



Сравнительная оценка методов защиты висцеральных органов и почек при протезировании торакоабдоминального отдела аорты (опыт РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского)

Е. Ю. ЧЕПУРНЯК¹, Ю. В. БЕЛОВ^{1,2}, Э. Р. ЧАРЧЯН¹, А. А. ЕРЕМЕНКО¹, Л. С. ЛОКШИН¹, Б. А. АКсельРОД¹, О. В. ДЫМОВА¹, К. А. ЗИНОВЬЕВ¹, А. В. ПАНОВ¹

¹Российский научный центр хирургии им. акад. Б. В. Петровского, Москва, РФ

²Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова, Москва, РФ

РЕЗЮМЕ

Цель: сравнить эффективность методик защиты висцеральных органов и почек при протезировании торакоабдоминального отдела аорты (ТАА): левопредсердно-бедренного обхода (ЛПБО) и искусственного кровообращения (ИК) в сочетании с селективной перфузией (СП) данных органов.

Методы. В ретроспективный анализ включен 81 пациент, всем выполнено протезирование ТАА: у 29 (1-я группа) применяли ЛПБО, у 52 (2-я группа) – ИК и СП.

Результаты. Во 2-й группе отмечали меньший объем интраоперационной кровопотери (1 500 мл против 4 200 мл, $p < 0,001$), значимо более низкие уровни прямого билирубина, креатинина крови, альфа-амилазы крови в послеоперационном периоде, значимо меньшую длительность госпитализации, пребывания пациентов в отделении реанимации и интенсивной терапии, искусственной вентиляции легких. Также в этой группе наблюдали меньшую частоту синдрома полиорганной дисфункции (11,5% против 37,9%, $p = 0,005$), острого нарушения мозгового кровообращения (0 против 10,3%, $p = 0,043$), потребность в заместительной почечной терапии (3,8% против 20,7%, $p = 0,022$), летальность (3,8% против 27,6%, $p = 0,003$).

Вывод. При протезировании ТАА проведение ИК и СП висцеральных органов и почек обладает большими протективными свойствами по сравнению с ЛПБО.

Ключевые слова: торакоабдоминальная аневризма аорты, левопредсердно-бедренный обход, искусственное кровообращение, селективная перфузия висцеральных органов, селективная перфузия почек

Для цитирования: Чепурняк Е. Ю., Белов Ю. В., Чарчян Э. Р., Еременко А. А., Локшин Л. С., Аксельрод Б. А., Дымова О. В., Зиновьев К. А., Панов А. В. Сравнительная оценка методов защиты висцеральных органов и почек при протезировании торакоабдоминального отдела аорты (опыт РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского) // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2021. – Т. 18, № 2. – С. 48-55. DOI: 10.21292/2078-5658-2021-18-2-48-55

Comparative evaluation of visceral and renal protection methods during thoracoabdominal aortic repair (Experience of Russian Surgery Research Center named after B.V. Petrovsky)

E. YU. CHEPURNYAK¹, YU. V. BELOV^{1,2}, E. R. CHARCHYAN¹, A. A. EREMenKO¹, L. S. LOKSHIN¹, B. A. AKSELROD¹, O. V. DYMOVA¹, K. A. ZINOVIEV¹, A. V. PANOVA¹

¹Russian Surgery Research Center named after B. V. Petrovsky, Moscow, Russia

²I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

ABSTRACT

The objective: to compare the effectiveness of visceral and renal protection methods during thoracoabdominal aortic (TAA) repair: left atrial-femoral bypass (LAFB) and cardiopulmonary bypass (CPB) in conjunction with selective perfusion (SP) of these organs.

Subjects: 81 patients who underwent TAA repair were enrolled in retrospective analysis: LAFB was used in 29 patients (Group 1), CPB and SP – in 52 patients (Group 2).

Results. In Group 2, there were lower intraoperative blood loss volume (1,500 ml vs 4,200 ml, $p < 0,001$), significantly lower levels of direct bilirubin, blood creatinine, blood alpha-amylase in postoperative period, significantly shorter duration of hospital stay, ICU stay and duration of mechanical ventilation. Also in this group, there were lower incidence of multiple organ dysfunction (11.5% vs 37.9%, $p = 0,005$), stroke (0 vs 10.3%, $p = 0,043$), lower need for requirement (3.8% vs 20.7%, $p = 0,022$) and mortality (3.8% vs 27.6%, $p = 0,003$).

Conclusion: During TAA repair, CPB in conjunction with selective visceral and renal perfusion is more beneficial for organ protection as compared with LAFB.

Key words: thoracoabdominal aortic aneurysm, left atrial-femoral bypass, cardiopulmonary bypass, selective visceral perfusion, selective renal perfusion

For citations: Chepurnyak E.Yu., Belov Yu.V., Charchyan E.R., Eremenko A.A., Lokshin L.S., Akselrod B.A., Dymova O.V., Zinoviev K.A., Panov A.V. Comparative evaluation of visceral and renal protection methods during thoracoabdominal aortic repair (Experience of Russian Surgery Research Center named after B.V. Petrovsky). *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2021, Vol. 18, no. 2, P. 48-55. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2021-18-2-48-55

Для корреспонденции:
Чепурняк Евгения Юрьевна
E-mail: evgeniache@inbox.ru

Correspondence:
Evgenya Yu. Chepurnyak
Email: evgeniache@inbox.ru

Первая в мире операция протезирования торакоабдоминального отдела аорты (ТАА) в классическом варианте была проведена Е. S. Crawford в 1974 г. В РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского

реконструкцию ТАА выполняют с 1997 г. по настоящее время. За этот период выполнено 223 операции. Данные операции отличаются высокой травматичностью и летальностью – более 20% [4].

Ключевой проблемой при подобных операциях является интраоперационное повреждение почек и висцеральных органов (непарных органов брюшной полости) [24]. Так, острое почечное повреждение (ОПП) в послеоперационном периоде развивается, по одним данным [15], в 21–63% случаев, по другим [24], в 12–50% случаев и приводит к увеличению послеоперационной летальности с 6 до 32% [23]. При развитии осложнений со стороны висцеральных органов смертность также значительно возрастает – с 13,5 до 39,5% [7]. Основная причина развития осложнений со стороны висцеральных органов и почек, наряду с кровопотерей, – их ишемия на этапе выключения из кровотока участка аорты, содержащего почечные и висцеральные артерии [10].

Стратегия защиты висцеральных органов и почек в хирургии ТАА прошла длительный путь от простого пережатия аорты (техника "clamp-and-sew") до применения селективной перфузии (СП) данных органов. Подход простого пережатия аорты без каких-либо способов протекции в настоящее время практически не используется [3]. Вместо него применяется ряд методик поддержания кровотока в органах, к которым относятся дистальная аортальная перфузия (ДАП), СП почек и СП висцеральных органов [8]. ДАП позволяет сократить время ишемии органов на этапе проксимального пережатия аорты и может осуществляться в виде левопредсердно-бедренного обхода (ЛПБО) или искусственного кровообращения (ИК) [19, 21]. СП является значимым методом защиты, так как только проведение СП позволяет поддерживать кровоток в органах на этапе реконструкции зоны с висцеральными и почечными артериями, а также обеспечивает хирургов необходимым временем для реимплантации артерий, важных для кровоснабжения спинного мозга [17]. Несмотря на накопленный опыт выполнения данных операций, вопрос выбора оптимального метода защиты висцеральных органов и почек остается до конца не решенным.

Цель исследования – сравнить эффективность двух методик сохранения кровотока в висцераль-

ных органах и почках, направленных на сокращение времени их ишемии при протезировании ТАА: ЛПБО и ИК в сочетании с СП висцеральных органов и почек.

Гипотеза исследования: в группе с ИК проведение СП во время реконструкции участка аорты, содержащего висцеральные и почечные артерии, позволяет предотвратить ишемию висцеральных органов и почек, что проявляется в меньшем числе осложнений со стороны этих органов, более низкой летальности, меньшей длительности госпитализации, пребывания пациентов в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), искусственной вентиляции легких (ИВЛ), более низком уровне маркеров повреждения органов в послеоперационном периоде по сравнению с группой с ЛПБО.

Материалы и методы

Проанализированы истории болезни 223 пациентов, которым в период с 1997 по 2020 г. было выполнено протезирование ТАА в РНЦХ. Критерии включения: протезирование ТАА от перешейка до бифуркации аорты с применением ЛПБО или ИК в сочетании с СП висцеральных органов и почек. Критерии исключения: протезирование ТАА от перешейка до бифуркации аорты с применением техники "clamp-and-sew", с применением ИК без СП, с использованием раствора «Кустодиол» для защиты органов; протезирование всей аорты.

С учетом критериев включения и исключения в окончательный анализ включен 81 пациент. Среди пациентов – 21 (26%) женщина и 60 (74%) мужчин; возраст составил 51 (33; 66) год. В зависимости от применявшейся методики защиты висцеральных органов и почек пациенты разделены на две группы: 1-я группа ($n = 29$) – пациенты, у которых для проведения ДАП применяли ЛПБО; 2-я группа ($n = 52$) – пациенты, у которых для осуществления ДАП проводили ИК в сочетании с селективной кровяной перфузией висцеральных органов и почек.

Клинические данные пациентов до операции представлены в табл. 1.

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов до операции

Table 1. Clinical parameters of patients before the surgery

Параметр, абс. (%)	1-я группа ($n = 29$)	2-я группа ($n = 52$)	p
Возраст (Me (P10; P90), годы)	51 (39; 65)	52 (31; 68)	0,988
Мужской пол	26 (89,7%)	34 (65,4%)	0,014
Исходный диагноз «аневризма ТАА»	24 (82,8%)	43 (82,7%)	0,994
Исходный диагноз «расслоение аорты»	20 (69%)	37 (71,2%)	0,836
Дисплазия соединительной ткани	8 (27,6%)	17 (32,7%)	0,633
Артериальная гипертензия	16 (55,2%)	40 (76,9%)	0,042
Мальперфузия органов брюшной полости	0	2 (3,8%)	0,409

Примечание: абс. – абсолютные значения, Me – медиана, P10; P90 – 10-й и 90-й процентиля, ТАА – торакоабдоминальный отдел аорты

Объем оперативного вмешательства составил: протезирование ТАА по методике Crawford – 44 пациента, протезирование ТАА по методике Coselli – 32 пациента, протезирование ТАА с имплантацией висцеральных ветвей по методике «кнопки» – 5 пациентов.

В обеих группах проводили инвазивный мониторинг гемодинамики с катетеризацией лучевой, бедренной артерий и центральной вены.

В 1-й группе проводили ДАП в виде ЛПБО. Подключение ЛПБО – по схеме левое предсердие – бедренная артерия. Заправочный раствор включал в себя раствор Рингера / физиологический раствор, гепарин. Заправочный объем контура ЛПБО – 600 [600; 800] мл. Время ЛПБО – 73 [46; 117] мин. Объемную скорость (ОС) ЛПБО устанавливали таким образом, чтобы поддерживать АД_{ср} в бедренной артерии 60–70 мм рт. ст., в лучевой артерии – 70–80 мм рт. ст. ОС ЛПБО – 2 537 [1 500; 3 950] мл/мин.

Во 2-й группе для осуществления ДАП проводили ИК, которое сочетали с СП висцеральных органов и почек. Подключение ИК – по схеме бедренная вена – бедренная артерия. Заправочный раствор: кристаллоидный раствор (раствор Рингера / Плазма-Лит 148 / стерофундин), коллоидный раствор (гелофузин), маннит 15%, натрия гидрокарбонат, гепарин. Заправочный объем: 1 500 мл. ОС ИК подбирали таким образом, чтобы поддерживать АД_{ср} в бедренной артерии (ниже дистального аортального зажима) 60–70 мм рт. ст. АД_{ср} в лучевой артерии поддерживали на уровне 70–80 мм рт. ст. ОС ИК – 3 100 [1 765; 4 000] мл/мин, время ИК – 83 [33; 145] мин. СП висцеральных органов и почек была непрерывной кровяной с забором аутологичной оксигенированной крови из дополнительного отвода от оксигенатора. СП проводили с использованием отдельного контура для СП, на периферии которого через 4 баллонных катетера перфузировали чревный ствол, верхнюю брыжеечную артерию, правую и левую почечные артерии. ОС СП подбирали с учетом давления (сопротивления), возникавшего в контуре для СП; максимальный уровень сопротивления – 500–600 мм рт. ст. ОС СП по 4 артериям – 900 [650; 1 400] мл/мин. Время СП – 40 [29; 65] мин.

Первичные конечные точки исследования – частота развития послеоперационных осложнений со стороны непарных органов брюшной полости и почек (острая почечная недостаточность (ОПН), потребность в заместительной почечной терапии (ЗПТ), острая печеночная недостаточность, поражение поджелудочной железы); вторичные конечные точки – летальность, длительность госпитализации, пребывания пациентов в ОРИТ, длительность ИВЛ. Также оценивали уровень биохимических маркеров функции и повреждения висцеральных органов и почек: АСТ (аспартатаминотрансфераза), АЛТ (аланинаминотрансфераза), билирубин общий, билирубин прямой, креатинин

крови, альфа-амилаза крови – в исходе и в 1-е сут послеоперационного периода.

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Statistica 7.0. Распределение значений количественных переменных в обеих группах было ненормальным, количественные значения признаков представлены в виде медианы и 10-го и 90-го процентилей (Me (P10; P90)). В связи с ненормальностью распределения для анализа количественных переменных при сравнении зависимых выборок использовали непараметрический критерий Вилкоксона, при сравнении независимых выборок – непараметрический критерий Манна – Уитни. При сравнении категориальных переменных использовали точный критерий Фишера или критерий χ^2 . Статистически значимым считали уровень $p < 0,05$ [5].

Результаты

Среди пациентов двух групп было 10 летальных исходов: 8 (27,6%) – в 1-й группе и 2 (3,8%) – во 2-й группе, $p = 0,003$ (табл. 2).

Длительность госпитализации, пребывания пациентов в ОРИТ, а также длительность ИВЛ были ниже во 2-й группе ($p < 0,001$, $p = 0,011$, $p = 0,001$ соответственно).

Объем интраоперационной кровопотери был ниже в группе с ИК и СП (1 500 мл) по сравнению с группой с ЛПБО (4 200 мл), $p < 0,001$.

Среди осложнений, развившихся в послеоперационном периоде, в обеих группах наблюдали острую дыхательную недостаточность, сердечно-сосудистую недостаточность, синдром полиорганной недостаточности (СПОН), сепсис.

Послеоперационными осложнениями со стороны непарных органов брюшной полости были острая печеночная недостаточность, острый панкреатит, панкреонекроз, острый перитонит. Острая печеночная недостаточность развилась у 5 (17,2%) пациентов в 1-й группе и у 3 (5,8%) пациентов во 2-й группе ($p = 0,104$). Острый панкреатит, так же как и острый перитонит, наблюдали у 1 (3,4%) пациента в 1-й группе и не наблюдали у пациентов 2-й группы ($p = 0,358$). Панкреонекроз развился у 2 (6,9%) пациентов 1-й группы, во 2-й группе его не было ($p = 0,125$).

Послеоперационная ОПН развилась у 11 (37,9%) пациентов в 1-й группе и у 13 (25%) пациентов во 2-й группе ($p = 0,222$). Потребность в ЗПТ была выше в группе с ЛПБО ($p = 0,022$).

Частота возникновения ОНМК также была выше в группе с ЛПБО ($p = 0,043$).

Не выявлено разницы в частоте развития послеоперационной острой дыхательной недостаточности ($p = 0,303$), сердечно-сосудистой недостаточности ($p = 0,172$), сосудистой недостаточности ($p = 0,599$) среди пациентов двух групп. Частота возникновения сепсиса также не различалась между группами ($p = 0,452$). В то же самое время СПОН

Таблица 2. Характеристика оперативного вмешательства и послеоперационного периода

Table 2. Parameters of surgery and the post-operative period

Параметр, абс. (%)	1-я группа (n = 29)	2-я группа (n = 52)	p
Объем кровопотери, мл, Ме (P10; P90)	4 200 (2 000; 10 600)	1 500 (1 000; 3 500)	< 0,001
Длительность пережатия аорты, мин	86 (40; 140)	109 (81; 141)	0,020
Летальный исход	8 (27,6%)	2 (3,8%)	0,003
Длительность госпитализации, к/д, Ме (P10; P90)	41 (14; 76)	20 (11; 32)	< 0,001
Длительность пребывания в ОРИТ, к/д, Ме (P10; P90)	5 (2; 33)	3 (1; 15)	0,011
Длительность ИВЛ, ч, Ме (P10; P90)	38 (9; 513)	13 (6,5; 27)	0,001
Острая дыхательная недостаточность в п/о периоде	14 (48,3%)	19 (36,5%)	0,303
Сердечно-сосудистая недостаточность в п/о периоде	5 (17,2%)	4 (7,7%)	0,172
Сосудистая недостаточность в п/о периоде	3 (10,3%)	5 (9,6%)	0,599
Острая печеночная недостаточность в п/о периоде	5 (17,2%)	3 (5,8%)	0,104
Панкреонекроз в п/о периоде	2 (6,9%)	0	0,125
Острый панкреатит в п/о периоде	1 (3,4%)	0	0,358
Острый перитонит в п/о периоде	1 (3,4%)	0	0,358
Острая почечная недостаточность в п/о периоде	11 (37,9%)	13 (25%)	0,222
ЗПТ в п/о периоде	6 (20,7%)	2 (3,8%)	0,022
СПОН в п/о периоде	11 (37,9%)	6 (11,5%)	0,005
Сепсис в п/о периоде	2 (6,9%)	2 (3,8%)	0,452
Хирургическое кровотечение в п/о периоде	3 (10,3%)	1 (1,9%)	0,13
ОНМК в п/о периоде	3 (10,3%)	0	0,043

Примечание: абс. – абсолютные значения, Ме – медиана, P10; P90 – 10-й и 90-й процентиля, ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии, ИВЛ – искусственная вентиляция легких, п/о – послеоперационный, ЗПТ – заместительная почечная терапия, СПОН – синдром полиорганной недостаточности, ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения, к/д – койко-день

реже наблюдался во 2-й группе (6 пациентов, 11,5%) по сравнению с 1-й группой (11 пациентов, 37,9%), $p = 0,005$ (табл. 2).

Среди наблюдавшихся осложнений острая дыхательная недостаточность диагностировалась как показатель $P/F < 300$ и/или увеличение работы дыхания; сердечно-сосудистая недостаточность – как артериальная гипотензия, не корригируемая инфузионной терапией и требующая введения кардиотонических и вазопрессорных препаратов, инотропный индекс > 10 ; сосудистая недостаточность – как вазоплегия, артериальная гипотензия, не корригируемая инфузионной терапией и требующая введения вазопрессорных препаратов при сохраненной насосной функции сердца; острая печеночная недостаточность – гипопроteinемия, гипербилирубинемия, повышение уровня АСТ, АЛТ, щелочной фосфатазы, гамма-глутамилтранспептидазы, снижение белково-синтетической функции печени; острый панкреатит – повышение уровня липазы и альфа-амилазы крови в 3 раза по сравнению с верхней границей референсного интервала, КТ- или УЗИ-признаки; панкреонекроз – как некроз ткани поджелудочной железы более 3 см в диаметре или занимающий более 30% железы, выявляемый с помощью УЗИ, КТ и/или интраоперационно; острый перитонит – клинические признаки, УЗИ-, КТ-признаки, интраоперационное подтверждение

воспаления брюшины; ОПН – 2–3-я стадия ОПН по классификации AKIN; СПОН – наличие дисфункции 2 и более органов или систем органов; сепсис – как наличие СПОН в сочетании с инфекционным процессом; ОНМК – как появление очаговой неврологической симптоматики и/или общемозговых нарушений, подтвержденное с помощью КТ, МРТ; хирургическое кровотечение – кровотечение в объеме 1,5 мл/кг в 1 ч при нормальных показателях коагулограммы.

По биохимическим показателям пациентов группы были исходно однородны (за исключением прямого билирубина и альфа-амилазы крови – по этим маркерам было недостаточное количество данных для выполнения статистической обработки) (табл. 3).

В 1-е сут послеоперационного периода в обеих группах выявлено статистически значимое увеличение уровня биомаркеров (по сравнению с исходом), при этом медиана АЛТ в обеих группах оставалась в пределах референсных значений, медиана АСТ, общего и прямого билирубина в обеих группах превышала верхнюю границу референсного интервала, медиана креатинина крови была выше верхней границы референсного интервала в 1-й группе и близка к ней во 2-й группе; медиана альфа-амилазы была существенно выше верхней границы референсного интервала в 1-й группе и в пределах референсных значений во 2-й группе.

Таблица 3. Уровни биохимических маркеров функции и повреждения висцеральных органов и почек в 1-е сут послеоперационного периода**Table 3. Levels of biochemical markers reflecting the function and damage to visceral organs and kidneys on the 1st day of the postoperative period**

Показатель, Ме (P10; P90)	1-я группа (n = 29), исход	2-я группа (n = 52), исход	p	1-я группа (n = 29), 1-е сут п/о периода	2-я группа 2 (n = 52), 1-е сут п/о периода	p*	p**	p***
АСТ, Е/л	19 (12; 29)	16 (11; 22)	0,105	84 (50; 152)	106 (61; 185)	< 0,001	< 0,001	0,023
АЛТ, Е/л	15 (8; 45)	13 (7; 20)	0,067	30 (12; 129)	31 (14; 72)	0,002	< 0,001	0,870
Билирубин общий, мкмоль/л	11,9 (10,2; 14,3)	12,3 (8,6; 22,4)	0,692	26,2 (11,9; 65,4)	23,7 (12,5; 49)	< 0,001	< 0,001	0,335
Билирубин прямой, мкмоль/л	—	3,5 (2,6; 7,4)	—	10,5 (5,8; 34,7)	8,6 (4; 19)	—	< 0,001	0,048
Креатинин, мкмоль/л	84 (64; 119)	86 (59; 135)	0,784	165 (118; 212)	112 (71; 184)	0,007	< 0,001	0,002
Альфа-амилаза, Е/л	—	—	—	288 (133; 1 030)	77 (37; 311)	—	—	< 0,001

Примечание: значение p – между исходными значениями двух групп, p^* – в группе 1 между исходом и 1-ми сут п/о периода, p^{**} – в группе 2 между исходом и 1-ми сут п/о периода, p^{***} – между двумя группами в 1-е сут п/о периода. «—» – недостаточное количество данных для выполнения статистической обработки; Ме – медиана, P10; P90 – 10-й и 90-й процентиля

При сравнении двух групп между собой по уровню маркеров в 1-е сут послеоперационного периода обнаружена статистически значимая разница по уровню прямого билирубина ($p = 0,048$), креатинина ($p = 0,002$) и альфа-амилазы ($p < 0,001$) с более низкими значениями данных показателей во 2-й группе, а также статистически значимая разница по АСТ с более низким значением в 1-й группе ($p = 0,023$) (табл. 3).

Обсуждение

Обе методики (и ЛПБО, и ИК) обеспечивали кровоснабжение висцеральных органов и почек во время протезирования участка нисходящей грудной аорты, когда дистальный аортальный зажим находился выше чревного ствола. После переключивания зажимов, когда проксимальный зажим находился выше чревного ствола, а дистальный ниже почечных артерий, из кровотока выключался участок аорты с висцеральными и почечными артериями. На этом этапе за счет ИК и ЛПБО кровоснабжался только участок аорты ниже дистального зажима (участок аорты выше проксимального зажима кровоснабжался за счет сердечного выброса). При этом в группе с ЛПБО в этот период происходила ишемия висцеральных органов и почек, в то время как в группе с ИК проводили СП, которой поддерживали кровоток в органах и тем самым предотвращали ишемию. Это привело к сокращению общего времени ишемии висцеральных органов и почек в группе с ИК + СП, что отразилось в значимом различии в уровне биохимических показателей в послеоперационном периоде между группами, доказывая роль СП как метода уменьшения времени ишемии органов при данных операциях.

Кроме этого, в группе с ЛПБО наблюдали больший объем кровопотери, что могло сказаться на более высоком послеоперационном уровне биохимических показателей, а также на большей частоте возникновения СПОН у этих пациентов.

В большинстве мировых центров, занимающихся хирургией аорты, в сравнении с ИК предпочтение отдают ЛПБО в связи с возможностью использовать меньшие дозы гепарина, а также отсутствием потребности в оксигенаторе, что уменьшает запорочный объем контура [2, 12, 14, 20, 24, 25]. Однако наш опыт указывает на преимущества ИК в виде обеспечения лучшего контроля гемодинамики, особенно в случае ее нестабильности, поддержания оксигенации крови при однолегочной вентилиции; кроме этого, при проведении ИК легче осуществлять СП в связи с более стабильным притоком венозной крови и активной возможностью его регулирования [3]. Результаты данного исследования также свидетельствуют о преимуществе ИК в сочетании с СП по сравнению с ЛПБО и подчеркивают протективную роль СП при этих операциях.

Данные литературы также указывают на высокую эффективность СП как метода защиты висцеральных органов и почек. Так, в исследовании Y. Kuniyoshi et al. при сравнении послеоперационного уровня маркеров функции печени и почек в группах с СП и без нее была показана тенденция к более ранней нормализации значений биомаркеров в группе с СП, несмотря на значимо более длительное время реконструкции чревного ствола и верхней брыжеечной артерии в этой группе [17]. В другой работе, проведенной T. Kuniyoshi et al., среди пациентов, которым проводили СП, отсутствовали летальные исходы, а также не было случаев клинически значимого нарушения функции печени и почек, равно как и развития выраженной интраоперационной коагулопатии, несмотря на большую длительность СП. Тем самым авторы указывают на протективную роль СП в отношении гепатоспланхнического метаболизма [16]. По данным еще одной группы авторов, СП снижает риск послеоперационной коагулопатии, а также бактериальной транслокации из кишечника [24].

Помимо описанной методики одновременной непрерывной кровяной перфузии и висцеральных

органов, и почек, в мировой практике применяется тактика защиты почек с использованием гипотермических кристаллоидных растворов, в частности охлажденного до 4°С раствора Рингера – лактата, вводимого в режиме периодических болюсов [8]. Применение холодного раствора направлено на снижение потребления кислорода охлажденной почечной паренхимой. Данный метод доказал эффективность, в частности, в исследовании С. Көксоу et al., где проводилось сравнение гипотермической кристаллоидной и нормотермической кровяной перфузии почек, продемонстрирована более низкая частота развития ОПН в группе с кристаллоидной перфузией [15]. В то же самое время в работе S. A. LeMaire et al. при сравнении кристаллоидной и гипотермической кровяной перфузии почек не было обнаружено различий в уровнях биомаркеров повреждения почек после операции, в частоте развития ОПН, требующего ЗПТ, а также в показателях ранней послеоперационной летальности между группами [18]. При этом применение холодных кристаллоидных растворов для почечной протекции сопряжено с существенным риском развития гипергидратации, гемодилюции, а также создания значимой системной гипотермии.

Еще одним методом протекции почек является их перфузия раствором «Кустодиол», которая приводит к снижению степени послеоперационного ОПН по сравнению с кристаллоидной перфузией [22]. Успешное использование данной методики описано в работе акад. Ю. В. Белова и др. [1], также коллективом авторов во главе с акад. Ю. В. Беловым был оформлен патент на данную технологию [6].

Среди методов защиты органов следует также отметить применение глубокого гипотермического циркуляторного ареста, который демонстрирует хорошие протективные свойства в отношении почек и спинного мозга [9], но может сопровождаться развитием гипотермической коагулопатии, холодным повреждением легких и повышенным риском инсульта [24].

Что касается послеоперационных осложнений, то, по данным литературы, СПОН приводит к летальному исходу в 67,5% случаев и занимает первое место среди причин периоперационной

смертности [11]. Респираторные осложнения являются одними из наиболее частых осложнений при протезировании ТАА (что связано с необходимостью одноклеточной вентиляции) и возникают в 35,8% [11] – 39% [13] случаев. Осложнения со стороны непарных органов брюшной полости развиваются в 3,8% случаев, сепсис – в 4,5% случаев [11], хирургическое кровотечение возникает в 3,3% [11] – 4,9% [13] случаев.

Также группой авторов проведено исследование, в котором изучали повышение уровня маркеров функции и повреждения висцеральных органов после протезирования ТАА: величина АСТ составила $86,5 \pm 105$ Ед/л, АЛТ – $52,0 \pm 94,5$ Ед/л, альфа-амилазы – $169,5 \pm 361,4$ Ед/л [26]. Фактором, определяющим максимальные значения АСТ, липазы, гамма-глутамилтранспептидазы, лактатдегидрогеназы, является длительность ишемии висцеральных органов.

Ограничениями проведенного нами исследования являются: проведение операций пациентам двух групп в разные временные промежутки (в группе с ЛПБО – с 1997 по 2013 г., в группе с ИК и СП – с 2013 по 2020 г.); дизайн исследования – одноцентровое и большей частью ретроспективное (до 2019 г.).

Выводы

1. Проведение ИК и СП висцеральных органов и почек по сравнению с ЛПБО при протезировании ТАА обладает более выраженным органопротективным эффектом.
2. Преимущество ИК в сочетании с СП органов подтверждается меньшим повышением уровня прямого билирубина, креатинина крови, альфа-амилазы крови в 1-е сут послеоперационного периода, меньшей частотой развития СПОН и более низкой потребностью в ЗПТ.
3. Положительный клинический эффект данной методики заключается в снижении длительности ИВЛ, пребывания пациентов в ОРИТ, продолжительности госпитализации и более низком уровне летальности.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов Ю. В., Винокуров И. А. Острая почечная недостаточность после операций на торакоабдоминальном отделе аорты в условиях защиты органов раствором Кустодиол // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2014. – Т. 7, № 4. – С. 24–28.
2. Белов Ю. В., Хамитов Ф. Ф. Хирургическая защита спинного мозга и висцеральных органов при протезировании торакоабдоминального отдела аорты // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2000. – Т. 4. – С. 54–57.
3. Белов Ю. В., Чарчян Э. Р., Степаненко А. Б. и др. Хирургическое лечение больших торакоабдоминальными аневризмами аорты // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2015. – Т. 12. – С. 33–38.

REFERENCES

1. Belov Yu.V., Vinokurov I.A. Acute renal failure after operations on thoracoabdominal aorta under organs protection with solution custodiol. *Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya*, 2014, vol. 7, no. 4, pp. 24–28. (In Russ.)
2. Belov Yu.V., Khamitov F.F. Surgical protection of the spinal cord and visceral organs during thoracoabdominal aortic replacement. *Grudnaya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya*, 2000, vol. 4, pp. 54–57. (In Russ.)
3. Belov Yu.V., Charchyan E.R., Stepanenko A.B. et al. Surgical treatment of patients with thoracoabdominal aortic aneurysms. *Khirurgiya. Journal im. N. I. Pirogova*, 2015, vol. 12, pp. 33–38. (In Russ.)

4. Комаров Р. Н., Винокуров И. А., Каравайкин П. А. и др. Этапный метод гибридного протезирования торакоабдоминальной аорты // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. - 2018. - № 2. - С. 21-27.
5. Мамаев А. Н., Кудлай Д. А. Статистические методы в медицине. - М.: Практическая медицина, 2021. - 136 с. ISBN 978-5-98811-635-6.
6. Патент РФ на изобретение № 2343856/ 20.01.2009. Бюл. № 2. Белов Ю. В., Комаров Р. Н., Гулешов В. А. Способ защиты висцеральных органов при хирургическом лечении торакоабдоминальных аневризм аорты. Ссылка активна на 12.03.2021.
7. Achouh P. E., Madsen K., Miller C. C. et al. Gastrointestinal complications after descending thoracic and thoracoabdominal aortic repairs: A 14-year experience // *J. Vasc. Surg.* - 2006. - Vol. 44. - P. 442-446. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2006.05.018>.
8. Aftab M., Coselli J. S. Renal and visceral protection in thoracoabdominal aortic surgery // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* - 2014. - Vol. 148. - P. 2963-2966. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.06.072>.
9. Corvera J., Copeland H., Blitzer D. et al. Open repair of chronic thoracic and thoracoabdominal aortic dissection using deep hypothermia and circulatory arrest // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* - 2017. - Vol. 154, № 2. - P. 389-395. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2017.03.020>.
10. Coselli J. S., de la Cruz K. I., Preventza O. et al. Extent II thoracoabdominal aortic aneurysm repair: How I do it // *Seminars Thorac. Cardiovasc. Surg.* - 2016. - Vol. 28. - P. 221-237. <https://doi.org/10.1053/j.semtcvs.2016.07.005>.
11. Coselli J. S., LeMaire S. A., Preventza O. et al. Outcomes of 3309 thoracoabdominal aortic aneurysm repairs // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* - 2016. - Vol. 151, № 5. - P. 1323-1337. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.12.050>.
12. Coselli J. S. Strategies for renal and visceral protection in thoracoabdominal aortic surgery // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* - 2010. - Vol. 140. - P. 147-149. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.07.038>.
13. Estrera A. L., Sandhu H. K., Charlton-Ouw K. M. et al. A quarter century of organ protection in open thoracoabdominal repair // *Ann. Surgery.* - 2015. - Vol. 262. - P. 660-668. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001432>.
14. Hassoun H. T., Miller C. C., Huynh T. T. et al. Cold visceral perfusion improves early survival in patients with acute renal failure after thoracoabdominal aortic aneurysm repair // *J. Vasc. Surg.* - 2004. - Vol. 39. - P. 506-512. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2003.09.040>.
15. Köksoy C., LeMaire S. A., Curling P. E. et al. Renal perfusion during thoracoabdominal aortic operations: cold crystalloid is superior to normothermic blood // *Ann. Thorac. Surg.* - 2002. - Vol. 73. - P. 730-738. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(01\)03575-5](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(01)03575-5).
16. Kunihara T., Shiiya N., Wakasa S., et al. Assessment of hepatosplanchnic pathophysiology during thoracoabdominal aortic aneurysm repair using visceral perfusion and shunt // *Eur. J. Cardio-Thoracic Surg.* - 2009. - Vol. 35. - P. 677-683. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2008.12.016>.
17. Kuniyoshi Y., Kojima K., Miyagi K., et al. Selective visceral perfusion during thoracoabdominal aortic aneurysm repair // *Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg.* - 2004. - Vol. 10. - P. 367-372.
18. LeMaire S. A., Jones M. M., Conklin L. D. et al. Randomized comparison of cold blood and cold crystalloid renal perfusion for renal protection during thoracoabdominal aortic aneurysm repair // *J. Vasc. Surg.* - 2009. - Vol. 49. - P. 11-19. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2008.08.048>.
19. Monnot A., Dusseaux M. M., Godier S. et al. Passive temporary visceral shunt from the axillar artery as an adjunct method during the open treatment of thoracoabdominal aortic aneurysm // *Ann. Vasc. Surg.* - 2016. - Vol. 36. - P. 127-131. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2016.03.031>.
20. Schepens M. A., Heijmen R. H., Ranschaert W. et al. Thoracoabdominal aortic aneurysm repair: results of conventional open surgery // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* - 2009. - Vol. 37. - P. 640-645. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2009.03.011>.
21. Schepens M. A. Left heart bypass for thoracoabdominal aortic aneurysm repair: technical aspects // *Multimed. Manual Cardio-Thorac. Surg.* - 2016. - <https://doi.org/10.1093/mmcts/mmv039>.
22. Tshomba Y., Kahlberg A., Melissano G. et al. Comparison of renal perfusion solutions during thoracoabdominal aortic aneurysm repair // *J. Vasc. Surg.* - 2014. - Vol. 59. - P. 623-633. [https://doi.org/10.1016/0741-5214\(93\)90421-H](https://doi.org/10.1016/0741-5214(93)90421-H).
23. Waked K., Schepens M. State-of-the-art review on the renal and visceral protection during open thoracoabdominal aortic aneurysm repair // *J. Visualiz. Surg.* - 2018. - Vol. 4. - P. 31. <https://doi.org/10.21037/jovs.2018.01.12>.
24. Whitlock R. S., Coselli J. S. Review: perspectives on renal and visceral protection during thoracoabdominal aortic aneurysm repair // *Indian J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* - 2019. - Vol. 35 (Suppl. 2). - P. 179-185. <https://doi.org/10.1007/s12055-018-0757-5>.
4. Komarov R.N., Vinokurov I.A., Karavaykin P.A. et al. A staged method of hybrid prosthetics of the thoracoabdominal aorta. *Khirurgiya. Journal im. N. I. Pirogova*, 2018, no. 2, pp. 21-27. (In Russ.)
5. Mamaev A.N., Kudlay D.A. *Statisticheskiye metody v meditsine*. [Statistical methods in medicine]. Moscow, Prakticheskaya Meditsina Publ., 2021, 136 p. ISBN 978-5-98811-635-6.
6. Patent RUS 2343856 as of 20.09.2010. no. 2, Belov Yu.V., Komarov R.N., Guleshov V.A. *Sposob zashchity vistseralnykh organov pri khirurgicheskoy lechenii torakoabdominalnykh anevrizm aorty*. [The method of protection of visceral organs during surgery of thoracoabdominal aortic aneurysms]. Accessed 12.03.2021.
7. Achouh P.E., Madsen K., Miller C.C. et al. Gastrointestinal complications after descending thoracic and thoracoabdominal aortic repairs: A 14-year experience. *J. Vasc. Surg.*, 2006, vol. 44, pp. 442-446. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2006.05.018>.
8. Aftab M., Coselli J.S. Renal and visceral protection in thoracoabdominal aortic surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2014, vol. 148, pp. 2963-2966. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.06.072>.
9. Corvera J., Copeland H., Blitzer D. et al. Open repair of chronic thoracic and thoracoabdominal aortic dissection using deep hypothermia and circulatory arrest. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2017, vol. 154, no. 2, pp. 389-395. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2017.03.020>.
10. Coselli J.S., de la Cruz K.I., Preventza O. et al. Extent II thoracoabdominal aortic aneurysm repair: How I do it. *Seminars Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2016, vol. 28, pp. 221-237. <https://doi.org/10.1053/j.semtcvs.2016.07.005>.
11. Coselli J.S., LeMaire S.A., Preventza O. et al. Outcomes of 3309 thoracoabdominal aortic aneurysm repairs. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2016, vol. 151, no. 5, pp. 1323-1337. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.12.050>.
12. Coselli J.S. Strategies for renal and visceral protection in thoracoabdominal aortic surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2010, vol. 140, pp. 147-149. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.07.038>.
13. Estrera A.L., Sandhu H.K., Charlton-Ouw K.M. et al. A quarter century of organ protection in open thoracoabdominal repair. *Ann. Surgery*, 2015, vol. 262, pp. 660-668. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001432>.
14. Hassoun H.T., Miller C.C., Huynh T.T. et al. Cold visceral perfusion improves early survival in patients with acute renal failure after thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.*, 2004, vol. 39, pp. 506-512. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2003.09.040>.
15. Köksoy C., LeMaire S.A., Curling P.E. et al. Renal perfusion during thoracoabdominal aortic operations: cold crystalloid is superior to normothermic blood. *Ann. Thorac. Surg.*, 2002, vol. 73, pp. 730-738. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(01\)03575-5](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(01)03575-5).
16. Kunihara T., Shiiya N., Wakasa S., et al. Assessment of hepatosplanchnic pathophysiology during thoracoabdominal aortic aneurysm repair using visceral perfusion and shunt. *Eur. J. Cardio-Thoracic Surg.*, 2009, vol. 35, pp. 677-683. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2008.12.016>.
17. Kuniyoshi Y., Kojima K., Miyagi K., et al. Selective visceral perfusion during thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2004, vol. 10, pp. 367-372.
18. LeMaire S.A., Jones M.M., Conklin L.D. et al. Randomized comparison of cold blood and cold crystalloid renal perfusion for renal protection during thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.*, 2009, vol. 49, pp. 11-19. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2008.08.048>.
19. Monnot A., Dusseaux M.M., Godier S. et al. Passive temporary visceral shunt from the axillar artery as an adjunct method during the open treatment of thoracoabdominal aortic aneurysm. *Ann. Vasc. Surg.*, 2016, vol. 36, pp. 127-131. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2016.03.031>.
20. Schepens M.A., Heijmen R.H., Ranschaert W. et al. Thoracoabdominal aortic aneurysm repair: results of conventional open surgery. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, 2009, vol. 37, pp. 640-645. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2009.03.011>.
21. Schepens M.A. Left heart bypass for thoracoabdominal aortic aneurysm repair: technical aspects. *Multimed. Manual Cardio-Thorac. Surg.*, 2016, <https://doi.org/10.1093/mmcts/mmv039>.
22. Tshomba Y., Kahlberg A., Melissano G. et al. Comparison of renal perfusion solutions during thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.*, 2014, vol. 59, pp. 623-633. [https://doi.org/10.1016/0741-5214\(93\)90421-H](https://doi.org/10.1016/0741-5214(93)90421-H).
23. Waked K., Schepens M. State-of-the-art review on the renal and visceral protection during open thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *J. Visualiz. Surg.*, 2018, vol. 4, pp. 31. <https://doi.org/10.21037/jovs.2018.01.12>.
24. Whitlock R.S., Coselli J.S. Review: perspectives on renal and visceral protection during thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *Indian J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2019, vol. 35, suppl. 2, pp. 179-185. <https://doi.org/10.1007/s12055-018-0757-5>.

25. Wong D. R., Parenti J. L., Green S. Y. et al. Open repair of thoracoabdominal aortic aneurysm in the modern surgical era: contemporary outcomes in 509 patients // *J. Amer. College of Surgeons*. - 2011. - Vol. 212. - P. 569-579. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2010.12.041>.
26. Wu D., Coselli J. S., Johnson M. L. et al. Hepatopancreaticobiliary values after thoracoabdominal aneurysm repair // *Aorta (Stamford)*. - 2014. - P. 135-142. <https://doi.org/10.12945/j.aorta.2014.14-015>.
25. Wong D.R., Parenti J.L., Green S.Y. et al. Open repair of thoracoabdominal aortic aneurysm in the modern surgical era: contemporary outcomes in 509 patients. *J. Amer. College of Surgeons*, 2011, vol. 212, pp. 569-579. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2010.12.041>.
26. Wu D., Coselli J.S., Johnson M.L. et al. Hepatopancreaticobiliary values after thoracoabdominal aneurysm repair. *Aorta (Stamford)*, 2014, pp. 135-142. <https://doi.org/10.12945/j.aorta.2014.14-015>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ФГБНУ «РНИЦ им. акад. Б. В. Петровского»,
119991, Москва, Абрикосовский пер., д. 2.

Чепурняк Евгения Юрьевна

врач – анестезиолог-реаниматолог,
аспирантка отделения анестезиологии-реанимации II.
E-mail: evgeniache@inbox.ru

Белов Юрий Владимирович

академик РАН, доктор медицинских наук, профессор,
директор Института кардиооральной хирургии.
E-mail: belovmed@gmail.com

Чарчян Эдуард Рафаэлович

член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук,
профессор, заведующий отделением реконструктивно-
восстановительной сердечно-сосудистой хирургии.
E-mail: charchmed@yahoo.com

Еременко Александр Анатольевич

член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук,
профессор, заведующий отделением реанимации
и интенсивной терапии II.
E-mail: aeremenko54@mail.ru

Локшин Леонид Семенович

доктор медицинских наук, профессор, главный научный
сотрудник отделения анестезиологии-реанимации II.
E-mail: llokshin@mail.med.ru

Аксельрод Борис Альбертович

доктор медицинских наук,
заведующий отделением анестезиологии-реанимации II.
E-mail: aksel@mail.ru

Дымова Ольга Викторовна

кандидат медицинских наук, заведующая
клинико-диагностической лабораторией.
E-mail: dimovaolga@gmail.com

Зиновьев Кирилл Алексеевич

клинический ординатор отделения
анестезиологии-реанимации II.
E-mail: zinoviev.95@gmail.com

Панов Александр Владимирович

врач – анестезиолог-реаниматолог отделения
анестезиологии-реанимации II.
E-mail: panoff2903@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Russian Surgery Research Center Named after B.V. Petrovsky,
2, Abrikosovsky Lane, Moscow, 119991.

Evgenya Yu. Chepurnyak

Anesthesiologist and Emergency Physician, Post Graduate
Student of Anesthesiology and Intensive Care Department II.
Email: evgeniache@inbox.ru

Yury V. Belov

Academician of RAS, Doctor of Medical Sciences, Professor,
Director of Institute of Cardioaortic Surgery.
Email: belovmed@gmail.com

Eduard R. Charchyan

Correspondent Member of RAS,
Doctor of Medical Sciences, Professor,
Head of Reparative Cardiovascular Surgery Department.
Email: charchmed@yahoo.com

Aleksandr A. Eremenko

Correspondent Member of RAS,
Doctor of Medical Sciences, Professor,
Head of Intensive Care Department II.
Email: aeremenko54@mail.ru

Leonid S. Lokshin

Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher
of Anesthesiology and Intensive Care Department no. II.
Email: llokshin@mail.med.ru

Boris A. Akselrod

Doctor of Medical Sciences, Head of Anesthesiology and
Intensive Care Unit no. II.
Email: aksel@mail.ru

Olga V. Dymova

Candidate of Medical Sciences,
Head of Clinical Diagnostic Laboratory
Email: dimovaolga@gmail.com

Kirill A. Zinoviev

Resident Physician of Anesthesiology and Intensive Care
Department II.
Email: zinoviev.95@gmail.com

Aleksandr V. Panov

Anesthesiologist and Emergency Physician of Anesthesiology
and Intensive Care Department II.
Email: panoff2903@mail.ru