

Тепловая прерывистая кровяная и фармакохолодовая кристаллоидная кардиоплегия при операциях изолированного коронарного шунтирования: есть ли разница в ближайшем послеоперационном периоде?

© В.В. Базылев, М.Е. Евдокимов, А.А. Горностаев, А.А. Щегольков, А.В. Булыгин

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Пенза), Пенза, Российская Федерация

Поступила в редакцию 1 августа 2018 г. Исправлена 5 декабря 2018 г. Принята к печати 10 декабря 2018 г.

Для корреспонденции: Алексей Александрович Щегольков, shchegolkov@gmail.com

Цель	Оценить влияние двух методов защиты миокарда с использованием тепловой прерывистой кровяной кардиоплегии и фармакохолодовой кристаллоидной кардиоплегии на течение интраоперационного и ближайшего послеоперационного периодов.
Методы	В ретроспективное исследование включено 2 539 пациентов с изолированным коронарным шунтированием, из которых 1 070 (45%) получали для защиты миокарда кристаллоидную кардиоплегию и 1 289 пациентов (55%) тепловую прерывистую кровяную кардиоплегию. Применен метод отбора подобного по коэффициенту склонности, максимально приближающий группы по включенным в исследование переменным. Конечными точками исследования были госпитальная летальность и различные послеоперационные исходы.
Результаты	Применение тепловой прерывистой кровяной кардиоплегии увеличивает частоту развития острого почечного повреждения на 39% (15,7 против 11,8%; отношение шансов (ОШ) 0,72; $p = 0,01$) и продолжительность искусственной вентиляции легких (Me = 5 ч 35 мин против 5 ч; $p < 0,01$). В группе кристаллоидной кардиоплегии во время искусственного кровообращения регистрировались более низкие показатели гемоглобина (Me = 65 г/л против 74 г/л; $p < 0,01$) и гематокрита (Me = 21% против 24%; $p < 0,01$). При этом эритроцитарная масса во время операции на 30% чаще переливалась пациентам в группе тепловой прерывистой кровяной кардиоплегии (24 против 19,6%; ОШ 0,77; $p = 0,02$). Послеоперационный баланс был выше в группе кристаллоидной кардиоплегии (Me = 1 700 мл против 1 350 мл; $p < 0,01$), а также на 64% чаще применялась инотропная и/или вазопрессорная терапия (4,5 против 2,8%; ОШ 1,64; $p = 0,04$). Продолжительность пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии была больше в группе кристаллоидной кардиоплегии ($p < 0,01$). Одновременно отсутствовали межгрупповые различия в частоте развития инфаркта миокарда, синдрома малого сердечного выброса, фибрилляции предсердий, переливания эритроцитарной массы и свежезамороженной плазмы в отделении реанимации и интенсивной терапии, острого нарушения мозгового кровообращения, осложнений со стороны органов желудочно-кишечного тракта, койко-дней в стационаре, летальности ($p > 0,05$).
Заключение	Применение тепловой прерывистой кровяной кардиоплегии снижает необходимость инотропной и/или вазопрессорной терапии, продолжительность пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии, но увеличивает частоту развития острого почечного повреждения, риск переливания эритроцитарной массы, продолжительность искусственной вентиляции легких.
Ключевые слова	защита миокарда; послеоперационное осложнение; тепловая прерывистая кровяная кардиоплегия; фармакохолодовая кристаллоидная кардиоплегия

Цитировать: Базылев В.В., Евдокимов М.Е., Горностаев А.А., Щегольков А.А., Булыгин А.В. Тепловая прерывистая кровяная и фармакохолодовая кристаллоидная кардиоплегия при операциях изолированного коронарного шунтирования: есть ли разница в ближайшем послеоперационном периоде? *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2018;22(4):64-73. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2018-4-64-71>



Введение

Совершенствование методов защиты миокарда на протяжении последних 10–20 лет позволили снизить риск неблагоприятных исходов после коронарного шунтирования (КШ) у большинства пациентов с ишемической болезнью сердца. Однако с каждым годом увеличивается количество пациентов высокого операционного риска, подвергающихся более сложным видам КШ [1]. Это происходит вследствие увеличения доли пациентов пожилого и старческого возраста, роста числа пациентов с отягощенным преморбидным фоном (сахарный диабет, заболевания периферических сосудов, гипертоническая болезнь и др.). Увеличивается степень тяжести поражения коронарного русла, необходимость выполнения повторных оперативных вмешательств, в том числе после чрескожной транслюминальной коронарной ангиопластики. Пациенты высокого операционного риска склонны к развитию осложнений: инфаркта миокарда (ИМ), синдрома малого сердечного выброса (СВ), острого почечного повреждения (ОПП), острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК); они требуют проведения инотропной и/или вазопрессорной терапии в послеоперационном периоде, продленной искусственной вентиляции легких (ИВЛ) [2].

Фармакохолодовая кристаллоидная и тепловая прерывистая кровяная кардиоплегии (КП) являются основными методами защиты миокарда в нашем стационаре. Несмотря на значительное число экспериментальных и клинических исследований, сравнивающих данные методики на основании уровня кардиоспецифических ферментов, послеоперационной заболеваемости и летальности, преимуществ одного метода над другим не выявлено [3]. Это связано как с гетерогенностью и небольшим количеством включенных в исследование пациентов, так и варьирующих в разных клиниках способов защиты миокарда и техники хирургического вмешательства.

Цель исследования — оценить влияние двух методов защиты миокарда с использованием тепловой прерывистой кровяной и фармакохолодовой кристаллоидной КП на течение интраоперационного и ближайшего послеоперационного периодов.

Методы

В ретроспективное исследование включены 2 359 пациентов, которым выполняли изолированную реваскуляризацию миокарда с января 2015 г. по декабрь

2016 г. Пациенты разделены на 2 группы в зависимости от способа защиты миокарда: группа тепловой прерывистой кровяной КП и группа фармакохолодовой кристаллоидной кардиоплегии.

Во время КШ с искусственным кровообращением (ИК) проводилась комбинированная анестезия (внутривенная и ингаляционная) согласно протоколу. Индукция начиналась с введения фентанила, пропофола и рокурония бромида для выполнения интубации. Анестезия поддерживалась фентанилом до общей дозы 20–25 мкг/кг и севофлюраном 1,5–2,5 об%. Во время ИК седацию поддерживали ингаляцией севорана в контур оксигенатора 1,5–2,5 об% (МАК 1,3–1,7). Осуществляли ИВЛ в режиме управления по объему кислородно-воздушной смесью. ИК проводилось на фоне тотальной гепаринизации на роликовых насосах с коэффициентом перфузии 2,8–3 л/м²/мин, в нормотермическом режиме (температура венозной крови 36,5–36,6 °С). Перфузионное давление поддерживалось на уровне 60–80 мм рт. ст. Использовались покрытые гепарином магистраль и оксигенаторы.

Защиту миокарда с помощью тепловой прерывистой кровяной и фармакохолодовой кристаллоидной КП проводили согласно протоколу, принятому в нашей клинике и описанному в ранее изданной статье [4].

После завершения операции все пациенты транспортировались в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), где ведение пациентов осуществлялось в соответствии со стандартными протоколами.

Мониторинг в ОРИТ включал инвазивное артериальное давление, центральное венозное давление, электрокардиографию, которая непрерывно проводилась на протяжении 48 ч послеоперационного периода в 5 отведениях, газовый и электролитный состав артериальной и венозной крови минимум четыре раза в сутки, мониторинг общего и биохимического анализа крови минимум один раз в сутки. Проводился почасовой контроль диуреза. Экстубация пациентов осуществлялась при уровне сознания RASS 0 (шкала возбуждения – седации Ричмонд), стабильных показателях гемодинамики с минимальной инотропной/вазопрессорной поддержкой, индекс оксигенации более 150 при фракции кислорода во вдыхаемой смеси не более 50%, при частоте дыхательных движений в режиме СРАР не более 30 в мин, жизненной емкости легких более 10 мл/кг массы тела, отрицательном инспираторном давлении более 20 см вод. ст.

Компонентами комбинированной конечной точки исследования являлись периоперационный ИМ, синдром малого СВ (установка внутриаортального баллонного контрпульсатора), острое почечное повреждение (ОПП), ОНМК, осложнения со стороны органов желудочно-кишечного тракта, госпитальная летальность, инотропная и/или вазопрессорная терапия, впервые возникшая фибрилляция предсердий (ФП) в послеоперационном периоде, частота переливания эритроцитарной массы (ЭМ), свежезамороженной плазмы, длительность ИВЛ, повторное оперативное вмешательство по поводу кровотечения или реКШ, раневая инфекция, койко-дни в ОРИТ и стационаре.

Послеоперационный ИМ диагностировался на основании увеличения уровня тропонина Т в 10 раз в течение первых 48 ч послеоперационного периода. Кроме повышения уровня тропонина Т дополнительными критериями ИМ являлись изменения на электрокардиограмме (появление нового зубца Q и/или блокады левой ножки пучка Гиса), или отрицательная динамика на коронарной ангиографии (окклюзия графта или появление новой окклюзии коронарных артерий), или появление зон нарушений локальной сократимости по данным эхокардиографии [5].

Под синдромом малого СВ понимают сердечный индекс менее 2,1 л/мин/м² и систолическое артериальное давление менее 90 мм рт. ст., рефрактерное к увеличению доз вазопрессорной (норадреналин более 0,4 мкг/кг/мин) и инотропной (добутамин более 10 мкг/кг/мин) терапии [6]. Показания к установке внутриаортального баллонного контрпульсатора: трудности отлучения от ИК, несмотря на использование инотропной и вазопрессорной терапии, развитие синдрома малого СВ в периоперационном и послеоперационном периодах.

Диагностировали ОПП на основании критериев KDIGO. Повышение уровня креатинина не менее

26,5 мкмоль/л в течение 48 ч или повышение креатинина не менее чем в 1,5 раза по сравнению с исходным уровнем. Объем мочи менее 0,5 мл/кг/ч за 6 ч. Принимали решение о начале заместительной почечной терапии не только на основании показателей мочевины и креатинина плазмы крови, но в большей мере на оценке динамики лабораторных данных и всестороннего анализа клинической ситуации [7].

Все клинические и лабораторные данные о пациентах взяты из электронной истории болезни («Медиадиалог 7.10 B0119»).

Статистический анализ

Статистическая обработка результатов осуществлялась с помощью программы IBM® SPSS® Statistics Version 21 (21.0.0.0). Выполнена проверка всех количественных переменных на тип распределения с помощью критерия Колмогорова – Смирнова, графически — с помощью квантильных диаграмм, а также показателей асимметрии и эксцесса. Результаты представлены как медиана (Me) и квартили (P₂₅ и P₇₅). Полученные данные с асимметричным распределением сравнивались с помощью межгруппового непараметрического критерия Манна – Уитни. Результаты представлены как абсолютное значение критерия (U), стандартизованная статистика критерия (Z), достигнутый уровень значимости (p).

Качественные данные сравнивались с помощью межгруппового критерия хи-квадрат Пирсона. Результаты представлены как численность группы (n), доля от группы (%), абсолютное значение критерия хи-квадрат Пирсона (χ²), достигнутый уровень значимости (p), отношение шансов (ОШ), 95% доверительный интервал отношения шансов (ОШ (95% ДИ)). Критический уровень значимости принят за p ≤ 0,05.

Чтобы избежать межгрупповых отличий, применен метод отбора подобного по коэффициенту склоннос-

Таблица 1 Сравнительная характеристика предоперационных качественных показателей у 1 003 пар пациентов (n = 2 006)

Показатель	Кровяная кардиоплегия, n = 1 003		Кристаллоидная кардиоплегия, n = 1 003		χ ²	p	ОШ	ОШ (95% ДИ)
	n	%	n	%				
Пол, мужской	801	79,9	830	82,8	1,76	0,1	1,21	0,97–1,52
СД	235	23,4	221	22	0,56	0,46	0,92	0,75–1,14
ФП	50	5	52	5,2	0,04	0,84	1,04	0,7–1,55
Гипертоническая болезнь	905	90,2	910	90,7	0,15	0,7	1,06	0,79–1,43
ХБП	408	40,7	404	40,3	0,03	0,86	0,98	0,82–1,18
Цереброваскулярные заболевания	221	22	210	20,9	0,36	0,55	0,94	0,76–1,16
Курение	460	45,9	465	46,4	0,05	0,82	1,02	0,86–1,23

Примечание. СД — сахарный диабет; ФП — фибрилляция предсердий; ХБП — хроническая болезнь почек; ОШ — отношение шансов; ДИ — доверительный интервал

Таблица 2 Сравнительная характеристика предоперационных количественных показателей у 1 003 пар пациентов (n = 2 006)

Показатель	Кровяная кардиоплегия, n = 1 003			Кристаллоидная кардиоплегия, n = 1 003			U	Z	p
	Me	P _{.25}	P _{.75}	Me	P _{.25}	P _{.75}			
Возраст, лет	61	56	66	61	56	65	481 880,5	-1,63	0,1
ИМТ	29,07	26,35	32,47	29,41	26,64	32,7	547 787,5	1,91	0,06
EuroSCORE I, %	1,97	1,33	3,08	1,91	1,33	2,89	483 689,5	-1,49	0,14
ИЭУО, мл/м ²	34,99	31,02	39,12	35,43	31,02	39,03	508 344,0	0,41	0,68
ФВ ЛЖ, %	54,29	47,06	61,83	55,26	48,67	61,87	519 239,0	1,25	0,21
СКФ, мл/мин	68,63	58,08	82,35	67,28	58,23	79,96	486 807,0	-1,25	0,21
Hb, г/л	147	137	155	147	139	155	519 465,0	1,27	0,2
Ht, %	44	41,5	46,3	41,3	43,7	46,1	484 984,5	-1,39	0,17

Примечание. ИМТ — индекс массы тела; EuroSCORE I — шкала оценки риска неблагоприятного исхода коронарного шунтирования; ИЭУО — индекс эффективного ударного объема; ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка; СКФ — скорость клубочковой фильтрации; Hb — гемоглобин; Ht — гематокрит

ти, максимально приближающий группы по включенным в исследование переменным [8].

Результаты

Из 2 359 пациентов, включенных в исследование, у 1 289 (55%) проводили кровяную КП и у 1 070 (45%) пациентов кристаллоидную кардиоплегию.

Предоперационные и периоперационные характеристики пациентов разделены на качественные и количественные показатели. Группы статистически значимо отличались по возрасту, индексу массы тела, уровню предоперационного гемоглобина (Hb) и гематокрита (Ht), времени ИК и ишемии миокарда, индексу шунтирования (p<0,05).

После использования метода отбора подобного по коэффициенту склонности (табл. 1–3) представлены характеристики пациентов, разделенные на качественные и количественные показатели. Группы статистически значимо не отличаются друг от друга по представленным переменным (p>0,05).

В таблицах 4–7 представлены периоперационные показатели и послеоперационные исходы в виде качественных и количественных переменных.

В группе кристаллоидной КП во время ИК регистрировались более низкие показатели Hb (Me = 65 г/л против 74 г/л; Z = -17,98; p<0,01) и Ht (Me = 21% против 24%; Z = -17,92; p<0,01). При этом эритроцитарную массу во время операции на 30% чаще переливали пациентам в группе кровяной КП (24 против 19,6%; ОШ

Таблица 3 Сравнительная характеристика интраоперационных количественных показателей у 1 003 пар пациентов (n = 2 006)

Показатель	Кровяная кардиоплегия, n = 1 003			Кристаллоидная кардиоплегия, n = 1 003			U	Z	p
	Me	P _{.25}	P _{.75}	Me	P _{.25}	P _{.75}			
Длительность ИК, мин	66	51	87	67	49	89	504 045	0,08	0,94
Длительность ИМ, мин	41	32	54	43	31	58	527 054	1,85	0,06
Индекс шунтирования	3	2	3	3	2	3	508 326	0,44	0,66

Примечание. ИК — искусственное кровообращение; ИМ — ишемия миокарда

Таблица 4 Сравнительная характеристика предоперационных качественных показателей у всех пациентов (n = 2 359) (переменные, используемые для создания показателей склонности)

Показатель	Кровяная кардиоплегия, n = 1 003		Кристаллоидная кардиоплегия, n = 1 003		χ ²	p	ОШ	ОШ (95% ДИ)
	n	%	n	%				
СЗП	45	4,5	61	6,1	2,55	0,11	1,38	0,93–2,05
ЭМ	241	24	197	19,6	5,66	0,02	0,77	0,63–0,96

Примечание. СЗП — свежзамороженная плазма; ЭМ — эритроцитарная масса; ; ОШ — отношение шансов; ДИ — доверительный интервал

Таблица 5 Сравнительная характеристика предоперационных количественных показателей у 1 003 пар пациентов (n = 2 006)

Показатель	Кровяная кардиолегия, n = 1 003			Кристаллоидная кардиолегия, n = 1 003			U	Z	p
	Me	P ₂₅	P ₇₅	Me	P ₂₅	P ₇₅			
Hb _{min} , г/л	74	65	81	65	56	71	270 576,5	-17,98	<0,01
Ht _{min} , %	24	21	26	21	18	23	271 265,5	-17,92	<0,01
Баланс в операционной, мл	1 350	1 000	1 673	1 700	1 300	2 050	710 053,5	14,18	<0,01

Примечание. Hb_{min} — минимальный уровень гемоглобина; Ht_{min} — минимальный уровень гематокрита

0,77; p = 0,02). Интраоперационный баланс был выше в группе кристаллоидной КП (Me = 1 700 мл против 1 350 мл; Z = 14,18; p<0,01). В группе кристаллоидной КП на 64% чаще применяли инотропную и/или вазопрессорную терапию (4,5 против 2,8%; ОШ 1,64; p = 0,04). В группе кровяной КП на 39% чаще развивалось ОПП (15,7 против 11,8%; ОШ 0,72; p = 0,01), была выше продолжительность ИВА (Me = 5 ч 35 мин против 5 ч; Z = -5,37; p<0,01). Продолжительность пребывания в ОРИТ была больше в группе кристаллоидной кардиолегии (Z = 4,27; p<0,01).

Частота развития ИМ, синдрома малого СВ, ФП в послеоперационном периоде, переливание ЭМ и свежезамороженной плазмы в ОРИТ, ОНМК, осложнения со стороны органов желудочно-кишечного тракта,

повторные операции (кровотечения, реКШ), раневая инфекция, койко-дни в стационаре, госпитальная летальность статистически значимо не отличались между группами (p>0,05).

Обсуждение

Исследования способов защиты миокарда в большинстве случаев основаны на лабораторных показателях послеоперационного уровня кардиоспецифических ферментов и не дают представления о клинической эффективности, поэтому мы сосредоточились на осложнениях послеоперационного периода, многие из которых, возможно, не имеют прямой связи с методом защиты.

Таблица 6 Сравнительная характеристика результатов послеоперационных качественных показателей у 1 003 пар пациентов (n = 2 006)

Показатель	Кровяная кардиолегия, n = 1 003		Кристаллоидная кардиолегия, n = 1 003		χ ²	p	ОШ	ОШ (95% ДИ)
	n	%	n	%				
Инфаркт миокарда	22	2,2	22	2,2	0	1	1	0,55–1,82
Синдром малого СВ (ВАБК)	2	0,2	3	0,3	0,2	0,65	1,5	0,25–9,0
Инотропная и/или вазопрессорная терапия ≥2 препарата	28	2,8	45	4,5	4,11	0,04	1,64	1,01–2,64
СЗП	40	4	55	5,5	2,49	0,12	1,4	0,92–2,12
ЭМ	62	6,2	63	6,3	0,01	0,93	1,02	0,71–1,46
Рестернотомия (гемостаз до 30 сут.)	17	1,7	19	1,9	0,11	0,74	1,12	0,58–2,17
Вторичные швы до 30 сут.	10	1	11	1,1	0,05	0,83	1,1	0,47–2,6
Операций всего до 30 сут.	38	3,8	45	4,5	0,62	0,43	1,19	0,77–1,85
ФП, впервые возникшая	153	15,3	125	12,5	2,03	0,16	0,85	0,68–1,06
Осложнения ЖКТ	18	1,8	25	2,5	1,16	0,28	1,4	0,76–2,58
Повторные переводы в ОРИТ	39	3,9	49	4,9	1,19	0,28	1,27	0,83–1,95
ОПП, впервые возникшее	157	15,7	118	11,8	6,4	0,01	0,72	0,56–0,93
ОПП – ЗПТ	3	0,3	3	0,3	<0,01	1	1	0,2–4,97
Госпитальная летальность	4	0,4	4	0,4	<0,01	1	1	0,25–4,01

Примечание. СВ (ВАБК) — сердечный выброс, требующий установки внутриаортального баллонного контрпульсатора; СЗП — свежезамороженная плазма; ЭМ — эритроцитарная масса; ФП — фибрилляция предсердий; ЖКТ — желудочно-кишечный тракт; ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии; ОПП — острое почечное повреждение; ОПП – ЗПТ — острое почечное повреждение, требующее проведения заместительной почечной терапии; ОШ — отношение шансов; ДИ — доверительный интервал

Таблица 7 Сравнительная характеристика результатов послеоперационных количественных показателей у 1 003 пар пациентов (n = 2 006)

Показатель	Кровяная кардиоплегия, n = 1 003			Кристаллоидная кардиоплегия, n = 1 003			U	Z	p
	Me	P ₂₅	P ₇₅	Me	P ₂₅	P ₇₅			
Длительность ИВЛ, ч:мин	5:35	4:12	7:50	5:00	3:35	6:55	433 328,5	-5,37	<0,01
Койко-дни всего, сут.	10	8	13	10	8	13	498 651,0	-0,34	0,74
Койко-дни п/о, сут.	7	6	8	7	6	8	505 337,0	0,19	0,85
Койко-дни ОРИТ, сут.	1	1	1	1	1	2	546 719,0	4,27	<0,01

Примечание. ИВЛ — искусственная вентиляция легких; п/о — после операции; ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии

Одной из находок работы является парадоксальное увеличение частоты переливания ЭМ в группе кровяной КП (24 против 19,6%, $p = 0,02$), при том что при использовании кровяной КП реализуется одно из главных преимуществ этого метода защиты — уменьшение объема гемодилюции. В группе кристаллоидной КП интраоперационно более выраженная гемодилюция (65 против 74 г/л, $p < 0,01$). Это можно объяснить особенностью и одновременно недостатком исследования, в котором мы анализируем частоту переливания без учета объема трансфузии ЭМ, поэтому вполне вероятно, что в группе кристаллоидной КП объем перелитой ЭМ будет выше и требует дополнительного изучения.

В нашем исследовании ОПП чаще развивалось в группе кровяной кардиоплегии. В отечественных или зарубежных работах авторы вовсе не уделяют внимания данной взаимосвязи либо частота ОПП в группах статистически незначимая. Установить прямую связь между кровяной КП и ОПП достаточно трудно, потому что механизм развития ОПП мультифакториален. В целом наши результаты коррелируют с результатами работ зарубежных авторов, в которых отсутствует статистически значимая разница в развитии ИМ, ФП, ОНМК, раневой инфекции, летальности с различными вариантами КП, постановке внутриорального баллонного контрпульсатора [3, 9, 11]. Следует отметить, что среди пациентов не зафиксировано ни одного случая ОНМК, в отличие от проспективного рандомизированного исследования, которое T.D. Martin и соавт. были вынуждены прекратить из-за большого количества неврологических осложнений в группе кровяной КП (4,5 против 1,4%; $p < 0,005$) [11].

Одним из достоинств кровяной КП, по полученным результатам, стало снижение частоты использования инотропной и вазопрессорной терапии. Также отмечаются преимущества кровяной КП в ретроспективном исследовании CABG Patch Trial: в группе кровяной КП

реже развивались ИМ (2 против 10%, $p < 0,001$), нарушения проводимости (12,4 против 21,6%; $p < 0,001$), синдромом малого СВ (7 против 13%; $p = 0,013$), была ниже операционная летальность (0,3 против 2%; $p = 0,02$) [12]. В метаанализе, выполненном V. Guru с соавт., частота синдрома малого СВ была ниже в группе кровяной КП, а частота ИМ и летальность были статистически незначимыми между группами [13]. В метаанализе J. Zeng с соавт. холоддовая кровяная КП, в сравнении с кристаллоидной, снижала риск ИМ, при этом не обнаружено статистически значимых межгрупповых различий в 30-дневной летальности, фибрилляции предсердий и остром нарушении мозгового кровообращения [14].

Проведенное исследование является одноцентровым ретроспективным. Коронарное шунтирование выполняли несколько кардиохирургов, что снижает стандартизацию выполненных оперативных вмешательств. Компоненты комбинированной конечной точки исследования ограничиваются ранним послеоперационным периодом и не охватывают отдаленные результаты, а также могут быть обусловлены другими факторами, нежели типом кардиоплегии.

Заключение

Использование тепловой прерывистой кровяной кардиоплегии может снижать необходимость применения инотропной и/или вазопрессорной терапии, продолжительности пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии, но увеличивает риск развития острого почечного повреждения, частоту переливания эритроцитарной массы, продолжительность искусственной вентиляции легких.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концепция и дизайн работы: М.Е. Евдокимов, А.А. Горностаев, В.В. Базылев

Сбор и анализ данных: М.Е. Евдокимов, А.А. Горностаев, А.А. Щегольков, А.В. Булыгин

Статистическая обработка данных: А.А. Щегольков, А.В. Булыгин

Написание статьи: А.А. Щегольков, А.В. Булыгин

Редактирование статьи: М.Е. Евдокимов, А.А. Горностаев, В.В. Базылев

Утверждение окончательного варианта статьи: В.В. Базылев, М.Е. Евдокимов, А.А. Горностаев, А.А. Щегольков, А.В. Булыгин

ORCID ID

В.В. Базылев, <http://orcid.org/0000-0001-6089-9722>

М.Е. Евдокимов, <https://orcid.org/0000-0002-2434-7266>

А.А. Горностаев, <http://orcid.org/0000-0002-4477-0037>

А.А. Щегольков, <http://orcid.org/0000-0001-7463-7731>

А.В. Булыгин, <http://orcid.org/0000-0002-8360-2722>

Список литературы / References

1. Ferguson T.B., Hammill B.G., Peterson E.D., DeLong E.R., Grover F.L. A decade of change—risk profiles and outcomes for isolated coronary artery bypass grafting procedures, 1990–1999: a report from the STS National Database Committee and the Duke Clinical Research Institute. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2002;73(2):480-9. PMID: 11845863.
2. Hausenloy D.J., Boston-Griffiths E., Yellon D.M. Cardioprotection during cardiac surgery. *Cardiovascular Research*. 2012;94(2):253-65. PMID: PMC3331616, PMID: 22440888. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvs131>
3. Sá M.P., Rueda F.G., Ferraz P.E., Chalegre S., Vasconcelos F.P., Lima R.C. Is there any difference between blood and crystalloid cardioplegia for myocardial protection during cardiac surgery? A meta-analysis of 5576 patients from 36 randomized trials. *Perfusion*. 2012;27(6):535-46. PMID: 22851314. <https://doi.org/10.1177/0267659112453754>
4. Базылев В.В., Евдокимов М.Е., Россейкин Е.В., Пантюхина М.А., Кокашкин М.В. Сравнение эффективности тепловой прерывистой кровяной кардиоплегии (KMgLid-кровь) и фармакоолодовой кристаллоидной (НТК-раствор) кардиоплегии при открытых операциях прямой реваскуляризации миокарда. *Анестезиология и реаниматология*. 2018;63(2):160-164. [Basylev V.V., Evdokimov M.E., Rosseikin E.V., Pantyuhina M.A., Kokashkin M.V. Comparing the efficacy of НТК-solution to modified techniq ueofintermittent warm blood cardioplegia in adult patients undergoing isolated CABG. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology*. 2018;63(2):160-164.] <https://doi.org/10.18821/0201-7563-2018-63-2-160-164>
5. Thygesen K., Alpert J. S., Jaffe A. S., Simoons M.L., Chaitman B.R., White H.D., Writing Group on the Joint ESC/ACCF/AHA/WHF Task Force for the Universal Definition of Myocardial Infarction, Thygesen K., Alpert J.S., White H.D., Jaffe A.S., Katus H.A., Apple F.S., Lindahl B., Morrow D.A., Chaitman B.A., Clemmensen P.M., Johanson P, Hod H., Underwood R., Bax J.J., Bonow R.O., Pinto F., Gibbons R.J., Fox K.A., Atar D., Newby L.K., Galvani M., Hamm C.W., Uretsky B.F., Steg P.G., Wijns W., Bassand J.P., Menasché P., Ravkilde J., Ohman E.M., Antman E.M., Wallentin L.C., Armstrong P.W., Simoons M.L., Januzzi J.L., Nieminen M.S., Gheorghide M., Filippatos G., Luepker R.V., Fortmann S.P., Rosamond W.D., Levy D., Wood D., Smith S.C., Hu D., Lopez-Sendon J.L., Robertson R.M., Weaver D., Tendera M., Bove A.A., Parkhomenko A.N., Vasilieva E.J., Mendis S.; ESC Committee for Practice Guidelines (CPG). Third universal definition of myocardial infarction. *European Heart Journal*. 2012;33(20):2551-67. PMID: 22922414. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs184>
6. Lomivorotov V.V., Efremov S.M., Kirov M.Y., Fominskiy E.V., Karaskov A.M. Low-cardiac-output syndrome after cardiac surgery. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2017;31(1):291-308. PMID: 27671216. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2016.05.029>
7. Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury. *Nephron Clinical Practice*. 2012;120(4):179-84. PMID: 22890468. <https://doi.org/10.1159/000339789>
8. Rosenbaum P., Rubin D. The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*. 1983;70(1):41-55. <https://doi.org/10.2307/2335942>
9. Øvrum E., Tangen G., Tølløvsrud S., Øystese R., Ringdal M.A., Istad R. Cold blood cardioplegia versus cold crystalloid cardioplegia: a prospective randomized study of 1440 patients undergoing coronary artery bypass grafting. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2004;28(6):860-5. PMID: 15573070. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2004.03.032>
10. De Jonge M., Van Boxtel A.G., Soliman Hamad M.A., Mokhles M.M., Bramer S., Osnabrugge R.L.J., Berreklouw E. Intermittent warm blood versus cold crystalloid cardioplegia for myocardial protection: a propensity score-matched analysis of 12-year single-center experience. *Perfusion*. 2015;30(3):243-9. PMID: 24969571. <https://doi.org/10.1177/0267659114540023>
11. Martin T.D., Craver J.M., Gott J.P., Weintraub W.S., Ramsay J., Mora C.T., Guyton R.A. Prospective, randomized trial of retrograde warm blood cardioplegia: myocardial benefit and neurologic threat. *The Annals of Thoracic Surgery*. 1994;57(2):298-304. PMID: 8311588.
12. Flack J.E. 3rd, Cook J.R., May S.J., Lemeshow S., Engelman R.M., Rousou J.A., Deaton D.W. Does cardioplegia type affect outcome and survival in patients with advanced left ventricular dysfunction? Results from the CABG Patch Trial. *Circulation*. 2000;102(19 Suppl 3):III84-9. PMID: 11082368.
13. Guru V., Omura J., Alghamdi A.A., Weisel R., Fremes S.E. Is blood superior to crystalloid cardioplegia? A meta-analysis of randomized clinical trials. *Circulation*. 2006;114(1):I331-8. PMID: 16820596. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.001644>
14. Zeng J., He W., Qu Z., Tang Y., Zhou, Q., Zhang B. Cold blood versus crystalloid cardioplegia for myocardial protection in adult cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled studies. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2014;28(3):674-81. PMID: 24721161. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2013.06.005>

Intermittent warm blood cardioplegia versus crystalloid cardioplegia in coronary artery bypass grafting surgery patients: Is there any difference in the early postoperative period?

Vladlen V. Bazylev, Mikhail E. Evdokimov, Alexander A. Gornostaev, Aleksey A. Schegolkov, Aleksey V. Bulygin
Federal Center of Cardiovascular Surgery (Penza), Ministry of Health of Russian Federation, Penza, Russian Federation

Corresponding author: Aleksey A. Schegolkov, shchegolkov@gmail.com

Aim. The purpose of this study was to assess the effectiveness of two types of cardioplegia solutions, namely, blood and crystalloid cardioplegia in terms of clinical outcomes in patients undergoing coronary artery bypass grafting.

Methods. The retrospective study recruited 2,539 coronary artery bypass grafting patients, with 1,070 (45%) of them receiving crystalloid and 1,289 (55%) blood cardioplegia as a primary cardioplegic agent. Propensity score matching was performed to create comparable patient groups. The primary endpoint of the study was hospital mortality and different postoperative outcomes.

Results. Patients receiving blood cardioplegia versus those with crystalloid cardioplegia were found out to have higher rate of acute kidney injury (15.7% vs 11.8%; OR=0.72; $p=0.01$) and postoperative ventilatory support (Me=5:35 vs Me=5; $p<0.05$). During ventilatory support, the crystalloid cardioplegia patients demonstrated lower hemoglobin (Me=65 g/l vs Me=74 g/l; $p<0.01$) and hematocrit (Me=21% vs Me=24%; $p<0.01$). Intraoperatively, packed red blood cells were administered in blood cardioplegia patients by 30% more often than in crystalloid cardioplegia ones (24% vs 19.6%; OR=0.77; $p=0.02$). Patients receiving crystalloid cardioplegia had a greater postoperative fluid balance (Me=1,700 ml vs Me=1,350 ml; $p<0.01$) more frequent use of inotrope and vasopressor therapy (4.5% vs 2.8%; OR=1.64; $p=0.04$) and a longer stay in intensive care unit ($p<0.01$).

No statistically significant differences were observed concerning perioperative and postoperative myocardial infarction, low cardiac output syndrome or intra-aortic balloon pumping, allogeneic blood transfusions in the postoperative period, episodes of atrial fibrillation, gastrointestinal complications, reoperation due to any cause, length of stay in hospital, hospital mortality.

Conclusion. Blood cardioplegia might decrease the need in inotrope and vasopressor therapy, length of stay in intensive care unit, but it increases the rate of acute kidney injury, risk of allogeneic blood transfusions and durability of postoperative ventilatory support.

Keywords: clinical outcomes; cold crystalloid cardioplegia; intermittent warm blood cardioplegia; myocardial protection

Received 1 August 2018. Revised 18 October 2018. Accepted 22 October 2018.

Funding: The study did not have sponsorship.

Conflict of interest: Authors declare no conflict of interest.

Author contributions

Conception and study design: M.E. Evdokimov, A.A. Gornostaev, V.V. Bazylev

Data collection and analysis: M.E. Evdokimov, A.A. Gornostaev, A.A. Schegolkov, A.V. Bulygin

Statistical analysis: A.A. Schegolkov, A.V. Bulygin

Drafting the article: A.A. Schegolkov, A.V. Bulygin

Critical revision of the article: M.E. Evdokimov, A.A. Gornostaev, V.V. Bazylev

Final approval of the version to be published: V.V. Bazylev, M.E. Evdokimov, A.A. Gornostaev, A.A. Schegolkov, A.V. Bulygin

ORCID ID

V.V. Bazylev, <http://orcid.org/0000-0001-6089-9722>

M.E. Evdokimov, <https://orcid.org/0000-0002-2434-7266>

A.A. Gornostaev, <http://orcid.org/0000-0002-4477-0037>

A.A. Schegolkov, <http://orcid.org/0000-0001-7463-7731>

A.V. Bulygin, <http://orcid.org/0000-0002-8360-2722>

Copyright: © 2018 Bazylev et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License.

How to cite: Bazylev V.V., Evdokimov M.E., Gornostaev A.A., Schegolkov A.A., Bulygin A.V. Intermittent warm blood cardioplegia versus crystalloid cardioplegia in coronary artery bypass grafting surgery patients: Is there any difference in the early postoperative period? *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2018;22(4):64-71. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2018-4-64-71>