

УДК 616.126.3-089:612.12+612.24

ТЕХНОЛОГИЯ «БЬЮЩЕЕСЯ СЕРДЦЕ И ДЫШАЩИЕ ЛЕГКИЕ» ПРИ ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ НА КЛАПАНАХ СЕРДЦА

В.В. Пичугин, Н.Ю. Мельников, А.П. Медведев, А.Б. Гамзаев,
В.А. Чигинев, М.В. Пичугина, Е.В. Сандакин,

ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия»,

ГБУЗ НО «Специализированная кардиохирургическая клиническая больница», г. Н. Новгород

Пичугин Владимир Викторович – e-mail: pichugin.vldmr@rambler.ru

Авторы, основываясь на положительных результатах хирургии «бьющегося сердца», позволяющей максимально сохранить функцию желудочков сердца, предлагают применение постоянной перфузии/вентиляции легких во время ИК, что позволит сохранить альвеолярно-артериальный кислородный градиент, особенно у пациентов с высоким риском развития послеоперационной острой дыхательной недостаточности. Целью настоящего исследования явились разработка и оценка эффективности технологии «бьющееся сердце и дышащие легкие» при операциях с искусственным кровообращением на клапанах сердца. Материалы и методы. Проведена сравнительная оценка эффективности технологии «бьющееся сердце и дышащие легкие» у 69 больных, оперированных на открытом сердце в условиях ИК. Все больные были разделены на 3 группы: у первой (21 больной) группы использована технология VIMA; у второй (30 пациентов) группы – технология тотальной миокардиальной протекции севофлураном; у третьей (18 пациентов) группы – технология «бьющееся сердце и дышащие легкие». Результаты. Сравнительная оценка технологии «бьющееся сердце и дышащие легкие», выявила ее преимущества в «улучшенной» защите миокарда и легких у пациентов при операциях на клапанах сердца, что проявилось в преобладании числа случаев самостоятельного восстановления сердечной деятельности; снижении потребности и дозировок катехоламинов; значительно более низким уровнем МВ КФК после операции и быстрой его нормализацией (через 24 ч после операции); в поддержании более высокого уровня индекса оксигенации, снижении числа случаев артериальной гипоксемии, сохранении более высокого комплаенса легких. Заключение. Необходимо проведение углубленных рандомизированных комплексных исследований для объективной оценки предлагаемой технологии.

Ключевые слова: постоянная коронарная перфузия, перфузия легочной артерии, бьющееся сердце, дышащие легкие.

Basing on the positive results of surgery of «beating heart», which allows preserving the function of cardiac ventricles, the authors suggest the use of the constant perfusion/ventilation of lungs during AC. This can help to save alveolar-arterial oxygen gradient, especially for patients with high risk of the development of postoperative acute respiratory insufficiency. The purpose of the research is to create and assess the effectiveness of the technology «beating heart and breathing lungs» in case of operations on heart valves with artificial circulation. Materials and methods. There was carried out the comparative assessment of the effectiveness of the technology «beating heart and breathing lungs» of 69 patients, operated on the open heart in the conditions of AC. All patients were divided into 3 groups: the technology VIMA was used with the first group (21 patients); the technology of total myocardial protection with sevoflurane – with the second group (30 patients); the technology «beating heart and breathing lungs» – with the third group (18 patients). Results. The comparative assessment of the technology «beating heart and breathing lungs» showed its advantages in the «improved» protection of myocardium and lungs of patients in case of operations on cardiac valves, which was manifested in the prevalence of cases with the independent restoration of heart activity; decrease of requirements and dosage of catecholamines; significantly lower level of MB-CPK after operation and its fast normalization (after 24 hours after operation); maintenance of higher level of oxygenation level; decrease of the number of cases of arterial hypoxemia; preservation of higher compliance of lungs. Conclusion. It is necessary to carry out deep randomized complex researches for the objective assessment of the suggested technology.

Key words: permanent coronary perfusion, perfusion of pulmonary artery, beating heart, breathing lungs

Кардиоплегическая остановка сердца с последующим ишемически-реперфузионным повреждением связана со значительным выбросом цитокинов и активацией нейтрофилов [1], а развивающийся синдром системного воспалительного ответа (ССВО) приводит к развитию воспаления миокарда, лейкоцитарной активации и выбросу сердечных энзимов [2].

Ишемически-реперфузионное повреждение и искусственное кровообращение также коррелируют с уменьше-

нием кровотока по бронхиальным артериям, приводящего к low-flow ишемии ткани легких. Легкие имеют бимодальное кровоснабжение из легочной и бронхиальных артерий с обширной сетью анастомозов, однако, во время ИК кровоток по бронхиальным артериям обеспечивает не более 5% потребности легочной ткани в кислороде даже в условиях системной гипотермии [3]. Результатом является развитие регионального воспалительного ответа, приводящего к значительному скоплению альбумина, лактатдегидрогеназы,

нейтрофилов и эластазы в бронхоальвеолярной жидкости [4], значительным высвобождением легочных цитокинов (IL-8) и активации альвеолярных макрофагов [5].

Было показано, что данный воспалительный ответ формируется не как реакция на проведение ИК, а как следствие изменений в региональной перфузии легких во время ИК [6]. Основываясь на этих фактах, были разработаны методы профилактики данных осложнений, в частности выполнение операций на «бьющемся сердце» в условиях постоянной коронарной перфузии (Salerno T.A., 1995) и проведение искусственной вентиляции легких параллельно с перфузией легочной артерии [3]. Сейчас является общепринятой практикой прекращение искусственной вентиляции легких во время ИК, поскольку более не требуется проведение оксигенации крови, а механические движения легких могут затруднять работу хирурга. Однако, именно гиповентиляция легких во время ИК является ответственной за развитие микроателектазов, гидростатического отека легких, ухудшение легочного комплаенса и высокой частоты инфекционных осложнений [7]. В связи с этим, комбинированная легочная вентиляция и перфузия во время ИК могут сыграть положительную роль в сохранении легочной функции путем ограничения тромбоцитарной и нейтрофильной секвестрации и снижения выброса тромбоксана 2 (TXB2) при ИК [8].

Основываясь на положительных результатах хирургии «бьющегося сердца», позволяющей максимально сохранить функцию желудочков сердца, постоянная перфузия/вентиляция легких во время ИК позволит сохранить альвеолярно-артериальный кислородный градиент, особенно у пациентов с высоким риском развития послеоперационной острой дыхательной недостаточности.

Целью настоящего исследования явилась разработка и оценка эффективности технологии «бьющееся сердце и дышащие легкие» при операциях с искусственным кровообращением на клапанах сердца.

Материалы и методы

Все участники исследования предоставили информированное согласие, а само исследование было одобрено этическим комитетом учреждения. Методика была впервые применена в Нижегородском кардиохирургическом центре в августе 2012 года у пациентки 68 лет с аортальным стенозом. С августа 2012 года по апрель 2013 года было выполнено 18 операций пациентам из группы высокого риска с использованием данной технологии.

Для объективизации полученных данных в настоящее исследование были включены две группы сравнения пациентов, оперированных в то же время.

Была проведена сравнительная оценка эффективности технологии «бьющееся сердце и дышащие легкие» у 69 больных, оперированных на открытом сердце в условиях искусственного кровообращения. Все больные были разделены на 3 группы: у первой группы (21 больной) в качестве основного анестетика был использован севофлуран (технология VIMA), а в качестве метода защиты миокарда – фармакохолодовая кардиopleгия «Консолом»; у второй группы (30 пациентов) в качестве основного анестетика был использован севофлуран, в качестве основного метода защиты миокарда – постоянная коронарная перфузия миокарда «севорансодержащим» перфузатом в условиях

«бьющегося сердца» (технология ТМПС); у третьей (18 пациентов) группы в качестве основного анестетика был использован севофлуран, для защиты миокарда – постоянная коронарная перфузия миокарда «севорансодержащим» перфузатом в условиях «бьющегося сердца», для защиты легких – перфузия легочной артерии и вентиляция легких «дышащие легкие» (технология «бьющееся сердце и дышащие легкие»).

Технология обеспечения постоянной коронарной перфузии миокарда «севорансодержащим» перфузатом в условиях «бьющегося сердца» подробно описана нами ранее [9, 10]. Для обеспечения защиты легких во время основного этапа операции осуществляли перфузию легочной артерии и искусственную вентиляцию легких. Канюлю в легочную артерию устанавливали сразу после начала искусственного кровообращения выше клапана легочной артерии, для проведения перфузии использовали дополнительный насос АИКа, кровь забирали из оксигенатора (оксигенированную и насыщенную парами севофлурана). Начинали перфузию легких после пережатия полых вен, когда сердце лишено притока крови и сокращается практически «пустым». В тот же момент изменяли показатели искусственной вентиляции легких, уменьшая дыхательный объем до 50% от исходного, но не более 5 мл/кг, и снижая частоту дыхания до 5–6 в минуту с PEEP +5 см вод. ст. Основным преимуществом предлагаемого метода является не только улучшенная миокардиальная протекция во время основного этапа операции, но и защита легких от ишемически-реперфузионных повреждений, связанных с гипоперфузией/гиповентиляцией легочной ткани. Принципиальная схема проведения постоянной коронарной перфузии миокарда и перфузии легочной артерии представлена на рис. 1.

Основные показатели исходного состояния больных всех трех групп представлены в таблице 1. Характер выполненных оперативных вмешательств представлен в таблице 2 и основные показатели интраоперационного периода у больных трех групп представлены в таблице 3. Как следует из представленных данных, пациенты всех трех групп не имели достоверных различий по времени искусственного кровообращения и пережатия аорты.

Интра- и послеоперационные методы исследования включали: клинические критерии (характер восстановления сердечной деятельности, частоту нарушений ритма в восстановительном периоде, применение и дозировку катехоламинов), биохимические критерии (активность МВ КФК на этапах послеоперационного периода), функциональное состояние и оксигенирующую способность легких (исследование индекса оксигенации, изменения комплаенса легких на этапах операции). Рассчитывали индекс оксигенации как отношение PaO_2 и FiO_2 . Для измерения легочного комплаенса использовали монитор наркозно-дыхательного аппарата «Primus» (Dräger, Германия). Определение в сыворотке крови активности миокардиальной фракции креатинфосфокиназы осуществлялось на селективном дискретном биохимическом анализаторе «COBAS INTEGRA 400/400 PLUS» (Roche, Швейцария). Для определения уровня креатинкиназы (МВ-фракции) забор крови проводился через 3, 8, 24, 48 часов после операции; для диагностики использовалась

сыворотка крови. Результаты оценивались в течение 30 мин. после взятия анализа. Определяли абсолютное значение биохимических показателей.

Статистическую обработку проводили с использованием программ Microsoft Excel 2003, «Биостатистика» (Vers. 4.03) и Statistica-6. Результаты исследования обрабатывались в соответствии с правилами вариационной статистики (Гланц С. И соавт., 1999). Характер распределения данных оценивали с помощью тестов Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. Для данных, соответствующих закону о нормальном распределении, вычисляли среднее арифметическое (M) и ошибку средней арифметической (m). Для непараметрических данных вычисляли медиану. Анализ дискретных данных выполняли путем оценки критерия χ^2 или точного критерия Фишера (при количестве наблюдений менее 5). Сравнения количественных данных между двумя подгруппами проводили с помощью критерия Стьюдента или U-теста Манна-Уитни. Для внутригрупповых сравнений с исходными показателями использовали тест Вилкоксона. Результаты всех тестов считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования

Характер восстановления сердечной деятельности после выполнения основного этапа операции и снятия зажима с аорты представлен на рис. 2. Как следует из представленных данных, самостоятельное восстановление сердечной деятельности было отмечено у 15 (71,4%) больных первой (контрольной) группы, у 29 (96,7%) второй и у 17 (94,4%)

пациентов третьей группы соответственно. Лишь у одного пациента 2-й (3,3%) и у одного больного 3-й (5,6%) группы возникла фибрилляция желудочков, которая была снята одним разрядом дефибриллятора. Данные показатели достоверно ниже, чем у пациентов 1-й группы, где 6 больным (28,6%) потребовалось применение электроимпульсной терапии.

Характер течения восстановительного и постперфузионного периода (частота применения электрокардиостимуляции, применение и дозировка катехоламинов непосредственно после ИК и в конце операции) у больных 3 групп представлен в таблице 4. Применение электрокардиостимуляции у пациентов 2-й и 3-й групп в ряде случаев было связано с проведением радиочастотной абляции с целью восстановления синусового ритма у больных с исходной мерцательной аритмией. После проведения процедуры развился узловой ритм с частотой сокращения желудочков менее 50 в минуту, что потребовало навязывания частоты ЭКС. Тем не менее, частота применения ЭКС в данных группах (6,7% – во 2-й группе и 5,6% – в 3-й группе соответственно) была достоверно ниже, чем у пациентов 1-й группы (23,8%). По окончании ИК катехоламинами (адреналин) применялись у большинства пациентов (95,2% – 1-я группа; 100,0% – 2-я группа; 100,0% – 3-я группа), их доза составляла от $0,058 \pm 0,007$ мкг/кг/мин. (2-я группа) и $0,066 \pm 0,007$ мкг/кг/мин. (3-я группа) до $0,118 \pm 0,009$ мкг/кг/мин. (1-я группа). В конце операции в постоянной инфузии катехоламинов не было необходимости у 4

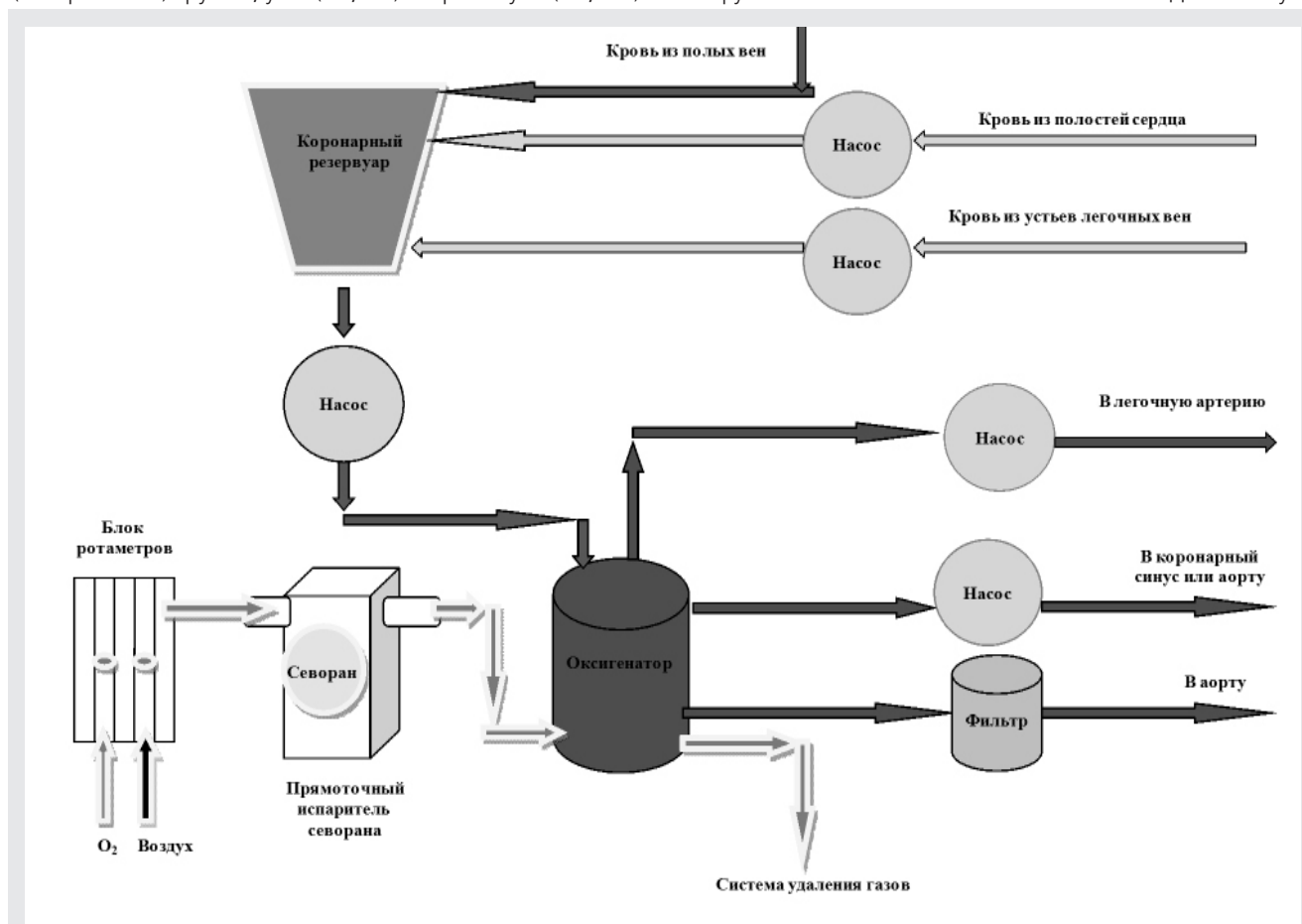


РИС. 1.

Принципиальная схема проведения постоянной коронарной перфузии миокарда и перфузии легочной артерии.

ТАБЛИЦА 1.

Основные характеристики исходного состояния больных

№	Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа
1	Мужчин	10 (47,6%)	20 (66,7%)	11 (61,1%)
	Женщин	11 (52,4%)	10 (33,3%)	7 (38,9%)
2	Возраст (лет)	55,4±3,5	54,7±3,4	55,1±3,8
3	Класс NYHA: III	14 (66,7%)	18 (60,0%)	12 (66,7%)
	IV	7 (33,3%)	12 (40,0%)	6 (33,3%)
4	Стадия НК: II А	15 (71,4%)	16 (53,3%)	9 (50,0%)
	II Б	6 (28,6%)	14 (46,7%)	9 (50,0%)
5	ФВ ЛЖ (%)	50,0±3,7	49,2±3,5	49,4±3,6
6	Давление в ЛА (мм рт. ст.)	44,4±2,3	43,5±1,8	42,3±1,6
7	ВСЕГО	21 (100%)	30 (100%)	18 (100%)

ТАБЛИЦА 2.

Характер выполненных операций

№	Характер операции	1-я гр.	2-я гр.	3-я гр.
1.	Протезирование МК	4	9	2
2.	Смена протеза МК	1	-	-
3.	Протезирование АК	4	7	6
4.	Протезирование ТК	-	1	-
5.	Протезирование МК и пластика ЛП	-	-	1
6.	Протезирование МК и пластика ТК	7	-	7
7.	Протезирование АК и пластика МК	-	1	-
8.	Протезирование МК и АК	1	2	1
9.	Протезирование МК и АК с пластикой ТК	1	1	-
10.	Протезирование АК, пластика МК и ТК	-	-	1
9.	Пластика МК и ТК	-	4	-
10.	Удаление рабдомиомы ЛП+МАКШ	-	1	-
11.	Протезирование АК и пластика ТК + МАКШ	-	1	-
12.	МАКШ	3	3	-
13.	ВСЕГО БОЛЬНЫХ	21	30	18

ТАБЛИЦА 3.

Основные характеристики операционного периода больных 3 групп

№	Показатель	1-я гр.	2-я гр.	3-я гр.
1.	Среднее время ИК (мин.)	105,9±11,2	99,6±5,7	93,9±7,6
2.	Среднее время пережатия аорты (мин.)	75,1±7,5	69,0±4,8	64,5±7,1
3.	Среднее время постоянной коронарной перфузии (мин.)	-	69,0±4,8	64,5±7,1
4.	Среднее время перфузии легочной артерии (мин.)	-	-	71,9±7,6

ТАБЛИЦА 4.

Характер течения восстановительного и постперфузионного периода

№	Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа
1.	Применение электрокардиостимуляции	5 (23,8%)	2 (6,7%)*	1 (5,6%)*
2.	Применение катехоламинов после ИК:			
	Не применялись	1 (4,8%)	-	-
	Применялись	20 (95,2%)	30 (100%)	18 (100%)
3.	Средняя доза катехоламинов (адреналин) после ИК (мкг/кг/мин.)	0,118±0,009	0,058±0,007*	0,066±0,007*
4.	Применение катехоламинов в конце операции:			
	Не применялись	3 (14,3%)	11 (36,7%)*	4 (22,2%)
	Применялись	18 (85,7%)	19 (63,3%)*	11 (84,6%)
5.	Средняя доза катехоламинов (адреналин) в конце операции (мкг/кг/мин.)	0,087±0,007	0,037±0,007*	0,037±0,007*

Примечание: * - достоверное отличие ($p \leq 0,05$) по сравнению с 1-й группой.

(22,2%) пациентов 3-й группы, 11 (36,7%) больных 2-й группы и лишь у 3 (14,3%) пациентов 1-й группы. Средняя доза катехоламинов в конце операции у пациентов 2-й и 3-й групп была в 2,4 раза ниже, чем у пациентов 1-й группы.

Таким образом, при проведении клинического анализа течения восстановительного и постперфузионного периодов было отмечено преобладание числа случаев самостоятельного восстановления сердечной деятельности, а также снижение потребности и дозировок катехоламинов в конце оперативного вмешательства у пациентов 2-й и 3-й групп, что косвенно свидетельствует о лучшей сохранности миокарда у данных больных.

Результаты исследования активности изофермента МВ КФК в послеоперационном периоде представлены на рис. 3.

На 1-ом этапе (3 ч после операции) отмечен рост активности МВ КФК во всех группах пациентов: в 1-й группе его рост составил 52,3% от нормальных значений, во 2-й группе – 25,3%, в третьей группе – 19,7%; во 2-й и 3-й группах активность МВ КФК была достоверно ниже, чем в 1-й группе пациентов. На 2-ом этапе (8 ч после операции) происходило снижение активности изофермента во всех группах больных, причем в 1-й группе его снижение составило 7,4% от предыдущего этапа, во 2-й группе – 18,6%, в 3-й группе – 16,2%. Данный показатель во 2-й и 3-й группах больных достоверно ниже, чем в 1-й группе пациентов. На 3-ем этапе (24 ч после операции) происходила нормализация активности МВ КФК у пациентов 2-й и 3-й групп (его снижение от предыдущего этапа составляло 13,1% и 17,6% соответственно), в то время, как в 1-й группе данный показатель был выше, чем во второй группе – на 48,5%, и в 3-й группе на 59,3% (изменения статистически достоверны). На 4-ом этапе (через 48 ч после операции) активность МВ КФК была в пределах нормы у больных 2-й и 3-й групп и оставалась выше нормы (на 29,2%) в 1-й группе пациентов.

Таким образом, изменения активности маркера повреждения миокарда – изофермента МВ креатинфосфокиназы характеризовались, во-первых, значительно более низким его выбросом в кровь непосредственно после операции и, во-вторых, более быстрой его нормализацией (через 24 ч после операции) у пациентов 2-й и 3-й групп.

Для оценки функционального состояния легких было проведено исследование индекса оксигенации (отношение PaO_2/FiO_2) и статического комплаенса легких на следующих этапах: 1 – в начале операции, после перевода пациента на ИВЛ; 2 – перед искусственным кровообращением; 3 – после окончания искусственного кровообращения; 4 – в конце операции. Необходимо отметить, что всем пациентам проводилась вентиляция по объему, с дыхательным объемом 8–10 мл/кг, частотой дыхания 10–12 в минуту и содержанием кислорода в дыхательной смеси 50%, по окончании искусственного кровообращения показатели искусственной вентиляции легких не изменялись, если отсутствовали признаки артериальной гипоксемии. Изменения индекса оксигенации на этапах операции у пациентов трех групп представлены на рис. 4.

Исходные показатели индекса оксигенации у больных всех трех групп превышали 350 и не имели достоверных отличий между группами. Не отмечалось достоверных изменений исследуемого показателя перед искусственным

кровообращением ни по сравнению с исходным этапом, ни между группами. По окончании искусственного кровообращения индекс оксигенации снижался как у пациентов 1-й, так и 2-й групп (на 9,5% и на 23,7% соответственно). У пациентов 3-й группы не было отмечено изменений показателя по сравнению с исходным этапом, и индекс оксигенации был достоверно более высоким, чем у пациентов 1-й и 2-й (на 18,0% и 34,1% соответственно) групп. На этом этапе зафиксировано развитие артериальной гипоксемии со снижением индекса оксигенации ниже 200 у 2 (9,5%) пациентов 1-й группы и у 3 (10,0%) больных 2-й группы. Необходимо отметить, что все данные пациенты не имели нарушений оксигенации до искусственного кровообращения. В 3-й группе была отмечена артериальная гипоксемия в начале операции у одного пациента с ХОБЛ и высокой легочной гипертензией (давление в легочной артерии 53 мм рт. ст., когда индекс оксигенации составил 164 в начале операции, однако по окончании искусственного кровообращения данный показатель не изменился и составлял 162. В конце операции индекс оксигенации оставался сниженным у пациентов 1-й и 2-й групп (на 18,2% и на 21,6% соответственно) по сравнению с данным показателем в начале операции. Индекс оксигенации у пациентов 3-й группы существенно не изменился (по сравнению с исходными значениями) и был достоверно выше аналогичного показателя у пациентов 1-й и 2-й групп (на 18,3% и на 18,3% соответственно). На этом этапе артериальная гипоксемия с индексом оксигенации менее 200 зафиксирована у 2 (9,5%) больных 1-й группы и у 2 больных (6,7%) 2-й группы.

Изменения комплаенса легких на этапах операции у больных трех исследуемых групп представлены на рис. 5. Исходные показатели не имели достоверных отличий между группами и составляли от 56,3 (1-я группа) до 59,8 (3-я группа). В ходе ИВЛ до искусственного кровообращения комплаенс легких незначительно снижался во всех группах пациентов (на 16,5% в первой группе, на 11,0% – во 2-й и на 10,0% – в 3-й группе). По окончании искусственного кровообращения у пациентов 1-й и 2-й групп комплаенс легких значительно снижался по сравнению с аналогичным показателем в начале операции (на 25,0% и на 27,0% соответственно). В третьей группе больных комплаенс даже незначительно возрастал (на 6,5% от исходного) и был достоверно выше данного показателя у пациентов 1-й и 2-й групп (на 50,9% и на 52,0% соответственно). В конце операции данный показатель существенно не изменялся по сравнению с предыдущим этапом у пациентов всех исследуемых групп. Так, в первой группе комплаенс легких был ниже исходного на 23,8%, во второй группе – на 21,4%. В третьей группе больных комплаенс не отличался от исходного и был достоверно выше, чем у больных 1-й и 2-й групп (на 42,9% и на 35,9% соответственно).

Таким образом, изменения функционально состояния легких характеризовались снижением индекса оксигенации и комплаенса легких после искусственного кровообращения с развитием артериальной гипоксемии (у 9,5–10,0% больных) у пациентов 1-й и 2-й групп. Проведение легочной перфузии/вентиляции эффективно предупреждало снижение оксигенации и комплаенса легких, а

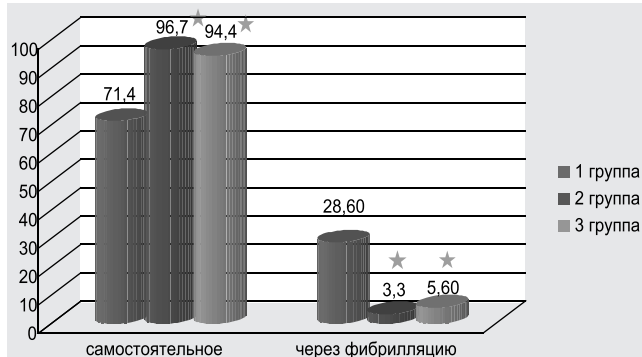


РИС. 2.

Характер восстановления сердечной деятельности после снятия зажима с аорты у больных 3 групп.

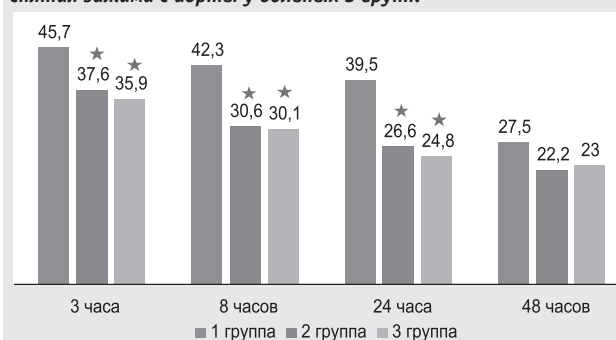
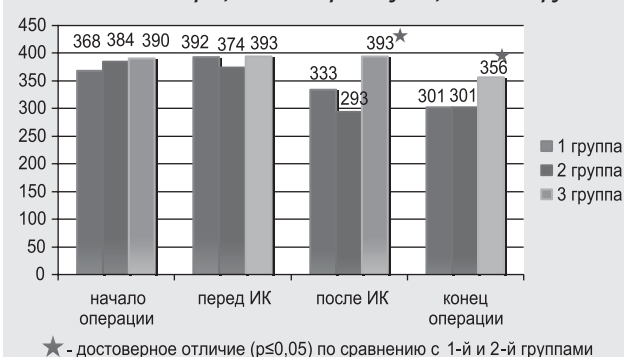


РИС. 3.

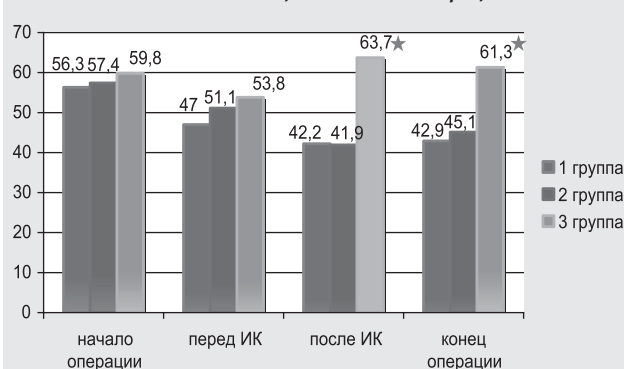
Изменения активности изофермента МВ КФК (U/L) на этапах послеоперационного периода у пациентов 3 групп.



★ - достоверное отличие ($p \leq 0,05$) по сравнению с 1-й и 2-й группами

РИС. 4.

Изменения индекса оксигенации на этапах операции.



★ - достоверное отличие ($p \leq 0,05$) по сравнению с 1-й и 2-й группами

РИС. 5.

Изменения комплаенса легких на этапах операции.

также развитие артериальной гипоксемии после искусственного кровообращения.

Заключение

В заключение необходимо отметить, что проведенная сравнительная оценка технологии «бьющееся сердце и дышащие легкие» выявила ее преимущества в «улучшенной» защите миокарда и легких у пациентов группы «высокого риска», что проявилось в преобладании числа случаев самостоятельного восстановления сердечной деятельности; снижении потребности и дозировок катехоламинов; значительно более низком уровне МВ КФК после операции и быстрой его нормализации (через 24 ч после операции); в поддержании более высокого уровня индекса оксигенации, снижении числа случаев артериальной гипоксемии, сохранении более высокого комплаенса легких.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wan S., DeSmet J.M., Barvais L., et al. Myocardium is a major source of proinflammatory cytokines in patients undergoing cardiopulmonary bypass. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1996. Vol. 112. P. 806-811.
2. Murphy G.J., Angelini G.D. Side effects of cardiopulmonary bypass: what's the reality? *J. Card. Surg.* 2004. Vol. 19. P. 481-488.
3. Ng C.S., Wan S., Yim A.P., Arifi A.A. Pulmonary dysfunction after cardiac surgery. *Chest.* 2002. Vol. 121. P. 1269-1277.
4. Schlensak C., Doenst T., Preusser S., et al. Bronchial artery perfusion during cardiopulmonary bypass does not prevent ischemia of the lung in piglets: assessment of bronchial artery blood flow with fluorescent microspheres. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2001. V. 19. P. 326-331.
5. Massoudy P., Zahler S., Becker B.F., et al. Evidence for inflammatory responses of the lungs during coronary artery bypass grafting with cardiopulmonary bypass. *Chest.* 2001. V. 119. P. 31-36.
6. Siepe M., Goebel U., Mecklenburg A., et al. Pulsatile pulmonary perfusion during cardiopulmonary bypass reduces the pulmonary inflammatory response. *Ann. Thorac. Surg.* 2008. V. 86. P. 115-122.
7. Magnusson L., Zemgulis V., Tehling A. et al. Use of a vital capacity maneuver to prevent atelectasis after cardiopulmonary bypass. *Anesthesiology.* 1998. V. 88. P. 134-142.
8. Friedman M., Sellke F.W., Wang S.Y., et al. Parameters of pulmonary injury after total or partial cardiopulmonary bypass. *Circulation.* 1994. V. 90. P. 262-268.
9. Пичугин В.В., Мельников Н.Ю., Лашманов Д.И. и др. Методика тотальной миокардиальной протекции севофлураном при кардиохирургических вмешательствах у больных группы высокого риска. Эфферентная терапия. 2011. Т. 17. С. 93-99.
10. Пичугин В.В., Мельников Н.Ю., Медведев А.П. и др. Севофлуран-содержащая коронарная перфузия при кардиохирургических вмешательствах у больных группы высокого риска. Вестник интенсивной терапии. 2012. № 6. С. 100-103.