

**Н.Б. БАЙЖИГИТОВ^{1,3}, М.Б. КУЛИМБЕТ^{1,2}, А.А. МЕРЕКЕ^{1,2},
Б.К. САУРАНБАЕВА¹, Ю.Н. БОЙКО¹, Д.Н. АМАНОВ¹,
Г.Ж. САРЖАНОВ¹, А.К. НАУРУШЕВ¹**

*Казахский Национальный медицинский университет
им. С.Д. Асфендиярова*

Кафедра сердечно-сосудистой хирургии¹

*Научно-исследовательский институт фундаментальной и
прикладной медицины им. Б.А. Атычабарова²*

*РГП на ПХВ «Центр перинатологии и детской кардиохирургии»
УЗ, г.Алматы³*

КЛИНИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ КРОВИ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

УДК 616.12-007.2-053.2:66.067.38+612.11/.12

Цель исследования: усовершенствовать методику модифицированной ультрафильтрации крови как компонента искусственного кровообращения (ИК) во время кардиохирургических операций у детей раннего возраста.

В своей работе для решения поставленных задач мы изучили течение интраоперационного периода у 69 детей с врожденными пороками сердца, оперированных в условиях ИК в отделении детской кардиохирургии «Центра перинатологии и детской кардиохирургии», г.Алматы.

Методы исследования: Лабораторные (общего анализа крови, биохимического анализа крови, коагулограммы, кислотно-основного состояния крови). Инструментальные (электрокардиография, эхокардиография, рентген грудной клетки, ангиокардиография).

Перед перфузиологом, обеспечивающим искусственное кровообращение у ребенка, в первую очередь встает проблема нарушения гемогидробаланса и его коррекции. Причины нарушений следующие: значительное несоответствие между первичным объемом заполнения контура аппарата искусственного кровообращения и объемом циркулирующей крови ребенка, вынужденная необходимость использования трансфузионных сред, физиологическая гидрофильность тканей детского организма, несовершенная функция почек, применение гемодилюции и гипотермии, отсутствие полной биосовместимости материалов экстракорпорального контура и крови больного. Все это приводит к активации ферментативных каскадов, развитию синдрома повышенного «капиллярного пропотевания» и тканевой гипергидратации.

Из существующих методов коррекции синдрома гипергидратации наиболее эффективным, является модифицированная ультрафильтрация крови.

Ключевые слова: модифицированная ультрафильтрация крови, искусственное кровообращение, гемогидробаланс, врожденные пороки сердца.

Ведение: В настоящее время эффективность воздействия модифицированной ультрафильтрации (МУФ) на детский организм широко изучается. Опубликовано много работ, показывающих высокую эффективность этой процедуры в плане снижения тканевых отеков [1,2]. Отмечены такие положительные эффекты МУФ как повышение артериального давления, гемоконцентрация, повышение онкотического давления плазмы, изучена динамика некоторых биохимических показателей, уровня медиаторов воспаления, миокардиодепрессивных факторов [3,4,5,6]. Последние исследования в этой области посвящены сравнительным оценкам различных методик ультрафильтрации [5], оценке мозгового кровотока при проведении процедуры [6], влиянию методики на смертность после кардиохирургических операций [4]. Публикуемые обзорные статьи доказывают, что применение ультрафильтрации как в детской, так и во взрослой кардиохирургии существенно снижает необходимость в использовании трансфузионных сред [4].

Нам представилось интересным улучшить методику МУФ и оценить ее эффективность в комплексе анестезиологического обеспечения детских кардиохирургических операций, тем самым дополнить имеющиеся данные об эффектах, которые оказывает МУФ на детский организм и течение анестезии.

Цель исследования: усовершенствовать методику модифицированной ультрафильтрации крови как компонента искусственного кровообращения во время кардиохирургических операций у детей раннего возраста.

Материалы и методы исследования:

В своей работе для решения поставленных задач мы изучили течение интраоперационного периода у 69 детей с врожденными пороками сердца, оперированных в условиях ИК в отделении детской кардиохирургии «Центра перинатологии и детской кардиохирургии», г.Алматы.

Все оперированные дети разбиты на 2 группы. Критерием разделения на группы явилось проведение процедуры модифицированной ультрафильтрации. В контрольной группе (n=25) оперативное вмешательство не включало процедуру ультрафильтрации. Пациенты основной группы (n=44) были разделены на 2 подгруппы. В подгруппе 1 (n=15) на начальном этапе исследования модифицированную ультрафильтрацию проводили по схеме, предложенной Elliott M.J. В подгруппе 2 (n=29) использовали разработанную нами схему.

Возраст прооперированных детей в основной группе составил 5 месяцев, масса тела 4,5 кг. Пациентов мужского пола – 15 детей, женского пола – 29 детей. В контрольной группе возраст составил 6 месяцев, масса тела 5,3 кг. Пациентов мужского пола - 10 детей, женского – 15 детей. Пациенты были сопоставимы по характеру и тяжести порока, времени искусственного кровообращения, имели стандартный протокол анестезиологического пособия и перфузии.

Результаты исследования: В проведенном нами исследовании был апробирован новый способ подключения фильтрационной колонки к перфузионной системе. Такая схема размещения ультрафильтра позволяет не только проводить МУФ крови без дополнительных хирургических манипуляций, но и контролировать степень

гемодилюции путем проведения гемоконцентрации в ходе ИК. Для оценки преимуществ предложенной нами схемы пациенты разделены на две подгруппы. В подгруппе 1 МУФ проводили по методике Elliott (n=15), в подгруппе 2 по предложенной методике (n=29). На этапах исследования оценивали уровень гематокрита, концентрацию белка и время проведения процедуры (таблица 1).

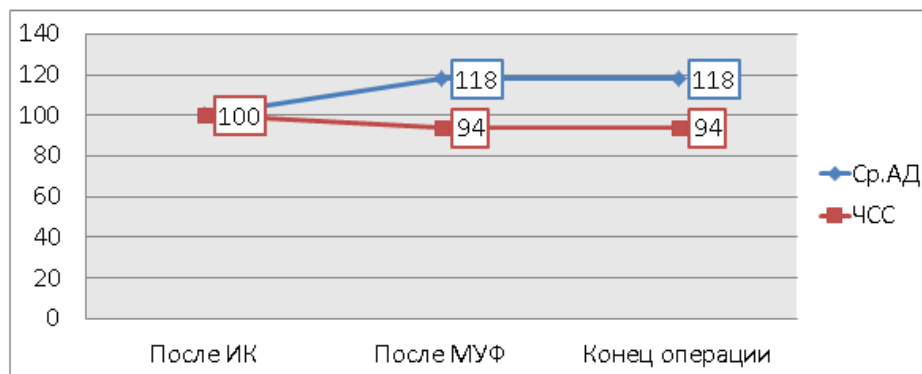
Таблица 1 - Динамика гематокрита и белка в подгруппах на этапах исследования

Этап	Подгруппа 1 (n=15)		Подгруппа 2 (n=29)	
	Ht (%)	Белок (г/л)	Ht (%)	Белок (г/л)
До ИК	35,4 (33,1;37,2)	64,2 (61,3;68,7)	35,1 (32,8;36,9)	65,1 (61,9;68,6)
Начало ИК	24,2 (23;24,9)	52,6 (50,3;55,7)	24,4 (22,9;25)	53,2 (50,9;56,6)
После кардио-плегии	21,4 (20,1;23,3)	46,4 (44,4;50,2)	24,2 (23,1;24,9)*	53,4 (50,9;56,9)*
Конец ИК	21,1 (20;22,4)	46,1 (44,1;49,8)	26,3 (24,2;27,1)*	54,1 (51,2;58,3)*
После УФ	33,8 (32,1;35,2)	59,3 (56,8;62,5)	34,2 (33,1;36,3)	60,2 (57,4;63,9)
Конец операции	34,9 (33,4;36,6)	59,7 (57,1;63,1)	35,1 (33,8;36,8)	60,5 (57,5;64,2)
Время УФ (мин.)	14,3 (12,8;15,6)		8,1 (6,5;10,9)*	

Примечание: * - $P < 0,05$ между подгруппами на этапе исследования

Общее количество удаленного фильтрата при использовании обеих методик достоверно не отличалось, хотя было несколько выше при использовании нашей схемы (567 (502;706) мл против 534 (492;657) мл). В ходе ИК в подгруппе 2 уровень Ht и концентрация белка оставались стабильными и превышали подобные показатели подгруппы сравнения на 11,5% ($p < 0,05$) и 13,1% ($p < 0,05$) соответственно. Вместе с этим, за счет объема жидкости, удаленного во время перфузии, уменьшался и объем, удаляемый после окончания ИК. Это существенно укорачивало время проведения самой процедуры МУФ. В нашем случае продолжительность МУФ в подгруппе 2 составила 8,1 (6,5;10,9) мин., что на 45,4% ($p < 0,05$) меньше по сравнению с методикой Elliott.

Анализ клинического течения интраоперационного периода наглядно продемонстрировал влияние МУФ крови на основные гемодинамические показатели (Диаграмма 1).



Примечание: * $P < 0,05$ по сравнению с данными, полученными после ИК

Диаграмма 1- Интраоперационная гемодинамика

Полученные данные показали, что после проведения МУФ по нашей методике отмечается достоверное изменение ряда интегральных показателей гемодинамики, которых не наблюдалось в контрольной группе, где эта процедура не проводилась. Так, прирост показателя среднего АД составил 18% ($p < 0,05$), при этом рассчитанное ОПС находилось в пределах физиологических значений и имело тенденцию к незначительному росту. После проведения МУФ давление в ЛА в основной группе снизилось на 15% ($p < 0,05$), а ОЛС на 24,4% ($p < 0,05$), тогда как в контрольной группе значимого изменения давления в ЛА и ОЛС не наблюдалось.

Снижение ЧСС после проведения МУФ достигло 6% от значений, полученных сразу после восстановления самостоятельной гемодинамики. Минутный объем крови при этом увеличился в основной группе на 11,5% и достоверно отличался от медианных значений группы сравнения ($p < 0,05$). Положительная динамика представленных выше гемодинамических параметров привела к увеличению СИ на 11,7% ($p < 0,05$).

Полученные данные мы оценили в совокупности с динамикой структурных и функциональных показателей миокарда левого желудочка. Функциональная оценка динамики состояния миокарда при проведении МУФ по нашей методике была осуществлена с помощью интраоперационной чреспищеводной эхокардиографии. Данные представлены в таблице 2 и 3.

Таблица 2 - Динамика размерно-объемных показателей ЛЖ на этапах исследования. Основная гр. (n=29), контрольная гр. (n=25)

Параметр		Этапы исследования		
		После ИК	После МУФ (осн.гр.), 15 мин. после ИК (контр. гр.)	Конец операции
КДР (мм)	Осн.	28 (26;30)	29 (27;31)*	29 (27;30)*
	Контр.	27,5 (26,2;29)	27,6 (26,2;28,7)	28 (26,4;29)
КСР (мм)	Осн.	18 (18;20)	17 (17;20)*	17 (17;20)*
	Контр.	18,2 (18;21)	18,1 (18;20)	18 (18;20)
КДО (мл)	Осн.	30,5 (24,6;33,6)	32,7 (28,3;37,4)*	32,7 (28,4;37,5)*
	Контр.	29,9 (24,1;32,7)	30 (24,3;32,8)	30 (24,2;32,8)
КСО (мл)	Осн.	10,2 (9,4;13,3)	9,3 (8,7;12,8)*	9,2 (8,8;12,7)*
	Контр.	10 (9,6;13,2)	9,9 (9,6;13,1)	9,7 (9,4;13)
УО (мл)	Осн.	19,3 (16,8;20,5)	23 (19,4;24,6)*	23,2 (19,7;24,9)*
	Контр.	19 (17,4;20)	19 (16;21)	19,3 (16,2;21,1)
ФВ (%)	Осн.	63 (58;65)	67 (65;71) *	66 (65;70) *
	Контр.	61 (56;63)	62 (56;64)	62 (56;64)

Примечание: * - $P < 0,05$ между подгруппами на этапе исследования

Проведенное исследование показало, что после окончания процедуры МУФ в основной группе толщина ЗСЛЖ уменьшилась на 6,6% ($p < 0,05$), а МЖП на 5,7% ($p < 0,05$). Вместе с тем произошло увеличение КДР на 3,6% ($p < 0,05$) и уменьшение КСР на 5,6% ($p < 0,05$). Соответственно этому изменились объемные показатели ЛЖ. КДО увеличился на 7,2% ($p < 0,05$), а КСО уменьшился на 9,9% ($p < 0,05$). Данные изменения привели к увеличению ФВ на 4,8% ($p < 0,05$), а УО на 20% ($p < 0,05$). Наглядным доказательством снижения отека миокарда явилось уменьшение после МУФ ММлж на 5,5% ($p < 0,05$).

Оценивая динамику кислотно-основного состояния, мы отметили, что проведение МУФ сопровождается удалением из крови бикарбонатов. В результате происходит смещение кислотно-основного состояния организма у данной группы пациентов в сторону компенсированного метаболического ацидоза (таблица 3).

Таблица 3 - Влияние МУФ на динамику кислотно-основного состояния

Показатель	Начало МУФ		Окончание МУФ	
	Кровь	Фильтрат	Кровь	Фильтрат
pH	7,42 (7,38;7,44)	7,63 (7,57;7,71)	7,33 (7,29;7,37)	7,61 (7,55;7,67)
CO2 (мм.рт.ст)	37,1 (35,2;38,6)	27,2 (25,8;28,7)	37,2 (35,1;38,4)	27,9 (26,1;29,3)
Станд. бикарбонат (ммоль/л)	24,3 (23,4;24,9)	27,1 (26,6;27,8)	20,8 (19,4;21,9)	27,3 (26,7;27,7)
Ист. бикарбонат (ммоль/л)	21,9 (20,7;22,4)	24,6 (23,9;26,1)	18,3 (17,7;19,6)	24,5 (23,7;26)
Избыток/ дефицит оснований (ммоль/л)	+1,1 (0,4;1,7)	+4,6 (3,8;5,2)	-4,3 (3,8;5,1)	+4,4 (3,7;5,4)

Выразив значения pH в абсолютных (ммоль/л), а не в логарифмированных величинах, мы получили снижение этого показателя за время проведения МУФ на 23,7%. Вместе с этим, мы отметили снижение стандартного бикарбоната на 14,4%, а истинного на 16,4%. Возникший в результате дефицит оснований составил -4,3 ммоль/л по медианным значениям. Исходя из средней массы тела (5,3кг) и объема удаленного ультрафильтрата (в среднем 560мл) мы получили, что у данной категории пациентов за время МУФ теряется до 10-11 ммоль бикарбонатов. Объяснение полученным результатам мы нашли в работе Clag A. 2000 г. В своем исследовании они изучали коэффициенты фильтрации различных ингредиентов и получили, что для бикарбоната натрия он равен 1. Это означает, что концентрация бикарбоната в ультрафильтрате равна его концентрации в крови. Таким образом, нужно иметь в виду, что концентрация вещества, будь то бикарбонат натрия, мочевины, анестетик, антиаритмик или даже ион типа кальция, может быть уменьшена ниже физиологического или терапевтического уровня в результате длительного периода гемофильтрации.

Изучение клинических эффектов МУФ крови по нашей методике у данной категории пациентов так же выявило ряд положительных моментов. Так, применение нашей методики позволяет уменьшить использование начальных доз инотропной поддержки более чем на 16%, средних доз на 12-15% и не использовать высокие дозы инотропных препаратов вовсе. При этом потребность в какой-либо инотропной терапии у пациентов основной группы на 46,4% меньше, чем в группе сравнения.

Таким образом, улучшение течения интра- и послеоперационного периода у детей с ВПС можно отнести к наиболее проблемным задачам современной кардиохирургии. Предложенная и апробированная нами схема проведения МУФ из-за имеющихся преимуществ облегчит работу как хирургов, так и перфузиологов. Комплексное влияние ИК на детский организм во время операции и последующие патологические изменения в гомеостазе должны максимально устраняться различными лечебными методами. Мы считаем, что одним из таких методов является предложенная

нами схема МУФ крови, которая оказывает благоприятное влияние на многие отрицательные стороны, связанные с использованием ИК. Мы уверены, что использование процедуры МУФ по нашей методике должно занять прочное место в детской кардиохирургии, особенно при операциях у самых маленьких пациентов.

Выводы:

1. Разработанный метод модифицированной ультрафильтрации крови во время операций на сердце у детей в условиях искусственного кровообращения оказывает комплексное положительное влияние на гемодинамику, функцию дыхания и периоперационные показатели гемогидробаланса, что достигается эффективной и безопасной коррекцией уровня гемодилюции во время экстракорпоральной перфузии и при ее завершении.

2. Преимуществами разработанного метода модифицированной ультрафильтрации крови во время операций на сердце у детей по сравнению с классическим способом Elliott M.J. является отсутствие необходимости проведения дополнительных хирургических манипуляций и сокращение продолжительности процедуры на 45,4% ($p < 0,01$).

3. Проведение модифицированной ультрафильтрации крови оказывает положительное влияние на миокард и показатели гемодинамики, вызывая снижение показателя удельного объема отека миокарда до исходного значения, массы миокарда левого желудочка на 5,5% ($p < 0,05$), толщины задней стенки левого желудочка на 6,6% ($p < 0,05$), повышением среднего артериального давления на 18% ($p < 0,05$), сердечного индекса на 11,7% ($p < 0,05$), снижением общего легочного сопротивления на 24,4% ($p < 0,05$).

4. Проведение модифицированной ультрафильтрации крови по нашей методике позволяет на 85% ($p < 0,01$) снизить интраоперационную водную нагрузку, в 50% ($p < 0,05$) случаев нормализует предсердно-желудочковую проводимость, снижает дозу инотропных препаратов у 15 - 16% оперированных детей, а в 46,4% ($p < 0,05$) случаев позволяет отказаться от назначения симпатомиметиков в раннем послеоперационном периоде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Пак В.А. Применение модифицированной ультрафильтрации крови у детей, оперированных в условиях искусственного кровообращения: дис. ... канд. мед. - Томск, 1999. - 138 с.
- 2 Gaynor J.W. Use of ultrafiltration during and after cardiopulmonary bypass in children // J Thorac Cardiovasc Surg. - 2001. - Vol. 122. - P. 209-211.
- 3 Ярустовский М.Б. Применение модифицированной ультрафильтрации при коррекции сложных врождённых пороков сердца у новорожденных и грудных детей // Анестезиология и реаниматология. - 1998. - № 1. - С. 41-47.
- 4 Wojar R.M. Manual of perioperative care in cardiac surgery. - Oxford: Blackwell Science, 1999. - 459 p.
- 5 Wheatley D.J. Cardiothoracic surgery in Europe: politics, pressures and practice // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. - 2000. - Vol. 16. - № 6. - P. 593-601.
- 6 Nagaoka H. Inhibition of kinin formation by a kallikrein inhibitors during extracorporeal circulation in open heart surgery // Circulation. - 1975. - Vol. 52. - P. 323-325.

**Н.Б. БАЙЖИГИТОВ, М.Б. КУЛИМБЕТ, А.А. МЕРЕКЕ, Б.К. САУРАНБАЕВА,
Ю.Н. БОЙКО, Д.Н. АМАНОВ, Г.Ж. САРЖАНОВ, А.К. НАУРУШЕВ**

**ЕРТЕ ЖАСТАҒЫ БАЛАЛАРДА УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯЛЫҚ МОДИФИЦИРЛЕНГЕН ҚАНДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ
КЛИНИКАЛЫҚ ӘСЕРІ**

Түйін: *Зерттеудің мақсаты:* ерте жастағы балалардағы кардиохирургиялық операция кезінде, ультрафильтрациялық модифицирленген қанды жасанды қан айналымда қолдануын жақсарту тәсілі.

«Перинатология орталығы және балалар кардиохирургиясы» бөлімшесінде жасанды қанайналым жағдайында жасалынған оталарды жүректің туа пайда болған ақауы диагнозымен 69 балаларды интраоперационды зерттеу жүргізілді.

Зерттеу әдістері: Зертханалық (жалпы қан анализі, қанның биохимиялық анализі, коагулаграмма, қанның қышқылдық-негіздік жағдайы). Аспаптық (электрокардиография, эхокардиография, кеуде рентгені, ангиокардиография).

Балаға жасанды қан айналым жүргізетін перфузиологтың алдында гидробаланс өзгерісі және оның коррекциясы тұрады.

Бұзылыстың себептері келесі: ЖҚ аппаратының алғашқы көлем контуры және баладағы қан айналым көлемінің сәйкессіздігі, трансфузиялық ортаны пайдалану қажеттілігі, бала ағзасының тіндік физиологиялық гидрофильділігі, бүйрек қызметінің жетілмегендігі, гемодилюцияны және гипотерапия қолдану, экстракорпоральді контур мен науқастың қанының толық биосәйкессіздігі. Осының бәрі ферменттік каскадтың активтілігіне әкеледі. Тіндік гипергидратация және капиллярлық сіңіру жоғарлайды.

Барлық әдістердің ішінен гипергидратация синдромын коррекциялауда эффективті, ультрафильтрациялық модифицирленген қан болып табылады.

Түйінді сөздер: ультрафильтрациялық модифицирленген қан, жасанды қанайналым, гемогидробаланс, жүректің туа пайда болған ақауы

**N.B. BAIZHIGITOV, M.B. KULIMBET, A.A. MEREKE, B.K. SAURANBAYEVA, Y.N. BOYKO, D.N. AMANOV,
G.ZH. SARZHANOV, A.K. NAURUSHEV**

CLINICAL EFFECTS OF APPLICATION OF THE MODIFIED BLOOD ULTRAFILTRATION IN INFANTS

Resume: *Objective:* to improve modified ultrafiltration in children undergoing operations for congenital heart disease.

Methods: We conducted a study in 69 young children with CHD undergoing open-heart surgery at the Center of Perinatology and Pediatric Cardiac Surgery, Almaty, Kazakhstan. Lab measures were obtained by standardized procedures, including ECG, ultrasound, X-ray and angiography.

The main purpose of perfusionist during CPB is to take care of hemo-hydrobalance disorders. The causes of these disorders include a significant discrepancy between the priming volume of CBP circuit and circulating blood volume, necessity of using transfusion solutions, hydrophilic features of child's body, inadequate kidney function, application of hemodilution and hypothermia, imperfect biocompatibility of extracorporeal circuit with the patient's blood. Eventually, a cascade of enzymatic activation, development of capillary leak syndrome and tissue hyperhydration.

The most efficient method of hyperhydration syndrome correction is a modified ultrafiltration of blood.

Keywords: Modified ultrafiltration of blood, extracorporeal circulation, hemo hydrobalance, congenital heart disease