



Цыренов Д.Д., Табакьян Е.А., Мершин К.В., Булдакова Н.А., Акчурин Р.С.

СОСТОЯНИЕ ГЕМОДИНАМИКИ И ФУНКЦИИ ПОЧЕК ДО И ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ ЛЕГОЧНОЙ ТРОМБЭНДАРТЕКТОМИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучить показатели легочной гемодинамики и функцию почек у больных хронической тромбоэмболической легочной гипертензией (ХТЭЛГ) до и после операции легочной тромбэндартерэктомии (ТЭЭ). Проанализировать основные результаты ТЭЭ.

Материалы и методы: в исследование был включен 51 пациент с ХТЭЛГ, которым выполнена ТЭЭ, выделена группа с хронической болезнью почек (ХБП). Определены основные параметры гемодинамики: сердечный выброс (СВ), сердечный индекс (СИ), среднее давление в легочной артерии (ДЛА), легочное сосудистое сопротивление (ЛСС) до и после ТЭЭ. Зафиксированы случаи острого повреждения почек (ОПП)

после ТЭЭ. Проанализирована взаимосвязь гемодинамики и функцию почек.

Результаты: после ТЭЭ отмечено снижение среднего ДЛА, ЛСС и повышение СИ. В случаях ОПП 1-2-й стадии после ТЭЭ наблюдали полное восстановление функции почек. У больных с ХБП и в общей группе отмечено повышение скорости клубочковой фильтрации (СКФ) перед выпиской.

Заключение: положительная динамика функции почек у больных ХТЭЛГ после ТЭЭ, наиболее вероятно, связана с увеличением СИ и перфузии почек.

Ключевые слова: легочная тромбэндартерэктомия, гипотермический циркуляторный арест, скорость клубочковой фильтрации, острое повреждение почек.

Сведения об авторах:

Табакьян Евгений Аведикович	научный сотрудник лаборатории искусственного и вспомогательного кровообращения отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, к.м.н., e-mail: tabakyan@mail.ru, 121552, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, 15 а.
Мершин Кирилл Вячеславович	врач-хирург отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, к.м.н., e-mail: kirill_mershin@mail.ru, тел.8-495-414-66-20, 121552, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, 15 а.
Булдакова Надежда Анатольевна	аспирант отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, e-mail: lychil_zolotoi@mail.ru, тел. 8-495-414-72-85, 121552, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, 15 а.
Акчурин Ренат Сулейманович	руководитель отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, Академик РАН, e-mail: rsakchurin@list.ru, тел. 8-495-414-61-43, 121552, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, 15 а.
Автор, ответственный за связь с редакцией: Цыренов Дамба Дамдинович	аспирант отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, e-mail: damba-tit@mail.ru, тел. 8-495-414-72-85, 8-916-064-25-48, 121552, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, 15 а.

✉ damba-tit@mail.ru

Для цитирования: Цыренов Д.Д., Табакьян Е.А., Мершин К.В., Булдакова Н.А., Акчурин Р.С. Состояние гемодинамики и функции почек до и после операции легочной тромбэндартерэктомии. Евразийский кардиологический журнал. 2018, Сентябрь 20; 3:26-30 [Trans. Into Eng. Ed.: Tsyrenov D.D., Tabakyan E.A., Mershin K.V., Buldakova N.A., Akchurin R.S. The hemodynamics and renal function before and after pulmonary thromboendarterectomy. Eurasian cardiological journal. 2018, September 20; 3:32-36]

ВВЕДЕНИЕ

Хроническая тромбоземболическая легочная гипертензия (ХТЭЛГ) — прекапиллярная форма легочной гипертензии, при которой хроническая обструкция крупных и средних ветвей легочных артерий, а также вторичные изменения микроциркуляторного русла легких приводят к прогрессирующему повышению легочного сосудистого сопротивления (ЛСС) и давления в легочной артерии (ДЛА) с развитием правожелудочковой сердечной недостаточности (ПРСН). ХТЭЛГ является отдаленным осложнением острой тромбоземболии легочной артерии с частотой развития до 9,1% в течение первых 2 лет после перенесенного эпизода [1].

Гемодинамические нарушения у больных ХТЭЛГ способствуют развитию и прогрессированию хронической болезни почек (ХБП), что следует рассматривать как кардиоренальный синдром (КРС) [2]. При развитии ХТЭЛГ операция легочная тромбэндартерэктомия (ТЭЭ) является методом выбора в лечении пациентов [1,3–5]. Отличительными особенностями операции являются длительное искусственное кровообращение (ИК), глубокие гипотермические циркуляторные аресты (ГГЦА), продолжительный этап согревания. При таких условиях проведения ИК можно предполагать большую частоту острого повреждения почек (ОПП) по сравнению с операциями без циркуляторных арестов и глубокой гипотермии.

ОПП – опасное состояние, которое является причиной неблагоприятных исходов, в том числе летального [6]. Частота возникновения ОПП при операциях с ИК достигает 30%. Потребность в заместительной почечной терапии (ЗПТ) наблюдается не менее чем у 1% пациентов [7]. Однако не проведено подробного анализа развития ОПП по стадиям после опера-

Таблица 1. Результаты предоперационного обследования больных с ХТЭЛГ

Переменные (единицы измерения)	Группа ХБП 2-3 (n = 15; ж-7)	Группа без ХБП (n = 36; ж-12)
Возраст (лет)	56 (50; 62)	54 (35; 63)
Анамнез ЛГ (лет)	5 (3; 8)	4 (2; 6,5)
Диабет 2-го типа (n/%)	3/20	2/5,5
ФК ХСН по NYHA	3 (3; 4)	3 (3; 4)
Содержание гемоглобина (г/л)	136 (128;150)	142 (135; 157)
Креатинин сыворотки (Скр) (мкмоль/л)	110 (94; 122)	76 (69; 92) *
Мочевина сыворотки (Смоч) (ммоль/л)	6,5 (6,1; 7,1)	5,8 (4,6; 6,3) **
СКФ до опер.(СКД EPI 2009): (мл/мин)	69 (61; 78)	101 (94; 111) *
Наследственные тромбофилии (n/%)	5 /33,3	16/44,4
Антифосфолипидный синдром (n/%)	2/13,3	7/19,4
Среднее ДЛА до операции (мм рт. ст.)	47 (45; 57)	45 (40; 52)
Сердечный индекс (л/мин/м ²)	2 (1,5; 2,1)	1,78 (1,6; 2)
ЛСС (дин×с×см-5)	1035 (777;1254)	917 (753; 1131)

Примечание: U-критерий Манна-Уитни: p= 0, 00003*; p=0,005**

ций ТЭЭ. В настоящей статье проанализированы состояние гемодинамики и функция почек до и после ТЭЭ.

Цель исследования: изучить показатели легочной гемодинамики и функцию почек у больных ХТЭЛГ до и после ТЭЭ. Проанализировать основные результаты ТЭЭ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 51 пациент (32 мужчин и 19 женщин) с ХТЭЛГ, оперированные с 2010 по 2018 год. До операции пациенты были разделены на две группы согласно наличию или отсутствию ХБП II–III ст. После операции нами выделены группы с ОПП и без ОПП согласно классификации RIFLE 2004 [8,9]. Скорость клубочковой фильтрации (СКФ) оценивали по формуле СКД EPI 2009 в мл/мин. Инструментальное обеспечение операций ТЭЭ, особенности ИК, интенсивной терапии описаны ранее [10]. ДЛА контролировали посредством катетера Свана-Ганца в ЛА, сердечный выброс (СВ) измеряли методом термодилуции, сердечный индекс (СИ), ЛСС получали расчетным методом. Использовали непараметрические методы статистики для описания групп. Для оценки межгрупповых различий применяли U-критерий Манна-Уитни, оценки динамики внутригрупповых различий – T-критерий Уилкоксона. Результаты представлены в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей, процента от общего количества, достоверность p<0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

С 2010 по 2018 годы в нашем отделе 51 пациенту с ХТЭЛГ выполнены операции ТЭЭ. В 10 случаях проведены сочетанные операции: коронарное шунтирование – 5, ушивание открытого овального окна (ООО) – 3, тромбэктомия из правого предсердия – 1, криоабляция каватрикуспидального перешейка – 1.

До операции хроническая болезнь почек (ХБП) II-III ст. диагностирована у 29,4% больных. Результаты обследования представлены в таблице 1.

По причине раннего летального исхода из исследования исключены 2 пациента. Женщина 59 лет с ХБП 3-й стадии: летальный исход наступил в результате легочного интраоперационного кровотечения. Мужчина 28 лет: операция ТЭЭ не выполнена вследствие невозможности отделения тромботического материала, развился гипертонический криз по малому кругу кровообращения, полиорганная недостаточность (ПОН), летальный исход на 6-е сутки в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ). У 49 пациентов проанализированы периперационные показатели, оценена их взаимосвязь с развитием ОПП. Основные результаты представлены в таблице 2.

После ТЭЭ в 13 случаях наблюдали развитие ОПП на 1-2 послеоперационные сутки, что составило 26,5% от общего количества пациентов, потребность ЗПТ – 2%; ОПП 1-й стадии у 8-и (16,3%), 2-й стадии – у 3-х (6,1%), 3-й стадии – у 2-х (4,1%) пациентов. У 12 из них наблюдали полное восстановление функции почек. У одного больного с катастрофическим антифосфолипидным синдромом (КАФС) ОПП 3-й стадии прогрессировала, развилась тромбоцитопения и ПОН, интенсивная терапия, процедуры плазмообмена и ЗПТ не дали эффекта, на 10 сутки констатирована смерть.

Проанализирована распространенность предоперационных факторов риска ОПП после операций ТЭЭ. Достоверных различий между группами не выявлено. Больных с ХБП 2-й ста-

Таблица 2. Результаты периперационного обследования групп с ОПП и без ОПП

Показатели (единицы измерения)	ОПП (n = 13)	Без ОПП (n = 36)
Возраст (лет)	62 (50; 66)	53,5 (38,5; 59)
Анамнез ХТЭЛГ (лет)	8 (3; 13)	4 (2; 6) #
Время ИК (мин)	245 (214; 284)	246 (222; 276)
Время ГГЦА суммарно (мин)	45 (31; 51)	40 (28;48)
Количество ГГЦА (n)	3 (2; 3)	2,5 (2;3)
Минимальный Hb ИК (г/л)	76 (63; 83)	73 (66,5; 83,5)
Доза лазикса 1-е сутки (мг)	40 (30; 60)	20 (20; 40) ***
Макс. С креатинина после операции (мкмоль/л)	174 (148; 207)	93 (84; 118) *
Макс. С мочевины после операции (ммоль/л)	15,7 (9,1; 19,2)	7,1 (6,3; 8,4) **
Макс. лактат 1-е сутки (ммоль/л)	5,1 (3,6; 7,8)	2,9 (2,6; 3,9) ****
Объём диуреза за первые сутки (мл)	1950 (1350;2500)	2425 (1775;3175)
Суток в ОРИТ	4 (3;10)	3 (2; 4)
Суток в стационаре после операции	14 (13; 24)	13,5 (12;16,5)

Примечание: U-критерий Манна-Уитни: $p=0,000002^*$, $p=0,00003^{**}$, $p=0,014^{***}$, $p=0,0005^{****}$, $p=0,024^{\#}$.

дии – 4 (30,7%) в случаях с ОПП и 10 (27,7%) в случаях без ОПП. Сахарный диабет 2-го типа диагностирован у 2-х (15,3%) больных в группе ОПП и у 3-х (8,3%) в группе без ОПП. Среди больных с ОПП было 3 (23%) женщины, без ОПП – 15 (41,6%).

Среди интраоперационных факторов риска зафиксированы сочетанные операции в группе с ОПП в 3 случаях (23%), без ОПП – в 7 (19,4%), переливания 1-2-х доз крови на этапе ИК пациентам с ОПП в 4-х случаях (30,7%), без ОПП – в 10 (27,7%), достоверных различий не выявлено.

Мы наблюдали достоверно значимое снижение ЛСС, повышение СВ и СИ на первые сутки после ТЭЭ по сравнению с дооперационными данными. Показатели гемодинамики и функции почек до и после операции представлены в таблице 3.

В группе ОПП в первые сутки после операции у 8-и больных зафиксировано повышение СВ и СИ, у 2-х снижение и у 1-го изменений не выявлено. Острое снижение СВ в первые часы после операции у 1-ой пациентки потребовало коррекции волемии, сократимости, частоты сердечных сокращений. В её случае наблюдали повышение креатинина плазмы через 24 часа после операции более чем в 2 раза от исходного уровня со снижением до предоперационных значений к 5-м суткам.

В группе без ОПП в 1-м случае зарегистрировано незначительное снижение СВ и СИ, отсутствие динамики у 1-го больного, в остальных случаях – увеличение СВ и СИ в первые сутки после операции. Повышение СКФ перед выпиской из стационара наблюдали у 32, отсутствие динамики 4-х больных без ОПП.

При анализе общей группы были получены следующие результаты: у 14 больных с ХБП отмечено снижение уровня

предоперационного креатинина с 107 (94;116) до 77 (65;88) мкмоль/л и повышение СКФ с 69 (61; 78) до 99 (86; 112) мл/мин перед выпиской ($p=0,0012$).

Среди осложнений после ТЭЭ в 8-ми случаях наблюдали развитие неврологических симптомов: хорей, постгипоксическая энцефалопатия, параноидальное поведение, экстрапирамидные симптомы. Проводилось специализированное лечение совместно с неврологом, психиатром. Все нарушения разрешились: в 6 случаях в течение внутригоспитального периода, в 2-х – до 14 суток после выписки. У 6-и больных развился пневмоторакс, разрешившийся на фоне дренирования плевральной полости. Наблюдали 2 случая летальных исходов после выписки из стационара: в первом - причиной явилось развитие резидуальной лёгочной гипертензии и гемоторакса на 45 послеоперационные сутки, во втором – эмпиема плевры, осложнившаяся сепсисом, смерть – на 34 послеоперационные сутки.

ОБСУЖДЕНИЕ

Низкий СВ, характерный для пациентов с ХТЭЛГ, вероятно, приводит к хронической гипоперфузии почек и развитию ХБП. Очевидно, что увеличение продолжительности анамнеза лёгочной гипертензии повышает риск развития ХБП и ОПП. Мы наблюдали достоверно более длительный анамнез ХТЭЛГ у больных с ОПП по сравнению с больными без ОПП. По результатам международного регистра у пациентов, перенесших ТЭЭ (n=404), медиана времени от появления симптомов до постановки диагноза составила 15 месяцев; в 0,5% слу-

Таблица 3. Показатели гемодинамики и функции почек до и после операции ТЭЭ

Показатели (единицы измерения)	ОПП (n=13)	Без ОПП (n=36)
Среднее ДЛА до операции (мм.рт.ст.)	45 (41; 60)	47 (41;53)
Среднее ДЛА 1-е сут. после операции (мм рт. ст.)	31 (24; 36) $p=0,001$	27 (23,5;30) $p=0,000001$
ЛСС до операции (дин×с×см-5)	909 (817; 1244)	917 (753; 1131) *
ЛСС 1-е сут. после операции (дин×с×см-5)	267 (223; 486) ** $p=0,0033$	288 (240; 377) * $p=0,000001$
СВ до операции (л/мин)	3,5 (2,8; 4,8) **	3,56 (3,2;3,9) *
СВ 1-е сут. после операции (л/мин)	4,25 (3,9; 5,2) ** $p=0,06$	4,65 (4,4; 5,2) * $p=0,000001$
СИ до операции (л/мин/м ²)	1,8 (1,3; 2,4) **	1,78 (1,6; 2,1) *
СИ 1-е сут. после операции (л/мин/м ²)	2,2 (2,1; 2,3) ** $p=0,06$	2,48 (2,2; 2,7) * $p=0,000001$
Скр до операции (мкмоль/л)	89 (75; 95)	83 (69; 98)
Скр макс.после операции (мкмоль/л)	174 (148; 207) $p=0,0014$	93 (84; 118) $p=0,000039$
Скр перед выпиской (мкмоль/л)	76,5 (69; 89) *** $p=0,18$	65,5 (60; 73) $p=0,000002$
СКФ до операции (мл/мин)	97 (88; 99)	93,5 (77; 109)
СКФ перед выпиской (мл/мин)	98,5 (88; 105) *** $p=0,36$	113,5 (95;120) $p=0,000001$

Примечание: Достоверность по T-критерию Уилкоксона, (n = 34) *, (n = 11) **, (n = 12) ***

чаев в дооперационном периоде была диагностирована ХБП 5 стадии, процент пациентов с ХБП других стадий не указан [11]. По данным Kuniyaha T. и соавт. при обследовании 276 больных ХТЭЛГ средний уровень креатинина сыворотки (Скр) до операции составил $97,2 \pm 26,5$ мкмоль/л [12]. В нашем наблюдении медиана Скр. у больных с ХБП была равна 110 мкмоль/л, без ХБП – 76 мкмоль/л.

Выполнение ТЭЭ требует бескровного оперативного поля для точного поиска и максимального удаления обструктивного материала. Обескровливание операционного поля максимально достижимо в условиях ареста циркуляции [13]. Операции с длительным ИК, ГГЦА помимо неврологических осложнений несут потенциальный риск ОПП. Интраоперационными факторами риска развития ОПП являются гемолиз, низкий уровень гемоглобина, нарушения микроциркуляции во время ИК, синдром системного воспалительного ответа, ишемия при ГГЦА. Вместе с тем, соблюдение протокола перфузии, в том числе максимального времени циркуляторного ареста, скорости согревания и др. позволяет избежать потенциальных осложнений.

По нашим результатам необходимость в ЗПТ при ОПП составила 2%, медиана ГГЦА в группе ОПП – 45 мин. Kasper Korsholm и соавт. при анализе 239 больных, перенесших ТЭЭ в условиях ГГЦА, описывают 40 (16,8%) случаев развития ОПП, потребовавших ЗПТ. Медиана продолжительности ГГЦА составляла 38 мин [14].

На сегодняшний день, многие исследования описывают влияние различных способов перфузии на центральную нервную систему, функцию легких и почек. В рандомизированном контролируемом исследовании REACOG 2011г сравнили результаты ТЭЭ между группой с антеградной перфузией головного мозга (АПГМ) – $n=39$ и группой ГГЦА продолжительностью менее 20 мин – $n=35$. Девяти пациентам перешли от АПГМ к ГГЦА для обеспечения полной эндартерэктомии. В группе ГГЦА зарегистрирован один случай ОПП, потребовавший ЗПТ, в группе АПГМ – 0. Наблюдали 3 летальных исхода: два в группе ГГЦА, один в группе АПГМ. Статистически достоверной разницы в неблагоприятных событиях между двумя группами не зафиксировали. Авторы рекомендуют ГГЦА в качестве оптимального условия для выполнения ТЭЭ [13]. В нашей клинике придерживаются аналогичной позиции, мы не использовали метод АПГМ при операциях ТЭЭ.

Калинин Р.А. с соавт. в исследовании разделили 17 пациентов на две группы методом слепой рандомизации. В первую группу вошли 7 пациентов, которым ТЭЭ выполнялась в условиях умеренной гипотермии с АПГМ, во вторую группу – 10 пациентов, оперированных в условиях ГГЦА. В раннем послеоперационном периоде в обеих группах наблюдали по одному случаю ОПП, каждый из них потребовал проведения ЗПТ [15]. Madani M. с соавт. в работе 2016 года пишут, что наиболее важным аспектом ТЭЭ является максимально возможная эндартерэктомия, минимизирующая остаточные тромбозы в целях уменьшения риска резидуальной легочной гипертензии. Для обеспечения полной эндартерэктомии можно безопасно использовать дополнительные ГГЦА в течение 20 минут с периодами реперфузии минимально 10 минут. За последние 10 лет авторами из Европы выпущен ряд публикаций с изменениями этой методики в виде уменьшения степени гипотермии, продолжительности либо отказа от полной остановки кровообращения. В настоящее время известно, что эти модификации необязательны и потенциально могут поставить под угрозу полноту эндартерэктомии [16].

Контроль параметров гемодинамики до стабилизации состояния пациентов позволяет своевременно реагировать на изменения СВ, ДПА, предупреждать развитие осложнений. Оптимизация показателей легочной гемодинамики, на наш взгляд, приводит к повышению оксигенации крови, улучшению перфузии почек и их функции у большинства больных. Так, согласно собственному опыту, развившиеся случаи ОПП были полностью обратимы в 12 из 13 случаев, максимально к 5 суткам после операции. По данным зарубежных авторов, быстрое восстановление функции почек у больных после кардиохирургических операций улучшает отдаленную выживаемость [17]. Процент пациентов с ОПП, потребность в ЗПТ в нашем исследовании не выше, чем при других операциях на сердце с ИК без глубокой гипотермии [18,19].

Внутригоспитальная летальность при ТЭЭ составляет от 4 до 8,5-10% [14, 20-23]. При сочетанных операциях ТЭЭ и КШ, ТЭЭ и операциях на клапанах данный показатель возростал до 9,6% и 16,7%, соответственно [22]. В отделе кардиоторакальной хирургии г. Сан-Диего, обладающим наибольшим опытом в мире по проведению операций ТЭЭ, показатель смертности уменьшился до 2,2% [24]. В настоящее время в нашей клинике внутригоспитальная летальность составляет 5,8%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Более длительный анамнез ЛГ является одним из факторов развития ХБП и одним из предикторов ОПП. Необходимо диагностировать и оперировать больных ХТЭЛГ на ранних стадиях, до декомпенсации ПРСН и значительного снижения СИ для минимизации риска развития ХБП и ОПП. ГГЦА является оптимальным методом перфузионного обеспечения ТЭЭ. В раннем послеоперационном периоде важна неотложная коррекция нарушений гемодинамики для предупреждения ПОН. Положительная динамика функции почек у больных ХТЭЛГ после ТЭЭ, наиболее вероятно, связана с увеличением СИ и перфузии почек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чазова И.Е., Мартынюк Т.В. от имени рабочей группы по разработке и подготовке текста Российских рекомендаций по диагностике и лечению ХТЭЛГ. *Терапевтический архив*. 2016; 9: 90-101. / Chazova I.E., Martynyuk T.V. on behalf of the working group on text preparation of Russian guidelines for the diagnosis and treatment of CTEPH. *Therapevtichesky archive*. 2016; 9: 90-101 [in Russian]
2. Ronco C., McCullough P., Anker S.D. et al. *Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) consensus Group. Cardio-renal syndromes: report from the consensus conference of the Acute Dialysis Quality Initiative. European Heart Journal* 2010; 31: 703-711. DOI:10.1093/eurheartj/ehp507.
3. Galio N., Hoepfer M.M., Humbert M. et al. *Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. Eur Respir J* 2009; 34:1219-1263.
4. Kim N.H., Delcroix M., Jenkins D.P. et al. *Chronic thromboembolic pulmonary hypertension. J Am Coll Cardiol*. 2013; 62(25):92-99. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.10.024.
5. Hoepfer M.M., Madani M.M., Nakanishi N. et al. *Chronic thromboembolic pulmonary hypertension. Lancet Respir Med*. 2014; 2:573-582. DOI: 10.1016/S2213-2600(14)70089-X.
6. Смирнов А.В., Добронравов В.А. и рабочая группа членов Ассоциации нефрологов России. *Национальные рекомендации: «Острое повреждение почек: основные принципы*

- диагностики, профилактики и терапии». *Нефрология*, 2016; 20(1):79-104. / Smirnov A.V., Dobronravov V.A. and a Working Group of Members of the Russian Association of Nephrology. National recommendations: «Acute kidney injury: main principles of diagnosis, prevention and treatment». *Nephrology*, 2016; 20(1):79-104 [in Russian].
7. Копылова Ю.В., Поз Я.Л., Строков А.Г. и соавт. Острое повреждение почек при кардиохирургических операциях с искусственным кровообращением и трансплантации сердца. *Вестник трансплантологии и искусственных органов*, 2010; 1 (XII):100-110. / Kopylova J.V., Poz Y.L., Strokov A.G. et al. Acute kidney injury after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass and heart transplantation. *Russian Journal of Transplantology and Artificial Organs*. 2010; 1 (XII):100-110 [in Russian].
 8. Bellomo R., Ronco C., Kellum J.A. and the ADQI workgroup. Acute renal failure – definition, outcome measures, animal models, fluid therapy and information technology needs: the Second International Consensus Conference of the Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) Group. *Crit. Care*. 2004;8:204-212. DOI: 10.1186/cc2872.
 9. Englberger L., Suri R.M., Li Z. et al. Clinical accuracy of RIFLE and Acute Kidney Injury Network (AKIN) criteria for acute kidney injury in patients undergoing cardiac surgery. *Critical Care*. 2011; 15(1):16.
 10. Табакьян Е.А., Марголина А.А., Груздев К.А. и соавт. Легочная эндартерэктомия: особенности перфузиологического обеспечения и интенсивной терапии. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2016; 3(9):51-54. / Tabakyan E.A., Margolina A.A., Gruzdev K.A. et al. Pulmonary endarterectomy: features of perfusion and intensive care. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya chirurgiya*. 2016; 3(9):51-54 [in Russian].
 11. Delcroix M, Lang I, Pepke-Zaba J. et al. Long-term outcome of patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: results from an international prospective 12registry. *Circulation* 2016;133:859–871. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.016522.
 12. Kuniyama T., Gerdts J., Groesdonk H. et al. Predictors of postoperative outcome after pulmonary endarterectomy from a 14-year experience with 279 patients. *Eur Journal of Cardiothoracic Surgery*. 2011; 40: 154-161.
 13. Vuylsteke A., Sharples L., Charman G. et al. Circulatory arrest versus cerebral perfusion during pulmonary endarterectomy surgery (PEACOG): a randomized controlled trial. *Lancet*. 2011; 378:1379-1387. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)61144-6.
 14. Korsholm K, Andersen A, Mellekjær S. et al. Results from more than 20 years of surgical pulmonary endarterectomy for chronic thromboembolic pulmonary hypertension in Denmark. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2017 4(52):704-709. DOI: 10.1093/ejcts/ezx182.
 15. Калинин Р.А., Корнилов И.А., Чернявский М.А. и соавт. Способ перфузионного обеспечения оперативного лечения хронической посттромбоэмболической легочной гипертензии. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2012; 4(16): 37-41. / Kalinin E.A., Kornilov I.A., Chernyavskiy M.A. et al. The perfusion provision method during surgery for chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokirurgiya*. 2012; 4(16): 37-41 [in Russian].
 16. Madani M., Mayer E., Fadel E., Jenkins D.P. Pulmonary Endarterectomy. Patient Selection, Technical Challenges, and Outcomes. *Ann Am Thorac Soc*. 2016 Jul;13(3):240-7. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201601-014AS.
 17. Brown J.R., Kramer R.S., Coca S.G., Parikh C.R. Duration of acute kidney injury impacts long-term survival after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 2010 Oct;90(4):1142-8. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2010.04.039.
 18. Romagnoli S., Ricci Z. Postoperative acute kidney injury. *Minerva Anesthesiol*. 2015;81:684-696.
 19. Rosner M.H., Okusa M.D. Acute Kidney Injury Associated with Cardiac Surgery *Clin J Am Soc Nephrol*. 2006 Jan;1(1):19-32. DOI:10.2215/CJN.00240605
 20. Eckhard Mayer. Surgical treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *SWISS MED WKLY*. 2006;16:491-497. DOI: 2006/31/smw-11167.
 21. Jamieson S.W., Kapelanski D.P., Sakakibara N. et al. Pulmonary endarterectomy: experience and lessons learned in 1,500 cases. *Ann Thorac Surg* 2003;76:1457-1462; discussion 1462-1464.
 22. Thistlethwaite P.A., Kaneko K., Madani M., Jamieson S.W. Technique and outcomes of pulmonary endarterectomy surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2008;14:274-282.
 23. Morsolini M., Nicolardi S., Milanese E. et al. Evolving surgical techniques for pulmonary endarterectomy according to the changing features of chronic thromboembolic pulmonary hypertension patients during 17-year single-center experience *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;144:100-107.
 24. Madani M.M., Auger W.R., Pretorius V. et al. Pulmonary endarterectomy: recent changes in a single institution's experience of more than 2,700 patients. *Ann Thorac Surg*. 2012;94:97-103. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2012.04.004

Принята к публикации: 16.07.2018