



<http://doi.org/10.24884/2078-5658-2023-20-3-6-19>

Прогностическая значимость биомаркера NT-proBNP при хирургическом лечении аортального стеноза (пилотное исследование)

И. А. КОЗЛОВ¹, Л. А. КРИЧЕВСКИЙ², В. Ю. РЫБАКОВ²

¹ Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского, Москва, РФ

² Городская клиническая больница им. С. С. Юдина, Москва, РФ

РЕЗЮМЕ

Цель – изучить взаимосвязи дооперационного содержания в крови N-терминального отрезка предшественника натрийуретического пептида В-типа (NT-proBNP) с ультразвуковыми и термодилуционными показателями функции сердца до и после операции с искусственным кровообращением по поводу аортального стеноза, а также оценить прогностическую значимость биомаркера в отношении послеоперационной миокардиальной дисфункции.

Материалы и методы. Обследовали 27 больных в возрасте $57,7 \pm 2,5$ лет, которым выполнили протезирование аортального клапана. Уровень NT-proBNP определяли до операции. Показатели инвазивной гемодинамики и чреспищеводной эхокардиографии анализировали на этапах: I – после вводной анестезии, II – в конце операции. Использовали корреляционный анализ, логистическую регрессию и ROC-анализ.

Результаты. Дооперационное содержание NT-proBNP составило $2002,0 [540,8-4001,5]$ пг/мл. На I этапе NT-proBNP коррелировал со средним давлением в легочной артерии ($\rho = 0,468$; $p = 0,014$), индексами левожелудочковых ударной работы ($\rho = -0,509$; $p = 0,007$), конечно-диастолического и конечно-систолического объемов ($\rho = 0,737-0,757$; $p < 0,0001$), а также фракцией изгнания ($\rho = -0,556$; $p = 0,004$) и фракцией сокращения площади левого желудочка ($\rho = -0,783$; $p < 0,0001$). На II этапе значения NT-proBNP > 2000 пг/мл были предикторами фракции сокращения площади левого желудочка $< 50\%$ (ОШ 1,0011, 95%-ный ДИ 1,0002–1,0020, $p = 0,028$, ППК 0,799), индекса конечно-систолической площади левого желудочка $> 9 \text{ см}^2/\text{м}^2$ (ОШ 1,0007, 95%-ный ДИ 1,0001–1,0013, $p = 0,027$, ППК 0,886), вазоактивно-инотропного индекса > 10 у. е. (ОШ 1,0006, 95%-ный ДИ 1,0001–1,0012, $p = 0,032$, ППК 0,876), длительности симпатомиметической терапии > 24 ч (ОШ 1,0001, 95%-ный ДИ 1,0000–1,0003, $p = 0,049$, ППК 0,889).

Выводы. До операции у 66,7% больных с аортальным стенозом содержание NT-proBNP в крови повышено, причем уровень биомаркера прямо коррелирует со средним давлением в легочной артерии, индексами конечно-диастолического и конечно-систолического объемов, конечно-диастолической и конечно-систолической площадей левого желудочка и обратно – с индексом ударной работы, фракцией изгнания и фракцией сокращения площади левого желудочка. Дооперационный уровень NT-proBNP является предиктором послеоперационного снижения до патологического уровня фракций изгнания и сокращения площади левого желудочка, увеличения индекса конечно-систолической площади левого желудочка, интенсивной и длительной симпатомиметической терапии. В наибольшей степени выражены признаки дисфункции миокарда у больных уровнем биомаркера > 2000 пг/мл.

Ключевые слова: N-терминальный отрезок предшественника натрийуретического пептида В-типа, NT-proBNP, аортальный стеноз, протезирование аортального клапана с искусственным кровообращением, чреспищеводная эхокардиография

Для цитирования: Козлов И. А., Кричевский Л. А., Рыбаков В. Ю. Прогностическая значимость биомаркера NT-proBNP при хирургическом лечении аортального стеноза (пилотное исследование) // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2023. – Т. 20, № 3. – С. 6–19. DOI: 10.24884/2078-5658-2023-20-3-6-19.

Prognostic significance of the biomarker NT-proBNP in the surgical treatment of aortic stenosis (pilot study)

IGOR A. KOZLOV¹, LEV A. KRICHEVSKY², VLADISLAV YU. RYBAKOV²

¹ M. F. Vladimirsky Moscow Regional Research Clinical Institute, Moscow, Russia

² S. S. Yudin City Clinical Hospital, Moscow, Russia

ABSTRACT

The **objective** was to study the relationship between the preoperative blood levels of the N-terminal segment of B-type natriuretic peptide precursor (NT-proBNP) and ultrasound and thermodilution indicators of cardiac function before and after on-pump surgery for aortic stenosis, as well as to evaluate the prognostic significance of the biomarker in relation to postoperative myocardial dysfunction.

Materials and methods. The study involved 27 patients aged $57,7 \pm 2,5$ years who underwent aortic valve replacement. NT-proBNP level was determined before surgery. The indicators of invasive hemodynamics and transesophageal echocardiography were analyzed at stages: I – after anesthesia induction, II – at the end of surgery. Correlation analysis, logistic regression and ROC analysis were used.

Results. The preoperative NT-proBNP level was $2002,0 [540,8-4001,5]$ pg/ml. At I stage, NT-proBNP correlated with mean pulmonary artery pressure ($\rho = 0,468$; $p = 0,014$), indices of left ventricular function ($\rho = -0,509$; $p = 0,007$), end-diastolic and end-systolic volumes ($\rho = 0,737-0,757$; $p < 0,0001$), as well as ejection fraction ($\rho = -0,556$; $p = 0,004$) and area contraction fraction ($\rho = -0,783$; $p < 0,0001$). At II stage, the level of NT-proBNP > 2000 pg/ml was a predictor of the left ventricular area contraction fraction $< 50\%$ (OR 1.0011, 95% CI 1.0002–1.0020, $p = 0,028$, AUC 0.799), the left ventricular end-systolic area index $> 9 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ (OR 1.0007, 95% CI 1.0001–1.0013, $p = 0,027$, AUC 0.886), vasoactive-inotropic score > 10 (OR 1.0006, 95% CI 1.0001–1.0012, $p = 0,032$, AUC 0.876), duration of sympathomimetic therapy > 24 h (OR 1.0001, 95% CI 1.0000–1.0003, $p = 0,049$, AUC 0.889).

Conclusions. NT-proBNP blood level was increased in 66.7% of patients with aortic stenosis *before* surgery. Moreover, the biomarker level directly correlates with the mean pulmonary artery pressure, the indices of end-diastolic and end-systolic volumes, end-diastolic and end-systolic areas of the left ventricle, and it inversely correlates with the left ventricular stroke work index, ejection fraction and left ventricular area contraction fraction. The preoperative NT-proBNP level was a predictor of the postoperative decrease to the pathological level of the ejection fractions and left ventricular area contraction, an increase in the left ventricular end-systolic area index, intensive and prolonged sympathomimetic therapy. Myocardial dysfunctions were most pronounced in patients with biomarker levels above 2000 pg/ml.

Key words: N-terminal segment of B-type natriuretic peptide precursor, NT-proBNP, aortic stenosis, on-pump aortic valve replacement, transesophageal echocardiography

Для корреспонденции:

Игорь Александрович Козлов
E-mail: iakozlov@mail.ru

Correspondence:

Igor A. Kozlov
E-mail: iakozlov@mail.ru

Введение

Оценка содержания в крови уровня натрийуретического пептида В-типа (BNP) и/или N-терминального отрезка предшественника BNP (NT-proBNP) за последние годы стала неотъемлемой частью диагностического процесса при хронической недостаточности кровообращения (ХНК) [1, 22, 38, 39, 53]. В некардиальной хирургии мониторинг этих биомаркеров также постепенно занимает центральное место в оценке кардиального риска выполняемых оперативных вмешательств [15, 23, 54]. Используют этот метод лабораторной диагностики и в ряде других клинических ситуаций, характерных для кардиологии, кардиохирургии и интенсивной терапии [3, 8, 10, 13, 50, 51].

При хирургическом лечении аортального стеноза (АС) основное внимание уделяют диагностической роли существенно повышенных уровней BNP/NT-proBNP в определении показаний к протезированию аортального клапана (ПАК) у больных с асимптомным течением заболевания [47]. Эти биомаркеры также достаточно широко используют для долгосрочного прогнозирования исходов ПАК в условиях искусственного кровообращения (ИК) или транскатетерно [18, 25, 40, 47]. Вместе с тем исследования, посвященные особенностям непосредственного периоперационного периода у больных с АС в зависимости от уровня BNP/NT-proBNP, крайне немногочисленны [19, 30, 42]. При ПАК с ИК задача прогнозирования и корректной оценки нарушений функции гипертрофированного миокарда левого желудочка (ЛЖ) является максимально актуальной [33, 45].

Таким образом, если в кардиологии и кардиохирургии роль BNP/NT-proBNP при операциях по поводу АС хорошо изучена, то в кардиоанестезиологии диагностическая и прогностическая значимость этих биомаркеров в периоперационный период ПАК с ИК освещена недостаточно, а их оценка до настоящего времени не является компонентом стратификации анестезиологического риска этих операций [9, 17].

Цель исследования: изучить взаимосвязи дооперационного содержания в крови NT-proBNP с ультразвуковыми и термодилуционными показателями функции сердца до и после операции с ИК по поводу АС, а также оценить прогностическую значимость биомаркера в отношении послеоперационной миокардиальной дисфункции.

Материалы и методы

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ГБУЗ «ГКБ им. С. С. Юдина ДЗМ»

(протокол № 1 от 03.03.2023 г.). Выполнили одноцентровое простое обсервационное исследование. Проанализировали данные периоперационного обследования больных, которым выполняли ПАК с ИК по поводу АС.

Критерии включения в исследование: возраст 18–75 лет, плановое изолированное ПАК в условиях ИК по поводу АС, наличие письменного информированного согласия больных на участие в исследовании. **Критерии невключения:** многоклапанное поражение сердца, сопутствующее атеросклеротическое поражение коронарных артерий, требующее реваскуляризации миокарда, сопутствующие тяжелые заболевания легких, печени, почек, системы крови, дивертикулёз пищевода, беременность, морбидное ожирение с индексом массы тела более 40 кг/м². **Критерии исключения:** отмена операции, изменение объема операции, тяжелые интраоперационные хирургические осложнения, повторные оперативные вмешательства, невозможность лабораторного определения биомаркеров, выполнения эхокардиографической (эхоКГ) и/или инвазивной оценки функции сердца по техническим причинам, отказ больного от участия на этапах исследования.

В соответствии с критериями включения первоначально отобрали 31 больного. Не включили одного больного в связи с уточнением характера поражения клапанного аппарата сердца. Исключили 3 больных в связи с отменой операции (1 наблюдение), расширением объема оперативного вмешательства (1 наблюдение) и невозможностью выполнить чреспищеводную (ЧП) эхоКГ (1 наблюдение).

Проанализировали данные обследования 27 больных (19 мужчин и 8 женщин) в возрасте 31–61 (61,0 [46,75–68,75]; 57,7±2,5) года, которым выполнили ПАК с ИК. АС в 14 (52%) наблюдениях был атеросклеротическим, в 10 (37%) – ревматическим и в 3 (11%) – врожденным. Тяжесть состояния больных соответствовала II–IV (3,0 [2,0–4,0]; 3,1±0,1) классам Нью-Йоркской ассоциации сердца (НУНА). По данным предоперационной трансторакальной ЭхоКГ пиковый систолический градиент на патологически измененном клапане составил 30–150 (75,0 [66,25–99,0]; 83,0±4,8) мм рт. ст., толщина задней стенки ЛЖ – 1,1–2,0 (1,4 [1,3–1,7]) см, толщина межжелудочковой перегородки – 1,16–2,2 (1,7 [1,4–1,8]; 1,6±0,05) см, фракция изгнания (ФИ) ЛЖ – 24–77 (60,0 [45,0–68,0]; 56,0±2,9) %, конечно-диастолический объем (КДО) ЛЖ – 69–265 (142,0 [120,0–195,5]; 158,7±10,8) мл, конечно-систолический объем (КСО) ЛЖ – 22–195 (55,8 [38,5–111,6]) мл.

Длительность ИК колебалась от 47 до 189 (95,0 [77,0–128,0]; 103,0±7,3) мин, пережатия аорты – от 37 до 117 (69,5 [54,0–98,0]; 75,0±4,9) мин.

Госпитальная летальность составила 7,4% (2 наблюдения).

Всех больных оперировали в условиях многокомпонентной общей анестезии, обеспечиваемой различными комбинациями фентанила, пропофола, севофлурана и рокурония. ИК проводили аппаратами Maquet с мембранными оксигенаторами с условиях нормотермии. Во время пережатия аорты миокард защищали с помощью кровяной холодово-фармакологической кардиopleгии.

В конце операции симпатомиметическую терапию (СМТ) получали 23 (85,2%) больных. Норэпинефрин в дозах 0,03–0,2 (0,05 [0,04–0,07]) мкг·кг⁻¹·мин⁻¹ был назначен в 10 (37,0%) наблюдениях, допамин в дозах 1,0–6,0 (3,0 [2,0–4,0]) мкг·кг⁻¹·мин⁻¹ – в 19 (70,4%), добутамин в дозах 3,0–5,0 (3,5 [3,0–4,5]) мкг·кг⁻¹·мин⁻¹ – в 4 (14,8%), эпинефрин в дозе 0,06 мкг·кг⁻¹·мин⁻¹ – в 1 (3,7%) наблюдении. Длительность СМТ варьировалась от 1 до 240 (14,0 [5,5–34,0]) ч.

Исследование NT-proBNP выполняли однократно. Забор проб венозной крови для изучения уровня NT-proBNP выполняли перед началом оперативных вмешательств. Концентрацию биомаркера определяли методом электрохемилюминисценции с помощью набора реагентов для количественного определения NT-proBNP в сыворотке и плазме крови (Roche Diagnostics) на биохимическом анализаторе Elecsys 1010 (Roche Diagnostics). Верхней границей референсных значений биомаркера считали 350 пг/мл. Лабораторные данные анализировали ретроспективно.

Мониторинг центральной гемодинамики (ЦГД) осуществляли с помощью систем Phillips IntelliVue. Термодилуционные многопросветные катетеры типа Swan – Ganz заводили в легочную артерию по стандартной методике через интродьюсер во внутренней яремной вене. Сердечный выброс измеряли методом болюсной холодовой термодилуции. Артериальное давление (АД) регистрировали через катетер, введенный в лучевую артерию.

Регистрировали и анализировали среднее АД (АД_{ср}), давление в правом предсердии (ДПП), среднее давление в легочной артерии (ДЛА_{ср}), заклинивающее давление в легочной артерии (ЗДЛА), сердечный индекс (СИ), индекс ударного объема (ИУО), индекс ударной работы (ИУР) ЛЖ. При анализе данных, характеризующих ЦГД, учитывали следующие референсные значения показателей [7]: АД_{ср} – 70–105 мм рт. ст., ДПП – 2–6 мм рт. ст., ДЛА_{ср} – 9–19 мм рт. ст., ЗДЛА – 6–12 мм рт. ст., СИ – 2,5–4,0 л/мин/м², ИУО – 33–50 мл/м², ИУРЛЖ – 50–62 гс·м/м².

Интраоперационную ЧПЭхоКГ выполняли с помощью ультразвукового аппарата Vivid IQ и мультипланового ультразвукового чреспищеводного датчика (General Electric). Использовали режим стандартного двухмерного изображения (2D). Визуализировали структуры сердца стандартно на уровне левого предсердия, и трансгастрально – при перемещении датчика из пищевода в желудок.

Большинство показателей регистрировали при стандартной визуализации сердца в позиции «с аортной по длинной оси». Объемы ЛЖ определяли методом Simpson («метод дисков»). Регистрировали КДОЛЖ и КСОЛЖ, в анализ включали индексированные показатели (ИКДОЛЖ, ИКСОЛЖ). ФИЛЖ рассчитывали по формуле:

$$\text{ФИЛЖ (\%)} = 100 \cdot (\text{КДОЛЖ} - \text{КСОЛЖ}) / \text{КДОЛЖ}.$$

В трансгастральной позиции визуализировали ЛЖ «по короткой оси». Для характеристики функции ЛЖ определяли конечно-диастолическую площадь ЛЖ (КДПЛЖ) и конечно-систолическую площадь ЛЖ (КСПЛЖ), в анализ включали индексированные показатели (ИКДПЛЖ, ИКСПЛЖ). Фракцию сокращения площади ЛЖ (ФСПЛЖ) рассчитывали по формуле:

$$\text{ФСПЛЖ (\%)} = 100 \cdot (\text{КДПЛЖ} - \text{КСПЛЖ}) / \text{КДПЛЖ}.$$

При анализе данных учитывали следующие референсные значения показателей ЧПЭхоКГ [31, 52]: ИКДОЛЖ – 35–75 мл/м², ИКСОЛЖ – 12–30 мл/м², ФИЛЖ > 50%, ИКДПЛЖ – 10–18 см²/м², ИКСПЛЖ – 4–9 см²/м², ФСПЛЖ > 50%.

Показатели ЦГД и ЧПЭхоКГ анализировали на этапах: I – после вводной анестезии до начала операции, II – в конце операции после сведения грудины.

Для унифицированной количественной оценки интенсивности СМТ рассчитывали инотропный индекс (ИИ) и вазоактивно-инотропный индекс (ВИИ) по формулам:

$$\text{ИИ (условные единицы)} = \text{доза допамина (мкг/кг/мин)} + \text{доза добутамина (мкг/кг/мин)} + \text{доза адреналина (мкг/кг/мин)} \times 100;$$

$$\text{ВИИ (условные единицы)} = \text{доза норэпинефрина (мкг·кг}^{-1}\text{·мин}^{-1}) \times 100 + \text{доза допамина (мкг·кг}^{-1}\text{·мин}^{-1}) + \text{доза добутамина (мкг·кг}^{-1}\text{·мин}^{-1}) + \text{доза адреналина (мкг·кг}^{-1}\text{·мин}^{-1}) \cdot 100.$$

Статистический анализ выполнили с помощью программных пакетов Microsoft Office Excel и MedCalc 15. Объем выборки не рассчитывали, так как исследование носило пилотный характер. Учитывая ограниченное число наблюдений, соответствие распределения данных закону нормального распределения анализировали с помощью критериев Шапиро – Уилка и Шапиро – Франка. Все данные представили в виде медианы (Me) и интерквартильного интервала (P25–P75). Данные, имевшие нормальное распределение, дополнительно представили в виде среднеарифметических величин (M) и ошибок средних (m). Рассчитывали среднюю частоту признаков (P). В зависимости от характера распределения данных в связанных выборках отличия оценивали по критерию Вилкоксона или критерию Стьюдента для парных сравнений. Множественные сравнения в несвязанных выборках выполнили при помощи критерия Манна – Уитни с поправкой Бонферрони.

Рассчитывали коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (rho) и их статистическую значи-

Таблица 1. Показатели ЦГД и ЧПЭхоКГ на этапах исследования

Table 1. Central hemodynamics and transesophageal echocardiographic data at the study stages

Показатель	I этап, Ме [P25–P75] (M±m)	II этап, Ме [P25–P75] (M±m)	p
АДср, мм рт. ст.	83,0 [78,0–90,75] (85,1±2,6)	71,0 [65,0–82,0] (73,7±2,1)	0,001*
ДПП, мм рт. ст.	7,0 [6,0–9,0]	8,0 [7,0–10,0]	0,098
ДЛАср, мм рт. ст.	20,0 [17,0–29,0]	21,0 [19,0–25,0]	0,600
ЗДЛА, мм рт. ст.	12,0 [9,0–16,0] (13,3±1,2)	12,0 [10,0–14,0] (11,7±0,5)	0,354*
СИ, л/мин/м ²	2,1 [1,5–2,3]	2,6 [2,4–2,8]	0,017
ИУО, мл/м ²	30,2 [24,4–38,2] (31,2±1,7)	28,9 [24,3–34,5] (30,3±1,6)	0,657*
ИУРЛЖ, гс·м/м ²	30,3 [22,3–38,2] (30,5±2,1)	23,7 [18,9–34,7] (25,6±1,6)	0,029*
ИКДОЛЖ, мл/м ²	64,4 [41,0–114,8]	45,8 [34,6–70,7]	0,008
ИКСОЛЖ, мл/м ²	34,6 [20,5–72,6]	22,7 [16,8–45,2]	0,002
ФИЛЖ, %	45,0 [21,6–54,9]	43,8 [39,4–54,3]	0,115
ИКДПЛЖ, см ² /м ²	10,1 [7,9–17,5] (12,3±1,3)	8,9 [6,7–13,0]	0,001*
ИКСПЛЖ, см ² /м ²	4,4 [2,7–10,8]	3,0 [2,1–8,2]	0,0004
ФСПЛЖ, %	51,4 [29,5–62,7]	62,2 [30,1–71,0]	0,054
ИИ, у. е.	0 [0–0]	2,0 [0,0–5,0]	< 0,0001
ВИИ, у. е.	0 [0–0]	3,5 [1,0–8,0]	< 0,0001

* – значимость отличий по t-критерию Стьюдента для связанных выборок.

мость (p). При значениях $r_{ho} < 0,3$ связь считали слабой, при значениях 0,29–0,69 – умеренной и $> 0,7$ – сильной. С помощью логистической регрессии оценивали влияние независимой переменной (предиктор) на зависимую (предиктант), закодированную бинарно. Рассчитывали отношение шансов (ОШ), 95%-ный ДИ и значимость влияния (p). Для оценки разделительной способности предиктора (уровень NT-proBNP) выполнили ROC-анализ, в который включили только те предиктанты, которые были ассоциированы с предиктором по результатам логистической регрессии. Анализировали характеристики ROC-кривых с расчетом площади под кривой (ППК), 95%-ного ДИ и статистической значимости (p) выявленной зависимости. Качество модели считали при ППК $> 0,9$ – отличным, 0,89–0,8 – очень хорошим, 0,79–0,7 – хорошим, 0,69–0,6 – средним, $< 0,6$ – неудовлетворительным. Пороговое значение переменной определяли по индексу Юдена (требование максимальной суммы чувствительности и специфичности), требованию чувствительности и специфичности теста, приближающимся к 80%, и требованию баланса между чувствительностью и специфичностью (минимальная разность между этими значениями). За пороговое принимали значение, в наибольшей степени соответствующее всем трем требованиям [6, 36].

Результаты статистического анализа считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Дооперационное содержание NT-proBNP в крови колебалось от 36,4 до 35000 пг/мл (2002,0 [540,8–4001,5]) пг/мл. Нормальные значения биомаркера (< 350 пг/мл) выявили у 6 (22,2%) больных, умеренно повышенные (351–600 пг/мл) – у 3 (11,%). В остальных 18 (66,7%) наблюдениях содер-

жание NT-proBNP в крови было резко повышено и варьировалось в максимально широких пределах.

До начала операции для больных были характерны умеренно сниженные медианные значения СИ и ФИЛЖ, а также существенно редуцированный ИУРЛЖ (табл. 1). Медианы остальных параметров ЦГД на I этапе либо находились в пределах физиологических значений, либо были максимально к ним близки, СМТ не использовалась. При ЧПЭхоКГ была умеренно снижена ФИЛЖ, а медианные значения ИКДОЛЖ и ИКСОЛЖ были практически нормальными. В трансагстральной позиции медианы всех параметров не выходили за пределы референсных значений. После ПАК на фоне СМТ значимо возрастал СИ и проявлялась отчетливая тенденция ($p < 0,06$) к приросту ФСПЛЖ. На этом этапе снижались АДср, ИУРЛЖ, ИКДОЛЖ, ИКСОЛЖ, ИКДПЛЖ и ИКСПЛЖ. ФИЛЖ оставалась неизменной. Следует отметить, что в отдельных наблюдениях регистрируемые показатели ЦГД и ЧПЭхоКГ на обоих этапах исследования существенно отклонялись от физиологической нормы.

На I этапе предоперационный уровень NT-proBNP умеренно прямо коррелировал (табл. 2) с ДЛАср и имел обратную связь с ИУРЛЖ. Кроме того, прослеживалась отчетливая тенденция ($p < 0,06$) к прямой корреляции биомаркера с ЗДЛА. После ПАК каких-либо связей между NT-proBNP и параметрами ЦГД не было. Вместе с тем на обоих этапах исследования биомаркер коррелировал со всеми проанализированными параметрами ЧПЭхоКГ. Сила связей варьировалась от умеренной до сильной.

Дооперационный уровень NT-proBNP был значимым предиктором миокардиальной дисфункции после ПАК. На II этапе биомаркер был ассоциирован с патологическим уровнем ФИЛЖ, ИКСПЛЖ,

Таблица 2. Корреляции между NT-proBNP и показателями гемодинамики и функции сердца на этапах исследования
Table 2. Correlations between NT-proBNP and hemodynamics, and cardiac function indices at the study stages

Показатель	I этап		II этап	
	rho	p	rho	p
АДср	-0,341	0,082	-0,366	0,066
ДПП	0,134	0,505	-0,234	0,250
ДЛАср	0,468	0,014	0,143	0,487
ЗДЛА	0,377	0,053	0,135	0,510
СИ	-0,133	0,507	-0,105	0,611
ИУО	-0,209	0,297	-0,237	0,244
ИУРЛЖ	-0,509	0,007	-0,372	0,061
ИҚДОЛЖ	0,737	< 0,0001	0,518	0,008
ИКСОЛЖ	0,757	< 0,0001	0,725	< 0,0001
ФИЛЖ	-0,556	0,004	-0,721	< 0,0001
ИҚДПЛЖ	0,557	0,004	0,482	0,015
ИКСПЛЖ	0,716	0,0001	0,525	0,007
ФСПЛЖ	-0,783	< 0,0001	-0,670	0,0002

Таблица 3. Прогностическая значимость NT-proBNP в отношении патологического уровня показателей функции сердца и интенсивной СМТ после ПАК

Table 3. The value of NT-proBNP as a predictor of the pathological level of cardiac function indices, and intensive sympathomimetic therapy after on-pump aortic valve replacement

Показатель	ОШ	95%-ный ДИ	p
СИ < 2,5 л/мин/м ²	1,00001	1,00001–1,0001	0,282
ЗДЛА > 13 мм рт. ст.	1,0001	1,00001–1,0002	0,175
ИҚДОЛЖ > 75 мл/м ²	1,0002	0,9999–1,0005	0,126
ИКСОЛЖ > 30 мл/м ²	1,0004	0,9999–1,0009	0,085
ФИЛЖ < 50%	1,0010	1,0000–1,0021	0,048
ИҚДПЛЖ > 18 см/м ²	1,0026	0,4242–2,3700	0,995
ИКСПЛЖ > 9 см/м ²	1,0007	1,0001–1,0013	0,027
ФСПЛЖ < 50%	1,0011	1,0002–1,0020	0,015
ИИ > 5 у. е.	1,0007	1,0001–1,0013	0,028
ВИИ > 5 у. е.	1,0004	0,9999–1,0009	0,083
ВИИ > 10 у. е.	1,0006	1,0001–1,0012	0,032
Длительность СМТ > 24 ч	1,0001	1,0000–1,0003	0,049

Таблица 4. Характеристики разделительной способности NT-proBNP в отношении патологического уровня показателей ЦГД и интенсивной СМТ после ПАК

Table 4. Characteristics of the separation power of NT-proBNP in relation to the pathological level of central hemodynamic indices, and intensive sympathomimetic therapy after on-pump aortic valve replacement

Показатель	ППК	95%-ный ДИ	ПЗ, пг/мл	Чувствительность / Специфичность	p
ФИЛЖ < 50%	0,882	0,690–0,975	> 563	93,7% / 77,8%	< 0,0001
ИКСПЛЖ > 9 см/м ²	0,886	0,695–0,977	> 2427	83,3% / 79,0%	< 0,0001
ФСПЛЖ < 50%	0,799	0,591–0,931	> 2002	72,7% / 78,6%	0,0010
ИИ > 5 у. е.	0,941	0,778–0,995	> 2844	87,5% / 89,5%	< 0,0001
ВИИ > 10 у. е.	0,876	0,693–0,971	> 2748	80,0% / 88,2%	< 0,0001
СМТ > 24 ч	0,889	0,708–0,978	> 2844	66,7% / 76,2%	< 0,0001

ФСПЛЖ, значениями ИИ > 5 у. е., ВИИ > 10 у. е. и потребностью в СМТ > 24 ч (табл. 3).

При ROC-анализе установленные ПЗ NT-proBNP (табл. 4) предсказывали выделенные предиктанты с вполне удовлетворительными и сбалансированными чувствительностью и специфичностью. Вместе с тем ПЗ биомаркера, способные дискриминировать

патологический уровень различных параметров функции сердца после ПАК, а также интенсивную и длительную СМТ, варьировались в широком диапазоне.

Дискриминационная способность NT-proBNP в отношении ФИЛЖ < 50% характеризовалась моделью очень хорошего качества (рис. 1), ПЗ биомарке-

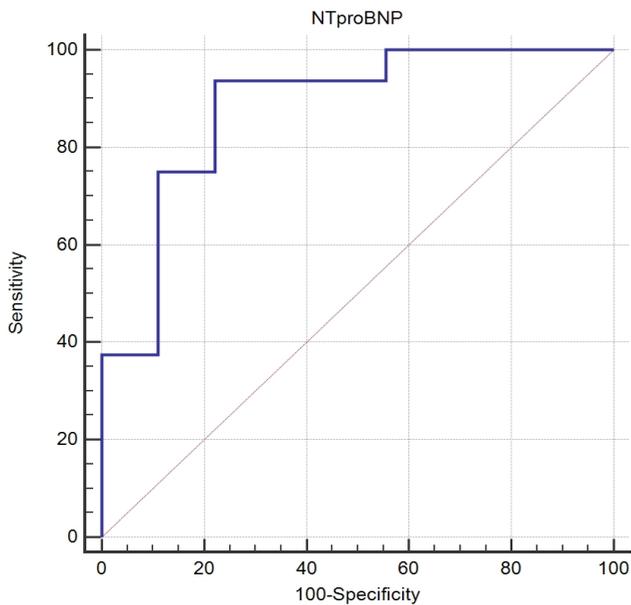


Рис. 1. ROC-кривая (чувствительность-специфичность) NT-проBNP в отношении послеоперационного уровня ФИЛЖ < 50%

Fig. 1. ROC-curve (sensitivity-specificity) of NT-proBNP in relation to the postoperative left ventricular ejection fraction level < 50%

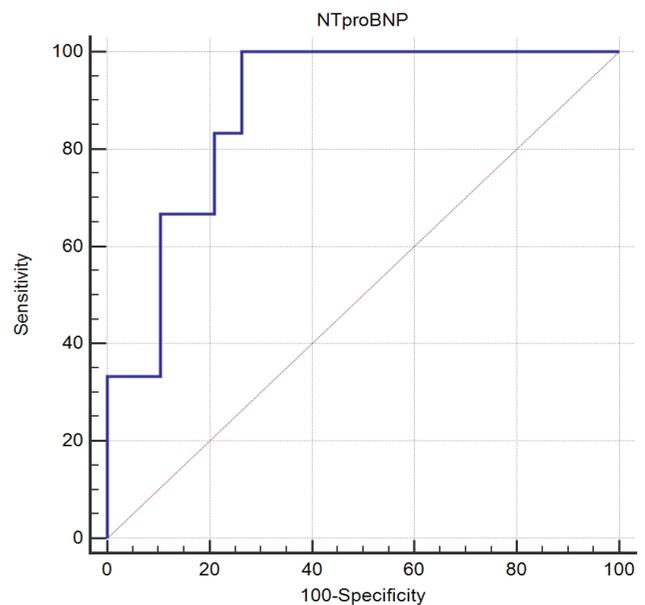


Рис. 2. ROC-кривая (чувствительность-специфичность) NT-проBNP в отношении послеоперационного уровня ИКСПЛЖ > 9 см²/м²

Fig. 2. ROC-curve (sensitivity-specificity) of NT-proBNP in relation to the postoperative left ventricular end-systolic area index level > 9 cm²/m²

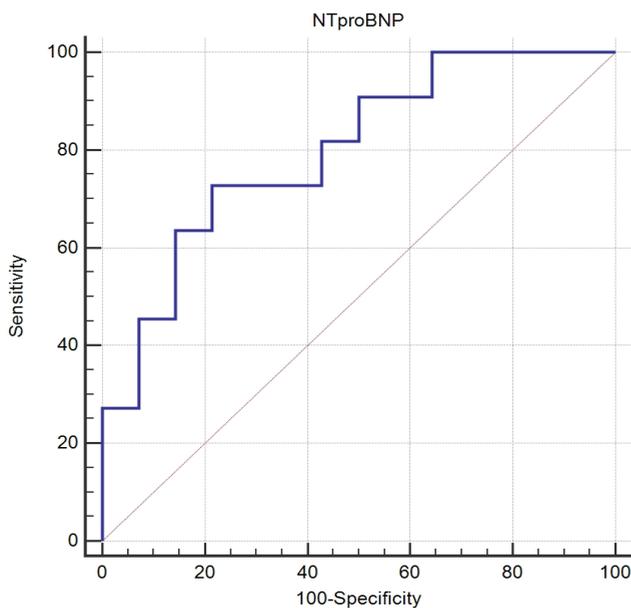


Рис. 3. ROC-кривая (чувствительность-специфичность) NT-проBNP в отношении послеоперационного уровня ФИЛЖ < 50%

Fig. 3. ROC-curve (sensitivity-specificity) of NT-proBNP in relation to the postoperative left ventricular area contraction fraction level < 50%

ра соответствовало умеренно повышенному уровню показателя. Практически такой же была дискриминационная способность NT-проBNP в отношении ИКСПЛЖ > 9 см²/м² (рис. 2), однако ПЗ бимаркера превышало 2000 пг/мл. Также резко повышенный уровень NT-проBNP предсказывал ФСПЛЖ < 50% (рис. 3), статистическая модель при этом имела хорошее качество.

Интенсивную и длительную СМТ предсказывали ПЗ биомаркера, приближающиеся к 3000 пг/мл. Качество модели, предсказывающей ИИ > 5 у. е.,

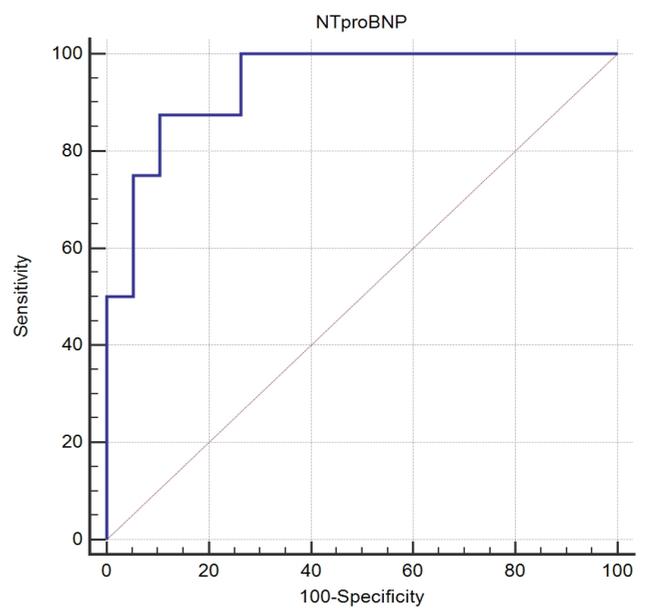


Рис. 4. ROC-кривая (чувствительность-специфичность) NT-проBNP в отношении послеоперационного ИИ > 5 у. е.

Fig. 4. ROC-curve (sensitivity-specificity) of NT-proBNP in relation to the postoperative inotropic score > 5 c. u.

было отличным (рис. 4), ВИИ > 10 у. е. (рис. 5) и СМТ > 24 ч (рис. 6) – очень хорошим.

Обсуждение

Предоперационный уровень BNP/NT-проBNP у кардиохирургических больных с поражением клапанов сердца и/или коронарных артерий может, вероятно, являться предиктором миокардиальной дисфункции и других осложнений после операций с ИК. Показана прогностическая значимость

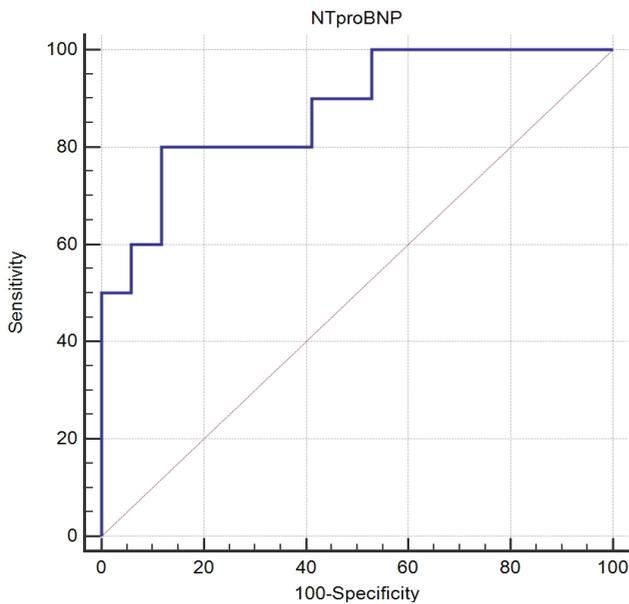


Рис. 5. ROC-кривая (чувствительность-специфичность) NT-proBNP в отношении послеоперационного ВИИ > 10 у. е.

Fig. 5. ROC-curve (sensitivity-specificity) of NT-proBNP in relation to the postoperative vasoactive-inotropic score > 10 c. u.

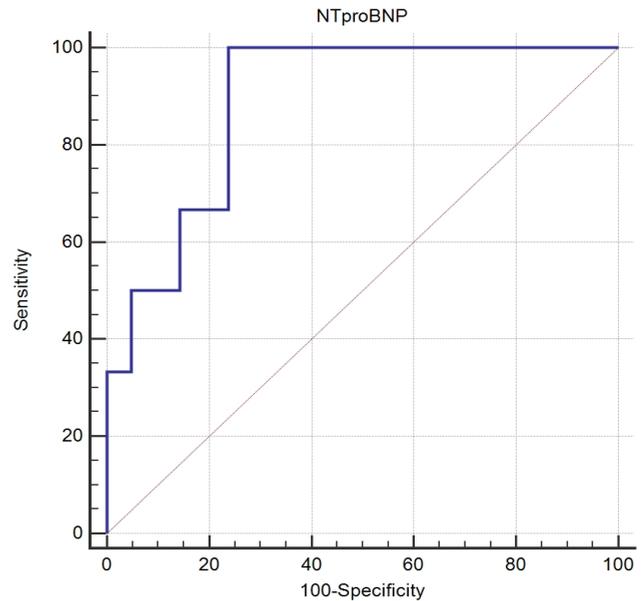


Рис. 6. ROC-кривая (чувствительность-специфичность) NT-proBNP в отношении длительности послеоперационной СМТ > 24 ч

Fig. 6. ROC-curve (sensitivity-specificity) of NT-proBNP in relation to the duration of postoperative sympathomimetic therapy > 24 hours

этих биомаркеров в отношении использования инотропной поддержки и ее длительности, удлинении послеоперационной ИВЛ, пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) и в стационаре, развития полиорганной недостаточности и госпитальной летальности [10, 14, 16, 24, 27, 34]. Сравнивая предоперационную оценку BNP/NT-proBNP и шкалу EuroSCORE, указывают на большую информативность биомаркеров [27, 42] и лишь в отдельных исследованиях – на аналогичную или меньшую [48]. Целесообразность изучения BNP/NT-proBNP в кардиохирургии подвергают сомнению крайне редко [9, 44]. Таким образом, различные аспекты использования этих биомаркеров при операциях на сердце и коронарных артериях постоянно находятся в сфере внимания клиницистов.

Прогнозирование и своевременная коррекция нарушений функции гипертрофированного миокарда при ПАК в условиях ИК по поводу АС остается одной из актуальных задач кардиоанестезиологии [45]. Это обусловлено тем, что АС сам по себе сопровождается существенным изменением функции и морфологии миокарда ЛЖ. Кроме того, при операциях с ИК и пережатием аорты гипертрофированный миокард ЛЖ может подвергнуться, несмотря на кардиоплегическую защиту, ишемически-реперфузионному повреждению с развитием выраженной депрессии сократимости [17]. Риск такой дисфункции после ПАК особенно выражен у больных исходным снижением инотропизма миокарда [45]. Значимость BNP/NT-proBNP показана как в оценке клинического течения АС [19, 51], так и в прогнозировании риска сердечной недостаточности при различных операциях с ИК [10, 16, 24].

Повышенный уровень NT-proBNP, зарегистрированный у большинства обследованных больных, очевидно, был обусловлен перегрузкой миокарда и его патофизиологическими изменениями, характерными для АС [19]. Содержание биомаркера в крови практически полностью совпало с медианными значениями (около 2000 пг/мл), описанными у неоперированных больных с АС. Авторы подчеркнули широкую вариабельность биомаркера, что также соответствует результатам настоящего исследования [25, 49].

Оценивая уровень BNP/NT-proBNP при АС, следует учитывать, что даже умеренный их прирост является фактором, повышающим риск неблагоприятного исхода заболевания [41]. В соответствии с международными клиническими рекомендациями при асимптомном течении АС и уровне биомаркеров, превышающем норму в 3 и более раз, показано ПАК [51].

До начала операции NT-proBNP умеренно прямо коррелировал с ДЛАСр. Связь между повышением содержания в крови BNP и легочной гипертензией при тяжелом АС не вызывает сомнений [35]. Наиболее вероятно, что прирост биомаркера и развитие ретроградной легочной гипертензии отражают ухудшающуюся функцию ЛЖ [21]. Мы отметили только тенденцию к корреляции NT-proBNP с ЗДЛА, что не исключает зависимости прироста биомаркера от давления наполнения ЛЖ. Такая связь была вполне убедительно продемонстрирована в целенаправленных исследованиях [43]. Источником повышенного поступления биомаркера в кровь на фоне прогрессирующей легочной гипертензии может стать и миокард правого желудочка [35].

Связь между уменьшением ИУРЛЖ и повышением содержания в крови NT-proBNP представляется вполне вероятной, хотя и не получила освещения в литературе. Показано, что снижение ИУРЛЖ является предиктором годичной летальности после транскатетерного ПАК [26]. На II этапе настоящего исследования корреляции дооперационного уровня NT-proBNP с показателями ЦГД исчезали.

Корреляционные связи NT-proBNP с параметрами ЧПЭхоКГ прослеживались на обоих этапах исследования. Наличие у больных с АС умеренных корреляций между BNP/NT-proBNP и ФИЛЖ и рядом других показателей насосной функции ЛЖ не вызывает сомнений [19]. Опубликованы результаты сопоставления биомаркеров с различными современными параметрами, в частности с глобальным продольным стрейном ЛЖ [28]. Считают, что одновременная оценка последнего и содержания в крови BNP синергически повышает информативность обследования при АС и улучшает качество прогнозирования исхода заболевания.

Исходный уровень NT-proBNP в постперфузионный период явился предиктором патологического уровня ФИЛЖ ($< 50\%$), ИКСПЛЖ ($> 9 \text{ см}^2/\text{м}^2$) и ФСПЛЖ ($< 50\%$). При этом ПЗ NT-proBNP, дискриминирующие отклонение от нормы ультразвуковых показателей, существенно варьировались. Обсуждая эти результаты, необходимо рассмотреть некоторые особенности интраоперационной ЧПЭхоКГ. Последняя, хотя и внедрена в практику ряда клиник [4, 11, 12], все еще не является стандартной мерой гемодинамического мониторинга в отечественной кардиоанестезиологии. Контрольную оценку функции ЛЖ с помощью ЧПЭхоКГ во время кардиохирургических вмешательств нередко рассматривают лишь как дополнительную задачу функциональной диагностики [2, 5, 12]. Несмотря на то, что принципы интраоперационной ЧПЭхоКГ достаточно разработаны [5, 29], особенности оценки общей сократительной функции ЛЖ при различных позициях ультразвукового датчика освещены мало. Указывают, что площади ЛЖ и ФСПЛЖ, определенные в трансагстральной позиции, могут быть высокоинформативны для оценки размеров ЛЖ и его глобальной функции, являясь адекватной альтернативой ФИЛЖ [29, 52]. Вместе с тем следует иметь в виду, что, несмотря на близкое физиологическое значение ФИЛЖ и ФСПЛЖ и их сопоставимую чувствительность для оценки сократимости ЛЖ, эти показатели, регистрируемые из разных позиций, не являются идентичными и полностью взаимозаменяемыми [31, 32]. Высказано предположение, что в течение кардиохирургических вмешательств на фоне быстро изменяющихся преднагрузки, постнагрузки и сократимости диагностическая ценность ФИЛЖ становится ограниченной [11]. После ПАК информативность ФИЛЖ может дополнительно снижаться в результате уменьшения систолического напряжения гипертрофированного миокарда, изменения геометрии ЛЖ, диссинхронии его сокра-

щения и особенностей сегментарной сократимости [37, 46]. Расхождение ФИЛЖ и ФСПЛЖ во время операций с ИК описано, причем указывают, что значения ФСПЛЖ в постперфузионный период становятся явно выше [4].

Вероятно, именно эта особенность динамики показателей общей сократительной функции ЛЖ может объяснить различие уровней NT-proBNP, дискриминирующих больных с уменьшением ФИЛЖ и ФСПЛЖ. Умеренно или значительно сниженная ФИЛЖ в конце операций была характерна для большинства больных, о чем свидетельствует медиана показателя на уровне менее 45%. Лишь у больных с практически нормальным содержанием биомаркера в крови (500 пг/мл и менее) в постперфузионный период ФИЛЖ была нормальной. Сниженную до значений $< 50\%$ ФСПЛЖ на II этапе регистрировали значительно реже, что подтверждает медиана параметра, превышающая 60%. ФСПЛЖ $< 50\%$ выявляли только у больных с отчетливым нарушением сократимости ЛЖ, для которых были характерны значения NT-proBNP, превышающие 2000 пг/мл.

ПЗ NT-proBNP, предсказывающие интенсивную и длительную СМТ, существенно превышали норму, приближались к 3000 пг/мл. Можно предположить, что продолжительная и активная СМТ способствовала удлинению периода пребывания больных в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), повышала риск полиорганных нарушений и могла предшествовать летальному исходу. Однако эти аспекты клинического течения раннего послеоперационного периода у больных с повышенным уровнем биомаркера нуждаются в дальнейших исследованиях.

Данные о ПЗ BNP/NT-proBNP, предсказывающих сердечную дисфункцию/недостаточность и тяжелый ранний послеоперационный период при ПАК с ИК, варьируются, причем работы, анализирующие предикторную способность именно NT-proBNP, крайне немногочисленны [19]. Показано, что медиана предоперационного NT-proBNP у больных, умерших после операции с ИК по поводу АС, составляет 2740 пг/мл [20].

В смешанной кардиохирургической популяции, включавшей больных, которым выполняли ПАК с ИК, ПЗ NT-proBNP 2773,5 пг/мл предсказывало 30-суточную летальность [34]. У больных с тяжелыми осложнениями, в том числе кардиальными, медианное значение биомаркера составляло 1998,5 пг/мл, а при неосложненном послеоперационном периоде – 630,5 пг/мл [34]. Эти уровни NT-proBNP практически совпадают с ПЗ, указывающими в настоящем исследовании на выраженную миокардиальную дисфункцию и превышавшими норму в 5–7 раз.

При оценке прогностической значимости NT-proBNP в группе из 602 больных, более 50% которых выполнили ПАК с ИК, на риск развития послеоперационной полиорганной недостаточности, включавшей сердечную, указывало ПЗ биомаркера 1300 пг/мл, а средний его уровень у умерших

Таблица 5. Функция сердца после ПАК в условиях ИК в зависимости от дооперационного уровня NT-proBNP (предварительные данные)**Table 5. Cardiac function after on-pump aortic valve replacement depending on the pre-operative NT-proBNP level (preliminary data)**

NT-proBNP Показатель	(1) < 500 пг/мл (n = 7)	(2) > 500 < 2000 пг/мл (n = 7)	(3) > 2000 пг/мл (n = 13)	p ₁₋₂	p ₂₋₃	p ₁₋₃
СИ, л/мин/м ²	2,7 [2,55–2,77]	2,6 [2,52–2,82]	2,45 [2,2–2,85]	1,0	1,0	1,0
ЗДЛА, мм рт. ст.	13,0 [10,25–13,0]	12,0 [10,0–12,0]	12,5 [8,5–14,0]	1,0	1,0	1,0
ИКДОЛЖ, мл/м ²	34,9 [33,4–47,5]	41,8 [32,3–46,7]	69,9 [45,8–92,6]	1,0	0,165	0,046
ИКСОЛЖ, мл/м ²	16,1 [13,2–17,4]	21,25 [18,7–23,9]	42,9 [26,8–56,9]	0,114	0,132	0,008
ФИЛЖ, %	54,4 [51,1–66,5]	43,6 [38,7–51,1]	41,2 [37,0–43,2]	0,078	0,771	0,007
ИКДПЛЖ, см ² /м ²	6,9 [5,7–8,4]	7,9 [5,6–9,7]	13,4 [8,1–14,7]	1,0	0,132	0,081
ИКСПЛЖ, см ² /м ²	2,2 [1,8–2,5]	3,0 [1,7–4,2]	9,1 [4,2–10,6]	1,0	0,061	0,025
ФСПЛЖ, %	72,4 [68,0–72,9]	62,9 [45,1–67,6]	28,8 [27,3–48,6]	0,384	0,063	0,007
ВИИ, у. е.	0 [0,0–1,75]	4,0 [3,0–6,75]	9,5 [3,0–13,5]	0,014	0,354	0,012
ИИ, у. е.	0 [0,0–1,75]	2,0 [0,25–3,0]	5,5 [1,75–7,5]	0,450	0,141	0,022

больных составил 6406 пг/мл [24]. Сведений о значениях NT-proBNP у больных с изолированной сердечной недостаточностью в этой публикации не привели.

В большей степени изучена способность прогнозировать послеоперационную миокардиальную дисфункцию и раннюю летальность у BNP. При операциях с ИК по поводу АС медианное значение BNP у умерших больных составило 369 пг/мл [20]. По данным других авторов, ПЗ BNP > 312 пг/м дискриминирует больных с риском периоперационной летальности [30, 42].

В смешанной популяции кардиохирургических больных, оперируемых с ИК, на высокий риск сердечно-сосудистых осложнений и ранней летальности указывает ПЗ BNP > 317 пг/мл [31]. В исследовании других авторов потребность в инотропной поддержке и/или применение внутриаортальной баллонной контрпульсации были ассоциированы с уровнем биомаркера, превышающим 450 пг/мл, а летальность – со значениями более 1000 пг/мл [10, 16]. В целом, скрининговые значения BNP, указывающие на риск послеоперационных осложнений, так же как ПЗ NT-proBNP, кратно превышают уровень нормы.

Исходя из результатов настоящего исследования предприняли попытку выделить группы больных с различным содержанием биомаркера в крови (табл. 5) и проанализировать у них особенности раннего периода после ПАК. Основные показатели ЦГД не имели каких-либо межгрупповых различий. Показатели ЧПЭхоКГ, за исключением ИКДПЛЖ, а также ИИ и ВИИ, отчетливо различались при крайних значениях биомаркера (< 500 и > 2000 пг/мл). У больных с промежуточным уровнем NT-proBNP параметры ЧПЭхоКГ и ИИ также были промежуточными. Характерно, что у обоих умерших больных предоперационный уровень биомаркера существенно превышал 2000 пг/мл, что вполне соответствует данным других клиницистов [20, 24, 34].

Эти предварительные данные дают основания предположить, что, ориентируясь на предоперационный уровень NT-proBNP, можно не только констатировать те или иные клинические особенности и оценить риск ПАК, но и определить необходимый

объем интраоперационного мониторинга. Прежде всего следует учитывать, что термодилуционное определение СИ и измерение ЗДЛА не обеспечивают адекватной информации о степени нарушения сократительной функции миокарда после ПАК. Поэтому использование катетера типа Swan – Ganz не является оптимальным методом мониторинга.

При близком к нормальному содержанию биомаркера в крови (< 500 пг/мл) риск дисфункции миокарда и потребность в СМТ в постперфузионный период ПАК минимальны. Поэтому показаний к расширению объема интраоперационного мониторинга нет.

У больных со значениями NT-proBNP, превышающими 2000 пг/мл, риск депрессии миокарда после ИК максимально высок. Это создает показания к тщательной оценке функции ЛЖ. Предпочтение при этом следует отдавать ЧПЭхоКГс оценкой объемов и площадей ЛЖ при разных позициях датчика. В этой группе больных особое внимание следует уделять нормализации ФСПЛЖ. Целесообразность обязательного контроля и коррекции ФСПЛЖ вполне соответствует данным о более высокой информативности последней в сравнении с ФИЛЖ [4]. По нашим данным, между ФСПЛЖ и интенсивностью СМТ (ВИИ) в постперфузионный период операций имеется наиболее сильная в сравнении с другими показателями ЧПЭхоКГ обратная корреляционная связь (рис. 7).

Больные с уровнем NT-proBNP от 500 до 2000 пг/мл имеют умеренно повышенный риск дисфункции миокарда. Вероятно, у больных с благоприятным течением постперфузионного периода объем мониторинга можно не расширять. Однако при дестабилизации гемодинамики следует безотлагательно использовать ЧПЭхоКГ для оценки адекватности диастолического наполнения ЛЖ и своевременного начала инотропной терапии при уменьшении ФСПЛЖ [45].

Таким образом, можно заключить, что повышенное предоперационное содержание NT-proBNP в крови является чувствительным и специфичным предиктором миокардиальной дисфункции после

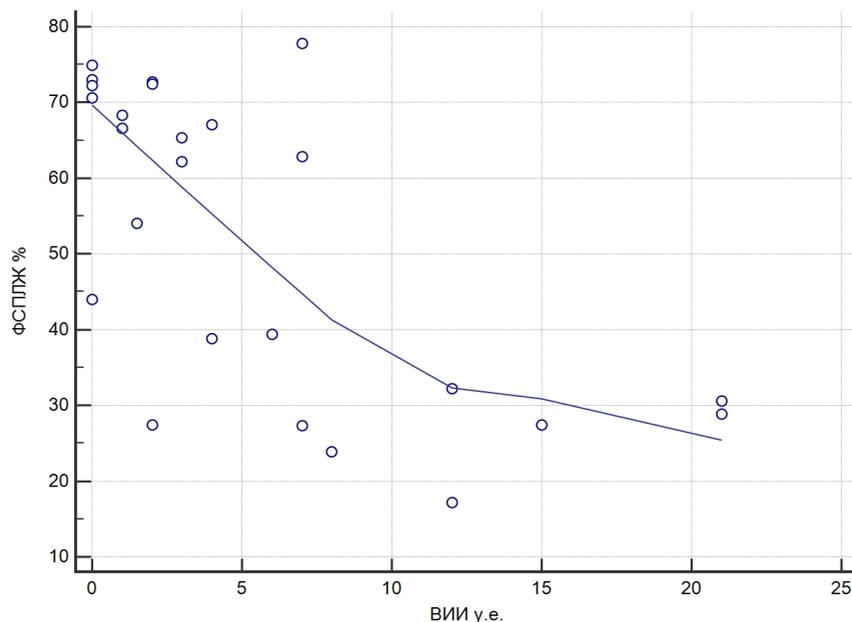


Рис. 7. Корреляция ($\rho = -0,653$; $p = 0,0004$) между ФСПЛЖ и ВИИ в постперфузионный период ПАК

Fig. 7. Correlation ($\rho = -0.653$; $p = 0.0004$) between the left ventricular area contraction fraction and the level of vasoactive-inotropic score in the postperfusion period of on-pump aortic valve replacement

ПАК с ИК, причем клинически значимые проявления этой дисфункции характерны для больных с уровнем биомаркера не менее 2000 пг/мл. Полагаем, что приведенные данные и предположения, хотя и нуждаются в дальнейших целенаправленных исследованиях, имеют важное практическое значение и могут быть полезны не только для стратификации риска ПАК у больных с АС, но и для оптимизации гемодинамического мониторинга в этой клинической ситуации.

Основным ограничением настоящего исследования является число наблюдений, недостаточное для установления степени повышения биомаркера, указывающей на высокую вероятность госпитальной и 30-суточной летальности после ПАК с ИК.

Выводы

1. До операции у 66,7% больных с АС содержание NT-proBNP в крови повышено, причем уровень биомаркера прямо коррелирует с ДЛАСр, ИКДОЛЖ, ИКСОЛЖ, ИКДПЛЖ, ИКСПЛЖ и обратно – с ИУРЛЖ, ФИЛЖ и ФСПЛЖ.

2. Дооперационный уровень NT-proBNP является предиктором послеоперационного снижения до патологического уровня ФИЛЖ и ФСПЛЖ, увеличения ИКСПЛЖ, а также интенсивной и длительной СМТ.

3. В наибольшей степени выражены признаки дисфункции миокарда после ПАК с ИК у больных с уровнем биомаркера, превышающим 2000 пг/мл.

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. Агеев Ф. Т., Арутюнов Г. П., Беграббекова Ю. Л. и др. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2020 // Российский кардиологический журнал. – 2020. – Т. 25. – № 11. – С. 4083. Doi: 10.15829/1560-4071-2020-4083.
2. Батигян О. А., Лебедева Е. А., Мартынов Д. В. Возможности чреспищеводной эхокардиографии для оценки волемического статуса пациентов при операциях прямой реваскуляризации миокарда на работающем сердце: обзор литературы // Вестник интенсивной терапии им. А. И. Салтанова. – 2021. – № 4. – С. 88–97. Doi: 10.21320/1818-474X-2021-4-88-97.
3. Бударова К. В., Шмаков А. Н. Значимость маркеров транзиторной ишемии миокарда и гемодинамической перегрузки у новорожденных в критическом состоянии // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2022. – Т. 19. – № 5 – С. 79–86. Doi: 10.21292/2078-5658-2022-19-5-79-86.
4. Дзыбинская Е. В., Кричевский Л. А., Харламова И. Е., Козлов И. А. Чреспищеводная эхокардиография в оценке показаний и противопо-

REFERENCES

1. Ageev F.T., Arutyunov G.P., Begrabbekova Yu.L. et al. 2020 Clinical practice guidelines for chronic heart failure. *Russian Journal of Cardiology*, 2020, vol. 25, no. 11, pp. 4083. (In Russ.) Doi: 10.15829/1560-4071-2020-4083.
2. Batigyan O.A., Lebedeva E.A., Martynov D.V. Possibilities of transesophageal echocardiography for assessing the volemic status of patients during direct myocardial revascularization operations on the beating heart: a review. *Annals of Critical Care*, 2021, no. 4, pp. 88–97. (In Russ.) Doi: 10.21320/1818-474X-2021-4-88-97.
3. Budarova K.V., Shmakov A.N. Significance of markers of transient myocardial ischemia and hemodynamic overload in critically ill neonates. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2022, vol.19, no. 5, pp. 79–86. (In Russ.) Doi: 10.21292/2078-5658-2022-19-5-79-86.
4. Dzybinskaya Y.V., Krichevsky L.A., Kharlamova I.E., Kozlov I.A. Transesophageal Echocardiography in the Assessment of Indications for and

- показаний к ранней активизации после реваскуляризации миокарда // *Общая реаниматология*. – 2011. – Т. 7. – № 1. – С. 42–47. Doi: 10.15360/1813-9779-2011-1-42.
5. Кадырова М.В., Ильина М.В., Арбекова П.В., Степанова Ю.А. Чреспищеводная эхокардиография: методика, показания, возможности // *Медицинская визуализация*. – 2018. – Т. 22. – № 2. – С. 25–46. Doi: 10.24835/1607-0763-2018-2-25-46
 6. Ковалев А.А., Кузнецов Б.К., Ядченко А.А., Игнатенко В.А. Оценка качества бинарного классификатора в научных исследованиях // *Проблемы здоровья и экологии*. – 2020. – № 4. – С. 105–113. Doi: 10.51523/2708-6011.2020-17-4-15.
 7. Кузков В. В., Киров М. Ю. Инвазивный мониторинг гемодинамики в интенсивной терапии и анестезиологии. Изд-е 2-е. – Архангельск: Северный государственный медицинский университет, 2015. – 392 с. ISBN: 978-5-91702-180-5.
 8. Лалетин Д. А., Баутин А. Е., Рубинчик В. Е., Науменко В. С., Алексеев А. А., Михайлов А. П. Параллели между гемодинамическим профилем и активностью биомаркеров при различных формах острой сердечной недостаточности в раннем периоде после коронарного шунтирования // *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. – 2015. – Т. 12, № 2. – С. 27–32. Doi: 10.21292/2078-5658-2015-12-2-27-33.
 9. Ландони Д., Лихванцев В. В., Фоминский Е., Филипповская Ж. С., Бобокин В. Е., Гребенчиков О. А. Пути снижения летальности в периоперационном периоде при кардиохирургических операциях (по материалам 1-й Международной согласительной конференции) // *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. – 2015. – Т. 12, № 2. – С. 33–39. Doi: 10.21292/2078-5658-2015-12-2-33-39.
 10. Никитина Т. Г., Гулян К. С., Нежданова И. Б., Самсонова Н. Н., Плющ М. Г., Бокерия Л. А. Результаты хирургического лечения больных с клапанными пороками сердца с оценкой уровня мозгового натрийуретического пептида в раннем и отдаленном послеоперационном периоде // *Креативная кардиология*. – 2015. – № 2. – С. 30–39. Doi: 10.15275/kreatkard.2015.02.03.
 11. Паромов К. В., Волков Д. А., Низовцев Н. В., Киров М. Ю. Функция миокарда после коронарного шунтирования на работающем сердце в условиях комбинированной эпидуральной и интубационной анестезии // *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. – 2020. – Т. 17, № 5. – С. 6–14. Doi: 10.21292/2078-5658-2020-17-5-6-14.
 12. Сандриков В. А., Федулова С. В., Кулагина Т. Ю., Дзеранова А. Н., Хаджиева Д. Р. Чреспищеводная эхокардиография в интраоперационном и реанимационном периодах в кардиохирургии // *Анестезиология и реаниматология*. – 2017. – Т. 62, № 4. – С. 282–285. Doi: 10.18821/0201-7563-2017-62-4-282-285.
 13. Фролова Ю. В., Дымова О. В., Бабаев М. А. и др. Диагностическая значимость современных кардиомаркеров в оценке состояния миокарда у пациентов с обструктивной диффузно-генерализованной формой гипертрофической кардиомиопатии // *Российский кардиологический журнал*. – 2016. – Т. 139, № 11. – С. 36–39. Doi: 10.15829/1560-4071-2016-11-36-39.
 14. Шахин Д. Г., Шмырев В. А., Ефремов С. М. и др. Предикторы длительной госпитализации у взрослых пациентов с приобретенными пороками сердца, оперированных в условиях гипотермического и нормотермического искусственного кровообращения // *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. – 2017. – Т. 14, № 1. – С. 14–23. Doi: 10.21292/2078-5658-2017-14-1-14-23.
 15. Alphonsus C. S., Naidoo N., Motshabi Chakane P. et al. South African cardiovascular risk stratification guideline for non-cardiac surgery // *S. Afr. Med. J.* – 2021. – Vol. 111, № 10b. – P. 13424. PMID: 34949237.
 16. Attaran S., Sherwood R., Desai J. et al. Brain natriuretic peptide a predictive marker in cardiac surgery // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2009. – Vol. 9, № 4. – P. 662–666. Doi: 10.1510/icvts.2008.189837.
 17. Bansal M., Fuster V., Narula J. et al. Cardiac risk, imaging, and the cardiology consultation. in: *Kaplan's Essentials of Cardiac Anesthesia For Cardiac Surgery*, 2nd edition. J. A. Kaplan, B. Cronin, T. Maus, eds. Elsevier, Philadelphia, 2018. ISBN: 978-0-323-49798-5. P. 2-17.
 18. Barbieri F., Senoner T., Adukauskaitė A. et al. Long-term prognostic value of high-sensitivity troponin t added to n-terminal pro brain natriuretic peptide plasma levels before valve replacement for severe aortic stenosis // *Am J Cardiol.* 2019. – Vol. 124, № 12. – P. 1932–1939. Doi: 10.1016/j.amjcard.2019.09.014.
 19. Bergler-Klein J. Natriuretic peptides in the management of aortic stenosis // *Curr Cardiol Rep.* – 2009. – Vol. 11, № 2. – P. 85–93. Doi: 10.1007/s11886-009-0014-z.
 20. Bergler-Klein J., Klaar U., Heger M. et al. Natriuretic peptides predict symptom-free survival and postoperative outcome in severe aortic stenosis // *Circulation*. – 2004. – Vol. 109, № 19. – P. 2302–2308. Doi: 10.1161/01.CIR.0000126825.50903.18.
5. Kadyrova M.V., Ilyina M.V., Arbekova P.V., Stepanova Yu.A. Transesophageal echocardiography: methodology, indications, opportunities. *Medicinskaya vizualizaciya*, 2018, vol. 22, no. 2, pp. 25–46. (In Russ.) Doi: 10.24835/1607-0763-2018-2-25-46.
 6. Kovalev A.A., Kuznetsov B.K., Yadchenko A.A., Ignatenko V.A. Assessment of the quality of a binary classifier in research. *Health and Ecology Issues*, 2020, no. 4, pp. 105–113. (In Russ.) Doi: 10.51523/2708-6011.2020-17-4-15.
 7. Kuzkov V.V., Kirov M.Yu. Invasive hemodynamic monitoring in intensive care and anesthesiology. Kuzkov V.V., Kirov M.Yu., eds. 2nd ed. Arkhangel'sk: Northern State Medical University, 2015, pp. 392. (In Russ.) ISBN: 978-5-91702-180-5.
 8. Laletin D.A., Bautin A.E., Rubinchik V.E., Naumenko V.S., Alekseyev A.A., Mikhailov A.P. Parallels between the hemodynamic profile and biomarkers activity in different forms of acute heart failure in the early period after aortocoronary bypass. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2015, vol.12, no. 2, pp. 27–33. (In Russ.) Doi: 10.21292/2078-5658-2015-12-2-27-33.
 9. Landoni G., Likhvantsev V.V., Fominsky E., Filipovskaya J.S., Bobokin V.E., Grebenchikov O.A. Mortality reduction in cardiac surgery (results of the First International Consensus Conference). *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2015, vol. 12, no. 2, pp. 33–39. (In Russ.) Doi: 10.21292/2078-5658-2015-12-2-33-39.
 10. Nikitina T. G., Gulyan K. S., Nezhdanova I. B., Samsonova N. N., Plyushch M. G., Bockeria L. A. Results of surgical treatment of valvular heart diseases with the evaluation of brain natriuretic peptide levels in short-term and long-term follow-up. *Creative cardiology*, 2015, no. 2, pp. 30–39. (In Russ.) Doi: 10.15275/kreatkard.2015.02.03.
 11. Paromov K.V., Volkov D.A., Nizovtsev N.V., Kirov M.Yu. Myocardial function after off-pump coronary artery bypass grafting with combined epidural and inhalation anesthesia. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2020, vol.17, no. 5, pp. 6–14. (In Russ.) Doi: 10.21292/2078-5658-2020-17-5-6-14.
 12. Sandrikov V.A., Fedulova S.V., Kulagina T.Yu., Dzeranova A.N., Khadzhieva D.R. Transesophageal echocardiography in the intraoperative and intensive care periods in cardiac surgery. *Anesteziol Reanimatol.*, 2017, vol. 62, no. 4, pp. 282–285. (In Russ.) Doi: 10.18821/0201-7563-2017-62-4-282-285
 13. Frolova Yu.V., Dymova O.V., Babaev M.A. et al. Diagnostic significance of novel markers for assessment of myocardium condition in obstructive diffuse-generalized form of hypertrophic cardiomyopathy. *Russ J Cardiol.*, 2016, vol. 139, no. 11, pp. 36–39. (In Russ.) Doi: 10.15829/1560-4071-2016-11-36-39.
 14. Shakhin D.G., Shmyrev V.A., Efremov S.M. et al. Predictors of continuous hospital stay in adult patients with acquired valvular disease, operated with hypothermic and normothermic cardiopulmonary bypass. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2017, vol.14, no. 1, pp. 14–23. (In Russ.) Doi: 10.21292/2078-5658-2017-14-1-14-23.
 15. Alphonsus C.S., Naidoo N., Motshabi Chakane P. et al. South African cardiovascular risk stratification guideline for non-cardiac surgery. *S. Afr. Med. J.*, 2021, vol. 111, no. 10b, pp. 13424. PMID: 34949237.
 16. Attaran S., Sherwood R., Desai J. et al. Brain natriuretic peptide a predictive marker in cardiac surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.*, 2009, vol. 9, no. 4, pp. 662–666. Doi: 10.1510/icvts.2008.189837.
 17. Bansal M., Fuster V., Narula J. et al. Cardiac risk, imaging, and the cardiology consultation. in: *Kaplan's Essentials of Cardiac Anesthesia For Cardiac Surgery*, 2nd Edition. J.A. Kaplan, B. Cronin, T. Maus, eds. Philadelphia: Elsevier, 2018, pp. 2–17. ISBN: 978-0-323-49798-5.
 18. Barbieri F., Senoner T., Adukauskaitė A. et al. Long-term prognostic value of high-sensitivity troponin t added to n-terminal pro brain natriuretic peptide plasma levels before valve replacement for severe aortic stenosis. *Am J Cardiol.* 2019, vol. 124, no. 12, pp. 1932–1939. Doi: 10.1016/j.amjcard.2019.09.014.
 19. Bergler-Klein J. Natriuretic peptides in the management of aortic stenosis. *Curr Cardiol Rep.*, 2009, vol. 11, no. 2, pp. 85–93. Doi: 10.1007/s11886-009-0014-z.
 20. Bergler-Klein J., Klaar U., Heger M. et al. Natriuretic peptides predict symptom-free survival and postoperative outcome in severe aortic stenosis. *Circulation*, 2004, vol. 109, no. 19, pp. 2302–2308. Doi: 10.1161/01.CIR.0000126825.50903.18.

21. Bergler-Klein J, Mundigler G., Pibarot P. et al. B-type natriuretic peptide in low-flow, low-gradient aortic stenosis: relationship to hemodynamics and clinical outcome: results from the multicenter Truly or Pseudo-Severe Aortic Stenosis (TOPAS) study // *Circulation*. – 2007. – Vol. 115, № 22. – P. 2848–2855. Doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.654210.
22. Bozkurt B., Coats A.J., Tsutsui H. et al. Universal definition and classification of heart failure: a report of the Heart Failure Society of America, Heart Failure Association of the European Society of Cardiology, Japanese Heart Failure Society and Writing Committee of the universal definition of heart failure // *J Card Fail.* – 2021. – S1071–9164(21)00050-6. Doi: 10.1016/j.cardfail.2021.01.022.
23. Duceppe E., Parlow J., MacDonald P. et al. Canadian cardiovascular society guidelines on perioperative cardiac risk assessment and management for patients who undergo noncardiac surgery // *Can. J. Cardiol.* – 2017. – Vol. 33, № 1. – P. 17–32. Doi: 10.1016/j.cjca.2016.09.008.
24. Duchnowski P. The role of the N-terminal of the prohormone brain natriuretic peptide in predicting postoperative multiple organ dysfunction syndrome // *J Clin Med.* – 2022. – Vol. 11, № 23. – P. 7217. Doi: 10.3390/jcm11237217.
25. Elbaz-Greener G., Ghanim D., Kusniac F. et al. Pre- and post-transcatheter aortic valve replacement serum brain natriuretic peptide levels and all-cause mortality // *Cardiology*. – 2020. – Vol. 145, № 12. – P. 813–821. Doi: 10.1159/000509857.
26. Eleid M. F., Goel K., Murad M. H. et al. Meta-analysis of the prognostic impact of stroke volume, gradient, and ejection fraction after transcatheter aortic valve implantation // *Am J Cardiol.* – 2015. – Vol. 116, № 6. – P. 989–994. Doi: 10.1016/j.amjcard.2015.06.027.
27. Fellahi J. L., Daccache G., Rubes D. et al. Does preoperative B-type natriuretic peptide better predict adverse outcome and prolonged length of stay than the standard European System for Cardiac Operative Risk Evaluation after cardiac surgery? // *J Cardiothorac Vasc Anesth.* – 2011. – Vol. 25, № 2. – P. 256–262. Doi: 10.1053/j.jvca.2010.05.009.
28. Goodman A., Kusnuse K., Popovic Z. B. et al. Synergistic utility of brain natriuretic peptide and left ventricular strain in patients with significant aortic stenosis // *J Am Heart Assoc.* – 2016. – Vol. 5, № 1. – P. e002561. Doi: 10.1161/JAHA.115.002561.
29. Hahn R. T., Abraham T., Adams M. S. et al. Guidelines for performing a comprehensive transesophageal echocardiographic examination: recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists // *J Am Soc Echocardiogr.* – 2013. – Vol. 26, № 9. – P. 921–964. Doi: 10.1016/j.echo.2013.07.009.
30. Iwahashi N., Nakatani S., Umemura S. et al. Usefulness of plasma B-type natriuretic peptide in the assessment of disease severity and prediction of outcome after aortic valve replacement in patients with severe aortic stenosis // *J Am Soc Echocardiogr.* – 2011. – Vol. 24, № 9. – P. 984–991. Doi: 10.1016/j.echo.2011.03.012.
31. Lang R. M., Badano L. P., Mor-Avi V. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging // *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* – 2015. – Vol. 16, № 3. – P. 233–270. Doi: 10.1093/ehjci/jev014.
32. Lang R. M., Bierig M., Devereux R. B. et al. American Society of Echocardiography's Nomenclature and Standards Committee; Task Force on Chamber Quantification; American College of Cardiology Echocardiography Committee; American Heart Association; European Association of Echocardiography, European Society of Cardiology. Recommendations for chamber quantification // *Eur J Echocardiogr.* – 2006. – Vol. 7, № 2. – P. 79–108. Doi: 10.1016/j.euje.2005.12.014.
33. Lee G., Chikwe J., Milojevic M. et al. ESC/EACTS vs. ACC/AHA guidelines for the management of severe aortic stenosis // *Eur Heart J.* – 2023. – Vol. 44, № 10. – P. 796–812. Doi: 10.1093/eurheartj/ehac803.
34. Liu H., Wang C., Liu L. et al. Perioperative application of N-terminal pro-brain natriuretic peptide in patients undergoing cardiac surgery // *J Cardiothorac Surg.* – 2013. – Vol. 8. – P. 1. Doi: 10.1186/1749-8090-8-1.
35. Maeder M. T., Weber L., Ammann P. et al. Relationship between B-type natriuretic peptide and invasive haemodynamics in patients with severe aortic valve stenosis // *ESC Heart Fail.* – 2020. – Vol. 7, № 2. – P. 577–587. Doi: 10.1002/ehf2.12614. PMID: 31994357.
36. Mandrekar J. N. Receiver operating characteristic curve in diagnostic test assessment // *J Thorac Oncol.* – 2010. – Vol. 5, № 9. – P. 1315–1316. Doi: 10.1097/JTO.0b013e3181ec173d.
37. Marwick T. H. Ejection fraction pros and cons: JACC State-of-the-Art Review // *J Am Coll Cardiol.* – 2018. – Vol. 72, № 19. – P. 2360–2379. Doi: 10.1016/j.jacc.2018.08.2162.
21. Bergler-Klein J, Mundigler G., Pibarot P. et al. B-type natriuretic peptide in low-flow, low-gradient aortic stenosis: relationship to hemodynamics and clinical outcome: results from the Multicenter Truly or Pseudo-Severe Aortic Stenosis (TOPAS) study. *Circulation*, 2007, vol. 115, no. 22, pp. 2848–2855. Doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.654210.
22. Bozkurt B., Coats A.J., Tsutsui H. et al. Universal definition and classification of heart failure: a report of the Heart Failure Society of America, Heart Failure Association of the European Society of Cardiology, Japanese Heart Failure Society and Writing Committee of the universal definition of heart failure. *J Card Fail*, 2021, S1071–9164(21)00050-6. Doi: 10.1016/j.cardfail.2021.01.022.
23. Duceppe E., Parlow J., MacDonald P. et al. Canadian cardiovascular society guidelines on perioperative cardiac risk assessment and management for patients who undergo noncardiac surgery. *Can. J. Cardiol*, 2017, vol. 33, no. 1, pp. 17–32. Doi: 10.1016/j.cjca.2016.09.008.
24. Duchnowski P. The role of the N-terminal of the prohormone brain natriuretic peptide in predicting postoperative multiple organ dysfunction syndrome. *J Clin Med.* – 2022, vol.11, no. 23, pp. 7217. Doi: 10.3390/jcm11237217.
25. Elbaz-Greener G., Ghanim D., Kusniac F. et al. Pre- and post-transcatheter aortic valve replacement serum brain natriuretic peptide levels and all-cause mortality. *Cardiology*, 2020, vol. 145, no. 12, pp. 813–821. Doi: 10.1159/000509857.
26. Eleid M.F., Goel K., Murad M.H. et al. Meta-analysis of the prognostic impact of stroke volume, gradient, and ejection fraction after transcatheter aortic valve implantation. *Am J Cardiol.*, 2015, vol. 116, no. 6, pp. 989–994. Doi: 10.1016/j.amjcard.2015.06.027.
27. Fellahi J.L., Daccache G., Rubes D. et al. Does preoperative B-type natriuretic peptide better predict adverse outcome and prolonged length of stay than the standard European System for Cardiac Operative Risk Evaluation after cardiac surgery? *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2011, vol. 25, no. 2, pp. 256–262. Doi: 10.1053/j.jvca.2010.05.009.
28. Goodman A., Kusnuse K., Popovic Z.B. et al. Synergistic utility of brain natriuretic peptide and left ventricular strain in patients with significant aortic stenosis. *J Am Heart Assoc*, 2016, vol. 5, no. 1, pp. e002561. Doi: 10.1161/JAHA.115.002561.
29. Hahn R.T., Abraham T., Adams M.S. et al. Guidelines for performing a comprehensive transesophageal echocardiographic examination: recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiogr.*, 2013, vol. 26, no. 9, pp. 921–964. Doi: 10.1016/j.echo.2013.07.009.
30. Iwahashi N., Nakatani S., Umemura S. et al. Usefulness of plasma B-type natriuretic peptide in the assessment of disease severity and prediction of outcome after aortic valve replacement in patients with severe aortic stenosis. *J Am Soc Echocardiogr.*, 2011, vol. 24, no. 9, pp. 984–991. Doi: 10.1016/j.echo.2011.03.012.
31. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2015, vol. 16, no. 3, pp. 233–270. Doi: 10.1093/ehjci/jev014.
32. Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B. et al. American Society of Echocardiography's Nomenclature and Standards Committee; Task Force on Chamber Quantification; American College of Cardiology Echocardiography Committee; American Heart Association; European Association of Echocardiography, European Society of Cardiology. Recommendations for chamber quantification. *Eur J Echocardiogr*, 2006, vol. 7, no. 2, pp. 79–108. Doi: 10.1016/j.euje.2005.12.014.
33. Lee G., Chikwe J., Milojevic M. et al. ESC/EACTS vs. ACC/AHA guidelines for the management of severe aortic stenosis. *Eur Heart J*, 2023, vol. 44, no. 10, pp. 796–812. Doi: 10.1093/eurheartj/ehac803.
34. Liu H., Wang C., Liu L. et al. Perioperative application of N-terminal pro-brain natriuretic peptide in patients undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Surg*, 2013, vol. 8, pp. 1. Doi: 10.1186/1749-8090-8-1.
35. Maeder M.T., Weber L., Ammann P. et al. Relationship between B-type natriuretic peptide and invasive haemodynamics in patients with severe aortic valve stenosis. *ESC Heart Fail*, 2020, vol. 7, no. 2, pp. 577–587. Doi: 10.1002/ehf2.12614. PMID: 31994357.
36. Mandrekar J.N. Receiver operating characteristic curve in diagnostic test assessment. *J Thorac Oncol*, 2010, vol. 5, no. 9, pp. 1315–1316. Doi: 10.1097/JTO.0b013e3181ec173d.
37. Marwick T.H. Ejection fraction pros and cons: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol*, 2018, vol. 72, no. 19, pp. 2360–2379. Doi: 10.1016/j.jacc.2018.08.2162.

38. McDonagh T. A., Metra M., Adamo M. et al. ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: developed by the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). With the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC // *Eur J Heart Fail.* – 2022. – Vol. 24, № 1. – P. 4–131. Doi: 10.1002/ehf.2333.
39. Mueller C., McDonald K., de Boer R. A. et al. Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. Heart Failure Association of the European Society of Cardiology practical guidance on the use of natriuretic peptide concentrations // *Eur J Heart Fail.* – 2019. – Vol. 21, № 6. – P. 715–731. Doi: 10.1002/ehf.1494.
40. O'Leary J. M., Clavel M. A., Chen S. et al. Association of Natriuretic Peptide Levels After Transcatheter Aortic Valve Replacement With Subsequent Clinical Outcomes // *JAMA Cardiol.* – 2020. – Vol. 5, № 10. – P. 1113–1123. Doi: 10.1001/jamacardio.2020.2614.
41. Onishi H., Naganuma T., Izumo M. et al. Prognostic relevance of B-type natriuretic peptide in patients with moderate mixed aortic valve disease // *ESC Heart Fail.* – 2022. – Vol. 9, № 4. – P. 2474–2483. Doi: 10.1002/ehf2.13946.
42. Pedrazzini G. B., Masson S., Latini R. et al. Comparison of brain natriuretic peptide plasma levels versus logistic EuroSCORE in predicting in-hospital and late postoperative mortality in patients undergoing aortic valve replacement for symptomatic aortic stenosis // *Am J Cardiol.* – 2008. – Vol. 102, № 6. – P. 749–754. Doi: 10.1016/j.amjcard.2008.04.055.
43. Qi W., Mathisen P., Kjekshus J. et al. Natriuretic peptides in patients with aortic stenosis // *Am Heart J.* – 2001. – Vol. 142, № 4. – P. 725–32. Doi: 10.1067/mhj.2001.117131.
44. Raja S. G., Chowdhury S. Validity of brain natriuretic peptide as a marker for adverse postoperative outcomes in patients undergoing cardiac surgery // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2011. – Vol. 12, № 3. – P. 472–473. Doi: 10.1510/icvts.2010.252601A.
45. Ramakrishna H., Craner R. C., Devaleria P. A. et al. Valvular Heart Disease: Replacement and Repair. In: *Kaplan's Essentials of Cardiac Anesthesia For Cardiac Surgery*, 2nd Edition. / J. A. Kaplan, B. Cronin, T. Maus, eds. Philadelphia: Elsevier. – 2018. – P. 352–384. ISBN: 978-0-323-49798-5.
46. Schwartzberg S., Vaturi M., Kazum S. et al. Comparison of simultaneous transthoracic versus transesophageal echocardiography for assessment of aortic stenosis // *Am J Cardiol.* – 2022. – Vol. 163. – P. 77–84. Doi: 10.1016/j.amjcard.2021.09.048.
47. Spampinato R. A., Bochen R., Sieg F. et al. Multi-biomarker mortality prediction in patients with aortic stenosis undergoing valve replacement // *J Cardiol.* – 2020. – Vol. 76, № 2. – P. 154–162. Doi: 10.1016/j.jjcc.2020.02.019.
48. Suc G., Estagnasie P., Brusset A. et al. Effect of BNP on risk assessment in cardiac surgery patients, in addition to EuroScore II // *Sci Rep.* – 2020. – Vol. 10, № 1. – P. 10865. Doi: 10.1038/s41598-020-67607-0.
49. Takagi H., Hari Y., Kawai N. et al. ALICE (All-literature investigation of cardiovascular evidence) group. meta-analysis of impact of baseline N-Terminal pro-brain natriuretic peptide levels on survival after transcatheter aortic valve implantation for aortic stenosis // *Am J Cardiol.* – 2019. – Vol. 123, № 5. – P. 820–826. Doi: 10.1016/j.amjcard.2018.11.030.
50. Ueng K. C., Chiang C. E., Chao T. H. et al. 2023 Guidelines of the taiwan society of cardiology on the diagnosis and management of chronic coronary syndrome // *Acta Cardiol Sin.* – 2023. – Vol. 39, № 1. – P. 4–96. Doi: 10.6515/ACS.202301_39(1).20221103A.
51. Vahanian A., Beyersdorf F., Praz F. et al. ESC/EACTS Scientific Document Group. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease // *Eur Heart J.* – 2022. – Vol. 43, № 7. – P. 561–632. Doi: 10.1093/eurheartj/ehab395.
52. Vieillard Baron A., Schmitt J. M., Beauchet A. et al. Early preload adaptation in septic shock? A transesophageal echocardiographic study // *Anesthesiology.* – 2001. – Vol. 94, № 3. – P. 400–406. Doi: 10.1097/00000542-200103000-00007.
53. Yancy C. W., Jessup M., Bozkurt B. et al. 2017 ACC/AHA/HFSA focused update of the 2013 ACCF/AHA Guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on clinical practice guidelines and the Heart Failure Society of America // *J Card Fail.* – 2017. – Vol. 23, № 8. – P. 628–651. Doi: 10.1016/j.cardfail.2017.04.014.
54. Yurttas T., Hidvegi R., Filipovic M. Biomarker-based preoperative risk stratification for patients undergoing non-cardiac surgery // *J. Clin. Med.* – 2020. – Vol. 9, № 2. – P. 351. Doi: 10.3390/jcm9020351.
38. McDonagh T.A., Metra M., Adamo M. et al. ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: developed by the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). With the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur J Heart Fail*, 2022, vol. 24, no. 1, pp. 4–131. Doi: 10.1002/ehf.2333.
39. Mueller C., McDonald K., de Boer R.A. et al. Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. Heart Failure Association of the European Society of Cardiology practical guidance on the use of natriuretic peptide concentrations. *Eur J Heart Fail*, 2019, vol. 21, no. 6, pp. 715–731. Doi: 10.1002/ehf.1494.
40. O'Leary J.M., Clavel M.A., Chen S. et al. Association of Natriuretic Peptide Levels After Transcatheter Aortic Valve Replacement With Subsequent Clinical Outcomes. *JAMA Cardiol*, 2020, vol. 5, no. 10, pp. 1113–1123. Doi: 10.1001/jamacardio.2020.2614.
41. Onishi H., Naganuma T., Izumo M. et al. Prognostic relevance of B-type natriuretic peptide in patients with moderate mixed aortic valve disease. *ESC Heart Fail*, 2022, vol. 9, no. 4, pp. 2474–2483. Doi: 10.1002/ehf2.13946.
42. Pedrazzini G.B., Masson S., Latini R. et al. Comparison of brain natriuretic peptide plasma levels versus logistic EuroSCORE in predicting in-hospital and late postoperative mortality in patients undergoing aortic valve replacement for symptomatic aortic stenosis. *Am J Cardiol*, 2008, vol. 102, no. 6, pp. 749–754. Doi: 10.1016/j.amjcard.2008.04.055.
43. Qi W., Mathisen P., Kjekshus J. et al. Natriuretic peptides in patients with aortic stenosis. *Am Heart J*, 2001, vol. 142, no. 4, pp. 725–32. Doi: 10.1067/mhj.2001.117131.
44. Raja S. G., Chowdhury S. Validity of brain natriuretic peptide as a marker for adverse postoperative outcomes in patients undergoing cardiac surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2011, vol. 12, no. 3, pp. 472–473. Doi: 10.1510/icvts.2010.252601A.
45. Ramakrishna H., Craner R. C., Devaleria P. A. et al. Valvular Heart Disease: Replacement and Repair // *Kaplan's Essentials of Cardiac Anesthesia For Cardiac Surgery*, 2nd Edition. J.A. Kaplan, B. Cronin, T. Maus, eds. Philadelphia: Elsevier, 2018. ISBN: 978-0-323-49798-5. P. 352–384.
46. Schwartzberg S., Vaturi M., Kazum S. et al. Comparison of simultaneous transthoracic versus transesophageal echocardiography for assessment of aortic stenosis. *Am J Cardiol*, 2022, vol. 163, pp. 77–84. Doi: 10.1016/j.amjcard.2021.09.048.
47. Spampinato R.A., Bochen R., Sieg F. et al. Multi-biomarker mortality prediction in patients with aortic stenosis undergoing valve replacement. *J Cardiol*, 2020, vol. 76, no. 2, pp. 154–162. Doi: 10.1016/j.jjcc.2020.02.019.
48. Suc G., Estagnasie P., Brusset A. et al. Effect of BNP on risk assessment in cardiac surgery patients, in addition to EuroScore II. *Sci Rep.*, 2020, vol. 10, no. 1, pp. 10865. Doi: 10.1038/s41598-020-67607-0.
49. Takagi H., Hari Y., Kawai N. et al. ALICE (All-literature investigation of cardiovascular evidence) group. meta-analysis of impact of baseline N-Terminal pro-brain natriuretic peptide levels on survival after transcatheter aortic valve implantation for aortic stenosis. *Am J Cardiol*, 2019, vol. 123, no. 5, pp. 820–826. Doi: 10.1016/j.amjcard.2018.11.030.
50. Ueng K.C., Chiang C.E., Chao T.H. et al. 2023 Guidelines of the taiwan society of cardiology on the diagnosis and management of chronic coronary syndrome. *Acta Cardiol Sin.*, 2023, vol. 39, no. 1, pp. 4–96. Doi: 10.6515/ACS.202301_39(1).20221103A.
51. Vahanian A., Beyersdorf F., Praz F. et al. ESC/EACTS Scientific Document Group. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*, 2022, vol. 43, no. 7, pp. 561–632. Doi: 10.1093/eurheartj/ehab395.
52. Vieillard Baron A., Schmitt J.M., Beauchet A. et al. Early preload adaptation in septic shock? A transesophageal echocardiographic study. *Anesthesiology*, 2001, vol. 94, no. 3, pp. 400–406. Doi: 10.1097/00000542-200103000-00007.
53. Yancy C.W., Jessup M., Bozkurt B. et al. 2017 ACC/AHA/HFSA focused update of the 2013 ACCF/AHA Guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on clinical practice guidelines and the Heart Failure Society of America. *J Card Fail*, 2017, vol. 23, no. 8, pp. 628–651. Doi: 10.1016/j.cardfail.2017.04.014.
54. Yurttas T., Hidvegi R., Filipovic M. Biomarker-based preoperative risk stratification for patients undergoing non-cardiac surgery. *J. Clin. Med.*, 2020, vol. 9, no. 2, pp. 351. Doi: 10.3390/jcm9020351.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ГБУЗ МО «Московский областной
научно-исследовательский клинический институт
им. М. Ф. Владимирского»,
129110, Россия, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2.

Козлов Игорь Александрович

д-р мед. наук, профессор кафедры анестезиологии
и реаниматологии ФУВ.
E-mail: iakozlov@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1910-0207,
SPIN: 9019-8498, AuthorID: 646202

ГБУЗ ДЗМ «Городская клиническая больница
им. С. С. Юдина»,
115446, Россия, Москва, Коломенский проезд, д. 4.

Кричевский Лев Анатольевич

д-р мед. наук, зав. отделением анестезиологии-
реанимации № 2.
E-mail: levkrich72@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8886-7175,
SPIN: 7835-0136, AuthorID: 557814

Рыбаков Владислав Юрьевич

врач отделения анестезиологии-реанимации № 2.
E-mail: vladrybakoff@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3020-6873

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Moscow Regional Research Clinical Institute
named after M. F. Vladimirovsky,
61/2, Shchepkina str., Moscow, 129110, Russia.

Kozlov Igor A.

Dr. of Sci. (Med.), Professor of Anesthesiology and Intensive
Care Department,
E-mail: iakozlov@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1910-0207,
SPIN: 9019-8498, AuthorID: 646202

S. S. Yudin City Clinical Hospital,
4, Kolomenskiy passage, Moscow, 115446, Russia

Krichevskiy Lev A.

Dr. of Sci. (Med.), Head of Anesthesiology and Intensive Care
Department № 2.
E-mail: levkrich72@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8886-7175,
SPIN: 7835-0136, AuthorID: 557814

Rybakov Vladislav Yu.

Physician of Anesthesiology and Intensive Care Department № 2.
E-mail: vladrybakoff@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3020-6873