

8. Pavey TG, Peeters G, Bauman AE, Brown WJ. Does vigorous physical activity provide additional benefits beyond those of moderate? *Med Sci Sports Exerc.* 2013 Oct; 45 (10): 1948–55. DOI: 0.1249/MSS.0b013e3182940b91. PMID: 23542895
9. Рафина А. О., Руненко С. Д., Ачкасов Е. Е. Проблема ожирения: современные тенденции в России и в мире. *Вестник Российской академии медицинских наук.* 2016. Т. 71. № 2. С. 154–159. DOI: 10.15690/vramn655
10. Дедов И. И., Александров А. А., Кухаренко С. С. «Сердце и ожирение» Ожирение и метаболизм, № 1, 2006, с 14–20.
Dedov I. I., Aleksandrov A. A., Kukharenko S. S. "Heart and obesity" *Obesity and Metabolism*, No. 1, 2006, pp. 14–20. (In Russ.).
11. Yildiz M, Oktay AA, Stewart MH, Milani RV, Ventura HO, Lavie CJ. Left ventricular hypertrophy and hypertension. *Prog Cardiovasc Dis.* 2020; 63 (1): 10–21. DOI: 10.1016/j.pcad.2019.11.009
12. de Simone G, Palmieri V. Diastolic dysfunction in arterial hypertension. *J Clin Hypertens (Greenwich).* 2001; 3 (1): 22–27. DOI: 10.1111/j.1524-6175.2001.00827.x
13. Горшков А. Ю., Федорович А. А., Драпкина О. М. Дисфункция эндотелия при артериальной гипертензии: причина или следствие? *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2019; 18 (6): 62–68 DOI: 10.15829/1728-8800-2019-6-62-68
Gorshkov A. Yu., Fedorovich A. A., Drapkina O. M., Endothelial dysfunction in arterial hypertension: cause or consequence? *Cardiovascular Therapy and Prevention*, 2019; 18 (6): 62–68. (In Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2019-6-62-68
14. Polishchuk OY, Tashchuk VK, Barchuk NI, Amelina TM, Hrechko SI, Trefanenko IV. Anxiety and depressive disorders in patients with arterial hypertension. *Wiad Lek.* 2021; 74 (3 cz 1): 455–459.
15. Lim LF, Solmi M, Cortese S. Association between anxiety and hypertension in adults: A systematic review and meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev.* 2021; 131: 96–119. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2021.08.031
16. Craig, C. L et al. «International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity.» *Med Sci Sports Exerc* 35: 1381–95, 2003.
17. Министерство здравоохранения российской федерации приказ от 27 апреля 2021 г. N 404н об утверждении порядка проведения профилактического медицинского осмотра и диспансеризации определенных групп взрослого населения. The Ministry of Health of the Russian Federation order of April 27, 2021 N 404n on approval of the procedure for conducting preventive medical examinations and medical examinations of certain groups of the adult population.
18. Синдром зависимости от табака, синдром отмены табака у взрослых: Клинические рекомендации Минздрава России. М.: Минздрав России, 2018. С. 53. URL: <https://narcologos.ru/89710>
Tobacco dependence syndrome, tobacco withdrawal syndrome in adults: Clinical guidelines of the Ministry of Health of Russia. Moscow: Ministry of Health of Russia, 2018. P. 53. URL: <https://narcologos.ru/89710>
19. Романова Н. П. Ограничение потребления поваренной соли с пищей как основной метод профилактики артериальной гипертензии. *Губернские медицинские вестники.* 2000; 3 (5): 6–8.
Romanova N. P. Limiting the consumption of table salt with food as the main method of preventing arterial hypertension. *Provincial Medical News.* 2000; 3 (5): 6–8. (In Russ.).
20. Морозова М. А., Потанин С. С., Бениашвили А. Г., Бурминский Д. С., Лепилина Т. А., Рупчев Г. Е., Кибитов А. А. Валидация русскоязычной версии Госпитальной шкалы тревоги и депрессии в общей популяции. *Профилактическая медицина.* 2023; 26 (4): 7–14.
Morozova M. A., Potanin S. S., Beniashevili A. G., Burminsky D. S., Lepilina T. A., Rupchev G. E., Kibitov A. A. Validation of the Russian-language version of the Hospital Anxiety and Depression Scale in the general population. *Preventive Medicine.* 2023; 26 (4): 7–14. (In Russ.).

Статья поступила / Received 25.04.2025

Получена после рецензирования / Revised 15.05.2025

Принята в печать / Accepted 25.07.2025

Сведения об авторах

Пилипенко Владислав Евгеньевич, аспирант кафедры. E-mail: vladosnerus@gmail.com. ORCID: 0009-0007-9730-0294

Колбасников Сергей Васильевич, д.м.н., профессор, научный руководитель, заведующий кафедрой. E-mail: s.kolbasnikov@mail.ru. SPIN-код: 2127-3801. AuthorID: 167967

Кафедра общей врачебной практики и семейной медицины ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минздрава России, Тверь, Россия

Автор для переписки: Пилипенко Владислав Евгеньевич. E-mail: vladosnerus@gmail.com

About authors

Pilipenko Vladislav E., postgraduate student at Dept. E-mail: vladosnerus@gmail.com. ORCID: 0009-0007-9730-0294

Kolbasnikov Sergey V., DM Sci (habil.), professor, scientific supervisor, head of Dept. E-mail: s.kolbasnikov@mail.ru. SPIN code: 2127-3801. AuthorID: 167967

General Medical Practice and Family Medicine Dept of Tver State Medical University, Tver, Russia

Corresponding author: Pilipenko Vladislav E. E-mail: vladosnerus@gmail.com

Для цитирования: Пилипенко В. Е., Колбасников С. В. Структура факторов риска, состояние миокарда левого желудочка, жесткость сосудистой стенки и психоэмоциональные нарушения у пациентов артериальной гипертензией в зависимости от уровня физической активности. *Медицинский алфавит.* 2025; (18): 19–23. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-18-19-23>

For citation: Pilipenko V. E., Kolbasnikov S. V. Risk factor structure, left ventricle's myocard state, stiffness of vascular wall and psycho-emotional disorders studied among patients with arterial hypertension based on physical activity level. *Medical alphabet.* 2025; (18): 19–23. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-18-19-23>

DOI: 10.33667/2078-5631-2025-18-23-32

Прогностическая значимость предоперационного уровня биомаркера NT-proBNP при реваскуляризации миокарда с искусственным кровообращением (пилотное исследование)

И. А. Козлов¹, Л. А. Кричевский^{2,3}, В. Ю. Рыбаков²

¹ ГБУЗ Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского», Москва, Россия

² ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница имени С. С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

³ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: оценить взаимосвязи предоперационного уровня N-терминального отрезка предшественника натрийуретического пептида В-типа (NT-proBNP) с показателями кровообращения при реваскуляризации миокарда (РМ) в условиях искусственного кровообращения (ИК) и изучить прогностическую значимость биомаркера в отношении проявлений послеоперационной миокардиальной дисфункции.

Материал и методы. Обследовали 63 больных ишемической болезнью сердца в возрасте 51 [39–64] лет, которым выполнили РМ. Уровень NT-proBNP определяли до операции. Показатели центральной гемодинамики (ЦГД) и чреспищеводной эхокардиографии (ЧПЭхоКГ) оценивали на этапах: I – после вводной анестезии, II – в конце операции. Использовали корреляционный анализ, логистическую регрессию с расчетом отношения шансов (ОШ) и 95% доверительного интервала (95% ДИ) и ROC-анализ с расчетом площади под ROC-кривой (ППК).

Результаты. Медиана дооперационного содержания NT-proBNP в крови составила 418,3 [225,5–950,45] пг/мл. На I этапе NT-proBNP умеренно коррелировал со средним и с заклинивающим давлением в легочной артерии, а также с показателями ЧПЭхоКГ, характеризующими размеры и функцию левого желудочка (ЛЖ). На II этапе биомаркер умеренно коррелировал только с показателями ЧПЭхоКГ. Значения NT-proBNP >579 пг/мл были предикторами фракции сокращения площади ЛЖ (ФСПЛЖ) <40% (ОШ 1,0012, 95%-й ДИ 1,0003–1,0022, $p=0,012$, ППК 0,705), а значения >605 пг/мл – индекса конечно-систолической площади ЛЖ (ИКСПЛЖ) >9 см²/м² (ОШ 1,0015, 95% ДИ 1,0004–1,0026, $p=0,008$, ППК 0,834) в конце операции. Уровень биомаркера ≤305 пг/мл дискриминировал больных, не нуждавшихся после ИК в инотропной терапии (ОШ 0,9988, 95% ДИ 0,9977–0,9999, $p=0,034$, ППК 0,737). Значения NT-proBNP 569–605 пг/мл и более были предикторами значений вазоактивно-инотропного индекса >10 (ОШ 1,0016, 95% ДИ 1,0005–1,0026, $p=0,003$, ППК 0,808), использования внутриаортальной баллонной контрпульсации (ВАБК) (ОШ 1,0019, 95% ДИ 1,0007–1,0030, $p=0,001$, ППК 0,914) и пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии >24 ч (ОШ 1,0020, 95% ДИ 1,0007–1,0032, $p=0,002$, ППК 0,771). Уровень биомаркера >953 пг/мл указывал на риск рефрактерной острой сердечной недостаточности (ОСН) (ОШ 1,0017, 95% ДИ 1,0006–1,0027, $p=0,003$, ППК 0,866).

Заключение. У 50,8% больных перед РМ с ИК содержание NT-proBNP в крови превышало верхнюю границу нормы и колебалось в диапазоне 355–3232 пг/мл. Значения NT-proBNP умеренно коррелировали с периоперационными показателями ЧПЭхоКГ. Стойких взаимосвязей с параметрами ЦГД, определяемыми при катетеризации малого круга, не было. Преоперационные значения NT-proBNP около 600 пг/мл дискриминировали больных с ИКСПЛЖ >9 см²/м² (ППК 0,834) и ФСПЛЖ <40% (ППК 0,705) в конце вмешательства. Ассоциированности биомаркера с патологическими значениями других показателей ЧПЭхоКГ и ЦГД не было. Преоперационный уровень NT-proBNP ≤305 пг/мл указывал на отсутствие потребности в инотропных препаратах после ИК (ППК 0,737). Значения биомаркера около 600 пг/мл и выше, дискриминировали больных с высоким риском послеоперационной дисфункции миокарда, требующей интенсивной симптомимитической терапии (ППК 0,808) или ВАБК (ППК 0,914). Уровень NT-proBNP >950 пг/мл указывал на риск рефрактерной ОСН после РМ с ИК (ППК 0,866).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: N-терминальный отрезок предшественника натрийуретического пептида В-типа, NT-proBNP, ишемическая болезнь сердца, реваскуляризация миокарда с искусственным кровообращением, аортокоронарное шунтирование, дисфункция миокарда

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Prognostic significance of the preoperative level of biomarker NT-proBNP in myocardial revascularization with cardio-pulmonary bypass (pilot study)

I. A. Kozlov¹, L. A. Krichevsky², V. Yu. Rybakov²

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

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

³ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

SUMMARY

The objective: to study the relationship between the preoperative blood levels of the N-terminal segment of B-type natriuretic peptide precursor (NT-proBNP) and echocardiographic and pulmonary artery catheter (PAC) data before and after on-pump coronary artery bypass grafting (CABG), and to evaluate the biomarker as a predictor of postoperative myocardial dysfunction.

Material and methods. The study involved 63 patients aged 51 [39–64] years with ischemic heart disease who underwent CABG. NT-proBNP blood level was determined before surgery. PAC and transesophageal echocardiography (TEE) data were analyzed at the stages: I – after anesthesia induction, II – at the end of surgery. Correlation analysis, logistic regression with calculation of odds ratio (OR) and 95% confidence interval (95% CI) and ROC analysis with calculation of area under ROC curve (AUC) were used.

Results. The median preoperative NT-proBNP blood level was 418.3 [225.5–950.45] pg/mL. At stage I, NT-proBNP moderately correlated with mean and wedge pulmonary artery pressures, as well as with TEE parameters of the left ventricle (LV) sizes and function. At stage II, the biomarker moderately correlated only with TEE parameters. NT-proBNP >579 pg/mL was a predictor of LV area contraction fraction (LVACF) <40% (OR 1.0012, 95% CI 1.0003–1.0022, $p=0,012$, AUC 0.705), and biomarker blood level >605 pg/mL was a predictor of LV end-systolic area index (LVESAI) >9 cm²/m² (OR 1.0015, 95% CI 1.0004–1.0026, $p=0,008$, AUC 0.834) at the end of surgery. NT-proBNP ≤305 pg/mL identified patients without postperfusion inotropic support (OR 0.9988, 95% CI 0.9977–0.9999, $p=0,034$, AUC 0.737). NT-proBNP blood values of 569–605 pg/mL and higher were predictors of vasoactive-inotropic index >10 (OR 1.0016, 95% CI 1.0005–1.0026, $p=0,003$, AUC 0.808), intra-aortic balloon pumping (IABP) (OR 1.0019, 95% CI 1.0007–1.0030, $p=0,001$, AUC 0.914) and intensive care unit length of stay >24 hours (OR 1.0020, 95% CI 1.0007–1.0032, $p=0,002$, AUC 0.771). NT-proBNP >953 pg/mL was a predictor of the refractory heart failure (RHF) (OR 1.0017, 95% CI 1.0006–1.0027, $p=0,003$, AUC 0.866).

Conclusion. In 50.8% of patients before on-pump CABG, NT-proBNP blood level exceeded the upper limit of normal and varied within the range of 355–3232 pg/mL. NT-proBNP values moderately correlated with perioperative TEE parameters. There were no persistent correlations with PAC data. Preoperative NT-proBNP values of about 600 pg/mL were predictors of LVESAI >9 cm²/m² (AUC 0.834) and LVACF <40% (AUC 0.705) at the end of surgery. There was no association of the biomarker with the pathological values of other TEE and PAC parameters. Preoperative NT-proBNP ≤305 pg/mL excreted patients without postperfusion inotropic support (AUC 0.737). Biomarker values of about 600 pg/mL and above discriminated patients with a high risk of postoperative myocardial dysfunction requiring intensive inotropic support (AUC 0.808) or IABP (AUC 0.914). NT-proBNP level >950 pg/mL was a predictor of RHF after on-pump CABG (AUC 0.866).

KEYWORDS: N-terminal segment of B-type natriuretic peptide precursor, NT-proBNP, ischemic heart disease, on-pump myocardial revascularization, coronary artery bypass grafting, myocardial dysfunction

CONFLICT OF INTEREST. Authors declare no conflict of interest.

Введение

Внедрение в практику новых биомаркеров всегда происходит медленно, требует накопления максимально убедительных научных доказательств и сопровождается активными дискуссиями. В полной мере это относится к натрийуретическому пептиду (НУП) В-типа (BNP) и N-терминальному отрезку его предшественника

(NT-proBNP), инкретируемым сердечной мышцей [1]. В начале 2000-х годов был опубликован ряд исследований, показавших информативность этих лабораторных индикаторов перегрузки миокарда у больных с заболеваниями сердца [2, 3], однако профессиональные сообщества кардиологов более 10 лет проявляли

крайнюю сдержанность в отношении практического применения НУП В-типа. Выполняли многочисленные рандомизированные клинические исследования (РКИ) и метаанализы. Лишь относительно недавно состоялось официальное признание повышенного уровня NT-proBNP в качестве важнейшего диагностического критерия сердечной недостаточности (СН) [4–7]. Таким же длительным было становление НУП В-типа в качестве предикторов кардиальных осложнений в некардиальной хирургии: от первых публикаций [8], вызвавших активные дискуссии, через выполнение многочисленных РКИ и аналитических обзоров, к публикации сначала осторожных, а затем достаточно императивных национальных рекомендаций [9, 10] и, наконец, международного нормативного документа, регламентирующего применение этих биомаркеров в периоперационный период [11].

Можно полагать, что прогностическое использование НУП В-типа при операциях с искусственным кровообращением (ИК) по поводу ишемической болезни сердца (ИБС) все еще находится на этапе накопления научной информации. После ряда сообщений об информативности NT-proBNP в качестве предиктора острой СН (ОСН) после реваскуляризации миокарда (РМ) [12] продолжаются дискуссии, активно выполняются РКИ и метаанализы [13–17]. Авторы одного из последних метаанализов, включившего данные 63 исследований и 40667 кардиохирургических больных, подчеркнули, что оценка НУП В-типа может повысить прогностическую точность современных методов стратификации риска вмешательств на сердце и коронарных сосудах [18]. Эти же авторы подчеркнули необходимость продолжения соответствующих целенаправленных исследований. Вместе с тем, отечественные публикации, посвященные предикторной роли предоперационного уровня NT-proBNP при РМ, остаются немногочисленными [19–23].

Цель исследования: оценить взаимосвязи предоперационного уровня NT-proBNP с показателями кровообращения при РМ в условиях ИК и изучить прогностическую значимость биомаркера в отношении проявлений послеоперационной миокардиальной дисфункции.

Материал и методы

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ГБУЗ «ГКБ им. С. С. Юдина ДЗМ» (протокол № 1 от 03.03.2023 г.). Выполняли одноцентровое проспективное когортное исследование. Проанализировали данные периоперационного обследования больных ИБС, которым выполняли РМ с ИК. Учитывая пилотный характер планируемого исследования, объем выборки не рассчитывали.

Критерии включения в исследование: возраст 35–75 лет, плановая изолированная РМ или РМ в сочетании с пластикой аневризмы левого желудочка (ЛЖ) в условиях ИК и кардиоплегической остановки сердца, наличие письменного информированного согласия больных на участие в исследовании. Критерии не включения: поражение клапанного аппарата сердца, фракция изгнания (ФИ) ЛЖ <30 % при эхокардиографии (ЭхоКГ), заболевания пищевода и кардиального отдела желудка, сопутствующие

тяжелые заболевания легких, печени и системы крови, уровень креатинина в плазме >140 мкмоль/л, морбидное ожирение с индексом массы тела более 40 кг/м². Критерии исключения: отмена операции, изменение варианта вмешательства, тяжелые интраоперационные осложнения (нарушение функции шунтов, кровотечение, травма миокарда, аллергические реакции), повторные оперативные вмешательства, невозможность лабораторного определения NT-proBNP, выполнения чреспищеводной (ЧП) эхоКГ или инвазивной оценки функции сердца по техническим причинам, отказ больного от участия на этапах исследования.

В соответствии с критериями включения первично отобрали 70 больных. Не включили двух больных в связи с выявлением клапанных пороков сердца, требующих хирургического лечения. Исключили пять больных в связи с отменой операции (2 наблюдения), невозможностью провести датчик для ЧП-эхоКГ (1 наблюдение), выполнением повторной операции по поводу послеоперационного кровотечения (1 наблюдение), повреждением проб крови на преаналитическом этапе (1 наблюдение). Проанализировали данные обследования 63 больных (все мужчины). Демографические данные и клиническая характеристика клинических наблюдений представлены в *таблице 1*.

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

После ИК средства для симпатомиметической терапии (СМТ) использовали в 47 (74,6 %) наблюдениях. Допамин в дозах 2–6 (3,0[3,0–4,0]) мкг/кг/мин был назначен 42 (66,7 %) больным, добутамин в дозах 2–6 (3,0[2,75–4,0]) мкг/кг/мин – 20 (31,7 %) больным, эпинефрин в дозах

Таблица 1
Демографическая и клиническая характеристика клинических наблюдений (n=63).

Показатели	Min	Max	Me[P25–P75]
Возраст, лет	36	70	54,5[48,0–64,0]
Функциональный класс CCS	2	4	3,0[3,0–4,0]
Толщина задней стенки ЛЖ, см	0,7	1,6	1,1[1,0–1,16]
Толщина межжелудочковой перегородки, см	0,8	1,6	1,1[1,1–1,2]
ФИЛЖ, %	33	73	51,0[39,25–64,0]
КДОЛЖ, мл	71,0	287,0	150,0[123,0–199,5]
КСОЛЖ, мл	22,0	189,6	66,1[45,8–127,2]
Длительность ИК, мин	42,0	239,0	117,0[96,0–162,25]
Длительность пережатия аорты, мин	36,0	70,0	54,5[48,0–64,0]
Коронарные анастомозы, n	2	5	3[3–4]
Пластика аневризмы ЛЖ, n (%)			19 (30,2)
Применение ВАБК, n (%)			6 (9,5)
Применение ОЛЖ, n (%)			1 (1,6)
Летальность в ОРИТ, n (%)			3 (4,8)

Примечания: CCS – Канадское сердечно-сосудистое общество, ЛЖ – левый желудочек, ФИ – фракция изгнания, КДО – конечно-диастолический объем, КСО – конечно-систолический объем, ИК – искусственное кровообращение, ВАБК – внутриаортальная баллонная контрпульсация, ОЛЖ – обход левого желудочка, ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии.

30–60 (55,0[40,0–60,0]) нг/кг/мин – 4 (6,3 %) больным и норэпинефрин в дозах 20–200 (50,0[30,0–57,5]) нг/кг/мин – 15 (23,8 %). Длительность СМТ составила 0,5–216 (15,5[7,0–57,0]) ч (в отдельных наблюдениях умеренная СМТ продолжалась после перевода из ОРИТ). При недостаточной эффективности СМТ начинали внутриаортальную баллонную контрпульсацию (ВАБК) с помощью систем AutoCAT 2 Wave (Arrow) или Datascope CS-300 (Maquet). Обход ЛЖ (ОЛЖ) осуществляли с помощью центрифужного насоса Medtronic. Больные находились в ОРИТ от 0,6 до 6,5 (0,83[0,75–1,46]) сут. Госпитализация в ОРИТ превышала 1 сут в 29 (46,0 %) наблюдениях.

Однократный 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. Артериальное давление (АД) регистрировали через катетер, введенный в лучевую артерию. Термодилуционные многопросветные катетеры Swan-Ganz CCO/CEDV (Edwards LifeScience), оснащенные термистором с постоянной времени 30 мс, заводили в легочную артерию по стандартной методике через интродьюсер во внутренней яремной вене. Для регистрации сердечного выброса (СВ) и других изучаемых показателей, в том числе ФИ правого желудочка (ФИПЖ) использовали режим холодовой болюсной термодилуции. При использованном методе определения ФИПЖ нижней границей ее референсных значений считали 35 % [24].

Регистрировали и анализировали среднее АД (АДср), давление в правом предсердии (ДПП), среднее давление в легочной артерии (ДЛАСр), заклинивающее давление в легочной артерии (ЗДЛА), сердечный индекс (СИ), индекс ударного объема (ИУО) ЛЖ. При анализе данных, характеризующих ЦГД, учитывали следующие референсные значения показателей [25]: АДср – 70–105 мм рт.ст., ДПП – 2–6 мм рт.ст., ДЛАСр – 9–19 мм рт.ст., ЗДЛА – 6–12 мм рт.ст., СИ – 2,5–4,0 л/мин/м², ИУО – 33–50 мл/м².

Интраоперационную ЧПЭхоКГ выполняли с помощью ультразвукового аппарата Vivid IQ и мультипланового ультразвукового ЧП 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 аортой 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: $\text{ФИЛЖ} (\%) = 100 \times (\text{КДОЛЖ} - \text{КСОЛЖ}) / \text{КДОЛЖ}$

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

При анализе данных учитывали следующие референсные значения показателей ЧПЭхоКГ [26, 27]: 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:

- ИИ (условные единицы) = доза допамина (мкг/кг/мин) + доза добутамина (мкг/кг/мин) (мкг/кг/мин) + доза адреналина (мкг/кг/мин) $\times 100$;
- ВИИ (условные единицы) = доза норэпинефрина (мкг/кг/мин) $\times 100$ + доза допамина (мкг/кг/мин) + доза добутамина (мкг/кг/мин) + доза адреналина (мкг/кг/мин) $\times 100$.

Признаками периоперационной дисфункции сердца, которые были закодированы бинарно и включены в регрессионный анализ, считали отклонение от нормы показателей, ЦГД и ЧПЭхоКГ, зарегистрированных на этапе II (АДср < 70 мм рт.ст., ДПП > 7 мм рт.ст., ЗДЛА > 13 мм рт.ст., ДЛАСр > 20 мм рт.ст., СИ < 2,5 л/мин/м², ИУО < 32 мл/м², ИКДОЛЖ > 75 мл/м², ИКСОЛЖ > 30 мл/м², ФИЛЖ < 50 %, ФИЛЖ < 40 %, ИКДПЛЖ > 18 см²/м², ИКСПЛЖ > 9 см²/м², ФСПЛЖ < 50 %, ФСПЛЖ < 40 %, ФИПЖ < 35 %), назначение после ИК инотропных и/или вазопрессорных лекарственных средств в дозах, эквивалентных ИИ ≥ 5 у.е. и ВИИ > 10 у.е., длительность СМТ > 12 ч, пребывание в ОРИТ > 24 ч, применение ВАБК, летальный исход в ОРИТ. Рефрактерной острой СН (ОСН) считали потребность в ВАБК, ОЛЖ и/или летальность (комбинированный исход). Проанализировали также показатель «течение постперфузионного периода без СМТ» («течение без СМТ»).

Статистический анализ выполнили с помощью программных пакетов «Microsoft Office Excel» и «MedCalc 15». 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 межквартильного размаха (IQR) между 25 и 75-м перцентилями. Данные, имевшие нормальное распределение, дополнительно представили в виде среднеарифметических величин (M) и ошибок средних (m). Для описания номинальных данных рассчитывали их относительную частоту (fi). В зависимости от характера распределения данных в связанных выборках отличия оценивали по критерию Вилкоксона или критерию Стьюдента для парных сравнений.

Таблица 2

Показатели ЦГД и ЧПЭхоКГ на этапах исследования

Показатели	Этап I Me[P25-P75] (M±m)	Этап II Me[P25-P75] (M±m)	p
АДср, мм рт.ст.	90,0[80,0–106,0] (92,7±2,4)	73,0[68,0–78,75] (73,8±1,3)	<0,0001*
ДПП, мм рт.ст.	6,0[5,0–8,0]	7,0[6,0–9,75]	0,024
ДЛАср, мм рт.ст.	18,0[15,0–20,0]	18,0[15,0–20,75]	0,326
ЗДЛА, мм рт.ст.	9,0[7,0–12,0]	9,0[8,0–12,0]	0,626
СИ, л/мин/м ²	2,5[2,1–2,9]	3,1[2,7–3,5]	<0,0001
ИУО, мл/м ²	35,2[27,2–43,2] (36,6±1,5)	33,0[27,0–41,2] (34,9±1,2)	0,319*
ИКДОЛЖ, мл/м ²	71,4[47,3–86,3]	55,8[44,3–72,5]	0,026
ИКСОЛЖ, мл/м ²	36,9[22,9–59,1]	29,7[19,8–45,0]	0,007
ФИЛЖ, %	39,1[31,4–48,5] (41,1±2,2)	45,1[28,6–56,1] (42,7±2,4)	0,644*
ИКДПЛЖ, см ² /м ²	10,7[7,9–14,5]	10,0[7,8–12,9]	0,015
ИКСПЛЖ, см ² /м ²	5,5[3,8–9,7]	4,4[3,3–7,1]	0,0006
ФСПЛЖ, %	41,5[31,7–55,9] (42,4±2,1)	49,6[36,4–62,4] (48,8±2,2)	0,005*
ФИПЖ, %	32,7[25,9–41,5] (34,1±1,4)	31,8[27,1–37,4] (32,1±1,0)	0,166*
КПГЛЖ ₁ , мм рт.ст.	61,5[54,0–75,0] (63,4±2,2)	46,0[42,0–51,75] (46,5±1,1)	<0,0001*
КПГЛЖ ₂ , мм рт.ст.	66,5[56,0–78,0]	47,0[44,0–54,0]	<0,0001
КППГЖ, мм рт.ст.	103,0[88,0–117,0] (104,4±2,7)	89,0[82,0–96,0] (88,8±1,5)	<0,0001*
ИИ, у.е.	-	3,0[2,0–5,75]	-
ВИИ, у.е.	-	4,0[2,25–7,0]	-

Примечание: * – значимость отличий по критерию Стьюдента для связанных выборок.

Таблица 3

Корреляции между NT-proBNP и показателями гемодинамики и функции сердца на этапах исследования

Показатели	I этап		II этап	
	rho	p	rho	p
АДср	0,024	0,855	0,002	0,988
ДПП	0,046	0,725	-0,179	0,171
ДЛАср	0,409	0,001	0,100	0,445
ЗДЛА	0,358	0,005	0,099	0,451
СИ	-0,049	0,710	0,004	0,976
ИУО	-0,084	0,523	-0,125	0,343
ИКДОЛЖ	0,411	0,006	0,359	0,014
ИКСОЛЖ	0,459	0,002	0,438	0,002
ФИЛЖ	-0,423	0,002	-0,342	0,014
ИКДПЛЖ	0,411	0,006	0,415	0,004
ИКСПЛЖ	0,337	0,025	0,478	0,0007
ФСПЛЖ	-0,263	0,068	-0,333	0,016
ФИПЖ	0,083	0,542	-0,185	0,281
КПГЛЖ ₁	-0,121	0,363	-0,257	0,047
КПГЛЖ ₂	-0,068	0,611	-0,188	0,150
КППГЖ	-0,014	0,914	0,063	0,632
ИИ	-	-	0,319	0,014
ВИИ	-	-	0,355	0,006

Рассчитывали коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (rho) и их статистическую значимость (p). При значениях rho ≤ 0,29 связь считали слабой, при значениях 0,3–0,69 – умеренной и ≥ 0,7 – сильной. С помощью логистической регрессии оценивали влияние независимой переменной (предиктор) на зависимую (предиктант), закодированную бинарно. В качестве потенциального предиктора рассматривали содержание NT-proBNP в крови. Предиктантами являлись патологические значения показателей ЦГД и ЧП ЭхоКГ, а также клинические признаки, характеризующие периоперационную дисфункцию сердца.

Рассчитывали отношение шансов (ОШ), 95 %-ный ДИ и значимость влияния (p). Для оценки разделительной способности предиктора 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.

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

Результаты

Содержание NT-proBNP в крови обследованных больных составило 13,2–3232,0 (418,3[225,5–950,45]) пг/мл. В 31 (49,2 %) наблюдении уровень биомаркера находился в пределах референсных значений – от 13,2 до 350 (202,0[115,25–284,25]) пг/мл, а в 32 (50,8 %) наблюдениях превышал верхнюю границу нормы и колебался в диапазоне 355–3232 (832,85[590,2–1231,5]) пг/мл. Концентрация NT-proBNP в сыворотке не зависела от возраста обследованных (rho = -0,206; p = 0,125).

На этапе I показатели ЦГД и ЧПЭхоКГ (табл. 2) указывали на умеренную депрессию насосной функции сердца (СИ на нижней границе нормы в сочетании с супранормальными ФИЛЖ и ФСПЛЖ) при нормальных давлениях наполнения правых и левых отделов сердца. В конце оперативных вмешательств (этап II) на фоне назначения в большинстве наблюдений умеренных доз инотропных и/или вазоактивных симпатомиметических средств зарегистрировали изменения параметров, типичные для операций с ИК: значимое увеличение СИ при снижении АДср и КПГ. Динамика показателей ЧПЭхоКГ указывала на улучшение систолической функции ЛЖ: значимо снизились ИКДОЛЖ, ИКСОЛЖ, ИКДПЛЖ и ИКСПЛЖ, а ФСПЛЖ возросла.

Все значимые корреляции предоперационного NT-proBNP с показателями ЦГД и ЧПЭхоКГ (табл. 3) были

Таблица 4
Прогностическая значимость NT-proBNP в отношении патологического уровня показателей гемодинамики, функции сердца в конце операций и проявлений миокардиальной дисфункции

Показатели	ОШ	95%-ный ДИ	p
АДср<70 мм рт.ст.	0,9999	0,9991–1,0015	0,783
ДПП>7 мм рт.ст.	0,9999	0,9992–1,0006	0,794
ЗДЛА>13 мм рт.ст.	1,0002	0,9989–1,0015	0,762
ДЛАср>20 мм рт.ст.	1,0000	0,9992–1,0006	0,794
СИ<2,5 л/мин/м ²	0,9996	0,9982–1,0010	0,585
ИУО<32 мл/м ²	0,9998	0,9989–1,0006	0,575
ИКДОЛЖ>75 мл/м ²	1,0001	0,9989–1,0012	0,922
ИКСОЛЖ>30 мл/м ²	1,0001	0,9991–1,0011	0,844
ФИЛЖ<50%	1,0009	0,9997–1,0021	0,149
ФИЛЖ<40%	0,9999	0,9991–1,0007	0,769
ИКДПЛЖ>18 см ² /м ²	1,0009	0,9992–1,0025	0,293
ИКСПЛЖ>9 см ² /м ²	1,0015	1,0004–1,0026	0,008
ФСПЛЖ<50%	1,0016	1,0001–1,0030	0,031
ФСПЛЖ<40%	1,0012	1,0003–1,0022	0,012
ФИПЖ<35%	1,0007	0,9996–1,0018	0,194
ИИ>5 у.е.	1,0012	1,0002–1,0021	0,013
ВИИ>10 у.е.	1,0016	1,0005–1,0026	0,003
Длительность СМТ>12 ч	1,0010	1,000–1,0019	0,042
Использование ВАБК	1,0019	1,0007–1,0030	0,001
Пребывание в ОРИТ>24 ч	1,0020	1,0007–1,0032	0,002
Летальность в ОРИТ	1,0001	0,9990–1,0013	0,815
Рефрактерная ОСН*	1,0017	1,0006–1,0027	0,003
Течение без СМТ	0,9988	0,9977–0,9999	0,034

Примечание: * здесь и в таблице 5 рефрактерная ОСН – композитная конечная точка (потребность в ВАБК, ОЛЖ и/или летальность).

умеренными или слабыми. На обоих этапах исследования уровень биомаркера прямо коррелировал с ИКСОЛЖ, ИКДПЛЖ, ИКСОПЛЖ и обратно – с ФИЛЖ. Кроме того, на этапе I отметили прямую связь NT-proBNP с ДЛАср и ЗДЛА. На этапе II проявились прямая корреляция биомаркера с ИКДОЛЖ и обратные с ФСПЛЖ и КПЛЖ.

Таблица 5
Характеристики разделительной способности NT-proBNP в отношении проявлений миокардиальной дисфункции после РМ с ИК

Показатели	ППК	95%-ный ДИ	p	ПЗ, пг/мл	Чувствительность / Специфичность
ИКСПЛЖ>9 см ² /м ²	0,834	0,702–0,924	0,0004	>605	85,7%/76,7%
ФСПЛЖ<50%	0,713	0,584–0,820	0,0016	>440	69,0%/72,7%
ФСПЛЖ<40%	0,705	0,562–0,823	0,0093	>579	63,2%/75,8%
ИИ>5 у.е.	0,708	0,576–0,818	0,0061	>460	70,0%/67,5%
ВИИ>10 у.е.	0,808	0,685–0,898	0,0032	>580	87,5%/67,3%
Длительность СМТ>12 ч	0,602	0,467–0,726	0,1746	-	-
Использование ВАБК	0,914	0,813–0,971	<0,0001	>605	90,0%/80,0%
Пребывание в ОРИТ>24 ч	0,771	0,645–0,870	0,0002	>569	75%/70,5%
Рефрактерная ОСН	0,866	0,754–0,940	<0,0001	>953	71,4%/91,3%
Течение без СМТ	0,737	0,610–0,841	0,0003	≤305	67,9%/76,5%

В целом, NT-proBNP имел более устойчивые и выраженные связи с показателями ЧПЭхоКГ, чем с параметрами ЦГД. Также проявились умеренные прямые корреляции лабораторного показателя со значениями ИИ и ВИИ на этапе II.

Предоперационное содержание NT-proBNP в крови не ассоциировалось с патологическими значениями показателей ЦГД в постперфузионный период (табл. 4). Вместе с тем, биомаркер явился предиктором отклонения от нормы параметров ЧПЭхоКГ в конце операций, а также клинических проявлений периоперационной дисфункции миокарда. Дискриминационная способность NT-proBNP (табл. 5, рис. 1–9) характеризовалась моделями хорошего качества в отношении предиктантов «ФСПЛЖ<50%», «ФСПЛЖ<40%», «ИИ>5 у.е.», «Пребывание в ОРИТ>24 ч» и «Течение без СМТ», моделями очень хорошего качества – в отношении «ИКСПЛЖ>9 см²/м²», «ВИИ>10 у.е.» и «Рефрактерная ОСН», отличного – в отношении «Использование ВАБК».

Уровень и сбалансированность чувствительности/специфичности прогноза были наилучшими при прогнозировании ИКСПЛЖ>9 см²/м² и клинических проявлений выраженной СН («Использование ВАБК», «Пребывание в ОРИТ>24 ч», «Рефрактерная ОСН»). У остальных предикторов чувствительность или специфичность не превышали 70%. Разделительная способность NT-proBNP в отношении предиктанта «Длительность СМТ>12 ч» при ROC-анализе не подтвердилась.

Обсуждение

Результаты настоящего исследования в целом совпадают с сообщениями о предикторной значимости NT-proBNP в отношении осложненного течения различных операций с ИК. В ряде обширных одноцентровых РКИ и метаанализов установлено, что повышенный предоперационный NT-proBNP ассоциируется с различными проявлениями ОСН после РМ с ИК [13, 15, 16]. Кроме того, указывают, что биомаркер предсказывает риск послеоперационной полиорганной недостаточности [28] и фибрилляции предсердий [29]. Тем не менее, активные исследования предикторной значимости NT-proBNP у кардиохирургических больных продолжаются, все еще не сформирован единый взгляд на целесообразность использования этого показателя для скрининга больных высокого риска.

При хирургических заболеваниях сердца содержание NT-proBNP в крови может изменяться в широких пределах, что диктует необходимость установления значений, информативных в конкретной клинической ситуации [30]. В настоящем исследовании медиана содержания NT-proBNP у больных ИБС, подготовленных к оперативному вмешательству, находилась в диапазоне значений (270–1045 пг/мл), которые описаны другими авторами в аналогичных клинических ситуациях [13, 14, 31, 32]. Для терапевтических больных ИБС характерны меньшие медианные уровни биомаркера (169–617 пг/мл),

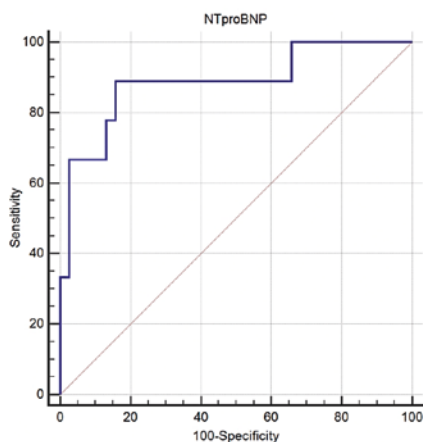


Рисунок 1. ROC-кривая (чувствительность-специфичность) NT-proBNP в отношении ИКСПЛЖ >9 см²/м² в конце операций

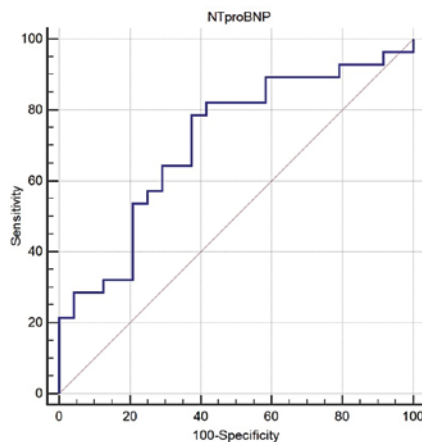


Рисунок 2. ROC-кривая (чувствительность-специфичность) NT-proBNP в отношении ФСПЛЖ <50% в конце операций

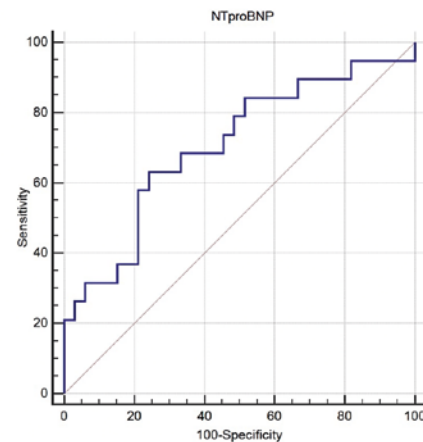


Рисунок 3. ROC-кривая (чувствительность-специфичность) NT-proBNP в отношении ФСПЛЖ <40% в конце операций

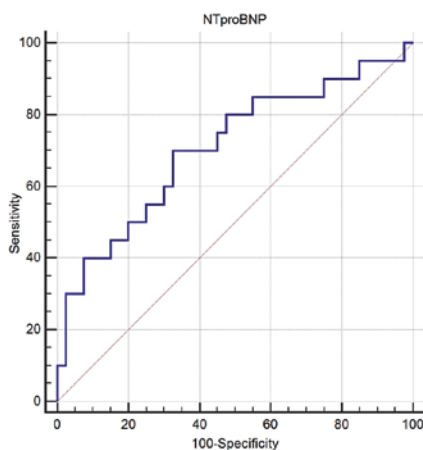


Рисунок 4. ROC-кривая (чувствительность-специфичность) NT-proBNP в отношении ИИ >5 у.е. в конце операций

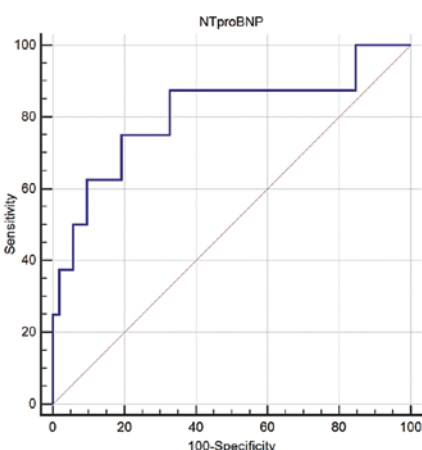


Рисунок 5. ROC-кривая (чувствительность-специфичность) NT-proBNP в отношении ВИИ >10 у.е. в конце операций

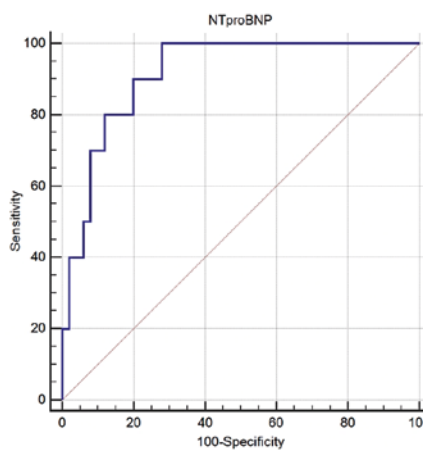


Рисунок 6. ROC-кривая (чувствительность-специфичность) NT-proBNP в отношении использования ВАБК

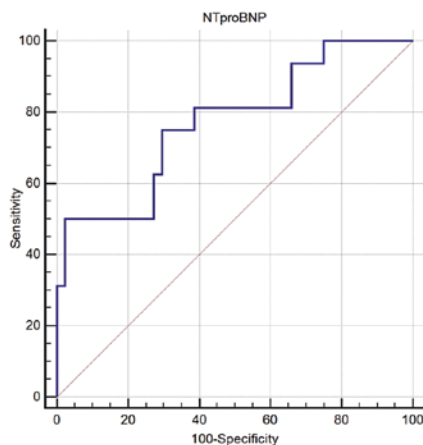


Рисунок 7. ROC-кривая (чувствительность-специфичность) NT-proBNP в отношении послеоперационного лечения в ОРИТ >24 ч.

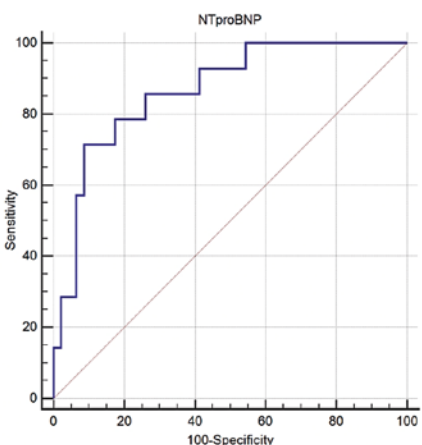


Рисунок 8. ROC-кривая (чувствительность-специфичность) NT-proBNP в отношении рефрактерной ОЧН

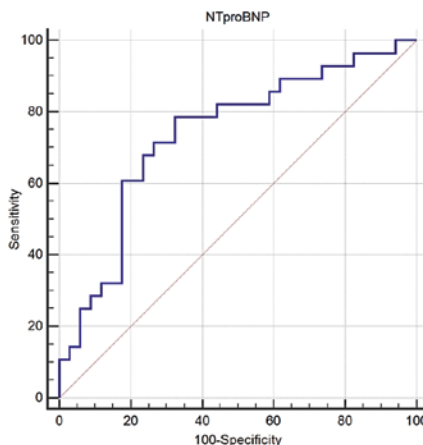


Рисунок 9. ROC-кривая (чувствительность-специфичность) NT-proBNP в отношении послеоперационного течения без СМТ

которые варьируются в зависимости от степени поражения коронарного русла, клинического течения заболевания и выраженности систолической дисфункции ЛЖ [17, 33–35]. В смешанных группах кардиохирургических больных перед операциями с ИК выявляют более высокие значения NT-proBNP, нередко существенно превышающие 1000 пг/мл [36]. Крайне редко указывают, что перед плановыми РМ медианный уровень биомаркера, находится в пределах референсных значений и составляет около 150 пг/мл [16].

Следует учитывать, что измеренная концентрация NT-proBNP зависит от аналитической методики [11, 35, 37]. Поэтому для сравнения в настоящем обсуждении использовали только данные авторов, применявших наборы для иммунохемилюминесцентного анализа, аналогичные использованному в настоящем исследовании.

Помимо вариабельности референсных значений, обусловленных методикой измерения, содержание биомаркера в крови может зависеть от возраста. Такая зависимость

описана у здоровых лиц [38] и у больных с хронической СН [39]. Мы не выявили значимой корреляции между возрастом обследованных и содержанием NT-proBNP в крови. Есть основания полагать, что у больных ИБС связь возраста и уровня биомаркера нивелируется влиянием систолической и диастолической дисфункции [17], а также ишемии миокарда [40]. Принято считать, что поскольку NT-proBNP подвергается почечной элиминации [39], его уровень в крови тесно зависит от функции почек. Поэтому в исследование не включали больных с выраженной гиперкреатинемией. Вместе с тем, у кардиохирургических больных ИБС с повышенным уровнем биомаркера его прогностическая значимость практически не зависит от креатининемии [19]. Согласно последним данным, полученным при обследовании 14381 больного СН, риск неблагоприятных исходов при нормальной и сниженной функции почек предсказывают одинаковые уровни NT-proBNP [41].

Содержание биомаркера в крови больных с заболеваниями сердца также может зависеть от активности симпатoadренальной и ренин-ангиотензин-альдостероновой систем, а также индивидуальных особенностей регуляции процессов синтеза и секреции НУП [39]. У больных ИБС показана взаимосвязь полиморфизма генов, регулирующих синтез BNP, с повышенным риском ОСН после РМ с ИК [42]. Вполне вероятно, что вариабельность предоперационных значений BNP/NT-proBNP частично обусловлена генетическими особенностями больных.

Выраженных корреляций между уровнем биомаркера и показателями кровообращения до и после ИК не отметили. Немногочисленные значимые связи были умеренными или слабыми. Такая степень зависимостей между NT-proBNP и инвазивно определяемыми параметрами ЦГД у кардиохирургических больных описана рядом исследователей [12, 36]. Отсутствие тесных корреляций представляется вполне закономерным, учитывая, что одни и те же параметры ЦГД могут обеспечиваться на счет разной нагрузки на миокард, которая в свою очередь регулирует секрецию BNP/NT-proBNP [39]. Именно этим определяется самостоятельная информативность биомаркера при выявлении дисфункции сердца.

На обоих этапах исследования прослеживались умеренные обратные или прямые корреляции биомаркера с показателями ЧПЭхоКГ, что соответствует данным других клиницистов. У терапевтических и кардиохирургических больных ИБС описаны умеренные связи NT-proBNP с ФИЛЖ (значения r в диапазоне $-0,3 - -0,4$) и с размерами или объемами ЛЖ (r около $0,3$) [17, 36, 43]. В отдельных клинических ситуациях биомаркер превосходит по информативности параметры эхоКГ. Например, при совместной оценке NT-proBNP и показателей эхоКГ как предикторов вновь возникающей фибрилляции предсердий после РМ с ИК только биомаркер обеспечил эффективный прогноз [43].

Предоперационное содержание в крови NT-proBNP ассоциировалось с патологическими значениями ряда показателей ЧПЭхоКГ в конце вмешательства, а также с клиническими признаками дисфункции сердца после РМ с ИК. Больных с усугубляющейся дисфункцией миокарда дискриминировали возрастающие значения биомаркера. Потребность

в назначении симпатомиметических препаратов отсутствовала у больных с уровнем NT-proBNP ≤ 305 пг/мл, что соответствует диапазону референсных значений. Другие исследователи также указывают на отсутствие потребности в периоперационной инотропной поддержке при нормальных значениях биомаркера (около 180 пг/мл) [12]. Умеренное повышение NT-proBNP (около 450 пг/мл) предсказывало умеренную постперфузионную сердечную дисфункцию с ФСПЛЖ $< 50\%$ и ИИ > 5 у.е. При значениях биомаркера, превышающих 550 пг/мл, возрастал риск снижения ФСПЛЖ до уровня менее 40%, увеличивалась потребность в СМТ (ВИИ > 10 у.е.) и удлинялось пребывание в ОРИТ. Значения > 605 пг/мл дискриминировали больных с ИКСПЛЖ $> 9 \text{ см}^2 \text{ м}^2$ и потребностью в ВАБК. Эти данные близки к указаниям современных авторов на возрастающий после РМ с ИК риск ОСН при дооперационном NT-proBNP > 509 пг/мл [15]. Опубликованы сообщения об отчетливых проявлениях дисфункции миокарда и повышенной ранней летальности при уровне биомаркера около 750–800 пг/мл [12, 13].

Прогностическую значимость предоперационного уровня NT-proBNP в отношении патологических значений ФСПЛЖ и ИКСПЛЖ после РМ ранее не исследовали, поэтому сравнить наши данные с опубликованными было затруднительно. Представило интерес, что биомаркер, являясь предиктором параметров, зарегистрированных в трансгастральной позиции, не дискриминировал больных с патологическим уровнем аналогичных показателей, определяемых в позиции «с аортой по длинной оси» (ФИЛЖ, объемы ЛЖ). Обсуждая этот результат, следует иметь в виду, что площади и объемы ЛЖ, имея максимально близкое физиологическое содержание, не являются полностью идентичными показателями [26, 44]. Не исключено, что на фоне значимых изменений нагрузочных детерминант и сократимости ЛЖ, характерных для операции с ИК, информативность объемов ЛЖ и ФИЛЖ может снизиться [45]. При оценке площадей поперечного сечения ЛЖ в трансгастральной позиции влияние этих факторов, видимо, менее выражено [44]. В целом, прогностическую способность предоперационного уровня биомаркера в отношении послеоперационных показателей систолической функции ЛЖ можно объяснить тем, что исходные нарушения общей и сегментарной сократимости, стимулирующие синтез BNP/NT-proBNP, в зонах реваскуляризации не только не регрессируют сразу, но и могут временно усугубляться за счет ишемически-реперфузионных изменений [18].

Значения биомаркера, превышающие 950 пг/мл, дискриминировали больных с тяжелой дисфункцией миокарда (композитный исход). Этот результат практически совпал с данными о высоком риске максимально тяжелой ОСН и госпитальной летальности после РМ с ИК при уровне NT-proBNP около 1000 пг/мл [32]. Показано, что у такой же категории больных риск 30-суточной летальности возрастает при значениях биомаркера, превышающих 1296 пг/мл [14]. В настоящем исследовании оценка NT-proBNP не обеспечила статистической значимости при прогнозировании госпитальной летальности. Можно предположить, что это связано не с плохим качеством

предиктора, а с недостаточным числом наблюдений в плотном исследовании, а также с отсутствием информации о постгоспитальной 30-суточной летальности. Чтобы однозначно подтвердить или отвергнуть дискриминационную способность биомаркера в отношении различных показателей летальности необходимы дальнейшие исследования.

Оценивая прогностическую значимость NT-proBNP, нередко обследуют гетерогенные группы кардиохирургических больных, изучают в качестве клинических и суррогатных конечных точек отличающиеся показатели и композитные исходы [15, 28, 34, 46]. Все это затрудняет верификацию скрининговых значений и однозначную оценку информативности биомаркера. Например, в смешанной популяции больных с ИБС и/или клапанными пороками на риск различных послеоперационных осложнений указывали значения NT-proBNP около 2000 пг/мл [37]. По другим данным риск полиорганной недостаточности в сходной клинической ситуации возрастал при NT-proBNP >1300 пг/мл [28].

Тем не менее, полагаем, что предоперационный NT-proBNP как предиктор риска миокардиальной дисфункции после РМ с ИК вполне заслуживает более широкого внедрения в клиническую практику. Безусловно, учитывая многообразие современных кардиохирургических операций, выполняемых по поводу различных заболеваний, биомаркер не может стать универсальным. Вполне очевидно, что перегрузка миокарда, характерная для многих приобретенных и врожденных пороков сердца, будет сопровождаться увеличением секреции BNP/NT-proBNP, что снизит его прогностическую значимость в отдельных клинических ситуациях. Вместе с тем, в однородных группах, например у больных ИБС без сопутствующей клапанной патологии, повышенный уровень биомаркера способен предсказать вероятность и выраженность дисфункции миокарда после РМ, указать на необходимость расширенного мониторинга ЦГД, раннего назначения инотропных препаратов и, возможно, превентивного использования таких малоагрессивных методик вспомогательного кровообращения, как ВАБК. Напротив, значения NT-proBNP, находящиеся в пределах референсных значений, указывают на минимальный риск нарушений функции оперированного сердца и дают основание минимизировать мониторинг кровообращения.

Основным ограничением настоящего исследования является отсутствие данных о постгоспитальной, в частности 30-суточной, летальности. Кроме того, в исследование не включали больных с выраженным уменьшением сократимости миокарда (ФИЛЖ $\leq 30\%$), у которых прогностическая значимость биомаркера может иметь существенную специфику.

Выводы

1. У 50,8% больных, перед РМ с ИК, содержание NT-proBNP в крови превышало верхнюю границу нормы и колебалось в диапазоне 355–3232 пг/мл. Значения NT-proBNP умеренно коррелировали с периоперационными показателями ЧПЭхоКГ, характеризующими размеры и систолическую функцию ЛЖ. Стойких взаимосвязей с параметрами ЦГД, определяемыми при катетеризации малого круга, в интраоперационный период не было.

2. Предоперационные значения NT-proBNP около 600 пг/мл дискриминировали больных с ИКСПЛЖ >9 см² м² (ППК 0,834) и ФСПЛЖ <40% (ППК 0,705) в конце вмешательства. Ассоциированности биомаркера с патологическими значениями других показателей ЧПЭхоКГ и ЦГД не было.
3. Предоперационный уровень NT-proBNP ≤ 305 пг/мл указывал на отсутствие потребности в инотропных препаратах после ИК (ППК 0,737). Значения биомаркера около 600 пг/мл и выше, дискриминировали больных с высоким риском послеоперационной дисфункции миокарда, требующей интенсивной симпатомиметической терапии (ППК 0,808) или ВАБК (ППК 0,914). Уровень NT-proBNP >950 пг/мл указывал на риск рефрактерной ОН после РМ с ИК (ППК 0,866).

Список литературы / References

1. Hunt P.J., Richards A.M., Nicholls M.G., Yandle T.G., Doughty R.N., Espiner E.A. Immunoreactive amino-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP): a new marker of cardiac impairment. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 1997;47(3):287–296. DOI: 10.1046/j.1365-2265.1997.236.1058.x.
2. Collins S.P., Ronan-Bentle S., Storrow A.B. Diagnostic and prognostic usefulness of natriuretic peptides in emergency department patients with dyspnea. *Ann Emerg Med*. 2003;41(4):532–45. DOI: 10.1067/j.annemergmed.2003.113. PMID: 12658254.
3. Lubarsky L., Mandell K. B-type natriuretic peptide: practical diagnostic use for evaluating ventricular dysfunction. *Congest Heart Fail*. 2004;10(3):140–143. DOI: 10.1111/j.1527-5299.2004.03278.x.
4. Мареев В.Ю., Фомин И.В., Агеев Ф.Т., Беграббекова Ю.А., Васюк Ю.А., Гарганеева А.А., Гендлин Г.Е., Глезер М.Г., Готье С.В., Довженко Т.В., Кобалова Ж.Д., Козиолова Н.А., Коротева А.В., Мареев Ю.В., Овчинников А.Г., Перепеч Н.Б., Тарловская Е.И., Чесникова А.И., Шевченко А.О., Арутюнов Г.П., Беленков Ю.Н., Галаян А.С., Гиларевский С.Р., Драпкина О.М., Дупляков Д.В., Лопатин Ю.М., Ситникова М.Ю., Скибицкий В.В., Шляхто Е.В. Клинические рекомендации ОССН – РКО – РНМОТ. Сердечная недостаточность: хроническая (ХСН) и острая декомпенсированная (ОДЧН). Диагностика, профилактика и лечение. Кардиология. 2018;58(6):8–158. DOI: 10.18087/cardio.2475
5. Mareev V. Yu., Fomin I. V., Ageev F. T., Begrambekova Yu. A., Vasyuk Yu. A., Garganeeva A. A., Gendlin G. E., Glezer M. G., Gaultier S. V., Dovzhenko T. V., Kobalova Zh. D., Koziovala N. A., Koroteev A. V., Mareev Yu. V., Ovchinnikov A. G., Perepetch N. B., Tarlovskaya E. I., Chesnikova A. I., Shevchenko A. O., Arutyunov G. P., Belenkov Yu. N., Galayevich A. S., Gilyarevsky S. R., Drapkina O. M., Duplyakov D. V., Lopatin Yu. M., Sitnikova M. Yu., Skibitsky V. V., Shlyakhto E. V. Russian Heart Failure Society, Russian Society of Cardiology. Russian Scientific Medical Society of Internal Medicine Guidelines for Heart failure: chronic (CHF) and acute decompensated (ADHF). Diagnosis, prevention and treatment. *Kardiologiya*. 2018;58(6):8–158. [In Russ.] DOI: 10.18087/cardio.2475
6. McDonagh T.A., Metra M., Adamo M., Gardner R.S., Baumbach A., Böhm M., Burri H., Butler J., Celutkienė J., Chioncel O., Cleland J.G.F., Coats A.J.S., Crespo-Leiro M.G., Farnakis D., Gilard M., Heymans S., Hoes A.W., Jaarsma T., Jankowska E.A., Lainscak M., Lam C.S.P., Lyon A.R., McMurray J.J.V., Mebazaa A., Mindham R., Muneretto C., Francesco Piepoli M., Price S., Rosano G.M.C., Ruschitzka F., Kathrine Skibjelund A.; 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;24(1):4–131. DOI: 10.1002/ehfj.2333.
7. Mueller C., McDonald K., de Boer R.A., Maisel A., Cleland J.G.F., Kozhuharov N., Coats A.J.S., Metra M., Mebazaa A., Ruschitzka F., Lainscak M., Filippatos G., Seferovic P.M., Meijers W.C., Bøyes-Genis A., Mueller T., Richards M., Januzzi J.L. Jr.; 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;21(6):715–731. DOI: 10.1002/ehfj.1494.
8. Yancy C.W., Jessup M., Bozkurt B., Butler J., Casey D.E. Jr., Colvin M.M., Drazner M.H., Filippatos G.S., Fonarow G.C., Givertz M.M., Hollenberg S.M., Lindenfeld J., Masoudi F.A., McBride P.E., Peterson P.N., Stevenson L.W., Westlake C. 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;23(8):628–651. DOI: 10.1016/j.cardfail.2017.04.014.
9. Yeh H.M., Lau H.P., Lin J.M., Sun W.Z., Wang M.J., Lai L.P. Preoperative plasma N-terminal pro-brain natriuretic peptide as a marker of cardiac risk in patients undergoing elective non-cardiac surgery. *Br J Surg*. 2005;92(8):1041–1045. DOI: 10.1002/bjs.4947.
10. Duceppe E., Parlow J., MacDonald P., Lyons K., McMullen M., Sinathan S., Graham M., Tandon V., Styles K., Bessissow A., Sessler D.I., Bryson G., Devereaux P.J. Canadian Cardiovascular Society Guidelines on Perioperative Cardiac Risk Assessment and Management for Patients Who Undergo Noncardiac Surgery. *Can J Cardiol*. 2017;33(1):17–32. DOI: 10.1016/j.cjca.2016.09.008.
11. Halvorsen S., Mehili J., Cassese S., Hall T.S., Abdelhamid M., Barba E., De Hert S., de Laval I., Geisler T., Hinterbuchner L., Ibanez B., Lenarczyk R., Mansmann U.R., McGreavy P., Mueller C., Muneretto C., Niessner A., Potpara T.S., Ristić A., Sade L.E., Schirmer H., Schüpke S., Sillesen H., Skudstad H., Torracca L., Tutarel O., Van Der Meer P., Wojakowski W., Zacharowski K.; ESC Scientific Document Group. 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery. *Eur Heart J*. 2022;43(39):3826–3924. DOI: 10.1093/eurheartj/ehac270.
12. Lurati Buse G., Bollen Pinto B., Abella F., Abbot T.E.F., Ackland G., Afshari A., De Hert S., Felahi J.L., Giossi L., Kavsak P., Longrois D., M'Pembé R., Nucaro A., Popova E., Puelacher S., Richards T., Roth S., Sheka M., Szczekli W., van Waes J., Walder B., Chew M.S. ESAIC focused guideline for the use of cardiac biomarkers in perioperative risk evaluation. *Eur J Anaesthesiol*. 2023;40(12):888–927. DOI: 10.1097/EJA.0000000000001865.
13. Cerrahoglu M., Iskenen I., Tekin C., Onur E., Yildirim F., Sirin B.H. N-terminal ProBNP levels can predict cardiac failure after cardiac surgery. *Circ J*. 2007;71(1):79–83. DOI: 10.1253/circj.71.79.
14. Comanic M., Nadarajah D., Katumalla E., Cylewala S., Raja S.G. Use of Preoperative Natriuretic Peptide in Predicting Mortality After Coronary Artery Bypass Grafting: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2023;37(9):1785–1792. DOI: 10.1053/j.jvca.2023.04.020.
15. Göger S., İlkel E., Düzgün A.C. Diagnostic accuracy of copeptin and NT-proBNP level in predicting mortality and postoperative prognosis in coronary surgery with respect to EuroSCORE risk. *Kardiochir Torakochirurgia Pol*. 2022;19(4):205–210. DOI: 10.5114/kitp.2022.122090.
16. Thanh B.D., Son N.H., Pho D.C., Bac N.D., Nga V.T., Dung Q.A., Anh D.D., Linh D.D., Viet H.T.B., Anh B.D.T., Tan H.T., Hung P.N. The Role of Serial NT-ProBNP Level in Prognosis and Follow-Up Treatment of Acute Heart Failure after Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Open Access Maced J Med Sci*. 2019;20(724):4411–4415. DOI: 10.3889/oamjms.2019.872.

16. Wang J., Liu H., Zeng J., Su X., Zhao Y., Zheng Z. Utility of Preoperative N-Terminal Pro-B-Type Natriuretic Peptide in the Prognosis of Coronary Artery Bypass Grafting. *Am J Cardiol.* 2023; 201: 131–138. DOI: 10.1016/j.amjcard.2023.05.047.
17. Zhang C., Jiang L., Xu L., Tian J., Liu J., Zhao X., Feng X., Wang D., Zhang Y., Sun K., Xu B., Zhao W., Hui R., Gao R., Yuan J., Li J. Implications of N-terminal pro-B-type natriuretic peptide in patients with three-vessel disease. *Eur Heart J.* 2019;40(41):3397–3405. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz394.
18. Rao R.A., Varghese S.S., Ansari F., Rao A., Meng E., El-Diasty M. The Role of Natriuretic Peptides in Predicting Adverse Outcomes After Cardiac Surgery: An Updated Systematic Review. *Am J Cardiol.* 2024; 210: 16–36. DOI: 10.1016/j.amjcard.2023.09.101.
19. Буржунова М.Г., Гусева О.Г., Рыбаков В.Ю., Кричевский Л.А., Козлов И.А. Информативность натрийуретического пептида В-типа у кардиохирургических больных с гиперкреатинемией. *Общая реаниматология.* 2011;7(6):40–45. DOI: 10.15360/1813-9779-2011-6-40
20. Burzhunova M.G., Guseva O.G., Rybakov V.Yu., Krichevsky L.A., Kozlov I.A. The Informative Value of N-Terminal Pro-type B Natriuretic Peptide in Cardiac Surgical Patients with Hypercreatininemia. *General Reanimatology.* 2011;7(6):40–45. (In Russ.) DOI: 10.15360/1813-9779-2011-6-40
21. Козлов И.А., Харламова И.Е. Повышенный уровень натрийуретического пептида В-типа (NT-proBNP) как фактор риска у кардиохирургических больных. *Общая реаниматология.* 2010;6(1):49–55. DOI: 10.15360/1813-9779-2010-1-49
22. Kozlov I.A., Kharlamova I.E. Increased B-type Natriuretic Peptide (NT-proBNP) Level as a Risk Factor in Cardiosurgical Patients. *General Reanimatology.* 2010;6(1):49–55. (In Russ.) DOI: 10.15360/1813-9779-2010-1-49
23. Лалетин Д.А., Баутин А.Е., Рубинчик В.Е., Науменко В.С., Алексеев А.А., Михайлов А.П. Параллели между гемодинамическим профилем и активностью биомаркёров при различных формах острой сердечной недостаточности в раннем периоде после коронарного шунтирования. *Вестник анестезиологии и реаниматологии.* 2015;12(2):27–33. DOI: 10.21292/2078-5658-2015-12-2-27-33
24. Laleitin 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;12(2):27–33. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2015-12-2-27-33
25. Леднев П.В., Белов Ю.В., Комаров Р.Н., Стоногин А.В. Роль N-терминального промозгового натрийуретического пептида в оценке риска послеоперационной фибрилляции предсердий. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2016;1(1):414. DOI: 10.17116/hirurgia201614-14
26. Lednev P.V., Belov Yu.V., Komarov R.N., Stonogin A.V. The role of N-terminal pro-brain natriuretic peptide in prediction of postoperative atrial fibrillation. *Progov Russian Journal of Surgery.* 2016;1(1):414. (In Russ.) DOI: 10.17116/hirurgia201614-14
27. Петрова О., Мотрева А., Мартынова Ю., Кадыкова А., Шашин С., Тарасов Д. Амино-терминальный мозговой натрийуретический пропептид в диагностике повреждений миокарда после коронарного шунтирования на работающем сердце. *Патология кровообращения и кардиохирургия* 2013;17(3):18–21. DOI: 10.21688/1681-3472-2013-3-18-21
28. Petrova O., Motreva A., Martynova Yu., Kadykova A., Shashin S., Tarasov D. Amino-terminal brain natriuretic propeptide in the diagnosis of myocardial damage after coronary bypass surgery on a working heart. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2013;17(3):18–21. (In Russ.) DOI: 10.21688/1681-3472-2013-3-18-21
29. Флеров Е.В., Юматов А.Е., Яворовский А.Г., Шитиков И.И., Саблин И.Н., Парамонов В.А., Павлов И.В. Волюметрический мониторинг правого желудочка во время кардиохирургических операций. *Анестезиология и реаниматология.* 1997;5(5):23–28. PMID: 9432887
30. Flerov E.V., Yumatov A.E., Yavorovskiy A.G., Shitikov I.I., Sablin I.N., Paramonov V.A., Pavlov I.V. Volumetric monitoring of the right ventricle during heart surgery. *Anesteziol Reanimatol.* 1997;5(5):23–28. (In Russ.) PMID: 9432887
31. Кузьков В.В., Киров М.Ю. Инвазивный мониторинг гемодинамики в интенсивной терапии и анестезиологии. 2-е изд. Архангельск: Северный государственный медицинский университет. 2015. 392 с. ISBN 978-5-91702-180-5
32. Kuzkov V.V., Kirov M.Yu. Invasive monitoring hemodinamiki v intensivnoj terapii i anesteziologii. 2 izd. Arhangel'sk: Severnyj gosudarstvennyj medicinskij universitet. 2015. 392. (In Russ.). ISBN 978-5-91702-180-5
33. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afkalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F.A., Foster E., Goldstein S.A., Kuznetsov T., Lancellotti P., Muraru D., Picard M.H., Rietzschel E.R., Rudski L., Spencer K.T., Tsang W., Voigt J.U. 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;16(3):233–270. DOI: 10.1093/ehj/ehv104.
34. Vieillard Baron A., Schmitt J.M., Beauchet A., et al. Early preload adaptation in septic shock? A transesophageal echocardiographic study. *Anesthesiology.* 2001;94(3):400–406. DOI: 10.1097/0000542-200103000-00007
35. 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;11(23):7217. DOI: 10.3390/jcm11237217.
36. Thei M.S., Hilar K.E., Thei K.S., Han K.P.P., Oo A.Y. Preoperative B-Type Natriuretic Peptides to Predict Postoperative Atrial Fibrillation in Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Heart Lung Circ.* 2024;33(1):23–32. DOI: 10.1016/j.hlc.2023.10.015.
37. Fox A.A. Perioperative B-type Natriuretic Peptide/N-terminal pro-B-type Natriuretic Peptide: Next Steps to Clinical Practice. *Anesthesiology.* 2015;123(2):246–8. DOI: 10.1097/ALN.0000000000000729.
38. Crescenzi G., Landoni G., Bignami E., Belloni I., Biselli C., Rosica C., Guarracino F., Marino G., Zangrillo A. N-terminal B-natriuretic Peptide after coronary artery bypass graft surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2009;23(2):147–50. DOI: 10.1053/j.jvca.2008.10.002.
39. Holm J., Vidlund M., Vanky F., Friberg O., Hökanson E., Svedjeholm R. Preoperative NT-proBNP independently predicts outcome in patients with acute coronary syndrome undergoing CABG. *Scand Cardiovasc J Suppl.* 2013;47(1):28–35. DOI: 10.3109/14017431.2012.731518.
40. Bibbins-Domingo K., Gupta R., Na B., Wu A.H., Schiller N.B., Wholey M.A. N-terminal fragment of the prohormone brain-type natriuretic peptide (NT-proBNP), cardiovascular events, and mortality in patients with stable coronary heart disease. *JAMA.* 2007;297(2):169–176. DOI: 10.1001/jama.297.2.169.
41. Cuthbertson B.H., Croal B.L., Rae D., Gibson P.H., McNeill J.D., Jeffrey R.R., Smith W.C., Prescott G.J., Buchan K.G., El-Shafei H., Gibson G.A., Hillis G.S. N-terminal pro-B-type natriuretic peptide levels and early outcome after cardiac surgery: a prospective cohort study. *Br J Anaesth.* 2009;103(5):647–653. DOI: 10.1093/bja/aep234
42. Kragelund C., Grønning B., Kaber L., Hildebrandt P., Steffensen R. N-terminal pro-B-type natriuretic peptide and long-term mortality in stable coronary heart disease. *N Engl J Med.* 2005;352(7):666–675. DOI: 10.1056/NEJMoA042330.
43. Liu H., Wang C., Liu L., Zhuang Y., Yang X., Zhang Y. Perioperative application of N-terminal pro-brain natriuretic peptide in patients undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Surg.* 2013;8:1. DOI: 10.1186/1749-8090-8-1.
44. Козлов И.А., Соколов Д.А. Оценка биомаркера напряжения миокарда NT-proBNP в реальной клинической практике. *Общая реаниматология.* 2023;19(1):4–12. DOI: 10.15360/1813-9779-2023-1-2272
45. Kozlov I.A., Sokolov D.A. Assessment of the Myocardial Stress Biomarker NT-proBNP in Real Clinical Practice. *General Reanimatology.* 2023;19(1):4–12. DOI: 10.15360/1813-9779-2023-1-2272
46. Shetty N.S., Patel N., Gaonkar M., Li P., Arora G., Arora P. Natriuretic Peptide Normative Levels and Deficiency: The National Health and Nutrition Examination Survey. *JACC Heart Fail.* 2024;12(1):50–63. DOI: 10.1016/j.jchf.2023.07.018.
47. Tsutsui R., Albert N.M., Coats A.J.S., Anker S.D., Bayes-Genis A., Butler J., Chioncel O., Defilippi C.R., Drazner M.H., Felker G.M., Filippatos G., Fuzat M., Ide T., Januzzi J.L., Jr, Kinugawa K., Kuwahara K., Matsue Y., Mentz R.J., Metra M., Pandey A., Rosano G., Saito Y., Sato N., Seferovic P.M., Teerlink J., Yamamoto K., Yoshimura M. Natriuretic peptides: role in the diagnosis and management of heart failure: a scientific statement from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology, Heart Failure Society of America and Japanese Heart Failure Society. *Eur J Heart Fail.* 2023;25(5):616–631. DOI: 10.1002/ehf.2848.
48. Goetze J.P., Christoffersen C., Perko M., Arendrup H., Rehfeld J.F., Kastrup J., Nielsen L.B. Increased cardiac BNP expression associated with myocardial ischemia. *FASEB J.* 2003;17(9):1105–1107. DOI: 10.1096/fj.02-0796fe.
49. Neuen B.L., Vaduganathan M., Claggett B.L., Beldhuis I., Myhre P., Desai A.S., Skali H., McCausland F.R., McGrath M., Anand I., Zile M.R., Pfeffer M.A., McMurray J.J.V., Solomon S.D. Natriuretic Peptides, Kidney Function, and Clinical Outcomes in Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. *JACC Heart Fail.* 2025;13(2):38–49. DOI: 10.1016/j.jchf.2024.08.009.
50. Fox A.A., Collard C.D., Sherman S.K., Seidman C.E., Seidman J.G., Liu K.Y., Muehlschlegel J.D., Perry T.E., Aranki S.F., Lange C., Herman D.S., Meitinger T., Lichtner P., Body S.C. Natriuretic peptide system gene variants are associated with ventricular dysfunction after coronary artery bypass grafting. *Anesthesiology.* 2009;110(4):738–747. DOI: 10.1097/ALN.0b013e31819c7496.
51. Gibson P.H., Croal B.L., Cuthbertson B.H., Rae D., McNeill J.D., Gibson G., Jeffrey R.R., Buchan K.G., El-Shafei H., Hillis G.S. Use of preoperative natriuretic peptides and echocardiographic parameters in predicting new-onset atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting: a prospective comparative study. *Am Heart J.* 2009;158(2):244–251. DOI: 10.1016/j.ahj.2009.04.026.
52. Дзыбинская Е.В., Кричевский Л.А., Харламова И.Е., Козлов И.А. Чреспищеводная эхокардиография в оценке показаний и противопоказаний к ранней активизации после реваскуляризации миокарда. *Общая реаниматология.* 2011;7(1):42–47. DOI: 10.15360/1813-9779-2011-1-42
53. Dzybinskaya Y.V., Krichevsky L.A., Kharlamova I.E., Kozlov I.A. Transesophageal Echocardiography in the Assessment of Indications for and Contraindications to Early Activation after Myocardial Revascularization. *General Reanimatology.* 2011;7(1):42–47. DOI: 10.15360/1813-9779-2011-1-42
54. 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 ингаляционной анестезии. *Вестник анестезиологии и реаниматологии.* 2020;17(5):6–14. DOI: 10.21292/2078-5658-2020-17-5-6-14
55. Paramov 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;17(5):6–14. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2020-17-5-6-14
56. Cuthbertson B.H., Croal B.L., Rae D., Harild K., Gibson P.H., Prescott G.J., Kengne A.P., Hillis G.S. N-terminal pro-B-type natriuretic peptide concentrations and long-term outcome after cardiac surgery: a prospective cohort study. *Br J Anaesth.* 2013;110(2):214–221. DOI: 10.1093/bja/aes379.

Статья поступила / Received 07.04.2025
Получена после рецензирования / Revised 23.06.2025
Принята в печать / Accepted 25.07.2025

Сведения об авторах

Козлов Игорь Александрович, д.м.н., профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии¹. E-mail: iakozlov@mail.ru. ORCID: 0000-0003-1910-0207
Кричевский Лев Анатольевич, д.м.н., зав. отделением анестезиологии-реанимации № 2², зав. кафедрой анестезиологии и реаниматологии³. E-mail: levkrich72@gmail.com. ORCID: 0000-0001-8886-7175
Рыбаков Владислав Юрьевич, врач-анестезиолог². E-mail: vladrybakoff@gmail.com. ORCID: 0000-0002-3020-6873

¹ ГБУЗ «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», Московская область, Россия

² ГБУЗ «Городская клиническая больница имени С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы», Москва

³ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва

Автор для переписки: Козлов Игорь Александрович. E-mail: iakozlov@mail.ru

About authors

Kozlov Igor A., DM Sci (habil.), professor at Dept of Anesthesiology and Reanimatology¹. E-mail: iakozlov@mail.ru. ORCID: 0000-0003-1910-0207
Krichevsky Lev A., DM Sci (habil.), Head of Anesthesiology and Intensive Care Department № 2², Head of Anesthesiology and Reanimatology Department³. E-mail: levkrich72@gmail.com. ORCID: 0000-0001-8886-7175
Rybakov Vladislav Yu., anesthesiologist². E-mail: vladrybakoff@gmail.com. ORCID: 0000-0002-3020-6873

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

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

³ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

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

For citation: Kozlov I.A., Krichevsky L.A., Rybakov V. Yu. Prognostic significance of the preoperative level of biomarker NT-proBNP in myocardial revascularization with cardio-pulmonary bypass (pilot study). *Medical alphabet.* 2025; (18): 23–32. <https://doi.org/10.3366/7/2078-5631-2025-18-23-32>

