстицием, причем в том соотношении, в котором эти пространства между собой соотносятся, то есть через 1–1,5 ч 70–80% введенного объема перераспределяется в интерстиций и лишь четверть остается в русле. Это может привести к перегрузке интерстиция [1, 4, 5].

В то же время проведение любой инфузионной терапии сопряжено с определенной гидродинамической нагрузкой на сердечно-сосудистую систему, которая в значительной мере зависит от продолжительности и объема нахождения в организме инфузионной жидкости.

Несомненно, заслуживает внимания оценка характера и интенсивности перераспределения по секторам и сегментам тела воды, вводимой с кристаллоидными растворами, и ее влияния на показатели гемодинамики. Нами выполнено исследование по оценке баланса воды в организме и центральной гемодинамики при оперативных вмешательствах у детей с челюстно-лицевой патологией на фоне инфузии кристаллоидных растворов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В группу исследования вошли 20 детей с челюстно-лицевой патологией (расщелина твердого, мягкого неба, верхней губы, косметические дефекты мягких тканей лица) в возрасте от 3 мес до 14 лет, с массой тела 5–50,5 кг и ростом 58–166 см. Перед оперативным вмешательством все дети находились в удовлетворительном состоянии, оценка по шкале ASA – 1–2. В предоперационной инфузионной подготовке пациенты не нуждались. Период предоперационного голодания: 6 ч – отсутствие приема твердой пищи и 4 ч – отсутствие приема жидкости.

Премедикацию выполняли внутримышечно дормикумом в дозе 0,2 мг/кг за 20 мин до начала анестезии. Все оперативные вмешательства проводили под комбинированной эндотрахеальной анестезией с использованием фентанила 0,005% в дозе 3 мкг/кг. Поддерживали анестезию ингаляцией севофлурана (2 об.%) в газотоке: 1 л/мин 30% O₂ и 70% воздух по

закрытому контуру и дробным введением фентанила. Во время операции все пациенты находились в горизонтальном положении на спине.

Для оценки перераспределения воды по сегментам организма исследовали данные сегментарной биоимпедансометрии – импеданс туловища (ИТ), импеданс правой руки (ИПР), импеданс левой руки (ИЛР), импеданс правой ноги (ИПН), импеданс левой ноги (ИЛН) – с помощью прибора «ABC-01» фирмы «Медасс» (Россия).

Контроль гемодинамики осуществляли по показателям электрокардиографии (ЭКГ), частоты сердечных сокращений (ЧСС), артериального давления среднего (АДср), сердечного индекса (СИ), ударного объема (УО), общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС) с помощью прибора фирмы «Nissomo» (Япония). Во время анестезии регистрировали насыщение крови кислородом (SaO₂) и капнометрию (etCO₂) с помощью монитора «Cardiicap» фирмы «Datex» (Финляндия).

Объем интраоперационной кровопотери составлял в среднем 3% объема циркулирующей крови (ОЦК). Уровень диуреза интраоперационно оценивали с помощью уретрального катетера. Данные фиксировали на этапах: 0 – перед началом индукции наркоза, а затем каждые 15 мин до завершения наркоза.

Инфузионную терапию во время наркоза проводили только изотоническими кристаллоидными растворами (хлорид натрия 0,9%, Йоностерил, Три-соль). Средний объем инфузии – 11 мл/кг/ч; среднее время наркоза – 75 мин; время оперативного вмешательства – 45 мин. Специального лечения в интраоперационном периоде не проводили.

Статистическая обработка значений гемодинамики и импедансометрии проведена с помощью программы «Статистика 6» с оценкой достоверности получаемых различий по критерию Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На протяжении всего анестезиологического пособия насыщение крови кислородом (SaO₂) и напряжение углекислого газа в конечной фракции выдыхаемой газовой смеси (etCO₂) находились в пределах нормальных значений.

По данным биоимпедансометрии, перераспределение воды в организме на фоне инфузионной терапии с использованием кристаллоидных растворов не сопровождалось статистически достоверными изменениями импеданса туловища и конечностей. Между тем на протяжении всего исследования проявлялась тенденция к снижению ИТ, различия значений которого на последнем этапе регистрации показателя по отношению к исходным величинам составили 5,2%

(соответственно с 40,4 до 38,3 Ом). Отклонения импедансов конечностей также характеризовались снижением, более выраженным, чем у туловища. Так, импеданс правой руки снижался на 2,8% (с 369,6 до 359,3 Ом); импеданс левой руки – на 7,2% (с 364,2 до 338 Ом), импеданс правой ноги – на 8,7% (с 321,1 до 293,2 Ом), импеданс левой ноги – на 7,3% (с 320,2 до 296,8 Ом). Следует отметить, что если при оценке импеданса туловища наблюдалась последовательная динамика снижения этого показателя от этапа к этапу, то при регистрации импедансов конечностей при общей тенденции к снижению имелись некоторые колебания, а именно незначительное повышение их значений на некоторых этапах исследования (табл. 1). Отсутствие статистически значимых изменений импеданса туловища и конечностей на всех этапах их регистрации обусловлено рядом факторов, в числе которых низкий волемиический коэффициент кристаллоидных растворов, их непродолжительное на-

хождение в сосудистом русле в условиях изоосмии при адекватном диурезе и перераспределении между сосудистым и интерстициальным пространствами. Об адекватности водной нагрузки свидетельствовал стабильный уровень диуреза в среднем объеме 2,1 мл/кг/ч на протяжении всего интраоперационного периода.

На фоне статистически незначимых отклонений импедансов туловища и конечностей, свидетельствовавших об отсутствии какого-либо существенного влияния проводимой инфузионной терапии на баланс воды в организме пациентов в ходе выполнения анестезиологического пособия, гемодинамические показатели претерпевали довольно существенные изменения. На протяжении всего исследования они имели тенденцию к поэтапному снижению и достигали минимального значения к 90-й минуте от начала их регистрации. Снижение частоты сердечных сокращений на первых четырех этапах происходило

Таблица 1

Динамика показателей биоимпедансометрии на фоне инфузии кристаллоидных растворов у детей ($M \pm m$, $n=20$)

Показатель	Этап исследования, мин						
	0	15	30	45	60	75	90
ИТ, Ом	40,04±7,85	39,7±8,32	40,38±9,11	40,13±9,17	39,9±9,06	39,4±9,34	38,3±9,58
ИПР, Ом	369,6±47,8	362,1±46,2	363,2±53,7	358,6±53,3	354,2±53,5	351,4±56,1	359,3±60,7
ИЛР, Ом	364,2±69,5	366,5±72,3	361,9±77,5	356,7±70,6	353±71,9	351,3±78,2	338±78,5
ИПН, Ом	321,1±87,3	313±91,3	302,8±91,9	299,5±88,5	294,9±87,6	302,5±91,1	293,2±86,9
ИЛН, Ом	320,2±88,4	314,9±89,1	307,6±93,4	301±93,2	298±92,5	303,8±96,8	296,8±101,4

* $p < 0,05$, достоверность отличий от нулевого этапа.

Таблица 2

Гемодинамические показатели на фоне инфузии кристаллоидных препаратов ($M \pm m$; $n=14$)

Показатель	Этап исследования, мин						
	0	15	30	45	60	75	90
ЧСС, уд./мин	134,8±5,6	129,6±5,1	128,7±5,5	124,2±5,3	120,2±5,1	118,6±4,8	111,2±5,6*
АДср., мм рт. ст.	60,2±3,5	48,5±2,1*	47,7±2,5*	44,4±2*	46,2±3,6*	48,5±4,7*	49,7±7,3
УО, мл	17,5±3,4	16,8±3,8	16,9±3,7	15,4±3,8	16±4,4	15,6±4,3	13,1±5,5*
СИ, л/мин/м ²	4,1±0,5	3,6±0,4	3,4±0,4	3,3±0,4	3,4±0,5	3,4±0,5	2,6±0,6*
ОПСС, дин/с/см ⁵	3039±754	2909±713	2688±504	2826±509	2989±749	3070±787	3208±867

* $p < 0,05$, достоверность отличий от нулевого этапа.

плавно, в дальнейшем, на 5-м и 6-м этапах, отмечалось усиление данной тенденции. Максимальное снижение ЧСС было выявлено на последнем этапе – 17,5% исходного значения (табл. 2).

Наибольшее снижение артериального давления проявилось на 3-м этапе (45-я минута от начала анестезии), который соответствовал периоду насыщения пациента препаратами анестезии, введенными во время индукции и поддержания наркоза. В дальнейшем был отмечен рост АДср. до последнего этапа, когда значения показателя отличались от исходных данных в среднем на 17,4% (табл. 2).

Динамика ударного объема, как и ЧСС, характеризовалась поэтапным снижением с достижением минимума средних значений (25,1% исходного значения) к 90-й минуте от начала анестезии и инфузии кристаллоидных препаратов.

Максимальное снижение сердечного индекса в исследуемой группе составило 36,6% исходного значения. Данный показатель планомерно снижался на 2–4-м этапах, стабилизировался на 4–6-м и вновь снизился к концу исследования.

Динамика ОПСС характеризовалась довольно резким снижением на 2-м и 3-м этапах (на 11,5%), в дальнейшем отмечалось повышение этого показателя, величина которого на последнем этапе несколько превышала исходные данные. Происходило это в момент снижения других показателей гемодинамики (ЧСС, УО, СИ), но при повышении АДср. Такого рода изменения – компенсаторная реакция сердечно-сосудистой системы в ответ на снижение ЧСС, УО и СИ.

Полученный профиль кривых динамики УО, СИ, ОПСС свидетельствует о существенном влиянии препаратов анестезии на эти показатели и невысокой компенсаторной функции проводимой инфузионной терапии в коррекции отмечаемых изменений гемодинамики.

ВЫВОДЫ

Полученные данные свидетельствуют о том, что коррекция водного баланса инфузией кристаллоидных растворов в объеме 11 мл/кг/ч в комплексе анестезиологического пособия с применением севофлурана и фентанила не позволяет в полной мере компенсировать возникающие изменения гемодинамики депрессивного характера даже при малотравматических хирургических вмешательствах. В то же время использованный объем инфузии кристаллоидных растворов не привнес существенных изменений в перераспределение воды и ее накопление в интерстиции или внутриклеточном пространстве по сегментам тела, что подтвердила биоимпедансометрия.

Литература

1. Иванов Г.Г., Мещеряков Г.Н., Кравченко Н.Р. Биоимпедансометрия в оценке водных секторов // Анестезиология и реаниматология, №1, 1999, с. 59–63.
2. Boineau F.G., Lewy J.E. Estimation of parenteral fluid requirements. // *ibid.* 1990. V. 37 p. 257–264.
3. Dabbagh S., Ellis D. Regulation of fluid and electrolytes in infants and children. In: Motoyama E.K., Davies P.G., editors. *Smith's anesthesia for infants and children.* 5th ed. 1990. p. 105–141.
4. Friis-Hansen B. Body water compartment changes in children: changes during growth and related changes in body composition. *Pediatrics* 1961; 28: 169–81.
5. Hannan W.J., Cowen S.J., Pearon K.C. Evaluation of multi-frequency bio-impedance analysis for the assesment of extracellular and total body water in surgical patients. *Clin Sci Colh* 1994; 86: 479–85.
6. Haljamae H. Use of fluids in trauma. *Intern J Intens Care* 1999; 6 (1): 20–30.
7. Hill L.L. Body composition, normal electrolyte concentrations and the maintenance of normal volume, tonicity and acid-base metabolism. *Ped Clin N Am* 1990; 37: 287–94.
8. Shafi S., Kauder D.R. Fluid resuscitation and blood replacement in patients with polytrauma. *Clin Orthop Relat Res* 2004; 422: 37–42.