

УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ КРОВИ В КОМПЛЕКСЕ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ С ИСККУСТВЕННЫМ КРОВООБРАЩЕНИЕМ У ДЕТЕЙ

Тодуров Б.М., Дружина А.Н.

Киевская городская клиническая больница «Киевский городской центр сердца»

В статье описаны результаты 4-летнего исследования применения ультрафильтрации крови как метода коррекции гидробаланса у детей и новорожденных при проведении оперативных вмешательств с искусственным кровообращением.

Ключевые слова: *ультрафильтрация крови, гидробаланс, искусственное кровообращение.*

Ежегодно в Украине рождается 5–6 тыс. детей с ВПС (8–10 детей на 1000 новорожденных), составляющим в структуре врожденных пороков развития (ВПР) около 22%. Большая часть ВПС подвергается хирургической коррекции в условиях искусственного кровообращения (ИК). Расширение возможностей ИК и значительное снижение осложнений, связанных с применением этого метода, привело в последние годы к увеличению количества операций радикальной коррекции сложных ВПС у новорожденных и детей младшего детского возраста. Однако детский организм остается наиболее восприимчивым к отрицательным воздействиям экстракорпорального кровообращения [1, 2]. И до настоящего времени существует ряд нерешенных вопросов, касающихся нарушений гидробаланса у детей и его коррекции в ближайшем послеоперационном периоде [3].

В первую очередь остается нерешенным вопрос о нормализации гидробаланса в ближайшем послеоперационном периоде [4]. Отечный синдром, как проявление нарушения гомеостаза, достаточно часто встречается при использовании экстракорпорального кровообращения у новорожденных и детей младшего детского возраста [5]. Одной из причин, приводящей к развитию отека, является значительное несоответствие между первичным объемом заполнения экстракорпорального контура кровообращения и объемом циркулирующей крови (ОЦК) новорожденных и детей младшего детского возраста [1, 3, 5].

Анализ литературных данных свидетельствует, что среди методов профилактики отека в детской кардиохирургической практике наиболее предпочтительным является метод ультрафильтрации крови (УФК) [4]. Ультрафильтрация – удаление из крови водной составляющей через полупроницаемую мембрану под действием градиента гидростатического давления по обе стороны мембраны. Метод УФК основывается на принципе конвекционного переноса веществ, растворенных в воде, под действием гидростатического давления.

Цель – исследовать влияние метода УФК на гематологические и биохимические показатели при проведении ИК, а также в ближайшем постперфузионном периоде у детей и новорожденных.

Материалы и методы. Для выполнения поставленной задачи нами обследован 61 пациент, оперированный по поводу врожденных пороков сердца в Киевской городской клинической больнице «Киевский городской центр сердца» в отделении врожденных пороков сердца с января 2008 по ноябрь 2012 года. Все пациенты были в возрасте от 3

дней до 18 месяцев (в среднем $11,43 \pm 0,29$ мес.) и с массой тела $11,52 \pm 2,34$ кг (от 3,4 до 14,5 кг). В перечне оперированных патологий были следующие ВПС: ТМС, ДМЖП с ЛГ, ЧАДЛВ, ТАДЛВ, ДОМС, А–V коммуникация. Всем детям была выполнена радикальная коррекция ВПС в условиях гипотермического искусственного кровообращения.

У 32% пациентов наблюдалась гепатомегалия, одышка, снижение двигательной активности, усиление симптомов при кормлении, сниженное парциальное напряжение кислорода в артериальной и венозной крови. У 79% больных уровень насыщения артериальной крови кислородом колебался от 85 до 99%, у остальных – была выявлена выраженная гипоксемия со средним уровнем насыщения артериальной крови кислородом $68,5 \pm 0,75\%$. Критическое состояние наблюдалось у всех пациентов с ТДЛВ. У 73% больных наблюдалась гипотрофия II–IV степени. У 43% больных была диагностирована высшая и умеренная легочная гипертензия.

У пациентов первой группы уровень гемоглобина до операции находился в пределах от 90 до 140 г/л (в среднем $108,2 \pm 5,8$ г/л), причем у 38% больных он был ≥ 100 г/л. Биохимические показатели крови до операции по группе в целом находились в пределах допустимых физиологических границ, без резких отклонений от нормы (в среднем): общий белок крови – $62,5 \pm 0,5$ г/л; натрий – $138,1 \pm 0,9$ ммоль/л; калий – $3,2 \pm 0,6$ ммоль/л.

В процессе исследования проводился анализ гематологических и биохимических показателей крови больных на следующих этапах: 1) до ИК; 2) в период гипотермии; 3) после завершения процедуры УФК; 4) через 3 часа после завершения операции; 5) через 6 часов после завершения операции.

Общее обезболивание в обеих группах больных проводилось по стандартным схемам, разработанным ранее для новорожденных и грудных детей в Киевской городской клинической больнице «Киевский городской центр сердца». Искусственное кровообращение проводили на аппаратах “System 1” («TERUMO», США). Для проведения экстракорпорального кровообращения использовали оксигенаторы Baby RX («TERUMO», Япония), KIDS D100, D101 (“Dideco”, Италия) и Quadroх-I Pediatric, Neonatal («Maquet», Германия). Диаметр магистралей составлял 1/4 и/или 3/16 дюйма. Перфузат составляли на основе 6% раствора ГЭК (Волювен, «Fresenius», Германия), а также р-ра маннита 15%, натрия гидрокарбоната 4%, гепарина и донорской эритроцитарной массы, обедненной лейкоцитами, путем прямой фильтрации через лейкоцитарный фильтр (фильтр № 1, Pall).

Гемофильтр включали в систему экстракорпоральной циркуляции на этапе сборки контура ИК. УФ проводилась во время искусственного кровообращения, начиная с этапа согревания пациента. Все это время гемофильтр находился в состоянии ожидания, будучи готовым к работе. Гемофильтр в контуре аппарата ИК размещался между артериальной и венозной линиями: вход соединялся с артериальной линией ближе к оксигенатору, а выход – с венозной линией. При проведении модифицированной УФК гемофильтр в контуре аппарата ИК также размещался между артериальной и венозной линиями, однако ближе к артериальной и венозной канюле; до гемофилтра устанавливался дополнительный насос. Скорость кровотока через фильтр поддерживалась в пределах 50–100 мл/мин, что позволяло постепенно изменять внутрисосудистый объем жидкости, возмещая потери с ультрафильтрацией за счет объема из интерстициально-го пространства.

Результаты. Уровень гемоглобина (рис. 1) до операции был в среднем равен $108,2 \pm 5,8$ г/л. К моменту основного этапа перфузии (*II этап исследования*) величина гемоглобина

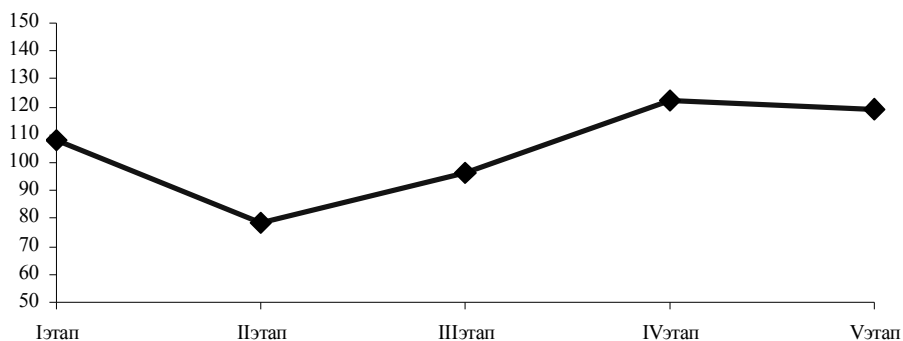


Рис. 1. Динамика гемоглобина у пациентов на разных этапах исследования

крови в среднем составила $78,56 \pm 4,31$ г/л. После УФК (*III этап*) отмечалось достоверное увеличение гемоглобина на 18,3% – до $96,08 \pm 0,77$ г/л ($p < 0,05$) – по отношению к показателю предыдущего этапа. На *IV этапе* исследования, через 3 часа после операции, величина гемоглобина крови достигла в среднем $121,92 \pm 1,04$ г/л ($p < 0,05$), что превосходит показатель II этапа на 32%. На *V этапе* исследования отмечалось небольшое снижение значения гемоглобина крови (на 3,2% от показателя предыдущего этапа исследования) в основной группе – до $119,3 \pm 2,81$ г/л и не было достоверным ($p > 0,05$), тогда как по сравнению со II этапом этот показатель достоверно отличается.

При проведении УФК мы изучали динамику изменений биохимических показателей крови, в частности концентрации белка, лактата и электролитов (натрия, калия).

Белок плазмы. На *I этапе* исследования в I группе значения общего белка плазмы (рис. 2) соответствовали $61,03 \pm 0,09$ г/л. На *II этапе* исследования во время ИК отмечалось снижение концентрации белка плазмы до $40,01 \pm 1,25$ г/л (34,5%). После УФ (III этап) наметилась тенденция роста показателей общего белка плазмы и значение его достигло $51,28 \pm 1,46$ г/л, что на 20,5% больше в сравнении с этапом перфузии ($p < 0,05$). Через 3 часа после операции (IV этап) было отмечено достоверное повышение уровня белка до $60,31 \pm 1,89$ г/л, что на 34% больше его значения на II этапе исследования ($p < 0,05$).

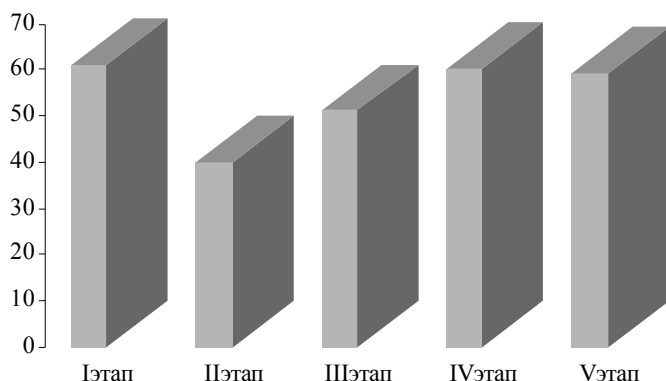


Рис. 2. Динамика белка плазмы у пациентов на разных этапах исследования

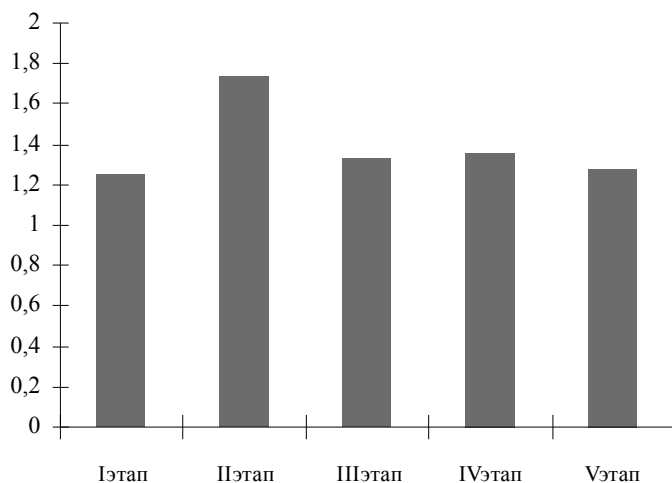


Рис. 3. Динамика уровня лактата у пациентов на разных этапах исследования

На V этапе исследования, через 6 часов после окончания операции, концентрация общего белка плазмы составляла $59,44 \pm 0,21$ г/л, что достоверно отличалось по сравнению с показателем после окончания ИК ($p < 0,05$).

Лактат. На I этапе исследования у пациентов (рис. 3) концентрация лактата в крови составляла $1,25 \pm 0,45$ ммоль/л. На II этапе исследования во время гипотермии ИК уровень лактата вырос до $1,73 \pm 0,15$ ммоль/л. На III этапе исследования после УФК концентрация лактата плазмы снизилась до $1,33 \pm 0,17$ ммоль/л, что достоверно отличалось от показателя на момент проведения гипотермического ИК ($p < 0,05$). На IV этапе исследования концентрация лактата крови несколько выросла, хотя и незначительно ($p > 0,05$), но по сравнению с показателем лактата на момент проведения перфузии этот показатель был достоверно ниже – $1,36 \pm 0,78$ ммоль/л ($p < 0,05$). На V этапе исследования, через 6 часов после операции, концентрация лактата крови в I группе незначительно снизилась ($p > 0,05$) – $1,28 \pm 0,63$ ммоль/л ($p < 0,05$).

Натрий. На I этапе исследования до начала операции концентрация натрия в плазме (табл. 1) была $140,62 \pm 0,12$ ммоль/л. Во время ИК величина натрия составляла $141,25 \pm 0,38$ ммоль/л. На III этапе исследования после проведения УФК значение натрия в крови составило $143,43 \pm 0,60$ ммоль/л. На IV этапе исследования через 3 часа после операции уро-

Таблица 1

Динамика уровня натрия у пациентов на разных этапах исследования

	Группа I	Группа II	p
I этап	$140,62 \pm 0,12$	$139,18 \pm 0,31$	$>0,05$
II этап	$141,25 \pm 0,38$	$140,11 \pm 1,10$	$>0,05$
III этап	$143,43 \pm 0,60$	$141,77 \pm 0,34$	$>0,05$
IV этап	$142,24 \pm 0,50$	$141,07 \pm 1,01$	$>0,05$
V этап	$141,88 \pm 0,29$	$140,98 \pm 1,11$	$>0,05$

вень натрия не претерпевал выраженных изменений и на данном этапе был равен $142,24 \pm 0,50$ ммоль/л ($p > 0,05$). На *V этапе* исследования, как и на предыдущих этапах, уровень натрия оставался без существенных изменений ($p > 0,05$) и составлял $141,88 \pm 0,29$ ммоль/л ($p > 0,05$).

Калий. На *I этапе* исследования (табл. 2) до операции концентрация калия в плазме составляла $3,81 \pm 0,27$ ммоль/л. Уровень калия в плазме во время *ИК* увеличился до $4,65 \pm 0,67$ ммоль/л и находился в пределах допустимых физиологических границ. На *III* этапе исследования после проведения УФК существенной динамики в уровне калия не отмечалось: $4,44 \pm 0,11$ ммоль/л ($p > 0,05$). На *IV этапе* исследования, через 3 часа после операции, значение калия составило $4,68 \pm 0,16$ ммоль/л. На *V этапе* исследования значение калия в плазме было равно $4,52 \pm 0,12$.

Таблица 2

Динамика уровня калия у пациентов на разных этапах исследования

	Группа I	Группа II	p
I этап	$3,81 \pm 0,27$	$3,69 \pm 0,19$	$> 0,05$
II этап	$4,65 \pm 0,67$	$4,55 \pm 0,45$	$> 0,05$
III этап	$4,44 \pm 0,11$	$4,41 \pm 0,32$	$> 0,05$
IV этап	$4,68 \pm 0,16$	$4,51 \pm 0,27$	$> 0,05$
V этап	$4,52 \pm 0,12$	$4,48 \pm 0,31$	$> 0,05$

Выводы. Полученные в исследовании данные наглядно демонстрируют высокую эффективность ультрафильтрации крови как метода, позволяющего быстро устранять избыточную гемодилюцию при проведении искусственного кровообращения. Динамика гемоглобина и общего белка плазмы, при стабильных показателях электролитного состава крови, а также незначительные колебания уровня лактата на всем периоперационном периоде говорят о безопасности методики, что особенно важно при использовании методов коррекции водного баланса у детей и новорожденных.

Литература

1. Дружина А.Н. Применение метода ультрафильтрации в кардиохирургическом лечении детей раннего возраста/Дружина А.Н., Лоскутов О.А., Якубюк С.А., Бабаджанов К.Б., Кваша А.И., Яковенко И.Г., Гуртовенко А.Н.// Щорічник наукових праць Асоціації серцево-судинних хірургів України. – К., 2002. – Вип. 10.
2. Дружина А.Н., Лоскутов О.А., Гуртовенко А.Н. Актуальные аспекты применения метода ультрафильтрации в кардиохирургии/А.Н. Дружина, О.А. Лоскутов, А.Н. Гуртовенко//Біль, знеболювання і інтенсивна терапія. – 2002. – № 3 (20).
3. Меньшугин И.Н. Искусственное кровообращение у детей в условиях искусственного кровообращения/ И.Н. Меньшугин . – М.: Медицина, 1999. – 167 с.
4. Boodhwani Munir. Ultrafiltration reduces blood transfusions following cardiac surgery: a meta-analysis/Boodhwani Munir, Williams Kathryn, Babaev Andrew, Gill Gurinder// European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – Vol. 30, issue 6 (December, 2006). – P. 892–897.
5. Chaturvedi R.R. Modified ultrafiltration improves global left ventricular systolic function after open-heart surgery in infants and children / R.R. Chaturvedi [et al.] // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 1999. – Vol. 15. – № 6. – P. 742–746.

**УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЯ КРОВІ В КОМПЛЕКСІ АНЕСТЕЗІОЛОГІЧНОГО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПЕРАТИВНИХ ВТРУЧАНЬ
ЗІ ШТУЧНИМ КРОВООБІГОМ У ДІТЕЙ**

Тодуров Б. М., Дружина О.М.

В статті викладено результати 4-річного дослідження застосування ультрафільтрації крові як методу корекції гідробаланса у дітей та новонароджених при проведенні оперативних втручань зі штучним кровообігом.

Ключові слова: *ультрафільтрація крові, гідробаланс, штучний кровообіг.*

**ULTRAFILTRATION OF BLOOD IN ANESTHESIA MANAGEMENT OF
CARDIOPULMONARY BYPASS SURGERY IN CHILDREN**

Todurov B. M., Druzhyna O. M.

The article describes results of 4 years study of the ultrafiltration of blood, as a hydrobalance corrections method in children and newborns during cardiopulmonary bypass surgery.

Key words: *ultrafiltration of blood, hydrobalance, cardiopulmonary bypass.*