

9. Sheel BK, Badiuzzaman M, Haque T, Rahman H, Biswas AK, Khan SR. Association between Myocardial Performance Index (Tei-index) and Severity of Coronary Artery Disease in Patients with Non-ST Segment Elevation Acute Coronary Syndrome. *Bangladesh Heart Journal* 2022; 37(1): 16–26. doi: <https://doi.org/10.3329/bhj.v37i1.60100>.
10. Hoy JF, Lee SJ, Trevillyan JM, Dewar EM, Roney J, Dart A and Yang Y Asymptomatic people with well-controlled HIV do not have abnormal left ventricular global longitudinal strain. *Front. Cardiovasc. Med.* 2023; 10:1198387. doi: [10.3389/fcvm.2023.1198387](https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1198387)
11. Liao C-T, Toh HS, Chang W-T, Yang C-T, Chen Z-C, Tang H-J and Strong C (2023) Assessment of subclinical cardiac dysfunction by speckle-tracking echocardiography among people living with human immunodeficiency virus. *Front. Cardiovasc. Med.* 10:1200418. doi: [10.3389/fcvm.2023.1200418](https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1200418)
12. Васюк А. Ю. и др. Возможности использования индекса производительности миокарда левого и правого желудочков (Tei-индекс) в оценке эффективности лечения артериальной гипертензии. *Сердечная недостаточность*, 2012, вып. 13, № 3, с. 162–166.
Vasyuk A. Yu. et al. Possibilities of using the left and right ventricular myocardial performance index (Tei-index) in assessing the effectiveness of arterial hypertension treatment. *Heart failure*, 2012, issue 13, no. 3, pp. 162–166. [In Russ.].
13. Teer E., Dominick L., Mukonowenzou N. C. et al. Related Myocardial fibrosis: inflammatory hypothesis and crucial role of immune cells dysregulation. // *Cells*. 2022, № 11, p. 2825–39. doi.org/10.3390/cells11182825
14. Mark P., Margion K., Rankin A. J. et al. Left ventricular dysfunction with preserved ejection fraction: the most common left ventricular disorder in chronic kidney diseases patients. *Clinical kidney journal* 2022, vol 0, p.1–4
15. Yücel M, Alp H, Yorulmaz A, Karaarslan S, Baysal T. Prediction of the development of pulmonary arterial hypertension with Tei Index in congenital heart diseases with left-to-right shunt. *Türk Kardiyol Dern Ars.* 2019 Sep;47(6):466–475. English. doi: [10.5543/tkda.2019.33558](https://doi.org/10.5543/tkda.2019.33558).

Статья поступила / Received 04.09.2024
Получена после рецензирования / Revised 12.09.2024
Принята в печать / Accepted 30.09.2024

Сведения об авторе

Горячева Ольга Георгиевна, к.м.н., доцент кафедры поикинической терапии.
AuthorID: 1004108 SPIN-код: 3457-5748. ORCID 0000-0002-3336-229X

ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера» Минздрава России, Пермь

Для переписки: Горячева Ольга Георгиевна. E-mail: o.goryacheva@mail.ru

About author

Goryacheva Olga G., PhD Med, associate professor at Dept of Poikinic Therapy.
AuthorID: 1004108 SPIN-code: 3457-5748. ORCID 0000-0002-3336-229X

Perm State Medical University named after academician E. A. Wagnen, Perm, Russia

For correspondence: Goryacheva Olga G. E-mail: o.goryacheva@mail.ru

Для цитирования: Горячева О.Г. Клиническое и прогностическое значение определения индекса Tei у больных с ВИЧ-инфекцией. *Медицинский алфавит*. 2024; (35): 25–29. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-35-25-29>

For citation: Goryacheva O.G. Clinical and prognostic significance of determining the Tei-index in patients with HIV infection. *Medical alphabet*. 2024; (35): 25–29. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-35-25-29>

DOI: 10.33667/2078-5631-2024-35-29-38

Информативность современных методов мониторинга в оценке риска гемодинамических нарушений при операциях с искусственным кровообращением (пилотное исследование)

И. А. Козлов¹, Л. А. Кричевский^{2, 3}, А. М. Овезов¹, В. Ю. Рыбаков²

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

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучить прогностическую значимость интраоперационных показателей, регистрируемых при катетеризации легочной артерии, чреспищеводной эхокардиографии (ЧПЭхоКГ) и транспульмональной термодилуции (ТПТД) в отношении риска периоперационных гемодинамических нарушений, осложняющих реваскуляризацию миокарда (РМ).

Материалы и методы. В проспективное обсервационное исследование включили 67 больных в возрасте 53 [46–64] лет, которым выполняли РМ с искусственным кровообращением (ИК). Показатели центральной гемодинамики регистрировали после вводной анестезии (I этап) и в конце операции (II этап). Гемодинамическими нарушениями считали инотропный индекс после ИК ≥ 5 у.е., продолжительность симпатомиметической терапии >12 ч, пребывание в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) >24 ч, применение внутриартериальной баллонной контрпульсации (ВАБК), летальный исход в ОРИТ, наличие одного или нескольких осложнений (композитный исход). Использовали логистическую регрессию и ROC-анализ.

Результаты. На I этапе пороговое значение (ПЗ) индекса ударной работы левого желудочка (ИУРЛЖ) $\leq 31,7$ гс $\cdot$ м/м² ассоциировалось с пребыванием в ОРИТ >24 ч (ОШ 0,9291, 95%-ный ДИ 0,8670–0,9958, ППК 0,716), а ПЗ $<32,5$ гс $\cdot$ м/м² – с композитным исходом (ОШ 0,9550, 95%-ный ДИ 0,9133–0,9985, ППК 0,704). Фракция сокращения площади левого желудочка $\leq 34,2$ % прогнозировала применение ВАБК (ОШ 0,9089, 95%-ный ДИ 0,8397–0,9839, ППК 0,889). На II этапе ПЗ ИУРЛЖ $\leq 28,8$ гс $\cdot$ м/м² ассоциировалось с госпитализацией в ОРИТ >24 ч (ОШ 0,8805, 95%-ный ДИ 0,8226–0,9884, ППК 0,716), ПЗ $\leq 25,6$ гс $\cdot$ м/м² – с использованием ВАБК (ОШ 0,8274, 95%-ный ДИ 0,7101–0,9641, ППК 0,804), а ПЗ $\leq 23,0$ гс $\cdot$ м/м² – с летальностью (ОШ 0,7486, 95%-ный ДИ 0,5951–0,9415, ППК 0,892). С летальностью также ассоциировалась фракция изгнания левого желудочка $\leq 26,1$ % (ОШ 0,8901, 95%-ный ДИ 0,8164–0,9705, ППК 0,948). Глобальная фракция изгнания сердца ≤ 18 % ассоциировалась с композитным исходом (ОШ 0,9018, 95%-ный ДИ 0,8297–0,9802, ППК 0,716). ПЗ других предикторов были практически нормальными. Остальные показатели обеспечивали модели среднего качества или не имели прогностической значимости.

Закключение. Для оценки риска возможных при РМ с ИК гемодинамических нарушений наибольшей информативностью обладают катетеризация легочной артерии и ЧПЭхоКГ. До и после ИК ИУРЛЖ, сниженный в 1,5–2,2 раза, ассоциируется с риском различных

гемодинамических осложнений и удлинением пребывания в ОРИТ. Снижение характеристик систолической функции ЛЖ ассоциируется с проявлениями миокардиальной дисфункции и с риском летальности. Прогностическая значимость параметров ТПТД нуждается в дальнейших исследованиях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гемодинамический мониторинг, реваскуляризация миокарда, аортокоронарное шунтирование, катетеризация легочной артерии, чреспищеводная эхокардиография, транспульмональная термодилуция, индекс ударной работы левого желудочка.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Modern monitoring methods informativeness in assessing the risk of hemodynamic disorders in on pump cardiac surgery (pilot study)

I. A. Kozlov¹, L. A. Krichevsky², A. M. Ovezov¹, V. Yu. Rybakov²

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

SUMMARY

The objective was to study the prognostic significance of intraoperative parameters of pulmonary artery catheterization (PAC), transesophageal echocardiography (TEE) and transpulmonary thermodilution (TPTD) in relation to the hemodynamic disorders in coronary artery bypass grafting (CABG).

Material and Methods. A prospective observational study involved 67 patients aged 53 [46–64] years who underwent on-pump CABG. Hemodynamic parameters were recorded after the induction of anesthesia (stage I) and at the end of the surgery (stage II). Hemodynamic disorders were considered to be the inotropic index in post-bypass period >5, the duration of inotropic support >12 hours, the intensive care unit (ICU) stay >24 hours, the use of intraaortic balloon pumping (IABP), the ICU mortality, the presence of one or more complications (composite outcome). Logistic regression and ROC analysis were used.

Results. At stage I, the left ventricular stroke work index (LVSWI) cut-off <31.7 gs•m/m² was associated with ICU stay >24 hours (OR 0.9291, 95% CI 0.8670–0.9958, AUC 0.716), and LVSWI <32.5 gs•m/m² – with a composite the outcome (OR 0.9550, 95% CI 0.9133–0.9985, AUC 0.704). The left ventricular area contraction fraction <34.2% predicted the use of IABP (OR 0.9089, 95% CI 0.8397–0.9839, AUC 0.889). At the II stage, the LVSWI cut-off <28.8 gs•m/m² was associated with ICU stay >24 hours (OR 0.8805, 95% CI 0.8226–0.9884, AUC 0.716), cut-off <25.6 gs•m/m² – with the use of IABP (OR 0.8274, 95% CI 0.7101–0.9641, AUC 0.804), and cut-off <23.0 gs•m/m² – with mortality (OR 0.7486, 95% CI 0.5951–0.9415, AUC 0.892). The left ventricular ejection fraction <26.1% was also associated with mortality (OR 0.8901, 95% CI 0.8164–0.9705, ACC 0.948). The global heart ejection fraction <18% was associated with a composite outcome (OR 0.9018, 95% CI 0.8297–0.9802, AUC 0.716). The other predictors cut-off values were practically normal. The remaining indicators provided models of average quality or had no predictive significance.

Conclusion. To assess the risk of possible hemodynamic disorders in on-pump CABG, PAC and TEE are the most informative. In prebypass and in postbypass periods, LVSWI, reduced by 1.5–2.2 times, is associated with the risk of various hemodynamic complications and prolonged ICU stay. Decreased TEE parameters of left ventricular systolic function is associated with myocardial dysfunction and with the risk of mortality. The prognostic significance of the TPTD needs further investigations.

KEYWORDS: hemodynamic monitoring, myocardial revascularization, coronary artery bypass grafting, pulmonary artery catheterization, transesophageal echocardiography, transpulmonary thermodilution, left ventricular stroke work index.

CONFLICT OF INTEREST. Authors declare no conflict of interest.

Введение

Совершенствование гемодинамического мониторинга в кардиохирургии постоянно привлекает внимание клиницистов [1–7]. Его задачами считают своевременную, точную диагностику нарушений кровообращения, коррекцию гемодинамики на индивидуальной основе и оценку эффективности лечения [8]. Кроме того, информативный мониторинг считают важнейшим условием профилактики внезапной остановки сердца, которая является полиэтиологичным и крайне опасным осложнением раннего послеоперационного периода [9].

Сравнивая современные методики контроля за состоянием кровообращения, эксперты указывают, что используемый «идеальный инструмент» должен быть простым в применении, легкодоступным, независимым от оператора, экономически эффективным, иметь быстрое время отклика и предоставлять точные, воспроизводимые и интерпретируемые данные, способные влиять на выбор корректирующих мер [3]. С учетом этих требований все большее внимание привлекают чреспищеводная эхокардиография (ЧПЭхоКГ), транспульмональная термодилуция

(ТПТД) и минимально инвазивные или неинвазивные методики, при этом популярность катетеризации легочной артерии и препульмональной термодилуции (ППТД) отчетливо снижается [1–4, 6, 7, 10]. Тем не менее дискуссия о предпочтительном методе мониторинга у кардиохирургических больных продолжается. В рамках этой дискуссии крайне редко обсуждают прогностическую роль мониторинга, хотя именно она является важнейшей в профилактике и своевременной коррекции жизнеугрожающих нарушений кровообращения [9]. Указывают, что регистрируемые гемодинамические параметры могут использоваться в различных прогностических шкалах [8]. Также сообщают, что при использовании ТПТД во время кардиохирургических вмешательств меры интенсивной терапии, обеспечивающие поддержание «целевого» уровня параметров насосной функции сердца и индекса глобального конечно-диастолического объема (ИГКДО), улучшают течение послеоперационного периода [7, 11]. В рамках этой тактики отличие показателей гемодинамики от целевых по умолчанию считают прогностически неблагоприятным.

Таблица 1

Демографическая и клиническая характеристика наблюдений

Показатели	Min	Max	Me [P25–P75]
Возраст, лет	30	73	53,0 [46,0–64,0]
Функциональный класс по шкале CCS	2	4	3,0 [3,0–4,0]
Толщина задней стенки ЛЖ, см	0,7	1,6	1,1 [1,0–1,1]
Толщина межжелудочковой перегородки, см	0,7	1,65	1,1 [1,06–1,2]
ФИЛЖ, %	31	72	62,0 [51,25–65,0]
КДОЛЖ, мл	68,0	300,0	126,0 [113,0–149,75]
КСОЛЖ, мл	22,0	198,6	47,9 [39,6–70,0]
Длительность ИК, мин	42,0	275,0	123,0 [90,0–170,0]
Длительность пережатия аорты, мин	33,0	161,0	66,0 [55,0–81,0]
Коронарные анастомозы, n	1	5	3 [3–4]
Пластика аневризмы ЛЖ, n (%)			4 (6,5)
Применение ВАБК, n (%)			3 (4,8)
Летальность в ОРИТ, n (%)			4 (6,3)

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, ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии.

В целом прогностическая способность параметров, измеренных с помощью различных методов мониторинга, в отношении гемодинамических осложнений стандартных операций с искусственным кровообращением (ИК) остается недостаточно изученной. Способность регистрируемых показателей указывать на риск расстройств кровообращения в постперфузионный и в послеоперационный периоды не является характеристикой, учитываемой при выборе варианта мониторинга.

Изложенное определило цель исследования: изучить прогностическую значимость интраоперационных показателей, регистрируемых при катетеризации легочной артерии, ЧПЭхоКГ и ТПТД в отношении риска периоперационных гемодинамических нарушений, осложняющих реваскуляризацию миокарда (РМ).

Материалы и методы

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

Критерии включения в исследование: возраст 30–75 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 невключения: наличие поражения клапанного аппарата сердца, дооперационная фракция изгнания (ФИ) ЛЖ <30%, сопутствующие тяжелые заболевания легких, печени, почек, системы крови, беременность, 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, отказ больного от участия в исследовании.

В соответствии с критериями включения первично отобрали 67 больных. Не включили одного больного в связи с выявлением митрального порока сердца, подлежащего коррекции. Исключили трех больных в связи с выполнением повторных операций по поводу послеоперационного кровотечения (2 наблюдения) и дисфункцией шунта передней межжелудочковой артерии с последующим решунтированием (1 наблюдение). Проанализировали данные обследования 63 больных (58 мужчин и 5 женщин). Демографические данные и клиническая характеристика 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 симпатомиметические инотропные и вазопресорные средства использовали в 48 (76,2%) наблюдениях. Допамин в дозах 2,5–6,0 (3,75 [3,0–4,0]) мкг/кг/мин был назначен 40 (63,5%) больным, добутамин в дозах 2–6 (3,0 [3,0–4,0]) мкг/кг/мин – 14 (22,2%) больным, эпинефрин в дозах 50 и 70 нг/кг/мин – 2 (3,2%) больным и норэпинефрин в дозах 20–200 (50,0 [30,0–67,5]) нг/кг/мин – 11 (17,5%). Длительность симпатомиметической терапии (СМТ) варьировалась от 0,5 до 480 (12,0 [8,0–24,75]) ч. При недостаточной эффективности СМТ начинали внутриаортальную баллонную контрпульсацию (ВАБК) с помощью систем AutoCAT 2 Wave (Arrow) или Datascope CS-300 (Maquet). В отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) больные находились от 0,6 до 20,0 (0,8 [0,7–1,1]) сут. Госпитализация в ОРИТ превышала 24 ч в 16 (25,4%) наблюдениях.

Мониторинг центральной гемодинамики (ЦГД) осуществляли с помощью систем IntelliVue MP40 (Phillips) с модулями ППТД и ТПТД. Артериальное давление (АД) регистрировали инвазивным методом. Анализировали среднее АД (АД_{ср}). Термодилюционные многопросветные катетеры Corodyn TD 7Fr (B. Braun) заводили в легочную артерию по стандартной методике через интродьюсер во внутренней яремной вене. Сердечный выброс (СВ) измеряли методом болюсной холодовой термодилюции. Анализировали давление в правом предсердии (ДПП), среднее давление в легочной артерии (ДЛАС_р), заклинивающее давление в легочной артерии (ЗДЛА), сердечный индекс (СИ_{пп}), индекс ударного объема (ИУО_{пп}), индексы ударной работы левого (ИУРЛЖ) и правого желудочков (ИУРПЖ), индекс мощности сердца (ИМС). Учитывали следующие референсные значения показателей [8]: АД_{ср} – 70–105 мм рт. ст., ДПП – 2–6 мм рт. ст., ДЛАС_р – 9–19 мм рт. ст., ЗДЛА – 6–12 мм рт. ст., СИ_{пп} – 2,5–4,0 л/мин/м², ИУО_{пп} – 33–50 мл/м², ИУРЛЖ – 50–62 гс•м/м², ИУРПЖ – 5–10 гс•м/м², ИМС – 0,5–0,7 Вт/м².

Интраоперационную ЧПЭхоКГ выполняли с помощью ультразвукового аппарата Vivid IQ и мультипланового ультразвукового чрепсфигического датчика (General Electric).

Использовали режим стандартного двухмерного изображения (2D). Визуализировали структуры сердца стандартно, на уровне левого предсердия, и трансаггстрально – при перемещении датчика из пищевода в желудок.

В позиции «с аортой по длинной оси» определяли объемы ЛЖ методом Simpson («метод дисков»). Регистрировали конечно-диастолический и конечно-систолический объемы ЛЖ (КДОЛЖ, КСОЛЖ), в анализ включали индексированные показатели (ИКДОЛЖ, ИКСОЛЖ). ФИЛЖ рассчитывали по формуле:

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

При доплерографии трансмитрального потока крови определением пиковые скорости кровотока через митральный клапан в ранней и поздней диастоле и расчетом отношение V_e/V_a .

В трансаггстральной 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:

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

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 %.

Мониторинг на основе ТПТД проводили по стандартной методике [8] с помощью соответствующего модуля и набора PiCCO Monitoring Kit (Getinge). Бедренную артерию катетеризировали катетером PiCCO Catheter 20 cm 5Fr (Getinge). При ТПТД регистрировали СИ_{тп}, ИУО_{тп}, индекс глобального конечно-диастолического объема (ИГКДО), глобальную фракцию изгнания сердца (ГФИС), индекс функции сердца (ИФС). Учитывали следующие референсные значения показателей [8]: СИ_{тп} – 2,5–3,5 л/мин/м², ИУО_{тп} – 40–60 мл/м², ИГКДО – 680–800 мл/м², ГФИС – 25–35 %, ИФС – 4,5–6,5 мин⁻¹.

Для унифицированной количественной оценки интенсивности СМТ рассчитывали инотропный индекс (ИИ) по формуле:

$$\text{ИИ (у.е.)} = \text{доза допамина (мкг/кг/мин)} + \text{доза добутамина (мкг/кг/мин)} + \text{доза адреналина (мкг/кг/мин)} \times 100.$$

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

Признаками периоперационных нарушений гемодинамики считали: назначение после ИК инотропных лекарственных средств в дозах, эквивалентных ИИ ≥ 5 у.е., продолжительность СМТ >12 ч, длительность пребывания в ОРИТ >24 ч, применение ВАБК, летальный исход в ОРИТ, композитный исход – наличие одного или нескольких осложнений.

Статистический анализ выполнили с помощью программных пакетов «Microsoft Office Excel» и «MedCalc 15». Характер распределения данных определяли с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Количественные

данные представили в виде медианы (Me) и межквартильного размаха (IQR) между 25-м и 75-м перцентилями; данные, имеющие нормальное распределение, дополнительно в виде средней арифметической (M) и ошибки средней (m). Для описания номинальных данных рассчитывали их относительную частоту (fi). При распределении, отличном от нормального, сравнение количественных данных в двух связанных выборках выполняли с помощью критерия Вилкоксона; при нормальном распределении – с помощью t-критерия Стьюдента для связанных выборок.

С помощью логистической регрессии оценивали влияние независимой переменной (предиктор) на зависимую (предиктант), закодированную бинарно (0/1). В качестве потенциальных предикторов рассматривали параметры ЦГД и функции сердца. Предиктантами являлись клинические показатели, характеризующие наличие гемодинамических нарушений. Рассчитывали отношение шансов (ОШ), 95 %-ный доверительный интервал (ДИ) и значимость влияния (p). Для оценки разделительной способности предиктора выполнили ROC-анализ, в который включили только те предикторы, которые ассоциировались с предиктантами по результатам логистической регрессии. Анализировали характеристики ROC-кривых с расчетом площади под кривой (ППК), 95 %-го ДИ и статистической значимости (p) выявленной зависимости. Качество модели считали при ППК $\geq 0,9$ – 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. Выполняли сравнение ППК различных предикторов с расчетом разности и величины p.

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

Результаты

Общая характеристика параметров ЦГД и функции сердца. Гемодинамический профиль обследованных больных был типичным для операций с ИК (табл. 2).

В предперфузионный период (I этап) отмечали умеренную депрессию кровообращения. Были умеренно снижены медианные значения СИ_{пп}, ИУРЛЖ, ИУРПЖ, ИМС, ФИЛЖ, ФСПЛЖ, СИ_{тп}, ИУО_{тп}, ГФИС и ИФС. Остальные показатели, характеризующие ЦГД и функцию сердца, находились в пределах нормы. К концу операции (II этап) на фоне умеренной инотропной стимуляции, используемой у большинства больных, ряд сниженных параметров значимо возрастал. В отсутствие значимого прироста ИУО увеличение СИ обеспечивалось возрастающей ЧСС. На II этапе оставались сниженными медианы ИУРЛЖ, ИУО_{тп} и ГФИС.

Прогностическая значимость данных, зарегистрированных в предперфузионный период. Данные ППТД и ЧПЭхоКГ, зарегистрированные на I этапе, обладали ограниченной информативностью в прогнозировании риска

Таблица 2

Показатели ППД, ЧПЭхоКГ и ТПД на этапах исследования

Показатели	I этап Me [P25–P75] (M±m)	II этап Me [P25–P75] (M±m)	p
ЧСС, мин ⁻¹	70,0 [64,0–75,0]	91,0 [82,0–101,0]	<0,0001
АДср, мм рт. ст.	70,0 [65,0–75,0]	88,0 [78,5–99,25]	<0,0001
ДПП, мм рт. ст.	6,0 [4,0–8,0]	7,0 [5,0–9,0]	0,003
ДЛАср, мм рт. ст.	16,0 [12,25–18,0]	16,5 [14,0–21,0]	<0,0001
ЗДА, мм рт. ст.	8,0 [7,0–11,0]	8,5 [7,0–11,0]	0,341
СИпп, л/мин/м ²	2,3 [2,0–2,85] (2,41±0,08)	3,1 [2,7–3,7] (3,21±0,08)	<0,0001*
ИУОпп, мл/м ²	34,5 [26,8–40,0] (33,63±1,37)	34,1 [28,6–42,3] (35,98±1,21)	0,176*
ИУРЛЖ, гс·м/м ²	34,0 [28,1–45,8]	30,3 [24,9–33,2]	0,0005
ИУРПЖ, гс·м/м ²	4,1 [2,9–5,4]	4,6 [3,4–5,5]	0,401
ИМС, Вт/м ²	0,439 [0,386–0,590]	0,503 [0,441–0,568]	0,158
ИКДОЛЖ, мл/м ²	54,0 [46,8–68,9]	48,5 [40,7–64,5]	0,016
ИКСОЛЖ, мл/м ²	28,7 [22,4–37,8]	27,8 [15,9–35,7]	0,007
ФИЛЖ, %	45,6 [38,1–55,2] (47,1±2,2)	51,6 [41,2–63,7] (49,6±2,6)	0,308*
Ve/Va	0,99 [0,79–1,28]	1,10 [0,93–1,40]	0,145
ИКДПЛЖ, см ² /м ²	8,3 [7,7–11,3]	8,5 [7,0–11,3]	0,067
ИКСПЛЖ, см ² /м ²	4,9 [3,3–6,0]	3,8 [2,9–5,85]	0,002
ФСЛЖ, %	48,0 [39,2–59,7] (48,6±2,1)	53,2 [40,8–65,3] (52,7±2,1)	0,045*
СИтп, л/мин/м ²	2,4 [2,1–2,7] (2,45±0,07)	3,2 [2,7–3,7] (3,19±0,08)	<0,0001*
ИУОтп, мл/м ²	33,8 [30,6–39,8]	34,7 [29,4–40,2]	0,175
ИГКДО, мл/м ²	707,5 [582,0–916,0]	693,0 [607,0–963]	0,409
ГФИС, %	19,0 [15,0–23,0]	19,0 [12,25–23,0]	0,851
ИФС, мин ⁻¹	3,5 [2,8–4,0]	4,5 [2,9–5,5]	0,0004
ИИ, у.е.	0	3,0 [2,0–5,0]	<0,0001

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

Таблица 3

Информативность предперфузионных данных мониторинга в оценке риска периоперационных гемодинамических нарушений

	ИИ ≥5	СМТ >12 ч	ОРИТ >24 ч	ВАБК	Летальный исход	Композитный исход
ППД		ИУРЛЖ	ИУРЛЖ			ИУРЛЖ
ЧПЭхоКГ	ФИЛЖ			ФСЛЖ		
ТПД						

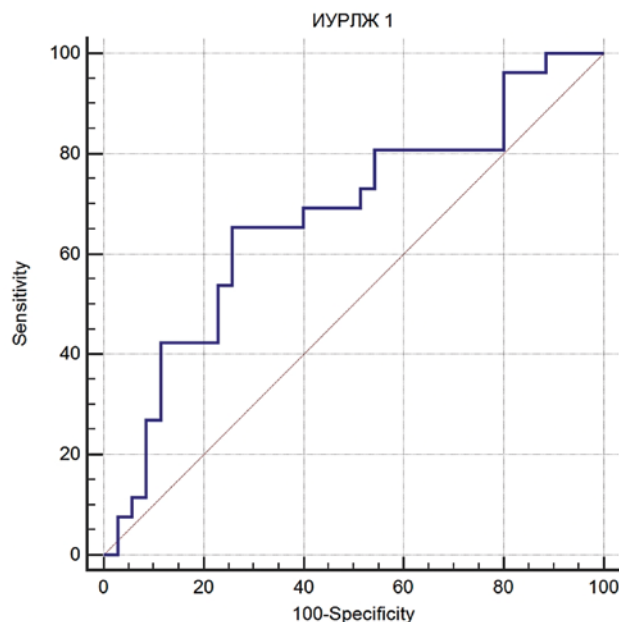


Рисунок 1. ROC-кривая (чувствительность/специфичность) предперфузионного ИУРЛЖ в отношении продолжительности СМТ >12 ч.

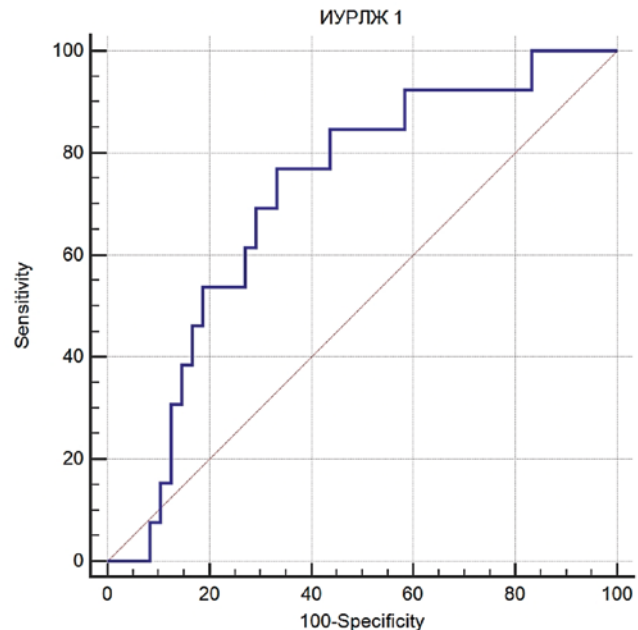


Рисунок 2. ROC-кривая (чувствительность/специфичность) предперфузионного ИУРЛЖ в отношении длительности госпитализации в ОРИТ >24 ч.

периоперационных нарушений гемодинамики (табл. 3), а ТПД не предоставила какой-либо прогностической информации.

При катетеризации легочной артерии значимым предиктором постперфузионных осложнений был единственный показатель – ИУРЛЖ. Его снижение предсказывало длительность СМТ >12 ч (ОШ 0,9464, 95 %-ный ДИ 0,9011–0,9940, $p=0,0278$) и длительность лечения в ОРИТ >24 ч (ОШ 0,9291, 95 %-ный ДИ 0,8670–0,9958, $p=0,037$). Показатель также ассоциировался с композитным исходом (ОШ 0,9550, 95 %-ный ДИ 0,9133–0,9985, $p=0,043$).

Модель, предсказывающая продолжительность СМТ >12 ч, была среднего качества (рис. 1): ППК 0,675, 95 %-ный ДИ 0,543–0,789, $p=0,0151$. ПЗ ИУРЛЖ $\leq 32,5$ гс·м/м² (чувствительность 65,4 %, специфичность 74,3 %). Дискриминационную способность ИУРЛЖ в отношении длительности госпитализации в ОРИТ >24 ч описывала модель хорошего качества (рис. 2): ППК 0,716, 95 %-ный ДИ ППК 0,586–0,824, $p=0,004$. ПЗ ИУРЛЖ $\leq 31,7$ гс·м/м² обеспечивало чувствительность 69,2 % и специфичность 70,8 %.

Риск периоперационных различных гемодинамических нарушений (композитный исход) был повышен у больных со значениями ИУРЛЖ $\leq 32,5$ гс·м/м² (чувствительность 64,5 %, специфичность 80,0 %).

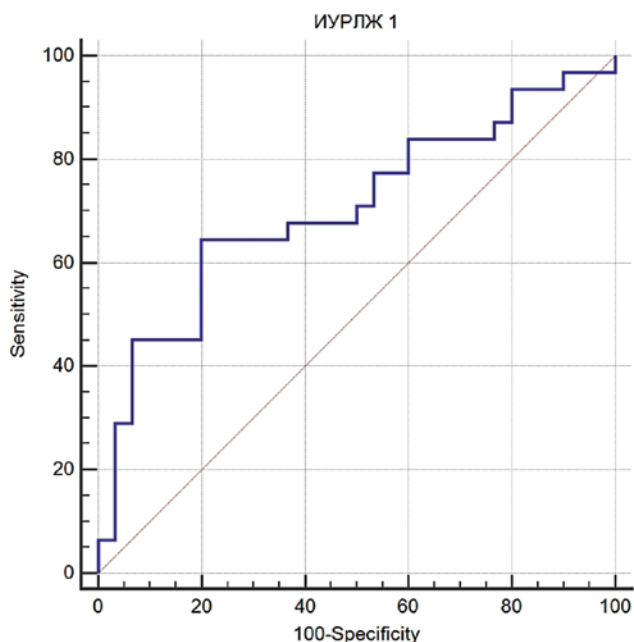


Рисунок 3. ROC-кривая (чувствительность/специфичность) предперфузионного ИУРЛЖ в отношении композитного исхода

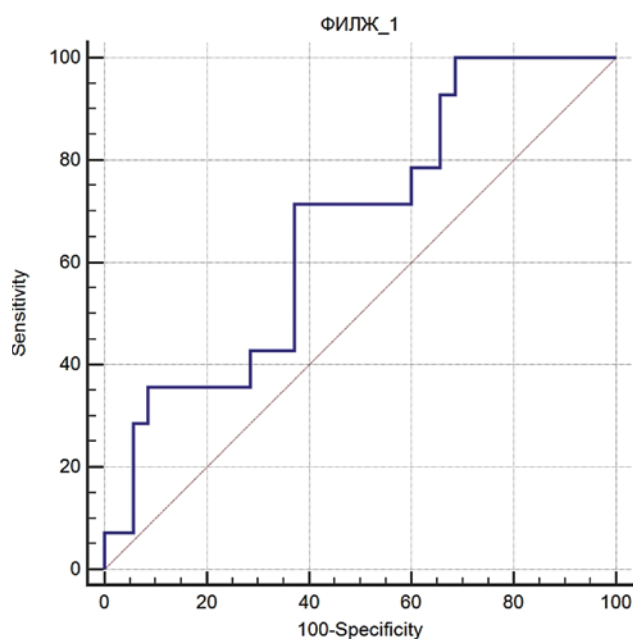


Рисунок 4. ROC-кривая (чувствительность/специфичность) предперфузионной ФИЛЖ в отношении ИИ ≥ 5 у.е.

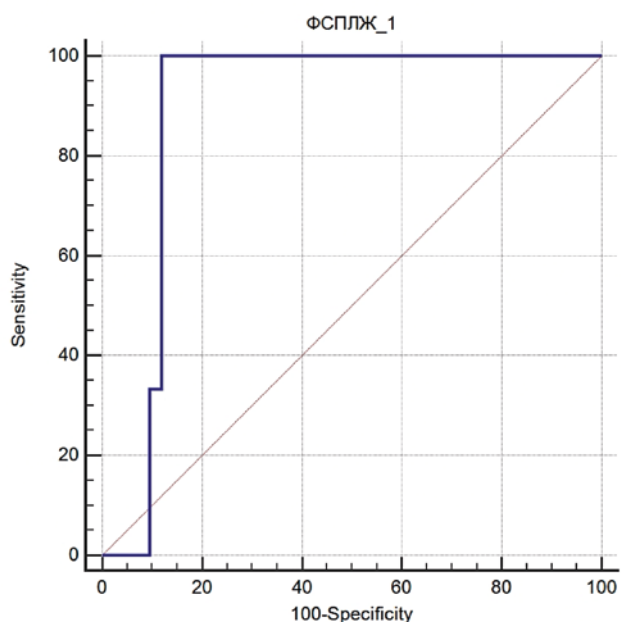


Рисунок 5. ROC-кривая (чувствительность/специфичность) предперфузионной ФСЛЖ в отношении применения ВАБК

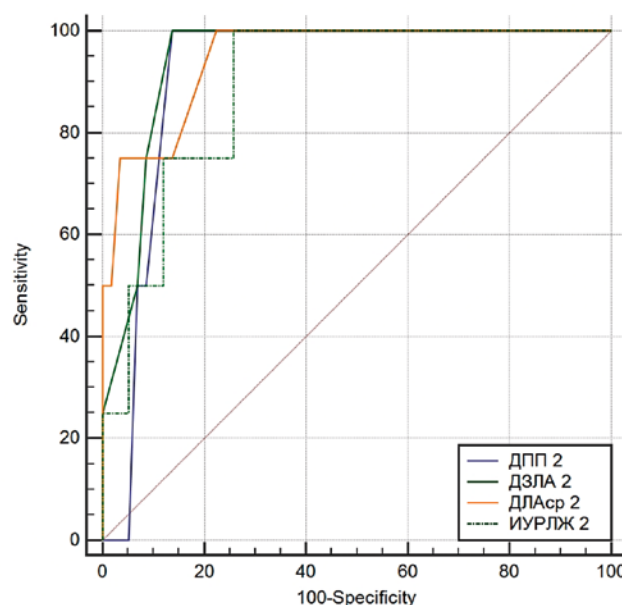


Рисунок 6. ROC-кривые (чувствительность/специфичность) постперфузионных параметров ППД в отношении риска летальности

Качество прогностической модели было хорошим: ППК 0,704, 955-ый ДИ 0,574–0,814, $p=0,003$ (рис. 3).

ФИЛЖ ассоциировалась с ИИ ≥ 5 у.е. (ОШ 0,9506, 95%-ный ДИ 0,9051–0,9983, $p=0,0426$), а ФСЛЖ – с применением ВАБК (ОШ 0,9089, 95%-ный ДИ 0,8397–0,9839, $p=0,0182$). Модель, характеризующая дискриминационную способность ФИЛЖ в отношении ИИ ≥ 5 у.е., была среднего качества (рис. 4): ППК 0,669, 95%-ный ДИ ППК 0,520–0,797, $p=0,0432$. ПЗ ФИЛЖ $\leq 44,9\%$ обеспечивало чувствительность 71,4% и специфичность 62,9%. Дискриминационная способность ФСЛЖ в отношении применения ВАБК характеризовалась моделью очень хорошего качества: ППК 0,889, 95%-ный ДИ ППК 0,765–0,961, $p<0,0001$. ПЗ ФСЛЖ $\leq 34,2\%$ имело чувствительность 95,5% и специфичность 88,1%.

Прогностическая значимость данных, зарегистрированных в постперфузионный период. На II этапе информативность всех трех вариантов мониторинга в оценке риска нарушений гемодинамики существенно возросла (табл. 4).

С риском летальности были ассоциированы ДПП (ОШ 1,7385, 95%-ный ДИ 1,1213–2,6954, $p=0,013$), ЗДЛА (ОШ 2,2596, 95%-ный ДИ 1,1033–4,6274, $p=0,026$), ДЛАСр (ОШ 1,9126, 95%-ный ДИ 1,1478–3,1871, $p=0,013$), ИУРЛЖ (0,7486, 95%-ный ДИ 0,5951–0,9415, $p=0,013$). Разделительная способность ДПП, ЗДЛА и ДЛАСр характеризовалась моделями отличного качества, а ИУРЛЖ – очень хорошего (табл. 5). ППК всех показателей значимо не отличались: $p=0,470–0,922$ (рис. 6). Обращало на себя

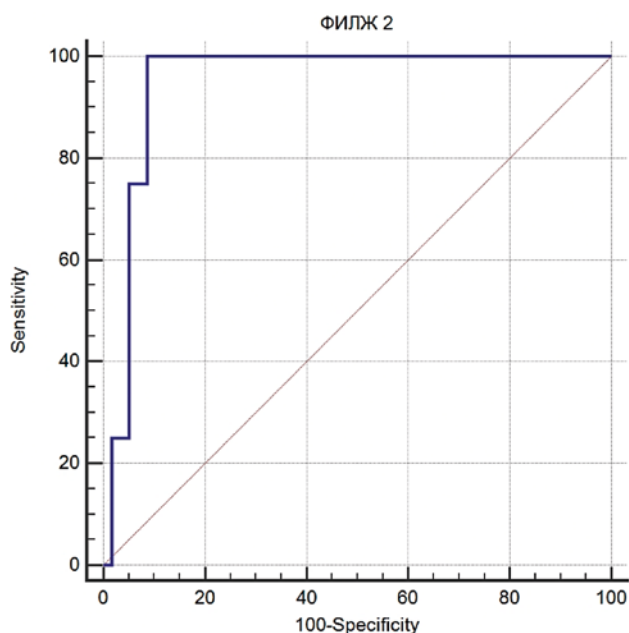


Рисунок 7. ROC-кривая (чувствительность/специфичность) постперфузионной ФИЛЖ в отношении риска летальности

внимание, что, несмотря на отличное качество соответствующих моделей, ПЗ всех трех давлений лишь умеренно превышали верхнюю границу нормы, вместе с тем ПЗ ИУРЛЖ более чем в 2 раза ниже нормы.

С риском летальности ассоциировалось снижение ФИЛЖ (ОШ 0,8901, 95 %-ный ДИ 0,8164–0,9705, $p=0,008$). Разделительная способность параметра характеризовалась моделью отличного качества (рис. 7): ППК 0,948, 95 %-ный ДИ 0,860–0,988, $p < 0,0001$. Неблагоприятный исход оперативного лечения с чувствительностью 75,0 % и специфичностью 91,4 % предсказывало ПЗ ФИЛЖ $\leq 26,1$ %.

ИУРЛЖ явился предиктором госпитализации в ОРИТ >24 ч (ОШ 0,8805, 95 %-ный ДИ 0,8226–0,9884, $p=0,025$) и потребности в ВАБК (ОШ 0,8274, 95 %-ный ДИ 0,7101–0,9641, $p=0,015$). Госпитализация в ОРИТ >24 ч с чувствительностью 75,0 %

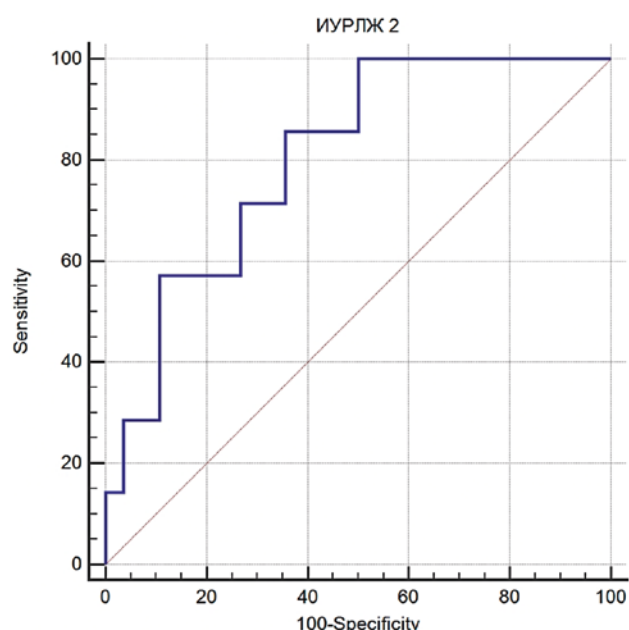


Рисунок 9. ROC-кривая (чувствительность/специфичность) постперфузионного ИУРЛЖ в отношении применения ВАБК

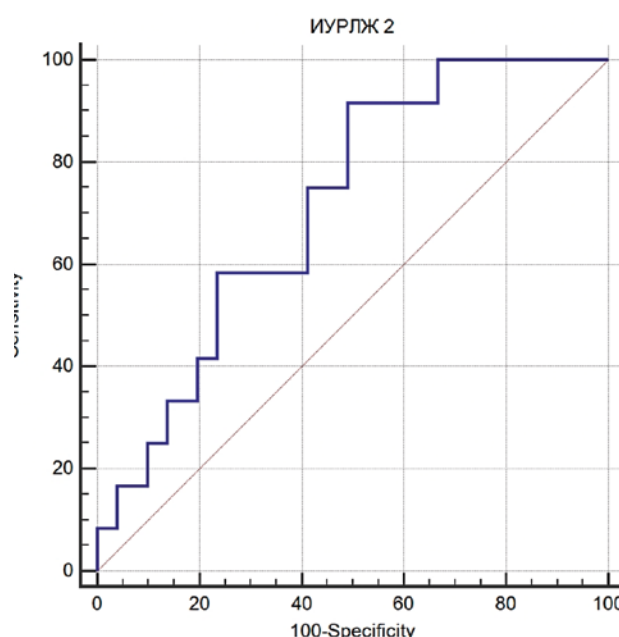


Рисунок 8. ROC-кривая (чувствительность/специфичность) постперфузионного ИУРЛЖ в отношении госпитализации в ОРИТ >24

и специфичностью 58,8 % была ассоциирована с ИУРЛЖ $\leq 28,8$ гс·м/м². Качество модели (рис. 8) при этом было хорошим (ППК 0,716, 95 %-ный ДИ ППК 0,588–0,822, $p=0,003$). Дискриминационная способность ИУРЛЖ в отношении применения ВАБК характеризовалась моделью очень хорошего качества (рис. 9): ППК 0,804, 95 %-ный ДИ ППК 0,684–0,893, $p=0,0001$. ПЗ ИУРЛЖ $\leq 25,6$ гс·м/м² обеспечила дискриминацию предиктанта с удовлетворительными и сбалансированными чувствительностью и специфичностью: 71,4 и 73,2 %.

Постперфузионные ИКДОЛЖ (ОШ 1,0542, 95 %-ный ДИ 1,0077–1,1029, $p=0,022$), ИКСОЛЖ (ОШ 1,0820, 95 %-ный ДИ 1,0119–1,1569, $p=0,021$), ИКСПЛЖ (ОШ 1,3159, 95 %-ный ДИ 1,0119–1,1569, $p=0,049$) и ФСПЛЖ (ОШ 0,9513, 95 %-ный ДИ 0,9063–0,9984, $p=0,043$) ассоциировались с ИИ ≥ 5 у.е. Дискриминационная способность этих показателей

Таблица 4
Информативность постперфузионных данных мониторинга в оценке риска послеоперационных гемодинамических нарушений

	ИИ ≥ 5	СМТ >12 ч	ОРИТ >24 ч	ВАБК	Летальный исход ДПП, ЗДЛА, ДЛАСр, ИУРЛЖ	Композитный исход
ППТД			ИУРЛЖ	ИУРЛЖ		
ЧПЭхоКГ	ИКДОЛЖ, ИКСОЛЖ, ИКСПЛЖ, ФСПЛЖ				ФИЛЖ	
ТПТД						ГФИС, ИФС

Таблица 5
Разделительная способность постперфузионных показателей ППТД в отношении летальности

	ППК	95 %-ный ДИ	p	ПЗ	Чувствительность/специфичность, %/%
ДПП	0,914	0,815–0,970	$<0,0001$	>13 мм рт. ст.	85,0/91,4
ЗДЛА	0,944	0,854–0,986	$<0,0001$	>16 мм рт. ст.	86,2/91,4
ДЛАСр	0,948	0,860–0,988	$<0,0001$	>24 мм рт. ст.	75,0/96,5
ИУРЛЖ	0,892	0,787–0,957	$<0,0001$	$\leq 23,0$ гс·м/м ²	75,0/87,9

Таблица 6
Предикторная значимость постперфузионных данных ЧПЭхоКГ
в отношении ИИ ≥ 5 у.е.

	ППК	95%-ный ДИ	p	ПЗ	Чувствительность/ специфичность, %/%
ИКДОЛЖ	0,755	0,595–0,875	0,002	$>48,5 \text{ мл/м}^2$	81,8/63,3
ИКСОЛЖ	0,767	0,609–0,884	0,001	$>27,7 \text{ мл/м}^2$	63,6/76,7
ИКСПЛЖ	0,707	0,552–0,833	0,016	$>4,3 \text{ см}^2/\text{м}^2$	69,2/71,9
ФСПЛЖ	0,701	0,552–0,825	0,001	$<50,5\%$	69,2/68,6

характеризовалась моделями хорошего качества (табл. 6). ППК всех предикторов значимо не отличались: $p=0,583–0,844$ (рис. 10). ПЗ параметров, дискриминирующих предиктант, находились в диапазоне нормальных значений.

Наконец, два показателя ТПТД, зарегистрированные в постперфузионный период, были ассоциированы с композитным исходом: ГФИС (ОШ 0,9018, 95 %-ный ДИ 0,8297–0,9802, $p=0,015$) и ИФС (ОШ 0,6586, 95 %-ный ДИ 0,4474–0,9695, $p=0,034$). На риск какого-либо варианта нарушений кровообращения указывали ГФИС $\leq 18\%$ с чувствительностью 63,0 % и специфичностью 64,31 % (ППК 0,716, 95 %-ный ДИ 0,579–0,830, $p=0,002$) и ИФС $\leq 4,4 \text{ мин}^{-1}$ с чувствительностью 66,7 % и специфичностью 71,4 % (ППК 0,677, 95 %-ный ДИ 0,538–0,797, $p=0,020$). Хотя модель ГФИС имела хорошее качество, а ИФС – среднее, их ППК не различались (рис. 11): $p=0,293$.

Обсуждение

Обсуждая полученные результаты, необходимо подчеркнуть, что в задачи исследования не входило сравнение точности и сопоставимости измерений, обеспечиваемых различными методами мониторинга [1, 2, 5]. Способность последних измерять показатели насосной и/или систолической функции сердца освещена в достаточной степени полно [10, 12–16]. Наименее изученным аспектом гемодинамического мониторинга в кардиохирургии остается способность тех или иных показателей, регистрируемых до и после ИК, указывать на высокую вероятность клинически значимых нарушений

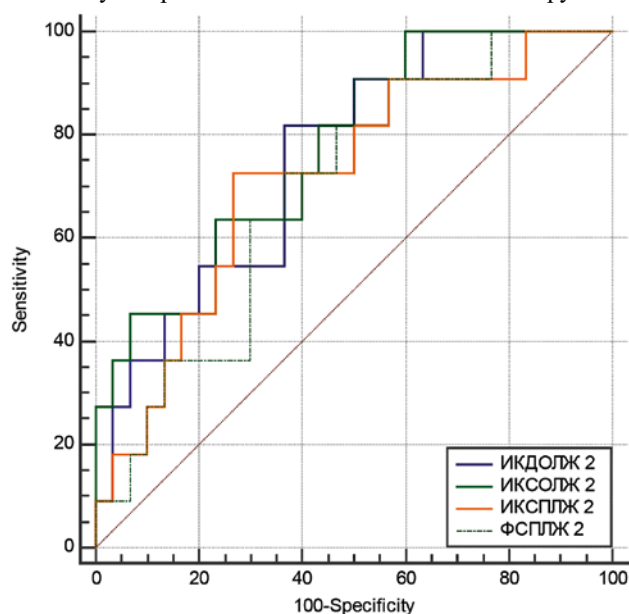


Рисунок 10. ROC-кривые (чувствительность/специфичность) постперфузионных показателей ЭхоКГ в отношении ИИ ≥ 5 у.е.

кровообращения. Полагаем, что установление таких предикторов необходимо не только для стратификации риска опасных послеоперационных осложнений [9], но и для их профилактики с помощью современных мер интенсивной терапии.

Суммируя полученные результаты, можно констатировать, что целый ряд параметров, регистрируемых с помощью изученных методов мониторинга, был ассоциирован с риском периоперационных нарушений гемодинамики. Однако не все предикторы были способны обеспечить уверенный прогноз. Качество последнего снижали недостаточные и несбалансированные чувствительность и специфичность, в результате чего их дискриминационная способность характеризовалась высокой вероятностью ложноположительных и ложноотрицательных прогнозов [17]. Кроме того, ПЗ ряда предикторов находились в пределах нормы или лишь незначительно отклонялись от нее, как это было характерно для давлений наполнения камер сердца и ДЛА_{ср}, что затрудняло клиническое применение таких параметров. В результате количество предикторов, которые можно рекомендовать для прогностических целей, оказалось ограниченным.

До ИК наиболее информативным был сниженный в 1,5 раза по отношению к норме ИУРЛЖ, указывающий на риск длительного лечения в ОРИТ. Чувствительность и специфичность (около 70%) этого прогноза указывали на несколько повышенную вероятность ошибок первого и второго рода, но тем не менее были приемлемы для клинического использования. В постперфузионный период резко сниженный ИУРЛЖ уверенно ассоциировался с тяжелой острой сердечной недостаточностью, требующей ВАБК, и с летальностью.

ИУРЛЖ, который вычисляют как произведение ИУО на разность систолического АД и ЗДЛА, является стандартным параметром, регистрируемым при катетеризации легочной артерии и ТПТД. Указывают, что ИУРЛЖ достоверно отражает систолическую функцию ЛЖ, в том числе у больных с выраженными нарушениями внутрисердечной гемодинамики, он снижается при сердечной недостаточности и возрастает на фоне инотропной терапии [18, 19]. Вместе с тем считают, что, поскольку ИУРЛЖ одновременно

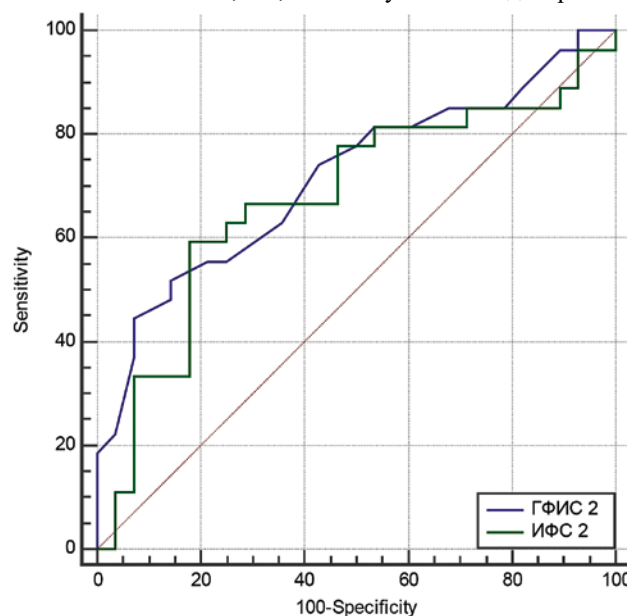


Рисунок 11. ROC-кривые (чувствительность/специфичность) постперфузионных ГФИС и ИФС в отношении композитного исхода

зависит от сократимости, преднагрузки и податливости миокарда, он не является надежным диагностическим критерием и не может использоваться в качестве единственного ориентира для выбора лечебных мер [19].

В рамках настоящего исследования ИУРЛЖ рассматривали не как диагностический признак, а как прогностический критерий. Этот аспект оценки и интерпретации показателя ранее привлекал внимание клиницистов, но такие исследования остались единичными. Установлено, например, что у больных с дилатационной кардиомиопатией и митральной регургитацией сниженный предоперационный ИУРЛЖ является единственным предиктором неблагоприятного исхода митрального протезирования [20]. Делают попытки использовать с диагностическими и прогностическими целями неинвазивный ИУРЛЖ, вычисляемый на основе параметров ЭхоКГ [21, 22]. Показатель, рассчитанный таким образом, лучше, чем ФИЛЖ, предсказывает госпитальную и постгоспитальную летальность у больных кардиологического ОРИТ [22]. Результаты настоящего исследования указывают, что снижение ИУРЛЖ является легко интерпретируемым предиктором постперфузионной сердечной недостаточности, более информативным, чем показатели, зарегистрированные с помощью других методов мониторинга.

Эти данные дают основание вернуться к дискуссии о показаниях к применению катетера Свана – Ганца во время стандартных операций с ИК. В настоящее время этот вариант мониторинга рекомендуют планово использовать только у кардиохирургических больных высокого риска, при выполнении сложных сочетанных вмешательств, а также у больных с исходной или угрожающей правожелудочковой сердечной недостаточностью и/или прекапиллярной легочной гипертензией [7]. Многие авторы акцентируют внимание на возможных сложностях и осложнениях методики [3, 4, 6, 7], игнорируя риски, возникающие при других методах мониторинга.

На самом деле ЧПЭхоКГ имеет риск перфораций пищевода, при заболеваниях желудочно-кишечного тракта превышающий 1 %, и ряд других осложнений [5, 15]. Риски, связанные с катетеризацией бедренной артерии, также хорошо известны [23, 24]. При использовании катетера Свана – Ганца частота специфического осложнения – повреждения легочной артерии составляет от 0,1 до 1,5 % [25]. Риски, связанные с нарушением методики применения, оператор-зависимые ошибки регистрации данных, различные технические проблемы могут реализовываться при всех трех изученных методах интраоперационного мониторинга [14, 15]. Соответственно, ни один из них нельзя считать гарантированно безопасным и поэтому предпочтительным. Несмотря на многочисленные попытки заменить катетер Свана – Ганца другими методиками, в кардиохирургии он продолжает сохранять актуальность прежде всего благодаря своей высокой информативности в сложных клинических ситуациях [5, 7, 14]. Наши данные показали, что катетер Свана – Ганца может предоставить в распоряжение клиницистов прогностическую информацию, полезную не только при особо сложных, но и при стандартных кардиохирургических операциях.

Вполне вероятно, что значимым предиктором гемодинамических осложнений операций с ИК может оказаться

неинвазивный ИУРЛЖ, рассчитываемый при ЭхоКГ [22], но этот вопрос нуждается в целенаправленных исследованиях. Ряд изученных показателей ЧПЭхоКГ, зарегистрированных до ИК, явились предикторами постперфузионной миокардиальной дисфункции. Диагностическая ценность характеристик систолической функции ЛЖ – ФИЛЖ и ФСПЛЖ у кардиохирургических больных сомнений не вызывает [26, 27]. Вполне логично, что умеренное предперфузионное снижение ФИЛЖ ассоциировалось с потребностью в инотропной поддержке после ИК, а значимое уменьшение ФСПЛЖ указывало на риск тяжелой сердечной недостаточности, требующей ВАБК. В постперфузионный период с потребностью в инотропных препаратах ассоциировались практически нормальные объемы, площадь сечения ЛЖ и ФСПЛЖ, что ограничивало клиническую значимость установленных предикторов. Чувствительность и специфичность последних, варьирующиеся в пределах 60–70%, указывали на повышенную вероятность ложноположительных и ложноотрицательных прогнозов [17]. Вместе с тем выраженное снижение ФИЛЖ уверенно указывало на риск неблагоприятного исхода, что вполне соответствует современным представлениям о важной диагностической роли интраоперационной ЧПЭхоКГ [15, 27]. Таким образом, последняя была методом, способным прогнозировать миокардиальную дисфункцию после ИК, хотя и имела определенные ограничения.

Наименее прогностически значимым методом мониторинга оказалась ТПТД, хотя термодилуционное определение СВ при ТПТД и ППТД выполняется методом Стюарта – Гамильтона и обеспечивает максимально близкие значения [5, 8]. Тем не менее показатели ТПТД до ИК не прогнозировали вероятность гемодинамических осложнений. В постперфузионный период на риск каких-либо нарушений кровообращения указывали сниженные ГФИС и ИФС. Именно эти два параметра считают информативными характеристиками систолической функции ЛЖ [13]. Однако снижение обоих показателей указывало на риск осложнений и/или летальности с высокой вероятностью ошибок первого и второго рода [17], что делало эти предикторы мало пригодными для использования в клинических условиях.

Полученные результаты не снижают ценности ТПТД для диагностических целей и оценки эффективности мер по коррекции гемодинамики во время кардиохирургических операций, на что указывают ряд авторов [5–7, 11]. Вместе с тем показатели ТПТД и волнометрического мониторинга во время стандартных РМ с ИК не обеспечили прогнозирования гемодинамических осложнений. Видимо, необходимы дальнейшие исследования в этом направлении.

Заключение

Для оценки риска возможных при РМ с ИК гемодинамических нарушений наибольшей информативностью обладают катетеризация легочной артерии с ППТД и ЧПЭхоКГ. До и после ИК ИУРЛЖ, сниженный в 1,5–2,2 раза, ассоциируется с риском различных гемодинамических осложнений и удлинением пребывания в ОРИТ. Снижение характеристик систолической функции ЛЖ ассоциируется с проявлениями миокардиальной дисфункции и риском летальности. Прогностическая значимость параметров ТПТД нуждается в дальнейших исследованиях.

Список литературы / References

1. Леонов Н.П., Струнин О.В., Полятаева Н.В., Ломиворотов В.В., Караськов А.М. Оценка сердечного выброса у детей после кардиохирургических операций: сравнение измерений ультразвукового монитора сердечного выброса и эхокардиографии. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2018; 15 (4): 42–47. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2018-15-4-42-47>
2. Leonov N.P., Strunin O.V., Poletaeva N.V., Lomivorotov V.V., Karaskov A.M. Cardiac output measurement in the children after cardiac surgery: comparison of ultrasound monitoring of cardiac output and echocardiography. Messenger of Anesthesiology and Resuscitation. 2018; 15 (4): 42–47. (In Russ.). <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2018-15-4-42-47>
3. Сметкин А.А., Хусейн А., Фот Е.В., Захаров В.И., Изотова Н.Н., Юдина А.С., Дитяева З.А., Громова Я.В., Кузков В.В., Киров М.Ю. Инвазивный мониторинг сердечного выброса по времени транзита пульсовой волны после аортокоронарного шунтирования на работающем сердце. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2016; 13 (5): 4–10. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2016-13-5-4-10>
4. Smetkin A.A., Hussain A., Fot E.V., Zakharov V.I., Isotova N.N., Yudina A.S., Dityatva Z.A., Gromova Ya.V., Kuzkov V.V., Kirov M.Yu. Invasive monitoring of cardiac output by pulse wave transit time after aortocoronary bypass on the beating heart. Messenger of Anesthesiology and Resuscitation. 2016; 13 (5): 4–10. (In Russ.). <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2016-13-5-4-10>
5. Arora D., Mehta J. Recent trends on hemodynamic monitoring in cardiac surgery. Ann Card Anaesth. 2016; 19 (4): 580–583. <https://doi.org/10.4103/0971-9784.191557>
6. Bignami E., Bellelli A., Moliterni P., Frati E., Guarnieri M., Tritapepe L. Clinical practice in perioperative monitoring in adult cardiac surgery: is there a standard of care? Results from an national survey. J. Clin. Monit. Comput. 2016; 30 (3): 347–65. <https://doi.org/10.1007/s10877-015-9725-4>
7. Carl M., Alms A., Braun J., Dongas A., Erb J., Goetz A., Goepfert M., Gogarten W., Grosse J., Heller A.R., Heringlake M., Kastrup M., Kroener A., Loer S.A., Marggraf G., Markewitz A., Reuter D., Schmitt D.V., Schirmer U., Wiesenack C., Zwissler B., Spies C. S3 guidelines for intensive care in cardiac surgery patients: hemodynamic monitoring and cardiocirculatory system. Ger. Med. Sci. 2010; 8: Doc12. <https://doi.org/10.3205/000101>
8. Grant M.C., Salenger R., Lobdell K.W. Perioperative hemodynamic monitoring in cardiac surgery. Curr. Opin. Anaesthesiol. 2024; 37 (1): 1–9. <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000001327>
9. Klinkmann G., Reuter D.A., Haas S.A. Hemodynamic Monitoring and Optimization in Cardiac Surgery. In: Advanced Hemodynamic Monitoring: Basics and New Horizons. /Ed. Kirov M.Y., Kuzkov V.V., Bernd S. Springer, 2021: 197–208. ISBN 978-3-030-71751-3. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-71752-0>
10. Кузков 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
11. Kuzkov V.V., Kirov M.Yu. Invazivny monitoring gemodinamiki v intensivnoj terapii i anesteziologii. 2 izd. Arhangel'sk: Severny gosudarstvennyy medicinskij universitet. 2015. 392. (In Russ.). ISBN 978-5-91702-180-5
12. Moh'd A.F., Khasawneh M.A., Al-Odwan H.T., Alghoul Y.A., Makahleh Z.M., Altarabshah S.E. Postoperative Cardiac Arrest in Cardiac Surgery-How to Improve the Outcome? Med. Arch. 2021; 75 (2): 149–153. <https://doi.org/10.5455/medarch.2021.75.149-153>
13. Изотова Н.Н., Ильина Я.Ю., Фот Е.В., Сметкин А.А., Кузков В.В., Киров М.Ю. Оценка ультразвукового мониторинга сердечного выброса после ревазуляризации миокарда без искусственного кровообращения. Анестезиология и реаниматология. 2019; 2: 48–55. <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology201902148>
14. Izotova N.N., Ilyina Ya.Yu., Fot E.V., Smetkin A.A., Kuzkov V.V., Kirov M.Yu. Ultrasound monitoring of cardiac output after off-pump coronary artery bypass grafting. Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology = Anesteziologiya i Reanimatologiya. 2019; 2: 48–55. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology201902148>
15. Ленкин А.И., Паромов К.В., Сметкин А.А., Кузков В.В., Сластилин В.Ю., Киров М.Ю. Устранение нарушений гемодинамики при комплексном хирургическом лечении приобретенных клапанных пороков сердца. Общая реаниматология. 2011; 7 (6): 10. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2011-6-10>
16. Lenkin A.I., Paromov K.V., Smetkin A.A., Kuzkov V.V., Slastilin V.Yu., Kirov M.Yu. Correction of Hemodynamic Disorders in the Complex Surgical Correction of Acquired Cardiac Valvular Defects. General Reanimatology. 2011; 7 (6): 10. (In Russ.). <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2011-6-10>
17. Киров М.Ю., Ленкин А.И., Кузков В.В. Применение волюметрического мониторинга на основе транспульмональной термодилуции при кардиохирургических вмешательствах. Общая реаниматология. 2005; 1 (6): 70–79. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2005-6-70-79>
18. Kirov M.Yu., Lenkin A.I., Kuzkov V.V. Use of Transpulmonary Thermodilution-based Volumetric Monitoring During Cardiosurgical Interventions. General Reanimatology. 2005; 1 (6): 70–79. (In Russ.). <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2005-6-70-79>
19. Combes A., Berneau J.B., Luyt C.E., Trouillet J.L. Estimation of left ventricular systolic function by single transpulmonary thermodilution. Intensive Care Med. 2004; 30 (7): 1377–1383. <https://doi.org/10.1007/s00134-004-2289-2>
20. De Backer D., Vincent J.L. The pulmonary artery catheter: is it still alive? Curr Opin Crit Care. 2018; 24 (3): 204–208. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000502>
21. Júnior C.G., Botelho E.S., Diego L.A. Intraoperative monitoring with transesophageal echocardiography in cardiac surgery. Rev. Bras. Anestesiol. 2011; 61 (4): 495–512. [https://doi.org/10.1016/S0034-7094\(11\)70058-7](https://doi.org/10.1016/S0034-7094(11)70058-7)
22. Slama M., Maizel J. Echocardiographic measurement of ventricular function. Curr. Opin. Crit. Care. 2006; 12 (3): 241–248. <https://doi.org/10.1097/01.ccx.0000224869.86205.1a>
23. 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): 105–113. <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2020-17-4-15>
24. Kovalev A.A., Kuznetsov B.K., Yachchenko A.A., Ignatenko V.A. Assessment of the quality of a binary classifier in research. Health and Ecology Issues. 2020; (4): 105–113. (In Russ.). <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2020-17-4-15>
25. Bouchard M.J., Denault A., Couture P., Guertin M.C., Babin D., Ouellet P., Carrier M., Tardif J.C. Poor correlation between hemodynamic and echocardiographic indexes of left ventricular performance in the operating room and intensive care unit. Crit. Care. Med. 2004; 32 (3): 644–648. <https://doi.org/10.1097/01.ccm.0000108877.92124.df>
26. Zitzmann A., Daniel A., Reuter D.A., Loser B. Pulmonary Artery Thermodilution. In: Advanced Hemodynamic Monitoring: Basics and New Horizons / Ed. Kirov M.Y., Kuzkov V.V., Bernd S. Springer, 2021: 51–59. ISBN 978-3-030-71751-3. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-71752-0>
27. Kashiwama N., Toda K., Miyagawa S., Yoshikawa Y., Hata H., Yoshioka D., Sawa Y. Left ventricular stroke work index associated with outcome after mitral valve surgery for functional regurgitation in nonischemic dilated cardiomyopathy. Semin Thorac Cardiovasc Surg. 2020; 32 (4): 698–709. <https://doi.org/10.1053/j.semthor.2019.10.007>
28. Choi J.O., Lee S.C., Choi S.H., Kim S.H., Choi J.H., Park J.R., Song B.G., Chang S.A., Park S.J., Park S.W., Park P.W. Noninvasive assessment of left ventricular stroke work index in patients with severe mitral regurgitation: correlation with invasive measurement and exercise capacity. Echocardiography. 2010; 27 (10): 1161–1169. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8175.2010.01222.x>
29. Jentzer J.C., Anavekar N.S., Burstein B.J., Borlaug B.A., Oh J.K. Noninvasive Echocardiographic Left Ventricular Stroke Work Index Predicts Mortality in Cardiac Intensive Care Unit Patients. Circ. Cardiovasc. Imaging. 2020; 13 (11): e011642. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.120.011642>
30. Kronzon I. Diagnosis and treatment of iatrogenic femoral artery pseudoaneurysm: a review. J. Am. Soc. Echocardiogr. 1997; 10 (3): 236–245. [https://doi.org/10.1016/S0894-7317\(97\)70061-0](https://doi.org/10.1016/S0894-7317(97)70061-0)
31. Lee M.O., Jeong K.U., Kim K.M., Song Y.G. Risk Factors Affecting Complications of Access Site in Vascular Intervention through Common Femoral Artery. Niger J. Clin. Pract. 2022; 25 (1): 85–89. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_37_21
32. Lopes M.C., de Cleve R., Zilberstein B., Gama-Rodrigues J.J. Pulmonary artery catheter complications: report on a case of a knot accident and literature review. Rev. Hosp. Clin. Fac. Med. Sao Paulo. 2004; 59 (2): 77–85. <https://doi.org/10.1590/s0041-87812004000200006>
33. Дзыбинская Е.В., Кричевский Л.А., Харламова И.Е., Козлов И.А. Чреспищеводная эхокардиография в оценке показаний и противопоказаний к ранней активизации после ревазуляризации миокарда. Общая реаниматология. 2011; 7 (1): 42–47. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2011-1-42>
34. Dzybinskaya E.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. (In Russ.). <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2011-1-42>
35. Сондриков 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; 62 (4): 282–285. <https://dx.doi.org/10.18821/0201-7563-2017-62-4-282-285>
36. Sandrikov V.A., Fedulova S.V., Kulagina T.Yu., Dzeranova A.N., Khadzheva D.R. Transesophageal echocardiography in the intraoperative and intensive care periods in cardiac surgery. Anesteziol. Reanimatol. 2017; 62 (4): 282–285. (In Russ.). <https://dx.doi.org/10.18821/0201-7563-2017-62-4-282-285>

Статья поступила / Received 05.09.2024

Получена после рецензирования / Revised 12.09.2024

Принята в печать / Accepted 30.09.2024

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

Овезов Алексей Мурадович, д.м.н., зав. кафедрой анестезиологии и реаниматологии¹. E-mail: amolex@mail.ru. ORCID: 0000-0001-7629-6280

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

Ovezov Alexey M., DM Sci (habil.), head of Dept of Anesthesiology and Reanimatology¹. E-mail: amolex@mail.ru. ORCID: 0000-0001-7629-6280

Rybakov Vladislav Yu., anesthesiologist². E-mail: vladrybakoff@gmail.com. ORCID: 0000-0002-3020-6873

¹ M.F. Vladimirov 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., Ovezov A.M., Rybakov V.Yu. Modern monitoring methods informativeness in assessing the risk of hemodynamic disorders in on pump cardiac surgery (pilot study). Medical alphabet. 2024; (35): 29–38. <https://doi.org/10.3366/2078-5631-2024-35-29-38>

