



Ибадов Р.А., Ибрагимов С.Х. ✉, Эргашев С.П.

Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр хирургии имени академика В. Вахидова, Ташкент, Узбекистан

Эффективность целевой гемодинамической и инфузионной терапии под контролем эхокардиографии при протезировании митрального клапана: улучшение интраоперационных и ранних послеоперационных результатов

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования, редактирование – Ибадов Р.А.; сбор материала, обработка, написание текста – Ибрагимов С.Х., Эргашев С.П.

Подана: 06.09.2024

Принята: 16.01.2025

Контакты: dr.sardor.ibragimov@gmail.com

Резюме

Цель. Изучить влияние целенаправленной гемодинамической и инфузионной терапии под эхокардиографическим (ЭхоКГ) контролем на интраоперационные и ранние послеоперационные результаты у пациентов, перенесших протезирование митрального клапана (ПМК).

Материалы и методы. В исследовании проанализированы данные 146 пациентов с митральной недостаточностью (МН), которым было проведено ПМК. Пациенты были распределены на группы: стандартной гемодинамической терапии (группа сравнения, $n=74$), основанной на предполагаемом предоперационном дефиците объема циркулирующей крови (ОЦК), показателях артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений (ЧСС), центрального венозного давления (ЦВД) и диуреза; целенаправленной терапии (основная группа, $n=72$), основанной на данных интраоперационной чреспищеводной ЭхоКГ (ЧПЭхоКГ) и послеоперационной трансторакальной ЭхоКГ. Группы исследования были репрезентативны и не отличались статистически по предоперационным данным клинического, лабораторного и инструментального обследования. Период исследования начинался с индукции общей анестезии и заканчивался после достижения гемодинамической стабильности. Клиническое выздоровление определялось как успешная экстубация, отсутствие поддержки вазопрессорами и стабильная доза инотропной поддержки в течение >8 часов или 72 часов после поступления в отделение интенсивной терапии. Впоследствии мониторинг вторичных конечных точек продолжался в течение всего пребывания в больнице.

Результаты. Время анестезии сократилось с $255 \pm 15,6$ до $223 \pm 12,9$ минуты ($p=0,02$), а время искусственного кровообращения (ИК) – с $94,0 \pm 3,8$ до $82,0 \pm 2,8$ минуты ($p<0,001$). Трудности при отключении ИК отмечались у 48,6% пациентов в группе сравнения и у 19,4% – в основной группе ($p<0,001$). Объем инфузии до стабилизации



гемодинамики был выше в группе сравнения – $950 \pm 38,4$ мл против $1100 \pm 28,4$ мл в основной группе ($p=0,002$). Инотропные препараты чаще применялись в группе сравнения: допамин использовался у 29,7% пациентов ($p=0,021$), норадреналин – у 24,3% ($p=0,035$). Время искусственной вентиляции легких в основной группе составило $7,33 \pm 0,52$ часа против $13,0 \pm 0,7$ часа в группе сравнения ($p<0,001$), а пребывание в реанимации – $1,1 \pm 0,2$ против $1,8 \pm 0,2$ часа ($p=0,014$). Длительность госпитализации составила $10,1 \pm 0,6$ суток в основной группе и $13,0 \pm 0,9$ суток в группе сравнения ($p=0,008$). Частота острой ишемии миокарда была ниже в основной группе – 2,8% против 12,2% в группе сравнения ($p=0,026$).

Заключение. Использование ЭхоКГ в реальном времени для целенаправленной терапии периоперационных гемодинамических и волевических нарушений при ПМК позволяет снизить риски и повысить эффективность лечения пациентов с МН.

Ключевые слова: митральная недостаточность, протезирование митрального клапана, эхокардиографический контроль, целенаправленная гемодинамическая и инфузионная терапия, интраоперационные и ранние послеоперационные результаты

Ibadov R., Ibragimov S. ✉, Ergashev S.

Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center for Surgery
named after Academician V. Vakhidov, Tashkent, Uzbekistan

Efficacy of Targeted Hemodynamic and Fluid Therapy under Echocardiography Control in Mitral Valve Replacement: Improving Intraoperative and Early Postoperative Outcomes

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: study concept and design, editing – Ibadov R.; material collection, processing, text writing – Ibragimov S., Ergashev S.

Submitted: 06.09.2024

Accepted: 16.01.2025

Contacts: dr.sardor.ibragimov@gmail.com

Abstract

Purpose. To study the effect of targeted hemodynamic and infusion therapy under echocardiographic (EchoCG) control on intraoperative and early postoperative outcomes in patients undergoing mitral valve replacement (MVR).

Materials and methods. The study analyzed data from 146 patients with mitral regurgitation (MR) who underwent MVR. The patients were divided into the following groups: standard hemodynamic therapy (comparison group, $n=74$), based on the estimated preoperative BCC deficit, blood pressure (BP), heart rate (HR), central venous pressure (CVP), and diuresis; and targeted therapy (main group, $n=72$), based on intraoperative transesophageal EchoCG (TEE) and postoperative transthoracic EchoCG. The study groups were representative and did not differ statistically in preoperative clinical, laboratory, and instrumental examination data. The study period started with general anesthesia

induction and ended upon reaching hemodynamic stability. Clinical recovery was defined as successful extubation, no vasopressor support, and stable inotropic support dose for >8 hours or 72 hours after admission to the intensive care unit. Subsequently, secondary endpoints monitoring continued throughout the whole hospital stay.

Results. The anesthesia time decreased from 255 ± 15.6 to 223 ± 12.9 minutes ($p=0.02$), and the artificial circulation (AC) time decreased from 94.0 ± 3.8 to 82.0 ± 2.8 minutes ($p<0.001$). Difficulties in disconnecting AC were noted in 48.6% of patients in the comparison group and in 19.4% in the main group ($p<0.001$). The infusion volume before hemodynamic stabilization was higher in the comparison group with 950 ± 38.4 ml versus 1100 ± 28.4 ml in the main group ($p=0.002$). Inotropic drugs were used more often in the comparison group: dopamine was used in 29.7% of patients ($p=0.021$), norepinephrine was used in 24.3% ($p=0.035$). The duration of artificial ventilation in the main group was 7.33 ± 0.52 hours versus 13.0 ± 0.7 hours in the comparison group ($p<0.001$), and the stay in intensive care was 1.1 ± 0.2 versus 1.8 ± 0.2 hours ($p=0.014$). The duration of hospitalization was 10.1 ± 0.6 days in the main group and 13.0 ± 0.9 days in the comparison group ($p=0.008$). The incidence of acute myocardial ischemia was lower in the main group with 2.8% versus 12.2% in the comparison group ($p=0.026$).

Conclusion. The use of real-time EchoCG for targeted therapy of perioperative hemodynamic and volume disorders in MVR allows reducing risks and increasing the effectiveness of MR patient's treatment.

Keywords: mitral regurgitation; mitral valve replacement; echocardiographic control; targeted hemodynamic and infusion therapy; intraoperative and early postoperative results

■ ВВЕДЕНИЕ

Митральная недостаточность (МН) является одним из наиболее распространенных приобретенных пороков клапанов сердца, требующих хирургического вмешательства. Протезирование митрального клапана (ПМК) остается стандартом лечения МН, связанной с высоким риском развития сердечной недостаточности (СН) и ухудшением качества жизни пациентов [1–3]. При этом, несмотря на значительные достижения в кардиохирургии, уровень послеоперационной смертности и осложнений остается значительным, что зачастую обусловлено волевыми нарушениями и гемодинамической нестабильностью, возникающими как в ходе операции, так и в раннем послеоперационном периоде [4, 5].

Гемодинамический мониторинг, являясь ключевым компонентом анестезиологического и реаниматологического пособия в кардиохирургии, позволяет своевременно выявлять изменения объема циркулирующей крови (ОЦК), артериального и центрального венозного давления (ЦВД), а также другие важные параметры, влияющие на исход операции [5].

В последние годы все большее внимание уделяется использованию эхокардиографии (ЭхоКГ) как метода, способного обеспечить точный и неинвазивный мониторинг гемодинамики в режиме реального времени, позволяя визуализировать структуру и функцию сердца, оценивать объем предсердий и желудочков, фракцию выброса и другие ключевые параметры, что делает ее незаменимым инструментом в управлении гемодинамикой у пациентов с МН [6–8].



Основанная на данных интраоперационной транспищеводной ЭхоКГ (ТПЭхоКГ) и послеоперационной трансторакальной ЭхоКГ (ТТЭхоКГ) целенаправленная гемодинамическая и инфузионная терапия может обеспечить улучшение гемодинамических показателей путем оптимизации сердечного выброса (СВ) и доставки кислорода к тканям при использовании специальных методов мониторинга, таких как измерение ударного объема (УО), фракции укорочения левого желудочка (ФУ ЛЖ), внутрисердечного и внутривентрикулярного давления, и других параметров [7, 9, 10].

Несмотря на преимущества, данные о реальной эффективности целенаправленной гемодинамической и инфузионной терапии в кардиохирургии остаются разрозненными, поскольку не все исследования показывают однозначное улучшение выживаемости и снижения осложнений. В связи с этим требуется больше клинических данных для окончательного подтверждения ее пользы у различных категорий пациентов.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить влияние целенаправленной гемодинамической и инфузионной терапии под ЭхоКГ-контролем на интраоперационные и ранние послеоперационные результаты у пациентов, перенесших ПМК.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании проанализированы данные 146 пациентов с МН, которым было проведено ПМК в ГУ «Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр хирургии имени академика В. Вахидова». Исследование включало проспективный анализ клинических данных пациентов.

Критерии включения: возраст старше 18 лет, подтвержденный диагноз МН различной этиологии, необходимость хирургического вмешательства в виде ПМК. Исключены пациенты с тяжелыми сопутствующими заболеваниями, которые могли значительно повлиять на исходы операции (серьезные нарушения функции сердца или почек (ФВ < 30%; рСКФ < 30 мл/мин/1,73 м²), анемия, требующая переливания препаратов крови, хронические воспалительные заболевания, длительное лечение стероидными препаратами, хронические заболевания печени (билирубин > 3 мг/дл), активная инфекция или сепсис, экстренное или повторное хирургическое вмешательство, плановая терапия экстракорпоральными методами детоксикации.

Протокол предоперационной подготовки включал тщательную оценку состояния пациентов с использованием ЭхоКГ, электрокардиографии (ЭКГ), лабораторных тестов (общий анализ крови, биохимический анализ крови, коагулограмма), а также оценку функции легких и почек. Оперативное вмешательство проводилось под общим эндотрахеальным наркозом в условиях искусственного кровообращения (ИК) и кардиopleгии. Интраоперационно и в послеоперационном периоде проводился контроль основных показателей гемодинамики, включая центральное венозное давление, артериальное давление, сердечный ритм и сатурацию кислорода.

Размер выборки в 146 пациентов был сочтен достаточным в соответствии с изученной литературой. Пациенты были распределены на группы:

- стандартной гемодинамической терапии (группа сравнения, n=74), основанной на предполагаемом предоперационном дефиците ОЦК, показателях артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений (ЧСС), ЦВД и диуреза;

- целенаправленной терапии (основная группа, n=72), основанной на данных интраоперационной чреспищеводной ЭхоКГ (ЧПЭхоКГ) и послеоперационной ТТЭхоКГ.

При оценке эффективности коррекция волевых расстройств и восстановление адекватной гемодинамики первичной конечной точкой были послеоперационные сердечно-сосудистые, легочные и ренальные осложнения. Вторичные конечные точки включали гемодинамические, волевые параметры и продолжительность пребывания в ОРИТ.

Продолжительность анестезии (минуты) определяли по времени, начинающемуся, когда пациент поступает в операционную, и заканчивающемуся, когда пациент покидает операционную. Гемодинамическая нестабильность определялась как затрудненное отлучение от ИК с потребностью как вазопрессоров, так и инотропов или дополнительных препаратов, или возобновление механической поддержки кровообращения, например, временное восстановление ИК.

Продолжительность вазопрессорной поддержки после поступления в ОРИТ определена как время от приема до прекращения вазопрессоров.

Продолжительность пребывания в стационаре (дни) рассчитана как продолжительность одного эпизода госпитализации, рассчитанная путем вычитания дня поступления в ОРИТ из дня выписки.

Острое повреждение почек (ОПП) определялось в соответствии с критериями KDIGO [11], согласно которым стадия 1 ОПП определяется как повышение уровня креатинина в сыворотке >26 мкмоль/л в течение 48 часов или снижение диуреза ($<0,5$ мл/кг/ч в течение 6–12 ч.), а стадия 2 – как повышение сывороточного креатинина в 2,0–2,9 раза от исходного уровня или снижение диуреза ($<0,5$ мл/кг/ч в течение более 12 ч.).

Методы статистической обработки данных включали расчет средних значений и стандартных отклонений для количественных переменных, оценку достоверности различий с использованием критерия Стьюдента и U-критерия Манна – Уитни для независимых выборок. Статистическая значимость принималась при уровне $p < 0,05$.

В обеих группах пациенты имели схожие демографические характеристики с преобладанием мужского пола и среднего возраста. Оценка СН проводилась с использованием классификации Нью-Йоркской ассоциации сердца (NYHA) [12], большинство пациентов имели выраженную СН, отнесенную к III и IV функциональным классам. Распределение пациентов по степени МН и наличию сопутствующих заболеваний также не имело статистической разницы (табл. 1). Анамнез показал, что пациенты в обеих группах чаще всего принимали препараты группы АРА-2 и блокаторы рецепторов ангиотензина II. Предоперационная оценка риска кардиохирургии по EuroSCORE [13] показала сравнимость групп (табл. 1).

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Продолжительность анестезии (мин.) была сокращена с $255 \pm 15,6$ мин. до $223 \pm 12,9$ мин. ($p = 0,02$) при практически равном времени хирургии и времени окклюзии аорты (рис. 1). Время ИК было также сокращено с $94,0 \pm 3,8$ мин. до $82,0 \pm 2,8$ мин. ($p < 0,001$) с учетом случаев с трудностями при отключении ИК, которые были отмечены с частотой 48,6% и 19,4% ($< 0,001$) в группе сравнения и основной группе соответственно.

Таблица 1
Демографические и клинические данные пациентов
Table 1
Patients' demographic and clinical data

Возраст пациентов	Группа сравне- ния (n=74)	Основная группа (n=72)	p-value
Средний возраст, Mean (Min–Max)	41,1 (19–68)	45,0 (19–68)	0,582
Мужчины/женщины	42/32	39/33	0,753
Индекс массы тела, Mean (Min–Max)	28,3±5 (24–30)	29,2±5 (23–27)	0,44
Функциональный класс по классификации Нью-Йоркской ассоциации сердца (NYHA), n (%)			
III	42 (56,8%)	39 (54,2%)	0,753
IV	32 (43,2%)	33 (45,8%)	
Степень МН, n (%)			
III	66 (89,2%)	66 (91,7%)	0,612
IV	8 (10,8%)	6 (8,3%)	
Сопутствующая патология, n (%)			
Сахарный диабет	24 (32,4%)	23 (31,9%)	0,662
Гипертензия	58 (78,4%)	56 (77,8%)	0,547
Легочная гипертензия (ЛГ)	60 (81,1%)	58 (80,6%)	0,463
Умеренная ЛГ	44 (59,5%)	43 (59,7%)	0,435
Тяжелая ЛГ	16 (21,6%)	15 (20,8%)	0,334
Анамнез лекарственной терапии, n (%)			
АРА-2	42 (56,8%)	40 (55,6%)	0,542
Блокаторы рецепторов ангиотензина II	44 (59,5%)	43 (59,7%)	0,945
Блокаторы кальциевых каналов	16 (21,6%)	15 (20,8%)	0,882
Петлевые диуретики	18 (24,3%)	17 (23,6%)	0,674
Амиодарон	8 (10,8%)	6 (8,3%)	0,865
Предоперационная оценка риска, Mean (Min–Max)			
EuroSCORE	3,3 (1,7–5,8)	3,4 (1,8–6,2)	0,542

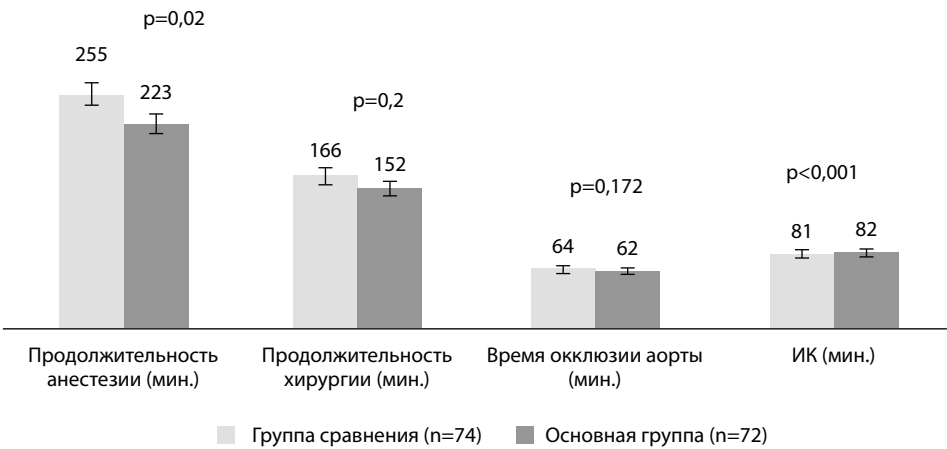


Рис. 1. Параметры времени анестезии и хирургии
Fig. 1. Anesthesia and surgery time parameters

Относительно показателей интраоперационной инфузионной и трансфузионной терапии были получены результаты, представленные в табл. 2. Основные различия между группами заключаются в большем объеме внутривенной инфузии в основной группе (1100 мл против 950 мл, $p=0,002$), тогда как по остальным показателям значимых различий не наблюдается. Так, в группе сравнения средний объем инфузии кристаллоидов составил 3,1 мл/кг/ч, что несколько больше, чем в основной группе (2,8 мл/кг/ч) ($p=0,52$). Общий объем кристаллоидов также был немного меньше в группе сравнения (480 мл против 500 мл) ($p=0,65$). Различия в объемах инфузии коллоидов между группами минимальны: 1,6 мл/кг/ч в группе сравнения и 1,5 мл/кг/ч в основной группе ($p=0,426$). Применение коллоидов в обеих группах было схожим, составив 8,1% в группе сравнения и 7,0% в основной группе ($p=0,812$). Частота использования гемотрансфузии была практически одинаковой в обеих группах: 8,1% в группе сравнения и 7,0% в основной группе ($p=0,812$). Показатели диуреза были схожими в обеих группах, 1,05 мл/кг/ч в группе сравнения и 1,10 мл/кг/ч в основной группе ($p=0,614$). Общий диурез также показал практически идентичные значения (465 мл против 470 мл, $p=0,883$).

В группе сравнения со значительной статистической разницей чаще были использованы вазопрессорные и инотропные препараты (рис. 2). Так, для гемодинамической стабилизации в большинстве случаев применен допамин как в группе сравнения (29,7%; 22 из 74), так и в основной группе (13,9%; 10 из 72) ($p=0,021$). Следующим препаратом был вазопрессор норадреналин, который вводился в 24,3% (18 из 74) случаев в группе сравнения и 11,1% (8 из 72) – в основной группе ($p=0,035$).

Средние дозы адреналина ($p=0,005$), норадреналина ($p=0,035$), допамина ($p=0,04$) и добутамина ($p=0,02$) были ниже у пациентов основной группы по сравнению с группой сравнения. Кумулятивные дозы инотропной и вазопрессорной поддержки также были выше в группе сравнения (табл. 3).

Если до начала ИК средние гемодинамические показатели в отношении среднего артериального давления (САД) и ЧСС были сопоставимы между группами, то после ИК в основной группе получены статистически значимо лучшие данные, чем в

Таблица 2
Показатели интраоперационной инфузионной и трансфузионной терапии
Table 2

Intraoperative infusion and transfusion therapy parameters

Показатель	Группа сравнения (n = 74)	Основная группа (n = 72)	p-value
Кристаллоиды, мл/кг/ч	3,1 (2,4–7,8)	2,8 (2,3–6,8)	0,52
Коллоиды, мл/кг/ч	1,6 (1,4–1,8)	1,5 (1,2–1,8)	0,426
Всего кристаллоидов, мл	480 (350–550)	500 (400–600)	0,65
Коллоиды, n (%)	6 (8,1%)	5 (7,0%)	0,812
Применение гемотрансфузии, n (%)	6 (8,1%)	5 (7,0%)	0,812
Объем в/в инфузии, мл	950±38,4 (750–1300)	1100±28,4 (800–1400)	0,002
Диурез, мл/кг/ч	1,05±0,07 (0,70–1,70)	1,10±0,07 (0,80–1,80)	0,614
Общий диурез, мл	465±23,9 (300–600)	470±24,2 (350–550)	0,883
Кровопотеря, мл	322±18,4 (200–500)	326±19,2 (200–500)	0,788
Водный баланс, мл	135±12,5 (50–250)	140±13,8 (50–300)	0,14

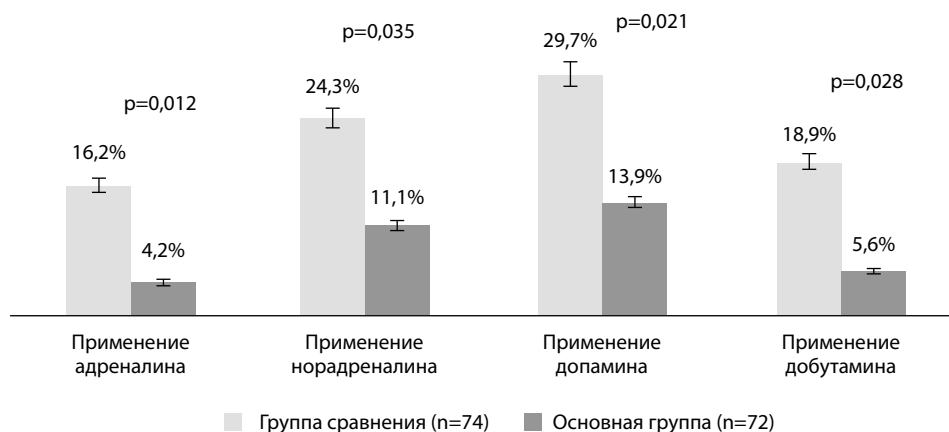


Рис. 2. Сравнительные данные применения инотропной и вазопрессорной поддержки гемодинамики

Fig. 2. Comparative data on the use of inotropic and vasopressor hemodynamic support

группе сравнения (табл. 4). К концу операции были достигнуты сравнительно равные цифры САД в группах исследования ($p=0,37$) при сохраняющейся межгрупповой статистической разнице в отношении ЧСС ($p=0,0005$).

Необходимо отметить, что интраоперационные респираторные показатели были сопоставимы между группами, что исключает их влияние на полученные результаты

Таблица 3

Сравнительные данные по средним и кумулятивным дозам препаратов инотропной и вазопрессорной поддержки гемодинамики

Table 3

Comparative data on average and cumulative doses of inotropic and vasopressor hemodynamic support drugs

Показатель	Группа сравнения (n=74)	Основная группа (n=72)	p-value
Средняя доза адреналина, мкг/кг/мин	$0,07 \pm 0,01$ (0,05–0,08)	$0,03 \pm 0,01$ (0,02–0,05)	0,005
Средняя доза норадреналина, мкг/кг/мин	$0,06 \pm 0,01$ (0,03–0,07)	$0,03 \pm 0,01$ (0,03–0,07)	0,035
Средняя доза допамина, мкг/кг/мин	$5,4 \pm 0,42$ (3–7)	$4,2 \pm 0,4$ (3–7)	0,04
Средняя доза добутамина, мкг/кг/мин	$8,5 \pm 0,9$ (3–12)	$5,6 \pm 0,8$ (3–12)	0,02
Кумулятивная доза адреналина, мкг/кг	$5,9 \pm 0,56$ (2,8–7,6)	$3,4 \pm 0,4$ (1,6–4,4)	0,03
Кумулятивная доза норадреналина, мкг/кг	$6,3 \pm 0,7$ (3,6–9,8)	$4,5 \pm 0,52$ (2,9–9,1)	0,041
Кумулятивная доза допамина, мкг/кг	$6,7 \pm 0,8$ (3,6–10,9)	$4,7 \pm 0,5$ (3,2–10,2)	0,036
Кумулятивная доза добутамина, мкг/кг	$6,8 \pm 0,73$ (4,2–11,0)	$4,8 \pm 0,62$ (3,8–10,4)	0,04

Таблица 4
Сравнительные интраоперационные гемодинамические параметры
Table 4
Comparative intraoperative hemodynamic parameters

Показатель	Группа сравнения (n=74)	Основная группа (n=72)	p-value
Перед началом ИК			
САД, мм рт. ст.	66,8±2,1 (53–76)	70,2±2,3 (56–80)	0,28
ЧСС, уд/мин	62,6±1,9 (55–70)	65,8±1,4 (62–75)	0,18
После ИК			
САД, мм рт. ст.	69,8±1,6 (64–80)	75,1±1,9 (65–84)	0,034
ЧСС, уд/мин	95,6±2,3 (80–110)	88,4±2,5 (82–95)	0,036
Окончание операции			
САД, мм рт. ст.	81,2±2,2 (72–93)	84,1±2,4 (76–99)	0,37
ЧСС, уд/мин	97,4±2,9 (85–105)	85,3±2,4 (80–95)	0,0005

состояния гемодинамики. Анализ кислотно-щелочного состояния после ИК также показал незначимую межгрупповую разницу, что свидетельствовало об адекватной поддержке гемодинамических и респираторных данных в ходе операции независимо от примененного мониторинга (табл. 5).

В основной группе пациентов в 50% (36 из 72) случаев в ближайшем периоде после ПМК отмечено повышение давления в левом предсердии (ЛП) до 13–15 мм рт. ст. в течение первых 6 часов, у 12,5% (9 из 72) пациентов высокое давление в ЛП сохранялось в течение первых суток после операции. В остальных случаях гемодинамической нестабильности отмечен положительный ответ на инфузионную и фармакологическую коррекцию.

Частота послеоперационных наблюдений пациентов с ОПП была ниже в основной группе (5,6% против 8,1%, $p=0,778$). Среди кардиальных осложнений мы наблюдали, как и ожидалось, чаще всего эпизоды гипотензии, которые в первые 24 часа отмечены в 48,6% (36 из 74) случаев в группе сравнения, что было выше, чем в основной группе, где коррекция гипотензии потребовалась в 19,4% (14 из 72) случаев ($p<0,001$).

Таблица 5
Интраоперационные респираторные показатели и кислотно-щелочное состояние артериальной крови после ИК
Table 5
Intraoperative respiratory parameters and acid-base balance of arterial blood after CPB

Показатель	Группа сравнения (n=74)	Основная группа (n=72)	p-value
Дыхательный объем, мл/кг	6,5±0,12 (6–7)	6,3±0,1 (6–7)	0,202
Инспираторное давление (P _{insp}), см вод. ст.	13,5±0,4 (12–18)	12,6±0,4 (12–18)	0,113
Положительное давление конца выдоха (PEEP), см вод. ст.	5,6±0,3 (3–8)	5,2±0,4 (3–8)	0,425
Гемоглобин, г/л	108,2±6,3 (96–124)	114,3±4,8 (90–132)	0,742
Индекс оксигенации (pO ₂ /FiO ₂), мм рт. ст.	278,6±15,3 (210–340)	288,1±13,3 (220–350)	0,442
Лактат, ммоль/л	1,8±0,9 (1,6–2,6)	1,6±0,7 (1,2–2,4)	0,861

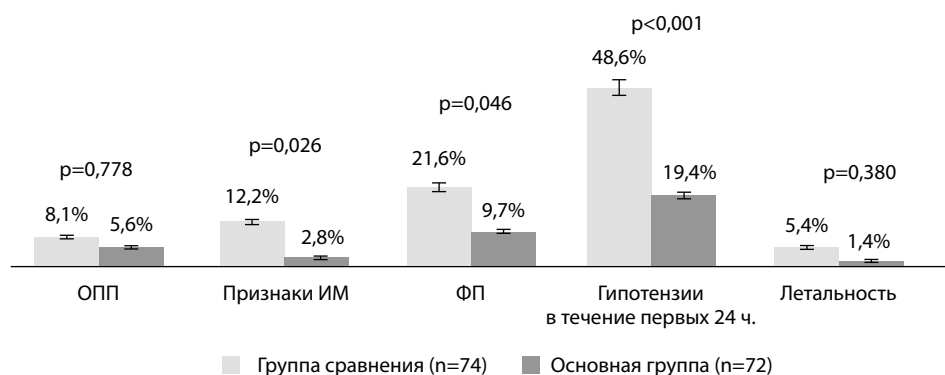


Рис. 3. Послеоперационные почечные, кардиальные осложнения и летальность
Fig. 3. Postoperative renal and cardiac complications and mortality

ЭКГ-признаки ишемии миокарда были выявлены всего в 2,8% (2 из 72) случаев в основной группе и 12,2% (9 из 74) – в группе сравнения ($p=0,026$). Фибрилляция предсердий (ФП) с гемодинамической нестабильностью отмечалась с более низкой частотой в основной группе (9,7%; 7 из 72), чем в группе сравнения (21,6%; 16 из 74) ($p=0,046$) (рис. 3).

Все пациенты поступали в отделение реанимации на искусственной вентиляции легких (ИВЛ), продолжительность которой в группе сравнения в среднем составила $13,0 \pm 0,7$ (8,4–18,5) ч., а в основной группе – $7,33 \pm 0,52$ (4,2–12,4) ч. ($p<0,001$). Соответственно, длительность пребывания пациентов в реанимации также была меньше в основной группе – $1,1 \pm 0,2$ (0,8–3,7) ч. против $1,8 \pm 0,2$ (0,8–3,7) ч. в группе сравнения ($p=0,014$). Меньшее количество случаев гемодинамической нестабильности и длительной фармакологической терапии привело также к уменьшению показателя общей продолжительности стационарного лечения с $13,0 \pm 0,9$ (7–18) суток в группе сравнения до $10,1 \pm 0,6$ (6–16) суток ($p=0,008$) в основной группе (табл. 4).

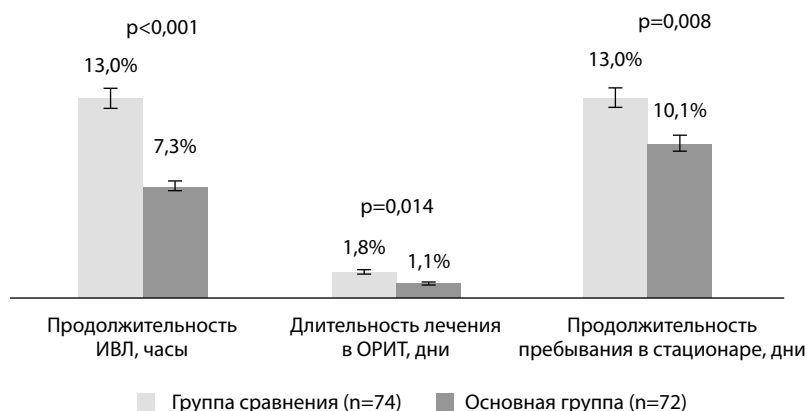


Рис. 4. Показатели продолжительности ИВЛ, интенсивной терапии и пребывания в стационаре
Fig. 4. Mechanical ventilation, intensive care and hospital stay duration

Таблица 6
Послеоперационные характеристики гемодинамической и инфузионной поддержки
Table 6
Postoperative characteristics of hemodynamic and infusion support

Показатель	Группа сравнения (n=74)	Основная группа (n=72)	P-значение
Время до стабилизации гемодинамики (ч.)	10,6±0,5 (6,4–13,4)	6,5±0,44 (3,2–10,1)	<0,001
Средняя скорость введения в/в инфузии норадреналина (мкг/кг/мин)	0,05±0,001 (0,03–0,07)	0,03±0,001 (0,02–0,07)	<0,001
Средняя скорость введения в/в инфузии адреналина (мкг/кг/мин)	0,05±0,01 (0,03–0,08)	0,03±0,001 (0,02–0,05)	<0,001
Средняя скорость введения в/в инфузии допамина (мкг/кг/мин)	6,0±0,29 (5–8)	5,2±0,12 (5–6)	0,03
Средняя скорость введения в/в инфузии добутамина (мкг/кг/мин)	8,7±0,44 (6–12)	6,5±0,26 (5–8)	<0,001
Общий объем в/в инфузии (мл) до стабилизации гемодинамики	1160,5±50,4 (720–1450)	723,0±58,2 (410–1200)	<0,001

Время до стабилизации гемодинамики составило 10,6±0,5 (6,4–13,4) ч. в группе сравнения и 6,5±0,44 (3,2–10,1) – в основной группе (p<0,001). Средняя скорость введения в/в инфузии норадреналина до гемодинамической стабилизации была ниже в основной группе, чем в группе сравнения (0,03±0,001 (0,02–0,07) мкг/кг/мин против 0,05±0,001 (0,03–0,07) мкг/кг/мин (p<0,001)), так же как и средняя скорость введения в/в инфузии адреналина (0,03±0,001 (0,02–0,05) мкг/кг/мин против 0,05±0,01 (0,03–0,08) мкг/кг/мин (p<0,001)), средняя скорость введения в/в инфузии допамина (5,2±0,12 (5–6) мкг/кг/мин против 6,0±0,29 (5–8) мкг/кг/мин (p=0,03)) и средняя скорость введения в/в инфузии добутамина (6,5±0,26 (5–8) мкг/кг/мин против 8,7±0,44 (6–12) мкг/кг/мин (p<0,001)).

Общий объем в/в инфузии до стабилизации гемодинамики, соответственно, был выше в группе сравнения, составив 1160,5±50,4 (720–1450) мл против 723,0±58,2 (410–1200) мл в основной группе (p<0,001).

■ ОБСУЖДЕНИЕ

На сегодняшний день анестезиологическое и реанимационное обеспечение операций на сердце, включая и трансплантацию органа, достигло определенного совершенства и не является предметом дискуссии в отношении адекватного мониторинга и стандартизации тактики проведения анестезии, подключения аппаратов ИК и ведения ближайшего послеоперационного периода.

Тем не менее одним из моментов, который может иметь научно-практическую значимость, несмотря на внедрение современной транспищеводной и трансторакальной ЭхоКГ, является усовершенствование некоторых аспектов мониторинга волемического статуса при проведении операций на сердце, в том числе при клапанной патологии.

Данные некоторых исследований подчеркивают неоднозначные результаты целенаправленной гемодинамической терапии в кардиохирургии, указывая на преимущества в снижении частоты осложнений, но с неокончательными результатами в отношении летальности. Также акцентируется внимание на



необходимости индивидуализированного подхода к управлению объемом жидкости и гемодинамикой [14–18].

Так, H.D. Aya et al. (2013) провели систематический обзор и метаанализ пяти исследований, включающих 699 пациентов, перенесших кардиохирургические операции. Их результаты показали, что целенаправленная терапия (GDT) привела к снижению послеоперационных осложнений (21 пациент в группе GDT против 51 в контрольной группе) и сокращению продолжительности пребывания в стационаре (на 2,21 дня). Однако они не обнаружили статистически значимого влияния на смертность. Авторы также отметили ограничения, такие как низкое методологическое качество из-за невозможности двойного ослепления и небольшие размеры выборки, что могло повлиять на результаты по смертности [14].

В исследовании M. Doherty et al. (2012) обсуждали физиологию распределения жидкости в организме и динамику капиллярно-тканевого потока, приводили обоснование применения различных режимов инфузионной терапии, делали акцент на увеличении использования индивидуализированной целенаправленной инфузионной терапии в кардиохирургии, что стало возможным за счет внедрения технологий минимально инвазивного мониторинга, таких как ТПЭхоКГ [16].

W.T. McGee et al. (2013) предоставили обзор, посвященный целенаправленной гемодинамической и инфузионной терапии у хирургических пациентов. Они представили алгоритм, который физиологически обоснован и может улучшить исходы у этих групп пациентов. Авторы подчеркивают важность перехода от стандартных методов управления (предполагаемый предоперационный дефицит объема, АД, ЧСС, ЦВД и диурез) к более индивидуализированным и целенаправленным подходам, хотя вопрос о том, как именно это должно быть применено в кардиохирургии, остается открытым для дальнейшего изучения [17].

В метаанализе N. Arulkumaran et al. (2014) подчеркивается безопасность и эффективность применения целенаправленной гемодинамической и инфузионной терапии у пациентов с высоким хирургическим риском со снижением общей частоты сердечно-сосудистых осложнений ($OR=0,54$, $P=0,0005$) и аритмий ($OR=0,54$, $P=0,007$), при этом не увеличивается риск острого отека легких ($OR=0,69$, $P=0,12$) или ишемии миокарда ($OR=0,70$, $P=0,25$) [19].

В публикациях последних десяти лет акцентируется внимание на важности внедрения протоколов целенаправленной терапии для гемодинамической оптимизации в кардиохирургии, основанных на фактических данных повышения качества клинического ведения и экономической эффективности [20–23].

Результаты нашего исследования показали, что пациенты в основной группе продемонстрировали улучшенные периоперационные результаты по сравнению с группой сравнения. Сокращение времени анестезии и ИК, более низкая частота использования инотропной и вазопрессорной поддержки, а также улучшенные гемодинамические параметры свидетельствуют о лучшем управлении периоперационными показателями в основной группе. Частота использования инотропов и вазопрессоров была значительно ниже в основной группе, что подчеркивает более стабильное состояние пациентов, связанное с оптимизированным ведением гемодинамики. Кроме того, время до стабилизации гемодинамики было значительно короче в основной группе, что подтверждает более эффективное ведение гемодинамических параметров и уменьшение необходимости в длительной фармакологической поддержке.

Отмечено также уменьшение частоты послеоперационных осложнений, таких как аритмии, острое повреждение почек и гипотензия. Более короткая продолжительность ИВЛ и пребывания в отделении интенсивной терапии, наблюдаемая в группе с контролем ЭхоКГ в нашем исследовании, является еще одним важным выводом.

Полученные нами данные согласуются с результатами проспективного рандомизированного контролируемого исследования E.A. Osawa et al. (2016), в котором пациенты из группы целенаправленной терапии получили больший объем внутривенных жидкостей, чем группа обычного ухода ($p < 0,001$), без различий в назначении инотропов или переливании эритроцитов. Частота послеоперационных осложнений сократилась до 27,4% ($p = 0,037$). Авторы также наблюдали более низкую кумулятивную дозу добутамина ($p = 0,003$) и более короткое пребывание в отделении интенсивной терапии ($p < 0,001$) и продолжительности пребывания в больнице ($p = 0,049$) в группе целенаправленной терапии [20].

Исследование Н. Patel et al. (2020), проведенное среди индийских пациентов, показало значительное снижение осложнений, особенно в отношении острой почечной недостаточности, хотя различий в смертности не было. Важно отметить, что протокол терапии в этом исследовании включал использование большего объема инфузий [23]. В нашей работе мы отмечаем снижение объема послеоперационной инфузии, необходимого для достижения гемодинамической стабильности.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование ЭхоКГ в реальном времени для целенаправленной терапии периперационных гемодинамических и волевических нарушений при ПМК позволяет снизить риски и повысить эффективность лечения пациентов, улучшить интраоперационные и ранние послеоперационные результаты, ускорить общее восстановление, сократить продолжительность пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии и снизить потребность в фармакологических вмешательствах.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al.; ESC/EACTS Scientific Document Group. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2022 Feb 12;43(7):561–632. doi: 10.1093/eurheartj/ehab395. Erratum in: *Eur Heart J*. 2022 Jun 1;43(21):2022. doi: 10.1093/eurheartj/ehac051
2. Writing Committee Members; Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2021 Feb 2;77(4):450–500. doi: 10.1016/j.jacc.2020.11.035
3. Maganti K, Rigolin VH, Sarano ME, Bonow RO. Valvular heart disease: diagnosis and management. *Mayo Clin Proc*. 2010 May;85(5):483–500. doi: 10.4065/mcp.2009.0706
4. Kaneko T, Cohn LH. Mitral valve repair. *Circ J*. 2014;78(3):560–6. doi: 10.1253/circj.cj-14-0069
5. Grant MC, Salenger R, Lobdell KW. Perioperative hemodynamic monitoring in cardiac surgery. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2024 Feb 1;37(1):1–9. doi: 10.1097/ACO.0000000000001327
6. Sidebotham DA, Allen SJ, Gerber IL, Fayers T. Intraoperative transesophageal echocardiography for surgical repair of mitral regurgitation. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014 Apr;27(4):345–66. doi: 10.1016/j.echo.2014.01.005
7. Drake DH, Zimmerman KG, Hepner AM, Nichols CD. Echo-guided mitral repair. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2014 Jan;7(1):132–41. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.112.000458
8. Zoghbi WA, Adams D, Bonow RO, et al. Recommendations for Noninvasive Evaluation of Native Valvular Regurgitation: A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr*. 2017 Apr;30(4):303–371. doi: 10.1016/j.echo.2017.01.007
9. Rong LQ. An update on intraoperative three-dimensional transesophageal echocardiography. *J Thorac Dis*. 2017 Apr;9(Suppl 4):S271–S282. doi: 10.21037/jtd.2017.03.123
10. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016 Dec;17(12):1321–1360. doi: 10.1093/ehjci/jew082

11. Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury. *Nephron Clin Pract.* 2012;120(4):c179–84. doi: 10.1159/000339789
12. The Criteria Committee of the New York Heart Association. Nomenclature and Criteria for Diagnosis of Diseases of the Heart and Great Vessels. 9th ed. Boston, Mass: Little, Brown & Co. 1994;253–256.
13. Nashef SA, Roques F, Michel P, et al. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999 Jul;16(1):9–13. doi: 10.1016/s1010-7940(99)00134-7
14. Aya HD, Cecconi M, Hamilton M, Rhodes A. Goal-directed therapy in cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2013 Apr;110(4):510–7. doi: 10.1093/bja/aet020
15. Giglio M, Dalfino L, Puntillo F, et al. Haemodynamic goal-directed therapy in cardiac and vascular surgery. A systematic review and meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2012 Nov;15(5):878–87. doi: 10.1093/icvts/ivs323
16. Doherty M, Buggy DJ. Intraoperative fluids: how much is too much? *Br J Anaesth.* 2012 Jul;109(1):69–79. doi: 10.1093/bja/aes171
17. McGee WT, Raghunathan K. Physiologic goal-directed therapy in the perioperative period: the volume prescription for high-risk patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2013 Dec;27(6):1079–86. doi: 10.1053/j.jvca.2013.04.019
18. Fergerson BD, Manecke GR Jr. Goal-directed therapy in cardiac surgery: are we there yet? *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2013 Dec;27(6):1075–8. doi: 10.1053/j.jvca.2013.08.004
19. Arulkumaran N, Corredor C, Hamilton MA, et al. Cardiac complications associated with goal-directed therapy in high-risk surgical patients: a meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2014 Apr;112(4):648–59. doi: 10.1093/bja/aet466
20. Osawa EA, Rhodes A, Landoni G, et al. Effect of perioperative goal-directed hemodynamic resuscitation therapy on outcomes following cardiac surgery: a randomized clinical trial and systematic review. *Crit Care Med.* 2016 Apr;44(4):724–33. doi: 10.1097/CCM.0000000000001479
21. Saraf S, Karnad DR. Goal-directed Therapy: Does It Work in Postcardiac Surgery Patients, Unlike in Sepsis? *Indian J Crit Care Med.* 2020 May;24(5):287–288. doi: 10.5005/jp-journals-10071-23452
22. Engelman DT, Ben Ali W, Williams JB, et al. Guidelines for perioperative care in cardiac surgery: enhanced recovery after surgery society recommendations. *JAMA Surg.* 2019;154(8):755–766. doi:10.1001/jamasurg.2019.1153
23. Patel H, Parikh N, Shah R, et al. Effect of Goal-directed Hemodynamic Therapy in Postcardiac Surgery Patients. *Indian J Crit Care Med.* 2020 May;24(5):321–326. doi: 10.5005/jp-journals-10071-23427