УДК: 616.126-007.271-089.819

ПРЕДИКТОРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ИСХОДА ЭКСТРЕННОЙ БАЛЛОННОЙ МИТРАЛЬНОЙ ВАЛЬВУЛОПЛАСТИКИ У ПАЦИЕНТОВ С КРИТИЧЕСКИМ МИТРАЛЬНЫМ СТЕНОЗОМ

Салахитдинов Шухрат Нажмитдинович *- к. м. н., консультант по интервенционной кардиологии министерства здравохранения РУз*
Email: sshnsony@gmail.com ORCID:0000-0002-1666-1845
Турсунов Сардор Бахтинурович *- к. м. н., заведующий отделением ангиографии РНЦЭМП*
E-mail: dr.sardor_t@list.ru. ORCID: 0000-0002-2225-9860
Хайдаров Махмуджон Исроилович *- врач-эндоваскулярный хирург отделения ангиографии РНЦЭМП*
E-mail: mahmudjon0808@gmail.com ORCID: 0009-0005-5917-0439
Баротов Бехруз Боходир угли *- врач-эндоваскулярный хирург отделения ангиографии РНЦЭМП*
Email: Bbeki0402@gmail.com
Мухсумов Асилбек Хурсанд угли *- врач-эндоваскулярный хирург отделения ангиографии РНЦЭМП, Ташкент, Узбекистан*
Email: asilbek999muxsumov@gmail.com

Аннотация. Цель. Определить клинические, эхокардиографические и инвазивно-гемодинамические предикторы непосредственной эффективности и неблагоприятного исхода экстренной баллонной митральной вальвулопластики (БМВ) у пациентов с критическим митральным стенозом (МС).

Материал и методы. В проспективный анализ включены 84 пациента, госпитализированные в экстренном порядке с критическим МС и признаками тяжелой декомпенсации. До вмешательства оценивали площадь митрального отверстия (MVA), средний трансмитральный градиент, давление в левом предсердии (ЛП), среднее давление в легочной артерии (mPAP), давление в правом предсердии, сердечный индекс (СИ), систолическое давление в легочной артерии (sPAP), морфологию клапана по Wilkins, состояние комиссур, наличие фибрилляции предсердий (ФП) и сроки выполнения вмешательства. БМВ выполняли методом Унуа, в усовершенствованной стратегии использовали интраоперационную трансторакальную эхокардиографическую навигацию и индивидуализацию диаметра баллона.

Результаты. Исходная MVA составляла 0,78±0,13 см^2, средний трансмитральный градиент 18,7±5,2 мм рт.ст. Давление ЛП ≥25 мм рт.ст. выявлено у 64,3%, mPAP ≥40 мм рт.ст. у 63,1%, СИ <2,2 л/мин/м^2 у 51,2% пациентов. Технический, гемодинамический и интегральный клинический успех при усовершенствованной стратегии достигнут соответственно у 95,2%, 92,9% и 95,2% против 81,0%, 78,6% и 81,0% при стандартной тактике. Частота осложнений снизилась с 19,0% до 7,1%. Наиболее выраженными неблагоприятными маркерами были Wilkins >8, неблагоприятная комиссуральная морфология, sPAP ≥80 мм рт.ст., СИ <2,2 л/мин/м^2, гемодинамическая нестабильность и задержка БМВ >12 ч. В многофакторной модели независимыми предикторами неуспеха являлись Wilkins >8 (aOR 5,36), отклонение выбранного диаметра баллона >0,5 мм от индивидуально рассчитанного (aOR 4,28), sPAP ≥80 мм рт.ст. (aOR 3,91) и гемодинамическая нестабильность (aOR 3,74). Интегральная модель продемонстрировала AUC 0,91 (95% ДИ 0,83-0,97), чувствительность 89,2% и специфичность 80,0% при пороге ≥4 баллов.

Заключение. У пациентов с критическим МС результат экстренной БМВ определяется сочетанием морфологического субстрата, выраженности легочной гипертензии и системной гемодинамической декомпенсации, а также процедурных факторов. Интеграция этих параметров позволяет проводить раннюю стратификацию риска и обосновывает применение эхокардиографически контролируемой индивидуализированной стратегии БМВ.

Ключевые слова: критический митральный стеноз, баллонная митральная вальвулопластика, экстренное вмешательство, Wilkins score, легочная гипертензия, предикторы, эхокардиографическая навигация.

Abstract. Aim. To identify clinical, echocardiographic, and invasive hemodynamic predictors of immediate procedural efficacy and adverse outcomes of emergency balloon mitral valvuloplasty (BMV) in patients with critical mitral stenosis (MS).

Materials and Methods. This prospective analysis included 84 patients admitted on an emergency basis with critical MS and signs of severe decompensation. Before intervention, mitral valve area (MVA), mean transmitral gradient, left atrial (LA) pressure, mean pulmonary artery pressure (mPAP), right atrial pressure, cardiac index (CI), systolic pulmonary artery pressure (sPAP), valve morphology according to the Wilkins score, commissural morphology, presence of atrial fibrillation (AF), and timing of intervention were assessed. BMV was performed using the Inoue technique. The optimized strategy incorporated intraoperative transthoracic echocardiographic guidance and individualized balloon sizing.

Results. Baseline MVA was 0.78±0.13 cm^2, and the mean transmitral gradient was 18.7±5.2 mmHg. LA pressure ≥25 mmHg was observed in 64.3% of patients, mPAP ≥40 mmHg in 63.1%, and CI <2.2 L/min/m^2 in 51.2%. With the optimized strategy, technical, hemodynamic, and overall clinical success rates were 95.2%, 92.9%, and 95.2%, respectively, compared with 81.0%, 78.6%, and 81.0% with the standard strategy. The complication rate decreased from 19.0% to 7.1%. The strongest adverse markers were a Wilkins score >8, unfavorable commissural morphology, sPAP ≥80 mmHg, CI <2.2 L/min/m^2, hemodynamic instability, and a delay in BMV of >12 hours. In multivariable analysis, independent predictors of procedural failure were a Wilkins score >8 (adjusted odds ratio [aOR] 5.36), deviation of the selected balloon diameter by >0.5 mm from the individually calculated value (aOR 4.28), sPAP ≥80 mmHg (aOR 3.91), and hemodynamic instability (aOR 3.74). The integrated prediction model demonstrated an area under the receiver operating characteristic curve (AUC) of 0.91 (95% CI 0.83–0.97), with 89.2% sensitivity and 80.0% specificity at a cut-off value of ≥4 points.

Conclusion. In patients with critical MS, the outcome of emergency BMV is determined by the combined effects of valve morphology, severity of pulmonary hypertension, systemic hemodynamic decompensation, and procedure-related factors. Integration of these parameters enables early risk stratification and supports the use of an individualized, echocardiography-guided BMV strategy.

Keywords: critical mitral stenosis, balloon mitral valvuloplasty, emergency intervention, Wilkins score, pulmonary hypertension, predictors, echocardiographic guidance.

Annotatsiya. Maqsad. Kritik mitral stenozli (MS) bemorlarda shoshilinch ballon mitral valvuloplastikaning (BMV) bevosita samaradorligi va noxush natijalarini belgilovchi klinik, exokardiografik hamda invaziv gemodinamik prediktorlarni aniqlash.

Material va usullar. Prospektiv tahlilga kritik MS va og‘ir dekompensatsiya belgilari bilan shoshilinch ravishda gospitalizatsiya qilingan 84 nafar bemor kiritildi. Aralashuvdan oldin mitral qopqoq teshigi maydoni (MVA), o‘rtacha transmitral gradient, chap bo‘lmacha (ChB) bosimi, o‘rtacha o‘pka arteriyasi bosimi (mPAP), o‘ng bo‘lmacha bosimi, yurak indeksi (YuI), o‘pka arteriyasidagi sistolik bosim (sPAP), Wilkins shkalasi bo‘yicha qopqoq morfologiyasi, komissuralar holati, bo‘lmachalar fibrillyatsiyasi (BF) mavjudligi hamda aralashuvni bajarish

muddati baholandi. BMV Inoue usulida bajarildi. Takomillashtirilgan strategiyada intraoperatsion transtorasik exokardiografik navigatsiya va ballon diametrini individual tanlash qo‘llanildi.

Natijalar. Dastlabki MVA 0,78±0,13 sm^2, o‘rtacha transmitral gradient esa 18,7±5,2 mm sim. ust. ni tashkil etdi. ChB bosimi ≥25 mm sim. ust. 64,3% bemorda, mPAP ≥40 mm sim. ust. 63,1% bemorda, YuI <2,2 l/min/m^2 esa 51,2% bemorda aniqlangan. Takomillashtirilgan strategiyada texnik, gemodinamik va integral klinik muvaffaqiyat ko‘rsatkichlari mos ravishda 95,2%, 92,9% va 95,2% ni tashkil etib, standart taktika qo‘llanilganda ushbu ko‘rsatkichlar 81,0%, 78,6% va 81,0% bo‘lgan. Asoratlar chastotasi 19,0% dan 7,1% gacha kamaygan. Eng muhim noxush prognostik markerlar Wilkins >8 ball, noqulay komissural morfologiya, sPAP ≥80 mm sim. ust., YuI <2,2 l/min/m^2, gemodinamik nostabillik va BMVni >12 soatga kechiktirish bo‘lgan. Ko‘p omilli tahlilda muvaffaqiyatsizlikning mustaqil prediktorlari sifatida Wilkins >8 ball (aOR 5,36), tanlangan ballon diametrining individual hisoblangan qiymatdan >0,5 mm ga og‘ishi (aOR 4,28), sPAP ≥80 mm sim. ust. (aOR 3,91) va gemodinamik nostabillik (aOR 3,74) aniqlangan. Integral prognostik model ROC-AUC=0,91 (95% IO 0,83-0,97) ko‘rsatkichini namoyon etib, ≥4 ball chegaraviy qiymatda sezgirlik 89,2% va spetsifiklik 80,0% ni tashkil etdi.

Xulosa. Kritik MSli bemorlarda shoshilinch BMV natijalari qopqoq morfologiyasi, o‘pka gipertenziyasi og‘irligi, tizimli gemodinamik dekompensatsiya hamda protseduraga bog‘liq omillarning kombinatsiyasi bilan belgilanadi. Ushbu parametrlarni integratsiyalash erta xavf stratifikatsiyasini amalga oshirish imkonini beradi va exokardiografik nazorat ostidagi individual yondashuvga asoslangan BMV strategiyasini qo‘llashni ilmiy jihatdan asoslaydi.

Kalit so‘zlar: kritik mitral stenoz, ballon mitral valvuloplastika, shoshilinch aralashuv, Wilkins shkalasi, o‘pka gipertenziyasi, prediktorlar, exokardiografik navigatsiya.

Введение. Ревматический митральный стеноз сохраняет существенное клиническое значение в странах с продолжающейся циркуляцией ревматической болезни сердца. При критическом сужении митрального отверстия резкое повышение давления в левом предсердии и малом круге кровообращения формирует патофизиологическую основу острого отека легких, правожелудочковой перегрузки, снижения сердечного выброса и гемодинамической нестабильности [7]. В этой ситуации перкутанная митральная комиссуротомия/баллонная митральная вальвулопластика при подходящей анатомии является методом быстрого устранения механической обструкции. Однако результаты вмешательства неоднородны и зависят не только от суммарной морфологической оценки клапана, но и от комиссуральной кальцификации, исходной гемодинамики, выраженности легочной гипертензии, размеров левого предсердия и клинической тяжести [11].

Современная концепция отбора пациентов выходит за пределы изолированного применения шкалы Wilkins. Крупные серии и современные обзоры показывают дополнительную прогностическую роль комиссуральной морфологии, кальцификации, функционального класса, фибрилляции предсердий, исходного градиента и размеров левого предсердия [4]. Для экстренного контингента значение этих факторов потенциально возрастает, поскольку анатомическая сложность сочетается с ограниченным временем для стабилизации и выраженным нарушением внутрисердечной гемодинамики [12]. В связи с этим разработка интегральной модели, одновременно учитывающей анатомические, клинические и гемодинамические параметры, представляет практический интерес для выбора тактики и прогнозирования непосредственного результата.

Цель исследования. Определить независимые клинические, эхокардиографические и гемодинамические предикторы эффективности и

неблагоприятного непосредственного исхода экстренной БМВ у пациентов с критическим МС и оценить дискриминационную способность интегральной модели риска.

Материал и методы. Проведено проспективное одноцентровое клиническое исследование 84 последовательных пациентов с критическим МС, госпитализированных по экстренным показаниям. Критический характер обструкции определяли на основании сочетания выраженного уменьшения MVA, высокого трансмитрального градиента и клинико-гемодинамических признаков декомпенсации. Основными экстренными синдромами были быстро прогрессирующая сердечная недостаточность, рефрактерный отек легких, тяжелая легочная гипертензия и/или гемодинамическая нестабильность. Пациенты с тромбом ЛП/ушка ЛП, митральной регургитацией выше допустимой для БМВ степени и анатомией, исключающей безопасную комиссуротомию, к вмешательству не допускались.

Трансторакальную эхокардиографию выполняли до, во время и после вмешательства. Оценивали MVA планиметрически, средний трансмитральный градиент, степень митральной регургитации, sPAP, размеры камер сердца, функцию правого желудочка и морфологию клапана по Wilkins. Отдельно анализировали комиссуральную морфологию и кальцификацию. Инвазивно регистрировали давление ЛП, mPAP, давление правого предсердия и СИ. БМВ выполняли баллоном Inoue с пошаговой дилатацией. В усовершенствованной стратегии ключевые этапы транссептальная пункция, проведение через митральное отверстие, позиционирование и ступенчатая дилатация сопровождались интраоперационным эхокардиографическим контролем; диаметр баллона индивидуализировали с учетом площади поверхности тела.

Первичной конечной точкой считали непосредственный процедурный успех: достижение гемодинамически значимого увеличения MVA при существенном снижении трансмитрального градиента без тяжелой митральной регургитации, тампонады, инсульта, смерти или необходимости экстренного хирургического вмешательства. Дополнительно оценивали технический успех, гемодинамический успех, интегральный клинический успех и процедурные осложнения. Статистический анализ включал сравнение непрерывных и категориальных переменных, однофакторную и многофакторную логистическую регрессию. Дискриминацию интегральной модели оценивали ROC-анализом. Значимым считали $p<0,05$.

Результаты. Когорта характеризовалась крайне выраженной митральной обструкцией: средняя MVA составляла 0,78±0,13 см^2, средний трансмитральный градиент 18,7±5,2 мм рт.ст. MVA ≤0,75 см^2 отмечалась у 46,4%, градиент ≥15 мм рт.ст. у 67,9%, sPAP ≥60 мм рт.ст. у 59,6%. Индекс Wilkins >8 выявлен у 27,4% пациентов. Инвазивный профиль подтверждал тяжелую декомпенсацию: давление ЛП ≥25 мм рт.ст. имели 64,3%, mPAP ≥40 мм рт.ст. 63,1%, давление правого предсердия ≥10 мм рт.ст. 46,4%, СИ <2,2 л/мин/м^2 51,2%, легочное сосудистое сопротивление (ЛСС) >3 ед. Вуда 45,2%.

Таблица 1. Исходный клинико-эхокардиографический и гемодинамический профиль пациентов (n=84)

Показатель	Значение
Площадь митрального отверстия, см^2	0,78±0,13
Средний трансмитральный градиент, мм рт.ст.	18,7±5,2
MVA ≤0,75 см^2, n (%)	39 (46,4)
Средний градиент ≥15 мм рт.ст., n (%)	57 (67,9)
sPAP ≥60 мм рт.ст., n (%)	50 (59,6)
Wilkins >8, n (%)	23 (27,4)

Давление ЛП ≥25 мм рт.ст., n (%)	54 (64,3)
mPAP ≥40 мм рт.ст., n (%)	53 (63,1)
Давление ПП ≥10 мм рт.ст., n (%)	39 (46,4)
Сердечный индекс <2,2 л/мин/м^2, n (%)	43 (51,2)
ЛСС >3 ед. Вуда, n (%)	38 (45,2)

Примечание: MVA - площадь митрального отверстия; sPAP - систолическое давление в легочной артерии; ЛСС - легочное сосудистое сопротивление.

При сравнении стратегий технический успех был достигнут у 95,2% пациентов при усовершенствованной БМВ против 81,0% при стандартной методике; гемодинамический успех у 92,9% против 78,6%, интегральный клинический успех у 95,2% против 81,0%. Одновременно частота процедурно-ассоциированных осложнений уменьшилась с 19,0% до 7,1%. Улучшение техники сопровождалось более высокой частотой оптимальной транссептальной пункции и позиционирования баллона с первой попытки, а также уменьшением нестабильности катетера.

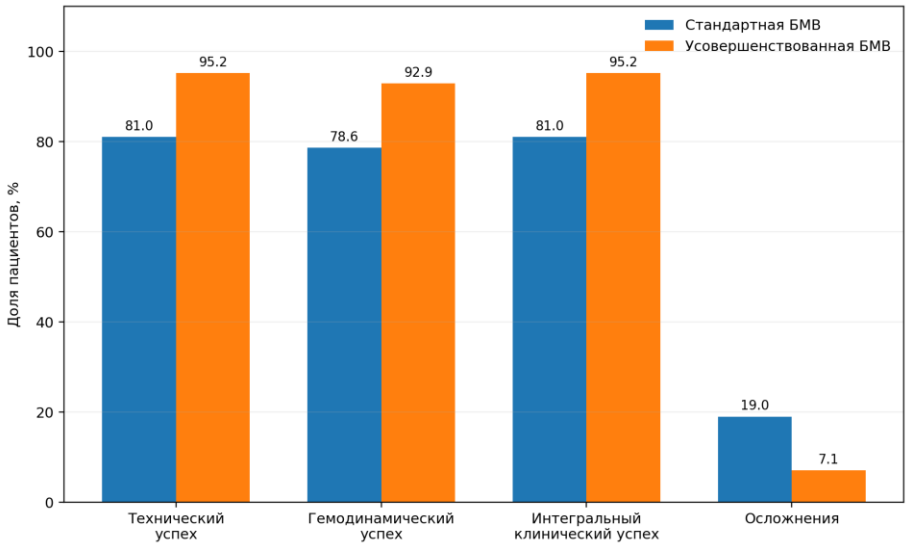


Рисунок 1. Непосредственные результаты стандартной и усовершенствованной стратегии экстренной БМВ

Для анализа предикторов неблагоприятного исхода пациенты были стратифицированы по наличию/отсутствию процедурного успеха. В группе неуспеха доля пациентов с Wilkins >8 достигала 70,0% против 21,6% при успешной БМВ; неблагоприятная комиссуральная морфология 70,0% против 24,3%; ФП 70,0% против 36,5%; выполнение вмешательства позднее 12 ч - 70,0% против 33,8%. Однофакторный анализ также указывал на неблагоприятное значение sPAP ≥80 мм рт.ст., давления ЛП ≥30 мм рт.ст., СИ <2,2 л/мин/м^2 и MVA ≤0,75 см^2 (Рисунок 2, Таблица 2).

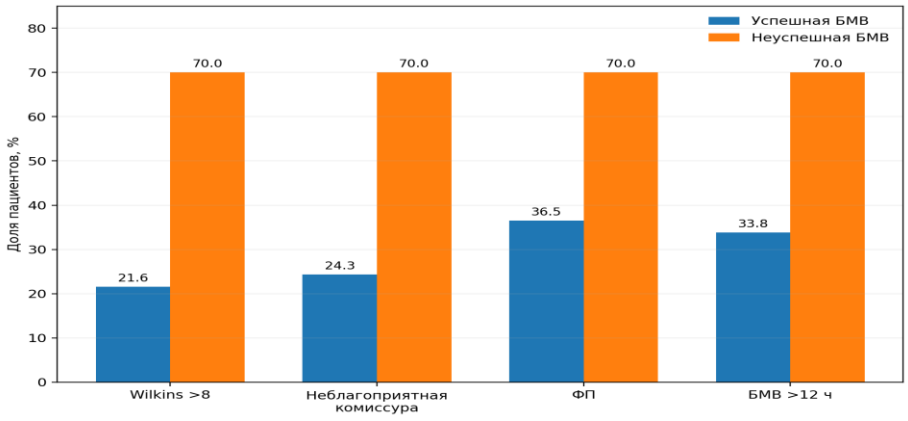


Рисунок 2. Распределение ключевых факторов риска в зависимости от непосредственного успеха БМВ

Таблица 2. Предикторы неуспеха экстренной БМВ

Фактор	OR, однофакторный анализ	aOR, многофакторный анализ	p
Wilkins >8	8,46	5,36	<0,05*
Неблагоприятная комиссуральная морфология	7,26	—	<0,05
sPAP ≥80 мм рт.ст.	5,18	3,91	<0,05*
Давление ЛП ≥30 мм рт.ст.	4,72	—	<0,05
Сердечный индекс <2,2 л/мин/м^2	4,38	—	<0,05
Фибрилляция предсердий	4,06	—	<0,05
MVA ≤0,75 см^2	3,96	—	<0,05
БМВ >12 ч от клинической декомпенсации	3,84	—	<0,05
Отклонение диаметра баллона >0,5 мм	—	4,28	<0,05*
Гемодинамическая нестабильность	—	3,74	<0,05*

Примечание: *P<0,05 – статистически значимое разница. OR – odds ratio (отношение шансов). aOR – adjusted odds ratio (скорректированное отношение шансов).

После включения клинически значимых переменных в многофакторную модель независимыми предикторами неуспеха оставались Wilkins >8 (aOR 5,36), отклонение диаметра баллона от индивидуально рассчитанного более чем на 0,5 мм (aOR 4,28), sPAP ≥80 мм рт.ст. (aOR 3,91) и исходная гемодинамическая нестабильность (aOR 3,74). Интегральная модель риска продемонстрировала высокую дискриминационную способность: AUC 0,91 (95% ДИ 0,83–0,97; p<0,001). Порог ≥4 баллов обеспечивал чувствительность 89,2% и специфичность 80,0%. Эти показатели свидетельствуют, что совместный учет анатомического субстрата, легочной гипертензии, системной гемодинамики и процедурной точности существенно информативнее любого отдельного маркера.

Обсуждение. Основной результат исследования состоит в том, что непосредственный исход экстренной БМВ при критическом МС формируется на пересечении трех доменов: морфологии митрального аппарата, выраженности предоперационной гемодинамической декомпенсации и качества выполнения самой процедуры. Такой подход согласуется с современной эволюцией отбора пациентов для перкутанной митральной комиссуротомии. Хотя классический Wilkins score сохраняет прогностическое значение, современные данные подчеркивают, что он не полностью отражает комиссуральную патологию и риск значимой митральной регургитации [2, 6]. В серии 247 пациентов непосредственный успех составлял 83%, а независимыми эхокардиографическими детерминантами результата были Wilkins score и комиссуральная морфология [3]. Более современное исследование 876 пациентов подтвердило самостоятельное значение комиссуральной кальцификации для клинически значимой митральной регургитации после вмешательства.

В настоящей когорте Wilkins >8 увеличивал вероятность неуспеха более чем в пять раз после поправки на другие факторы. Однако не менее важным оказался уровень sPAP ≥80 мм рт.ст [3]. Крайняя легочная гипертензия отражает длительность и глубину посткапиллярной перегрузки, вторичное ремоделирование легочного сосудистого русла и правых отделов сердца; поэтому даже после устранения митральной обструкции гемодинамическое восстановление может быть неполным [8]. Аналогично низкий СИ и гемодинамическая нестабильность характеризуют уже сформировавшийся синдром низкого выброса и ограниченный резерв компенсации.

Практически значимым результатом является влияние времени вмешательства. Более ранняя БМВ после стабилизационных мероприятий ассоциировалась с большей вероятностью клинического успеха [5]. Это соответствует патофизиологии критического МС: медикаментозная терапия способна уменьшить застой и частоту сердечных сокращений, но не устраняет фиксированную механическую обструкцию [1]. Следовательно, при сохраняющемся отеке легких или нестабильной гемодинамике неоправданная задержка механической декомпрессии ЛП может способствовать прогрессированию гипоксемии, легочной вазоконстрикции и полиорганной гипоперфузии.

Отдельного внимания заслуживает процедурный предиктор отклонение диаметра баллона >0,5 мм от индивидуально рассчитанного значения. Недостаточный диаметр может ограничивать комиссуротомический эффект, тогда как избыточный увеличивает риск повреждения створок и значимой митральной регургитации [10]. В диссертационном массиве чрезмерный размер баллона сопровождался существенно большей частотой MR ≥II. Это наблюдение усиливает аргументы в пользу персонализированного подбора диаметра и пошаговой дилатации под эхокардиографическим контролем.

Полученная AUC 0,91 для интегральной модели превосходит ожидаемую информативность изолированного морфологического индекса и концептуально согласуется с крупными регистрами, в которых непосредственный успех определялся не только Wilkins score, но также возрастом, размером ЛП, исходным трансмитральным градиентом, функциональным классом и другими клинико-гемодинамическими характеристиками [9]. Следовательно, для критического МС наиболее рациональна не бинарная оценка «подходит/не подходит» по одной шкале, а многоуровневая стратификация с одновременным учетом анатомии, гемодинамики и процедурной управляемости.

Исследование имеет одноцентровой характер и относительно небольшой объем выборки, что ограничивает число переменных, допустимых в многофакторной модели, и требует внешней валидации интегрального индекса. Анализ ориентирован преимущественно на непосредственный госпитальный результат; для оценки устойчивости эффекта необходимы данные длительного наблюдения, включая рестеноз, повторные вмешательства, сердечную недостаточность и выживаемость. Наконец, для журнальной версии статьи регрессионную модель целесообразно повторно рассчитать по обезличенной индивидуальной базе с представлением β-коэффициентов, стандартных ошибок, точных 95% ДИ, калибровки и внутренней bootstrap-валидации.

Заключение. Экстренная БМВ у пациентов с критическим МС обеспечивает высокую вероятность быстрого анатомического и гемодинамического улучшения при условии корректного отбора и оптимизированной техники. Независимыми предикторами неуспеха в исследуемой когорте были Wilkins >8, выраженная легочная гипертензия (sPAP ≥80 мм рт.ст.), исходная гемодинамическая нестабильность и отклонение диаметра баллона >0,5 мм от индивидуально рассчитанного. Интегральная

модель, объединяющая анатомические, гемодинамические и процедурные параметры, продемонстрировала высокую прогностическую точность (AUC 0,91). Полученные данные обосновывают раннюю стратификацию риска и использование персонализированной эхокардиографически контролируемой стратегии экстренной БМВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abdelghani M, Nunes MCP, Anwar AM, Prendergast B. Assessment of suitability for percutaneous mitral commissurotomy: a contemporary review of key anatomical criteria and predictive models. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2024;25:739–753.

2. Abu Rmilah AA, Tahboub MA, Alkurashi AK, et al. Efficacy and safety of percutaneous mitral balloon valvotomy in patients with mitral stenosis: a systematic review and meta-analysis. Int J Cardiol Heart Vasc. 2021;33:100765.

3. Bouleti C, Iung B, Laouénan C, et al. Late results of percutaneous mitral commissurotomy up to 20 years: development and validation of a risk score predicting late functional results from a series of 912 patients. Circulation. 2012;125:2119–2127.

4. Inoue K, Owaki T, Nakamura T, Kitamura F, Miyamoto N. Clinical application of transvenous mitral commissurotomy by a new balloon catheter. J Thorac Cardiovasc Surg. 1984;87:394–402.

5. Nunes MCP, Levine RA, Braulio R, et al. Mitral regurgitation after percutaneous mitral valvuloplasty: insights into mechanisms and impact on clinical outcomes. JACC Cardiovasc Imaging. 2020;13:2513–2526.

6. Nunes MCP, Tan TC, Elmariah S, et al. The echo score revisited: impact of incorporating commissural morphology and leaflet displacement to the prediction of outcome for patients undergoing percutaneous mitral valvuloplasty. Circulation. 2014;129:886–895.

7. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease. J Am Coll Cardiol. 2021;77:e25–e197.

8. Palacios IF, Sanchez PL, Harrell LC, Weyman AE, Block PC. Which patients benefit from percutaneous mitral balloon valvuloplasty? Prevalvuloplasty and postvalvuloplasty variables that predict long-term outcome. Circulation. 2002;105:1465–1471.

9. Prota-Filho LEB, Meneguz-Moreno RA, Queiroz CCV, et al. Novel prognostic score for immediate and late success after percutaneous mitral balloon commissurotomy in patients with mitral stenosis. J Invasive Cardiol. 2020;32:211–217.

10. Rostambeigi S, Mazaherinia H, Hamidabad NM, et al. Impact of commissural calcification on clinical outcome of percutaneous balloon mitral valvuloplasty: a retrospective cohort study of 876 patients. BMC Cardiovasc Disord. 2024;24:309.

11. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J. 2022;43:561–632.

12. Wilkins GT, Weyman AE, Abascal VM, Block PC, Palacios IF. Percutaneous balloon dilatation of the mitral valve: an analysis of echocardiographic variables related to outcome and the mechanism of dilatation. Br Heart J. 1988;60:299–308.