



Им В.М.

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

Первые результаты выполнения баллонной митральной вальвулопластики без применения рентгеноскопии

Конфликт интересов: не заявлен.

Подана: 13.07.2024
Принята: 16.10.2024
Контакты: im_vadim@mail.ru

Резюме

Цель. Провести оценку опыта выполнения и результатов баллонной митральной вальвулопластики (БМВ) по методике Inoue стеноза митрального клапана (МК) ревматической этиологии под контролем эхокардиографии (ЭхоКГ) без применения рентгеноскопии.

Материалы и методы. В исследование включены 4 пациента с митральным стенозом (МС), которым с 2019 по 2022 г. на базе ГУ «РСНПМЦХ им. акад. В. Вахидова» была выполнена БМВ по технике Inoue только под контролем ЭхоКГ. Исследования проводились согласно общепринятым протоколам. При выполнении БМВ каждый этап контролировался под ЭхоКГ без рентгеноскопии и использования контрастного вещества. После каждого этапного баллонного расширения проводился ЭхоКГ-контроль площади митрального отверстия (МО), градиента и степени митральной регургитации.

Результаты. Все процедуры БМВ, включенные в исследование, завершены успешно. Применение ЭхоКГ для контроля вмешательства позволяет ограничить применение рентген-излучения для визуализации этапов.

Заключение. У пациентов с МС проведение БМВ под ЭхоКГ-контролем является безопасным и эффективным методом лечения. Применение данного метода особенно полезно у беременных и у пациентов с хронической почечной недостаточностью и МС.

Ключевые слова: стеноз митрального клапана, ревматизм, эхокардиография, баллонная митральная вальвулопластика, лучевая нагрузка



Im V.

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

First Outcomes of Balloon Mitral Valvuloplasty without Fluoroscopy

Conflict of interest: nothing to declare.

Submitted: 13.07.2024

Accepted: 16.10.2024

Contacts: im_vadim@mail.ru

Abstract

Purpose. To evaluate experience with and outcomes of performing balloon mitral valvuloplasty (BMV) using the Inoue technique for rheumatic mitral valve stenosis (MS) under echocardiographic (EchoCG) guidance without fluoroscopy.

Materials and methods. The study included four patients with mitral stenosis who underwent BMV using the Inoue technique exclusively under EchoCG guidance between 2019 and 2022 at the Republican Specialized Scientific-Practical Medical Center of Surgery named after Academician V. Vakhidov. The procedures were conducted according to standard protocols. Each stage of BMV was monitored using EchoCG without fluoroscopy or contrast agents. After every stage of balloon dilation, EchoCG was performed to assess the mitral orifice area, gradient, and the mitral regurgitation degree.

Results. All BMV procedures included in the study were successfully completed. The use of EchoCG to guide the intervention allowed limiting the use of radiation for visualization. The outcomes of BMV under EchoCG guidance were comparable to those of the procedure performed under fluoroscopic control.

Conclusion. BMV under EchoCG guidance in patients with MS is a safe and effective treatment method. This approach is particularly beneficial for pregnant women and patients with chronic renal failure and MS.

Keywords: mitral valve stenosis, rheumatism, echocardiography, balloon mitral valvuloplasty, radiation exposure

■ ВВЕДЕНИЕ

Баллонная митральная вальвулопластика (БМВ) и хирургическое лечение митрального клапана (МК) являются эффективными процедурами у пациентов с митральным стенозом (МС) в случае симптоматического течения и неэффективности консервативной терапии [1]. БМВ по технике Inoue, начиная с ее разработки в 1984 году, продемонстрировала хорошие непосредственные и отдаленные результаты [2, 3].

Однако необходимо помнить о потенциальном воздействии ионизирующего излучения на пациента и медицинский персонал во время рентгенэндоваскулярного вмешательства, даже при применении современного оборудования и методов защиты от рентгеновского излучения. Применение контрастного вещества во время процедуры может вызвать контрастиндуцированную нефропатию и аллергическую

реакцию на йодсодержащее вещество. Следовательно, рекомендуется ограничивать дозу лучевой нагрузки и минимизировать количество применяемого контрастного вещества [4, 5].

БМВ под контролем эхокардиографии (ЭхоКГ) является подходящим методом для беременных женщин, лиц с аллергией на йод, хронической почечной недостаточностью и пациентов, которым следует избегать рентгеновского облучения [6, 7].

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Провести оценку опыта выполнения и результатов БМВ по методике Inoue стеноза МК ревматической этиологии под контролем ЭхоКГ без применения рентгеноскопии.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включены 4 пациента с МС, которым с 2019 по 2022 г. на базе ГУ «РСНПМЦХ им. акад. В. Вахидова» была выполнена БМВ по технике Inoue без применения рентгена, только под контролем ЭхоКГ.

Возраст пациентов с МС составил от 25 до 50 лет (в среднем $31,2 \pm 3,8$). На ЭКГ у 3 (75,0%) пациентов был синусовый ритм, а у 1 (25,0%) – фибрилляция предсердий (ФП). Для включения в исследование были отобраны пациенты, которым показана БМВ согласно данным трансторакальной эхокардиографии (ТТ-ЭхоКГ), в частности пациенты старше 18 лет с симптомным МС (площадь МО равна или менее $1,5 \text{ см}^2$). Критериями исключения явились: митральная регургитация более 2-й степени, клапанные аортальные пороки более 2-й степени (площадь Аок менее $1,5 \text{ см}^2$, максимальная скорость трансаортального потока более 3 м/с и недостаточность аортального клапана более 2-й степени), а также тромбоз левого предсердия по данным транспешиеводной эхокардиографии (ТП-ЭхоКГ). ХПН определялась при СКФ (eGFR) менее 60 мл/мин/ $1,73 \text{ м}^2$. Исследования проводились согласно общепринятым протоколам. Информированное согласие на проведение вмешательства было взято у самого пациента.

При выполнении БМВ каждый этап контролировался ЭхоКГ без применения рентгеноскопии. После проведения баллона в левый желудочек (ЛЖ) и фиксации на уровне МК проводилось последовательное расширение баллона от 24 до 30 мм с увеличением диаметра баллона на 1 мм, согласно предварительным данным. После каждого этапного баллонного расширения проводился ЭхоКГ-контроль площади МО, градиента и степени МР на митральном клапане (МК). Результат считался оптимальным при раскрытии одной или обеих комиссур МК до фиброзного кольца, расширении $S_{\text{мо}}$ более $1,5 \text{ см}^2$ при отсутствии или наличии регургитации на МК не более I степени. По данным ЭхоКГ у 1 (25,0%) пациента исходно имелась регургитация до I степени на МК. В 1 (25,0%) случае БМВ выполнена пациентке с беременностью сроком 28 недель.

Процедура

С целью оценки МС до БМВ проводилась ТТ-ЭхоКГ. ТП-ЭхоКГ выполнялась под седацией или общей анестезией. ТП-ЭхоКГ применялась в тех случаях, когда ТТ-ЭхоКГ не обеспечивала достаточно информации для проведения вмешательства, что наиболее часто было обусловлено ожирением или ХОБЛ.



Под местной анестезией раствором лидокаина 2% выполнялась пункция правой бедренной вены и установка интродьюсера 6F. Далее длинной линейкой производилось измерение расстояния от уровня третьего межреберья по правой парастеральной линии до места пункции бедренной вены. Данное расстояние определялось как «первое рабочее расстояние» (ПРР). Оно необходимо для определения длины введения катетера. Далее через интродьюсер в бедренной вене проводился длинный (0,45) проводник на длину, не превышающую ПРР. Данное расстояние можно фиксировать пальцами или мягким зажимом. Затем по проводнику под контролем субкостальной и апикальной четырехкамерной ЭхоКГ-позиции в правое предсердие проводится катетер MPA2 6Fr также на длину ПРР. Под контролем ЭхоКГ кончик катетера MPA2 локализуется в области овального окна. Далее проводник остается в полости правого предсердия на уровне овального окна, а катетер осторожно удаляется. Предварительно надо измерить длину введенной части катетера. Для этого можно линейкой измерить расстояние от проксимального конца катетера до места вхождения в интродьюсер (расстояние а). Затем, после удаления катетера, производится вычитание от общей длины катетера (расстояние б) длины полученного расстояния а. Таким образом, измерялась истинная длина введения катетера MPA2, что определялось как «второе рабочее расстояние» (ВРР). Затем катетер Mullins на длину, равную ВРР, вводился вдоль оставленного до этого проводника. Все этапы производятся под контролем ЭхоКГ. Далее проводник удаляется и в катетер Mullins вводится игла Brockenbrough на длину ВРР для пункции межпредсердной перегородки (МПП). Под контролем ЭхоКГ идентифицировался кончик иглы внутри кончика катетера Mullins в овальной ямке. При продвижении иглы в сторону МПП на ЭхоКГ отмечается шатровидная деформация МПП – так называемый tenting. В случае возникновения сомнений в адекватности пункции следует проводить «flush»-тест: через катетер Mullins вводится 10 мл гепаринизированного физиологического раствора. На ЭхоКГ в полости ЛП можно визуализировать пузырьки воды. После пункции МПП вводится гепарин из расчета 80 ЕД/кг. Затем по катетеру Mullins в полость ЛП проводится жесткий проводник Inoue. По данному проводнику проводится буж 12 Фр. При этом его длина должна превышать ВРР на 2,0–2,5 см. Затем возвратно-поступательными движениями выполняется бужирование МПП.

Далее стандартным способом баллон Inoue проводится через МПП, при этом длина вводимой части должна быть на 4,0–5,0 см длиннее ВРР. С помощью ЭхоКГ следует контролировать положение жесткого кончика баллона. Особенно следует избегать близости к ушку ЛП. Жесткий проводник Inoue и выпрямляющая трубка удаляются, и в просвет баллона вводится направляющий стилет. При помощи него баллон под контролем ЭхоКГ в четырехкамерной и парастеральной проекциях направлялся в сторону митрального отверстия в полость ЛЖ. Необходимо убедиться, что баллон свободно находится в полости ЛЖ, затем его дистальная часть раздувалась и закреплялась на митральном кольце, далее выполнялась полная дилатация клапана баллоном в течение примерно 5 секунд. После первой дилатации, если полученный эхокардиографический результат не считался удовлетворительным, проводилась следующая дилатация баллоном большего диаметра. После достижения приемлемого трансмитрального градиента, давления в ЛП и площади МО баллон удалялся стандартным методом. Регургитация на митральном клапане также оценивалась с помощью ЭхоКГ. Все пациенты наблюдались в амбулаторном порядке. Через 1, 3, 6

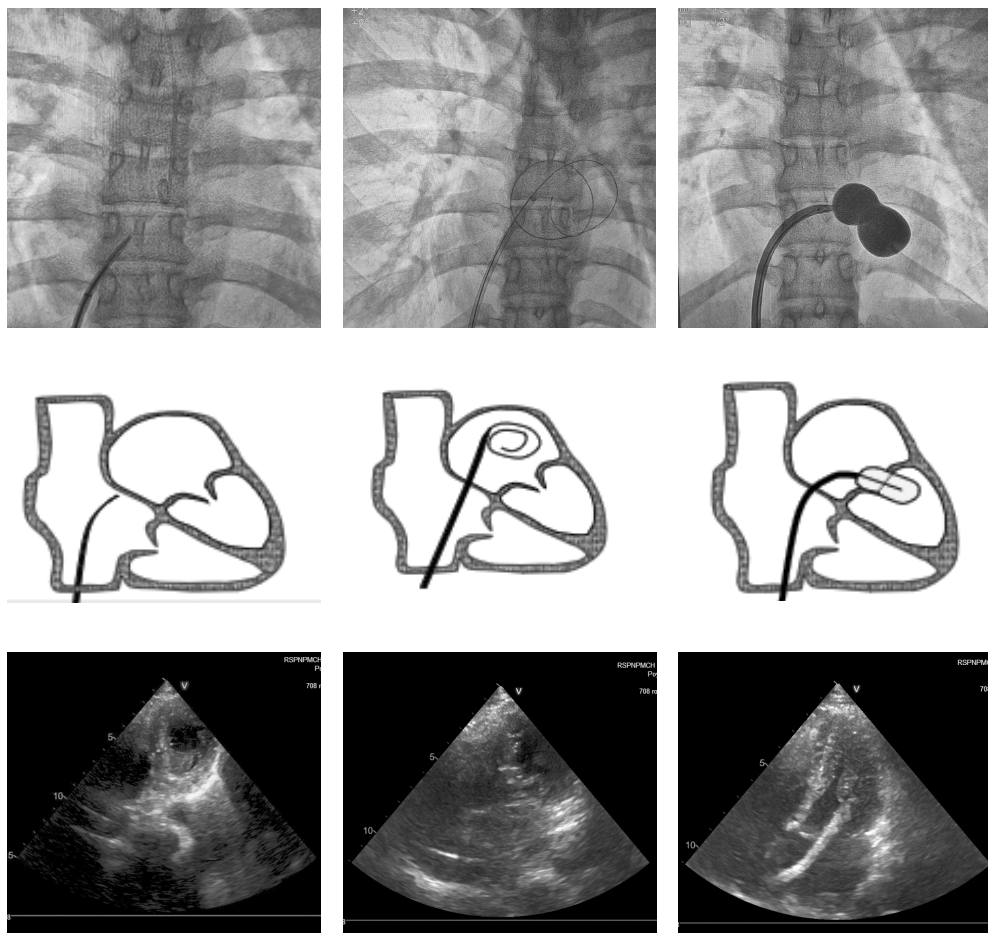


Рис. 1. Основные этапы баллонной митральной вальвулопластики на рентгеновском изображении (верхний ряд), схематическое изображение (средний ряд) и изображение при эхокардиографическом контроле (нижний ряд)
Fig. 1. Key stages of balloon mitral valvuloplasty shown in radiographic images (top row), schematic illustrations (middle row), and echocardiographic guidance (bottom row)

и 12 месяцев после процедуры производились ТТ-ЭхоКГ, рентгеноскопия грудной клетки, ЭКГ.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Всего в исследовании наблюдалось 4 пациентов. У всех пациентов удалось произвести успешную БМВ под ЭхоКГ-контролем без применения рентгеноскопии. Как показано в табл. 1, большинство пациентов составили женщины – 3 (75,0%). Средний возраст – $31,2 \pm 3,8$ года. Синусовый ритм был у 3 (75,0%) пациентов, у оставшегося 1 (25,0%) была фибрилляция предсердий. Баллы по шкале Wilkins составили от 3 до 7,

Таблица 1
Исходные характеристики пациентов
Table 1
Baseline characteristics of patients

Параметры	Количество пациентов (n=4)
Возраст, годы	31,2±3,8
Женский пол	3 (75,0%)
Баллы по шкале Wilkins	5,67±1,48
ФВ ЛЖ, %	56,6±3,89
Синусовый ритм	3 (75,0%)
Фибрилляция предсердий	1 (25,0%)
ХСН	
ФК 2	2 (50%)
ФК 3	1 (25,0%)
ФК 4	1 (25,0%)

в среднем 5,67±1,48 балла. Всего была 1 (25,0%) беременная на сроке 28 недель. По причине недостаточной визуализации у 1 пациента была также выполнена ТП-ЭхоКГ. Средний размер баллона составил 28,0±0,9 мм. Среднее время, затраченное на процедуру (включающее момент от пункции вены до удаления катетера), – 48,76±6,48 мин.

Как показано в табл. 2, площадь МО до БМВ в среднем составляла 1,1±0,2 см², а после БМВ увеличилась до 2,1±0,9 см² (рис. 2). Средний трансмитральный градиент снизился с 19,0±2,4 мм рт. ст. до 8,0±1,7 мм рт. ст. (рис. 3). Среднее давление в легочной артерии (ЛА) снизилось с 47,48±8,26 мм рт. ст. до 31,2±3,68 мм рт. ст. Давление в ЛП снизилось с 27,86±3,87 мм рт. ст. до 13,4±2,75 мм рт. ст. после БМВ. После БМВ у 1 (25,0%) пациента возникла МР 2-й степени. МР 3-й степени после процедуры не отмечалась. Осложнений во время и после процедуры не было. При сравнении вышеуказанных показателей через 12 месяцев после БМВ нами не было

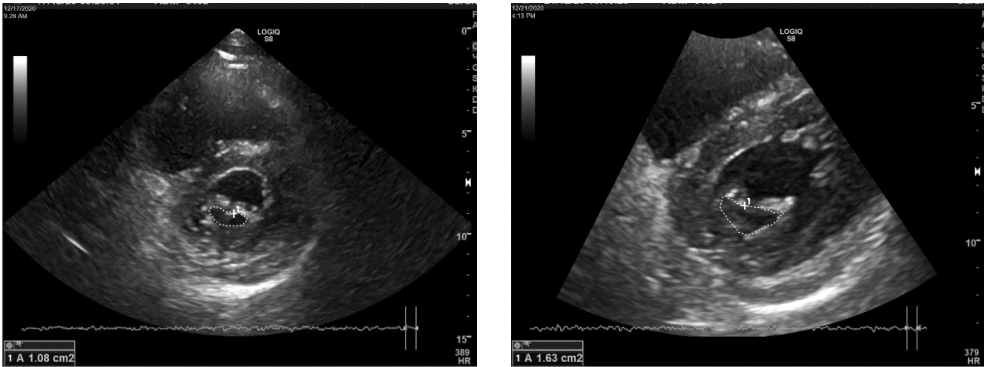


Рис. 2. Трансторакальное 2D-эхокардиографическое изображение митрального клапана с планиметрическим измерением его площади до (слева) и после (справа) баллонной митральной вальвулопластики

Fig. 2. Transthoracic 2D echocardiographic image of the mitral valve with planimetric measurement of its area before (left) and after (right) balloon mitral valvuloplasty

Таблица 2
Показатели гемодинамики до и после баллонной митральной вальвулопластики под контролем ЭхоКГ
Table 2
Hemodynamic parameters before and after balloon mitral valvuloplasty under echocardiographic guidance

Показатели	До БМВ	Сразу после БМВ	Через 12 месяцев после БМВ
Трансмитральный градиент, мм рт. ст.	19,0±2,4	8,0±1,7	7,9±1,8
Площадь МО, см ²	1,1±0,2	2,1±0,9	2,0±0,8
Давление в ЛП, мм рт. ст.	27,86±3,87	13,4±2,75	10,2±2,45
Давление в ЛА, мм рт. ст.	47,48±8,26	31,2±3,68	25,1±4,79
ФВ ЛЖ, %	56,6±3,89	57,5±3,78	56,4±1,35

отмечено значительных изменений в гемодинамических параметрах. Лишь при измерении давления в ЛА нами отмечена тенденция к его снижению, 31,2±3,68 против 25,1±4,79 мм рт. ст.

Средняя длительность наблюдения составила 10,3±3,14 месяца. МР в динамике не менялась. Один (25,0%) пациент подвергся хирургическому лечению МК. В анамнезе: более 5 лет назад до БМВ у данного пациента было протезирование аортального клапана механическим протезом. Через 12 месяцев наблюдения после БМВ было диагностировано прогрессирование расширения восходящего отдела аорты. Исходно диаметр составлял 43 мм, однако в динамике увеличился до 55 мм. Пациенту было выполнено протезирование восходящего отдела аорты (операция Bentall) и митральное протезирование. В раннем и позднем послеоперационном периодах отмечалось значительное улучшение в течении ХСН по NYHA. У всех 4 пациентов отмечалось снижение ФК ХСН. У 1 пациента с ФК 4 после БМВ класс ХСН снизился до ФК 2; у 1 – с ФК 3 класс ХСН снизился до ФК 1. В свою очередь, у 2 пациентов с исходным ФК 2 класс ХСН снизился до ФК 1.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

В исследовании Liu с соавт., включавшем в себя 20 пациентов с МС ревматической этиологии, были выделены две группы сравнения: пациенты, которым проводилась стандартная БМВ по методике Inoue с применением рентгеновской визуализации, и пациенты, которым интервенционная процедура по методике Inoue проводилась под ЭхоКГ-контролем без применения рентгена. У всех отмечалось значительное гемодинамическое и клиническое улучшение непосредственно после вмешательства. Осложнений и смертельных исходов не было [8]. Результаты исследования соответствовали данным различных исследований [9–12]. Результаты данного исследования показали, что выполнение БМВ под ЭхоКГ-контролем возможно у большинства пациентов.

МС ревматического генеза достаточно часто встречается в странах азиатского региона и все еще является значительной проблемой [1–3]. Согласно данным Ozkan H. с соавт., БМВ под рентгенологическим контролем является эффективной и безопасной методикой лечения у отобранных пациентов с ревматическим МС. Это было доказано в различных исследованиях по всему миру [13]. Ранее методика БМВ под ЭхоКГ-контролем без применения рентгеноскопии проводилась только тем пациентам,



кому было нежелательно применение рентгеновских лучей или рентгенконтрастного вещества, например, беременным, пациентам с ХПН или аллергией на йод [6–8]. В нашем исследовании мы считаем возможным применение данной техники БМВ у всех пациентов, что позволяет избегать вредоносного действия рентгеновских лучей как для доктора, так и для пациента, а также снизить стоимость.

В ряде медицинских центров, например, Fuway Hospital (Пекин, Китай), некоторые эндоваскулярные вмешательства проводятся под ЭхоКГ-контролем без рентгеноскопии (Percutaneous And Non-Fluoroscopic procedure, PAN). В частности, выполняются такие вмешательства, как транскатетерное закрытие окклюдером ДМПП, ОАП, ДМЖП, а также вальвулопластика СЛА [14–17].

ЭхоКГ по сравнению с рентгеноскопией позволяет лучше оценить анатомию и гемодинамику. В первую очередь необходимо под ЭхоКГ-контролем определить подходящее место для пункции МПП. Игла Бракенрауна определяется по натяжению МПП подобно тенту палатки, так называемый tenting, что определяется в четырехкамерной позиции и парастернальной позиции с короткой осью. Расстояние от места пункции до МК может быть рассчитано в соответствии с размером ЛП, что облегчает прохождение баллона через МК. После пункции вводится физиологический раствор через просвет иглы, что облегчает идентификацию кончика катетера в полости ЛП.

Также ЭхоКГ-контроль облегчает прохождение катетера для БМВ через МО. Соотношение баллона и структур сердца хорошо визуализируется на ЭхоКГ, что позволяет поправить направление катетера и способствовать манипуляции баллоном при прохождении через суженное левое атриовентрикулярное отверстие. В то же время при рентгенологическом контроле невозможно точно определить пространственное взаимоотношение между баллоном и МО.

Еще одним преимуществом БМВ под ЭхоКГ-контролем является то, что расширенный баллон хорошо визуализируется и позиционируется. То есть ЭхоКГ может показать соотношение раскрытого баллона и МО в горизонтальной плоскости клапана, что повышает точность процедуры дилатации. Но только при рентгеновском контроле баллон может быть расширен в полости ЛЖ или соскользнуть в полость ЛП [18, 19].

После расширения баллона ЭхоКГ позволяет измерить площадь МО непосредственно в ходе выполнения и после БМВ, трансмитральный градиент давления, оценить состояние подклапанных структур, раскрытие комиссур, оценить мобильность створок клапана, а также оценить возможные осложнения. Также наличие и выраженность МР (усугубившейся или вновь возникшей) могут быть оценены без применения левой вентрикулографии.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов с МС проведение БМВ под ЭхоКГ-контролем является безопасным и эффективным методом лечения. Применение данного метода особенно полезно у беременных и у пациентов с ХПН и МС.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Iung B., Vahanian A. Epidemiology of valvular heart disease in the adult. *Nat Rev Cardiol.* 2011;8(3):162–172. doi: 10.1038/nrcardio.2010.202
2. De Souza J.A., Martinez E.E. Jr, Ambrose J.A., Alves C.M., Born D., Buffolo E., Carvalho A.C. Percutaneous balloon mitral valvuloplasty in comparison with open mitral valve commissurotomy for mitral stenosis during pregnancy. *J Am Coll Cardiol.* 2001;37(3):900–3. doi: 10.1016/s0735-1097(00)01184-0
3. Turi Z.G. The 40th Anniversary of Percutaneous Balloon Valvuloplasty for Mitral Stenosis: Current Status. *Struct Heart.* 2022;6(5):100087. doi: 10.1016/j.shj.2022.100087
4. Livingstone R.S., Chandy S., Peace B.S., George P., John B., Pati P. Audit of radiation dose during balloon mitral valvuloplasty procedure. *J Radiol Prot.* 2006;26(4):397–404. doi: 10.1088/0952-4746/26/4/004. Epub 2006 Nov 20.
5. Meinel F.G., Nance J.W. Jr, Harris B.S., et al. Radiation risks from cardiovascular imaging tests. *Circulation.* 2014;130:442–445.
6. Hussein A., Eid M., Mahmoud S.E.D., Sabry M., Altaher A. The Outcomes of PBMV in Pregnancy, and When is the Best Time? *Vasc Health Risk Manag.* 2023;19:13–20. doi: 10.2147/VHRM.S388754
7. Sreerama D., Surana M., Moolchandani K., Chaturvedula L., Keepanasseril A., Keepanasseril A., Pillai A.A., Nair N.S. Percutaneous balloon mitral valvotomy during pregnancy: A systematic review and meta-analysis. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2021;100(4):666–675. doi: 10.1111/aogs.14029
8. Liu Y., Guo G.L., Wen B., Wang S., Ou-Yang W.B., Xie Y., Pan X.B. Feasibility and effectiveness of percutaneous balloon mitral valvuloplasty under echocardiographic guidance only. *Echocardiography.* 2018;35(10):1507–1511. doi: 10.1111/echo.14055
9. Chen C.R., Cheng T.O., Chen J.Y., et al. Long-term results of percutaneous balloon mitral valvuloplasty for mitral stenosis: a follow-up study to 11 years in 202 patients. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1998;43:132–139.
10. Sharma J., Goel P.K., Pandey C.M., Awasthi A., Kapoor A., Tewari S., Garg N., Kumar S., Khanna R. Intermediate outcomes of rheumatic mitral stenosis post-balloon mitral valvotomy. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2015;23(8):923–30. doi: 10.1177/0218492315598240. Epub 2015 Jul 28.
11. Tomai F., Gaspardone A., Versaci F., et al. Twenty year follow-up after successful percutaneous balloon mitral valvuloplasty in a large contemporary series of patients with mitral stenosis. *Int J Cardiol.* 2014;177:881–5.
12. 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;43(7):561–632. doi: 10.1093/eurheartj/ehab395. Erratum in: *Eur Heart J.* 2022;43(21):2022. doi: 10.1093/eurheartj/ehac051
13. Ozkan H., Bozat T., Kenar Tiryakioglu S., Ari H. Should we wait until severe pulmonary hypertension develops? Efficacy of percutaneous mitral balloon valvuloplasty in patients with severe pulmonary hypertension: a subgroup analysis of our experience[J]. *Cardiol J.* 2016;23:184–188.
14. Pan X., Ouyang W., Li S., et al. Safety and efficacy of percutaneous patent ductus arteriosus closure solely under thoracic echocardiography guidance. *Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi.* 2015;43:31–33.
15. Liu Y., Guo G.L., Ouyang W.B., Li M.Z., Pan X.B. Feasibility and effectiveness of percutaneous ventricular septal defect closure under solely guidance of echocardiography. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* 2017;16:1222–1226.
16. Pan X.B., Ou-Yang W.B., Pang K.J., et al. Percutaneous closure of atrial septal defects under transthoracic echocardiography guidance without fluoroscopy or intubation in children. *J Interv Cardiol.* 2015;28:390–395.
17. Wang S.Z., Ouyang W.B., Hu S.S., et al. First-in-human percutaneous balloon pulmonary valvuloplasty under echocardiographic guidance only. *Congenit Heart Dis.* 2016;11:716.
18. Kronzon I., Glassman E., Cohen M., Winer H. Use of two-dimensional echocardiography during transseptal cardiac catheterization. *J Am Coll Cardiol.* 1984;4:425–428.
19. Sun Z.R., Han Y., Fan T.B., Liu L., Liu Y.H., Jiang J.C., Shao Z.H., Zhang G.J., Pan X.B. Short- and mid-term outcomes of percutaneous balloon mitral valvuloplasty under the guidance of ultrasound. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* 2021;101(22):1690–1694. doi: 10.3760/cma.j.cn112137-20201009-02786. (in Chinese)