



# Влияние несоответствия «пациент – протез» на отдалённые результаты лечения после протезирования аортального клапана биологическим протезом: ретроспективное одноцентровое исследование

В.В. Базылев, Д.С. Тунгусов, Р.М. Бабуков✉, Ф.Л. Бартош, А.И. Микуляк, А.В. Лёвина

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, Пенза, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Несмотря на многочисленные исследования, в настоящее время сохраняется неоднозначность выводов влияния несоответствия «протез – пациент» (НПП) на отдалённые результаты после протезирования аортального клапана (АК).

**Цель.** Оценить влияние НПП на отдалённые результаты у пациентов после коррекции АК биологическим протезом.

**Материал и методы.** Ретроспективно проанализированы данные 231 пациента (из них 151 мужчина, средний возраст  $67 \pm 5$  лет, и 80 женщин, средний возраст  $66 \pm 4,8$  лет), которым с января 2010 по декабрь 2018 года в ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» (Пенза) было выполнено протезирование АК биологическим протезом.

**Результаты.** Умеренное НПП присутствовало у 131 (56%), тяжёлое – у 1 (0,7%) пациента. Нами не установлено значимых различий в госпитальной летальности у пациентов с НПП и без него. В отдалённом периоде у пациентов с НПП отмечалась более медленная регрессия массы левого желудочка и восстановление его контрактильной функции. Не было выявлено значимой разницы в выживаемости в отдалённом периоде наблюдения между пациентами с НПП и без НПП: 77,7 и 79% соответственно ( $p=0,6$ ). Также не обнаружено значимых различий по частоте развития больших сосудистых событий: свобода от неблагоприятных событий составила 90 и 91% соответственно ( $p=0,7$ ). Зафиксирована тенденция к более частой госпитализации по поводу обострения хронической сердечной недостаточности (ХСН) в группе пациентов с НПП в сравнении с пациентами без него: 63,8 и 78% (отношение рисков, ОР=1,6; 95% доверительный интервал, ДИ 0,93–2,1;  $p=0,007$ ). Кроме того, наблюдалась тенденция к увеличению структурной дегенерации биологического клапана в группе с НПП в сравнении с группой без НПП: 76 и 87% соответственно (ОР=1,4; 95% ДИ 1,43,1;  $p=0,01$ ). Предикторами риска госпитализации по причине, вызванной обострением ХСН, были ранее перенесённый инфаркт миокарда и НПП (ОР=0,4; 95% ДИ 0,2–0,9;  $p=0,04$  и ОР=1,5; 95% ДИ 0,9–2;  $p=0,005$  соответственно). Независимым предиктором структурной дегенерации биологического протеза в отдалённом периоде наблюдения оказался факт наличия НПП (ОР=2; 95% ДИ 0,85–4,1;  $p=0,01$ ).

**Заключение.** НПП – частое осложнение после протезирования АК биологическим протезом, которое связано с более медленной регрессией массы левого желудочка, повышенным риском структурной дегенерации клапана и числом госпитализаций по поводу обострения ХСН.

**Ключевые слова:** аортальный стеноз, несоответствие «протез – пациент», биологический клапан

**Для цитирования:** Базылев В.В., Тунгусов Д.С., Бабуков Р.М., Бартош Ф.Л., Микуляк А.И., Лёвина А.В. Влияние несоответствия «протез – пациент» на отдалённые результаты лечения после протезирования аортального клапана биологическим протезом: ретроспективное одноцентровое исследование. CardioСоматика. 2022;13(3):139–147. DOI: <https://doi.org/10.17816/CS87618>

## ОБОСНОВАНИЕ

Несоответствие «протез – пациент» (НПП) – это неструктурная патология протезированного аортального клапана (АК) сердца, возникающая при несоответствии площади эффективного отверстия нормально функционирующего протеза размеру тела пациента, что приводит к возникновению аномально высоких транспротезных градиентов [1]. Частота умеренного НПП после

протезирования АК составляет 20–70%, тогда как тяжёлое НПП встречается значительно реже (от 2 до 10%) [2, 3].

Ряд исследований свидетельствует о том, что у пациентов после протезирования АК НПП может оказывать негативное влияние на прогноз, а также на уменьшение массы миокарда левого желудочка (ЛЖ), что сопровождается низкими показателями выживаемости и более быстрой структурной дегене-

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АК – аортальный клапан  
АС – аортальный стеноз  
ДИ – доверительный интервал  
ИМТ – индекс массы тела  
КДО ЛЖ – конечный диастолический объём левого желудочка  
КСО ЛЖ – конечный систолический объём левого желудочка  
ЛЖ – левый желудочек  
НПП (РРМ) – несоответствие «протез – пациент»  
ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения  
ОР – отношение рисков  
ОШ – отношение шансов  
СДЛА – систолическое давление в лёгочной артерии  
УО ЛЖ – ударный объём левого желудочка

ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка  
ФК – функциональный класс хронической сердечной недостаточности  
ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь лёгких  
ХСН – хроническая сердечная недостаточность  
DVI – доплеровский индекс скорости  
EOA – площадь эффективного отверстия  
GLSLЖ – глобальная продольная деформация левого желудочка  
Gmax – максимальный трансортальный градиент  
Gmean – средний трансортальный градиент давления  
iEOA – индекс площади эффективного отверстия  
NYHA – New York Heart Association (Нью-Йоркская кардиологическая ассоциация)

# Influence of prosthesis – patient mismatch on long-term results in patients after aortic valve replacement with a biological prosthesis: retrospective single center study

Vladlen V. Bazylev, Dmitriy S. Tungusov, Ruslan M. Babukov✉, Fedor L. Bartosh, Artur I. Mikulyak, Alena V. Levina

Federal Center of Cardiovascular Surgery, Penza, Russia

## ABSTRACT

**Background.** Despite numerous studies, ambiguity remains at present regarding the impact of prosthesis-patient mismatch (PPM) on long-term outcomes after aortic valve (AV) replacement.

**Objective.** This study evaluates the effect of PPM on long-term results in patients after AV replacement with a biological prosthesis.

**Material and methods.** We retrospectively analyzed the data of 231 patients who underwent AV replacement with a biological prosthesis from 2010 to 2018 at the Penza Federal Center of Cardiovascular Surgery. Patients were implanted with the following biological prostheses: Medtronic Mosaic, Edwards PERIMOUNT, Biocor.

**Results.** Moderate PPM was present in 131 patients (56%), and severe PPM in 1 patient (0.7%). The mean follow-up was 78.8±32 months. There were no significant differences in hospital mortality in patients with and without PPM, 4 (3%) and 3 (2.9%), respectively,  $p=0.9$ . In the long-term period, patients with PPM showed a slower regression of left ventricle (LV) mass and recovery of LV contractile function than patients without PPM,  $p=0.05$ . There was no significant difference in survival in the long-term follow-up period between patients with and without PPM long-term survival, 77.7% and 79%, respectively,  $p=0.6$ . Also, there were no significant differences in major adverse cardiac events and the freedom from adverse events was 90% and 91%;  $p=0.7$ . However, there was a tendency to more frequent hospitalization for chronic heart failure (CHF) exacerbation in the patient group with PPM than in those without PPM, 63.8% and 78%; HR 1.6; 95% CI 0.93–2.1,  $p=0.007$ . There was also a tendency for an increased biological valve structural degeneration in the group with PPM than in the group without PPM 76% and 87%, HR 1.4; 95% CI 1.4–3.1,  $p=0.01$ . According to the Cox regression, the overall postoperative mortality predictors were diabetes mellitus, vascular atherosclerosis HR 5; 95% CI 1.2–22,  $p=0.04$  and HR 2.9; 95% CI 1.4–6.6,  $p=0.01$  respectively. Predictors of the risk of hospitalization due to CHF exacerbation were previous myocardial infarction and PPM HR 0.4; 95% CI 0.2–0.9,  $p=0.04$  and HR 1.5; 95% CI 0.9–2;  $p=0.005$ , respectively PPM HR 2; 95% CI 0.85–4.1,  $p=0.01$ .

**Conclusion.** PPM is a common complication after AV replacement with a biological prosthesis. It is associated with a slower regression of LV mass, an increased risk of structural valve degeneration, and hospitalizations for exacerbated heart failure.

**Keywords:** aortic stenosis, patient prosthetic mismatch, biological valve

**For citation:** Bazylev VV, Tungusov DS, Babukov RM, Bartosh FL, Mikulyak AI, Levina AV. Influence of prosthesis – patient mismatch on long-term results in patients after aortic valve replacement with a biological prosthesis: retrospective single center study. *Cardiosomatics*. 2022;13(3):139–147. DOI: <https://doi.org/10.17816/CS87618>

рацией биологических протезов в сравнении с пациентами без НПП [4–8]. Тем не менее в ряде других исследований сообщалось, что НПП не влияет на замедление регрессии гипертрофии, неблагоприятные сердечно-сосудистые события, а также на краткосрочную и отдалённую выживаемость пациентов [9–14]. Таким образом, остаётся открытым вопрос влияния НПП на отдалённые результаты лечения пациентов с аортальным стенозом.

**Цель исследования** – оценить влияние НПП на отдалённые результаты у пациентов после хирургической коррекции АК биологическим протезом.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведено ретроспективное одноцентровое исследование 231 пациента (151 мужчина, средний возраст 67±5 лет, и 80 женщин, средний возраст 66±4,8 лет), которым было выполнено протезирование АК биологическим протезом.

## УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ

Исследование выполняли с января 2010 по декабрь 2018 года на базе ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» (Пенза).

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Пациентам были имплантированы следующие биологические протезы: Medtronic Mosaic (США), Edwards (США) PERIMOUNT (США), Biocor (США).

Всем пациентам выполняли трансторакальное эхокардиографическое исследование в соответствии с современными рекомендациями [9]. Трансаортальные градиенты кровотока были получены постоянно-волновым доплером из интегралов скорости кровотока по упрощённой формуле Бернулли:

$$G=4V^2$$

Ударный объём левого желудочка (УО ЛЖ) рассчитывали из интегралов скорости, полученной в выносящем тракте ЛЖ с помощью импульсного доплера. Индекс УО ЛЖ рассчитывали как отношение УО ЛЖ к площади поверхности тела. Площадь эффективного отверстия АК (ЕОА) рассчитывали по формуле:

$$EOA=SV / VTI,$$

где SV – УО ЛЖ, VTI – интеграл линейной скорости на АК. Прогнозируемая площадь эффективного отверстия (ЕОА) была получена из опубликованных нормальных значений ЕОА

Таблица 1. Сравнительная предоперационная характеристика пациентов

Table 1. Comparative preoperative characteristics of patients

Показатели	НПП (n=130)	Без НПП (n=101)	p
Возраст, лет	67±5	66±4,7	0,9
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	30±4,6	28,6±5,0	0,06
ППТ, м <sup>2</sup>	1,9±0,17	1,86±0,17	0,3
Сахарный диабет, n (%)	15 (11,5)	10 (10)	0,8
EuroSCORE I, баллы	9,7±8	10±8,8	0,5
Артериальная гипертензия, n (%)	122 (94)	93 (92)	0,6
Атеросклероз периферических артерий, n (%)	40 (31)	58 (58)	0,01
Мультифокальный атеросклероз, n (%)	19 (14)	30 (29)	0,01
Нарушение функции почек, n (%)	38 (29)	31 (30,6)	0,08
ХОБЛ, n (%)	17 (13)	15 (15,8)	0,1
Фибрилляция предсердий, n (%)	18 (13,8)	19 (18)	0,05
Перенесённый инфаркт миокарда, n (%)	22 (17)	20 (19)	0,2
ОНМК, n (%)	8 (6)	5 (5)	0,7
Креатинин, мкмоль/л	104±25	102±25	0,05
Гемоглобин, г/дл	135±17	132±17	0,4
Сочетанное КШ, n (%)	20 (33)	23 (37)	0,08
Время ишемии, мин	88±37	97±38	0,06
Время ИК, мин	126±63	137±63	0,09
ФК II (NYHA), n (%)	36 (28)	30 (29)	0,2
ФК III (NYHA), n (%)	89 (68)	67 (66)	0,7
ФК IV (NYHA), n (%)	5 (3,8)	4 (4)	0,1
Средний ФК (NYHA)	2,7±0,57	2,6±0,57	0,2
6-минутный тест, м	240±56, 280±70	236±50, 300±85	0,07

Примечание (здесь и в табл. 2, 3). НПП – несоответствие «пациент – протез».

ИМТ – индекс массы тела, ППТ – площадь поверхности тела, Euro SCORE – Европейская система оценки риска сердечно-сосудистых заболеваний (<https://www.euroscore.org/index.php?id=17>), ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь лёгких, ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения, КШ – коронарное шунтирование, ИК – искусственное кровообращение, ФК – функциональный класс хронической сердечной недостаточности по NYHA, NYHA – Нью-Йоркская кардиологическая ассоциация.

Note (here and in Table 2, 3). НПП – patient prosthetic mismatch.

ИМТ – body mass index, ППТ – body surface area, Euro SCORE – European Cardiovascular Disease Risk Assessment System (<https://www.euroscore.org/index.php?id=17>), ХОБЛ – chronic obstructive pulmonary disease, ОНМК – acute cerebrovascular accident, КШ – coronary bypass surgery, ИК – artificial blood circulation, ФК – functional class of chronic heart failure according to NYHA, NYHA – New York Cardiological Association.

*in vivo* для каждой модели и размера протеза, имплантированно-го в этой когорте пациентов.

- НПП определяли как клинически незначимое, если прогнозируемая индексированная площадь эффективного отверстия (iEOA) была >0,85 см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.
- НПП считали умеренным при iEOA >0,65, у<sub>j</sub> ≤0,85 см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.
- НПП расценивали как тяжёлое при iEOA ≤0,65 см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

У пациентов с выраженным ожирением – с индексом массы тела (ИМТ) >30 кг/м<sup>2</sup> – тяжёлым НПП считали iEOA <0,60, умеренным – от 70 до 60, клинически незначимым >70 см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> [15].

Допплеровские индексы скорости определяли как отношение интеграла линейной скорости кровотока в выносящем тракте ЛЖ к интегралу линейной скорости кровотока на АК. Показатель времени ускорения кровотока был определён как интервал между началом систолического кровотока и его максимальной скоростью. Расчёт глобальной продольной деформации ЛЖ высчитывали как среднее значение продольной деформации в апикальных 2-, 3- и 4-камерных проекциях в полуавтономном режиме методом спекл-трекинга. Дисфункцию биологического протеза

определяли по появлению умеренной или выраженной аортальной регургитации и увеличению среднего трансортального градиента (G<sub>mean</sub>) ≥10 мм рт. ст. в сравнении со значением, полученным на госпитальном этапе.

#### ИСХОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И МЕТОДЫ ИХ РЕГИСТРАЦИИ

Первичные конечные точки в исследовании:

- летальные исходы от любых причин;
- большие сердечно-сосудистые события (инсульты, инфаркты, внезапная сердечная смерть);
- госпитализация, связанная с обострением сердечной недостаточности;
- структурная дегенерация биологического клапана.

Повторная госпитализация определялась как любая госпитализация в связи с процедурой, клапаном или сердечной недостаточностью после выписки из стационара. Признаками дегенерации АК считали увеличение G<sub>mean</sub> ≥10 мм рт. ст. от исходного значения и регистрацию умеренной или выраженной аортальной регургитации [16].

Таблица 2. Предоперационные эхокардиографические характеристики пациентов  
Table 2. Preoperative echocardiographic characteristics of patients

Показатели	НПП (n=130)	Без НПП (n=101)	p
КДО ЛЖ, мл	141±78	148±57,	0,06
КСО ЛЖ, мл	60±43	63±51	0,6
ФВ ЛЖ, %	58±12	56±13	0,5
Индекс УО ЛЖ, мл/м <sup>2</sup>	35,7±6	37±3	0,06
GLSLЖ, %	9±3,2	9,4±2,8	0,05
Индекс объёма левого предсердия	44±17	53±10	0,03
Масса ЛЖ, г	298±74	292±74	0,3
Индекс массы ЛЖ, г/м <sup>2</sup>	155±39	156±39	0,6
G <sub>max</sub> , мм рт. ст.	83±60	80±60	0,09
G <sub>mean</sub> , мм рт. ст.	46±20	46±24	0,09
ЕОА, см <sup>2</sup>	0,92±0,3	0,9±0,3	0,2
iЕОА, см <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	0,48±0,15	0,48±0,15	0,9
DVI	0,2±0,4	0,2±0,4	0,4
СДЛА, мм рт. ст.	36±17, 33±15	39±17, 35±17	0,08

*Примечание.* КДО – конечный диастолический объём левого желудочка (ЛЖ), КСО – конечный систолический объём ЛЖ, ФВ ЛЖ – фракция выброса ЛЖ, индекс УО ЛЖ – индекс ударного объёма ЛЖ, GLSLЖ – глобальная продольная деформация ЛЖ, G<sub>max</sub> – максимальный трансортальный градиент давления, G<sub>mean</sub> – средний трансортальный градиент давления, ЕОА – площадь эффективного отверстия аортального клапана, iЕОА – индекс площади эффективного отверстия аортального клапана, DVI – доплеровский индекс скорости, СДЛА – систолическое давление в лёгочной артерии.  
*Note.* КДО – final end diastolic volume of left ventricle (LV), КСО – final systolic volume of LV, ФВ ЛЖ – ejection fraction of LV, УО ЛЖ – index shock volume LV, GLSLЖ – lobal longitudinal deformation of LV, G<sub>max</sub> – maximum transaortic gradient, G<sub>mean</sub> – mean transaortic pressure gradient, ЕОА – aortic valve effective orifice area, iЕОА – index of aortic valve area, DVI – dimensionless index, СДЛА – systolic pressure in the pulmonary artery.

#### АНАЛИЗ В ПОДГРУППАХ

Включённые в анализ пациенты были разделены на 2 группы:

- 1-я группа – 130 пациентов с НПП, из них 37 женщин, средний возраст 67±5 лет;
- 2-я группа – 101 пациент без НПП, из них 43 женщины, средний возраст 66±4,7 лет.

#### СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

Проведение научного исследования одобрено Этическим комитетом ФГБУ ФЦССХ Минздрава России (Протокол № 62 от 04.04.2022).

#### СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Статистический анализ данных проводили с помощью демо-версии SPSS Statistics v. 22 (IBM, США). Данные представлены как среднее значение и стандартное отклонение (M ± SD) либо в абсолютных значениях (n) и их долях (%). Значимость различий между качественными признаками рассчитывали при помощи непараметрических методов (U-критерий Манна–Уитни, p < 0,05), для количественных показателей – посредством t-критерия Стьюдента (для независимых групп). Категориальные переменные обозначали в % и сравнивали с применением соответствующего критерия Пирсона χ<sup>2</sup> или точного критерия Фишера. Различия считали статистически значимыми при p < 0,05. Множественную логистическую регрессию применяли для определения предикторов госпитальной летальности, регрессию Кокса использовали для выявления предикторов поздних событий. Значимость полученных результатов обозначали отношением шансов (ОШ) и рисков (ОР) с 95% доверительными интервалами (ДИ). Общая бессобытийная выживаемость была проанализирована по методу Каплана–Мейера.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

##### УЧАСТНИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проанализированы данные 231 пациента, которым было выполнено протезирование АК биологическим протезом. В ходе исследования пациентов разделили на 2 группы: с НПП [n=130, из них 37 (28%) женщин, средний возраст 67±5 лет] и без него [n=101, из них 43 (42,5%) женщин, средний возраст 66±4,7 лет].

Дооперационные морфофункциональные и эхокардиографические данные участников исследования представлены в табл. 1, 2. Умеренное НПП присутствовало у 131 (56%), тяжёлое – у 1 (0,7%) обследуемого. Не было обнаружено различий между группой пациентов с НПП и без него, 40 пациентам с предполагаемым риском выраженного НПП была выполнена аннулорасширяющая пластика корня аорты. Площадь эффективного отверстия АК в ближайшем послеоперационном периоде была получена из опубликованных нормальных значений ЕОА *in vivo* для каждой модели и размера протеза, имплантированного в этой когорте пациентов [17].

##### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Среднее значение ЕОА и iЕОА у пациентов с НПП было значительно меньше в сравнении с пациентами без НПП (1,48±0,1 и 1,8±0,3 см<sup>2</sup> соответственно, p < 0,001; 0,77±0,04 и 1±0,13 соответственно, p < 0,001). Средний период наблюдения составил 78,8±32 мес, за время наблюдения зарегистрировано 68 (29%) летальных исходов. Не было установлено значимых различий в госпитальной летальности – 4 (3%) и 3 (2,9%) соответственно (p=0,9). В отдалённом периоде наблюдения у пациентов без НПП отмечена более быстрая регрессия массы ЛЖ и восстановления его контрактильной функции в сравнении с пациентами с НПП (p=0,05; табл. 3). Также не обнаружено значимой разницы в вы-

Таблица 3. Сравнительная таблица отдалённых эхокардиографических характеристик пациентов

Table 3. Comparative table of long-term echocardiographic characteristics of patients

Показатели	НПП (n=130)	Без НПП (n=101)	p
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	30±4,8	29±5,0	0,07
ППТ, м <sup>2</sup>	1,92±0,17	1,89±0,17	0,1
КДО ЛЖ, мл	128±57	121±55	0,05
КСО ЛЖ, мл	46±18	40±16	0,05
ФВ ЛЖ, %	63±12	65±13	0,05
Эффективный индекс УО ЛЖ, мл/м <sup>2</sup>	37±5	38±5	0,09
GLSLЖ, %	15±4	17,2±4,4	0,03
Индекс объёма левого предсердия	42±14	38±15	0,04
Масса ЛЖ, г	256±67	223±50	0,01
Индекс массы ЛЖ, г/м <sup>2</sup>	134±26	117±22	0,01
Регрессия индекса массы ЛЖ, г/м <sup>2</sup>	21±10	39±14	0,001
G <sub>max</sub> , мм рт. ст.	35±14	24±10	0,008
G <sub>mean</sub> , мм рт. ст.	18,5±8,8	12,6±5,5	0,004
ЕОА, см <sup>2</sup>	1,4±0,24	1,7±0,3	0,005
iЕОА, см <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	0,73±0,13	0,9±0,16	0,005
DVI	0,4±0,1	0,57±0,15	0,004
СДЛА, мм рт. ст.	33±15	35±17	0,09

*Примечание.* ИМТ – индекс массы тела, ППТ – площадь поверхности тела, КДО – конечный диастолический объём левого желудочка (ЛЖ), КСО – конечный систолический объём ЛЖ, ФВ ЛЖ – фракция выброса ЛЖ, индекс УО ЛЖ – индекс ударного объёма ЛЖ, GLSLЖ – глобальная продольная деформация ЛЖ, G<sub>max</sub> – максимальный трансортальный градиент давления, G<sub>mean</sub> – средний трансортальный градиент давления, ЕОА – площадь эффективного отверстия аортального клапана, iЕОА – индекс площади эффективного отверстия аортального клапана, DVI – доплеровский индекс скорости, СДЛА – систолическое давление в лёгочной артерии.  
*Note.* ИМТ – body mass index, ППТ – body surface area, КДО – final end diastolic volume of left ventricle (LV), КСО – final systolic volume of LV, ФВ ЛЖ – ejection fraction LV, УО ЛЖ – index shock volume of LV, GLSLЖ – global longitudinal deformation of the LV, G<sub>max</sub> – maximum transaortic gradient, G<sub>mean</sub> – mean transaortic pressure gradient, ЕОА – aortic valve effective orifice area, iЕОА – index of aortic valve area, DVI – dimensionless index, СДЛА – systolic pressure in the pulmonary artery.

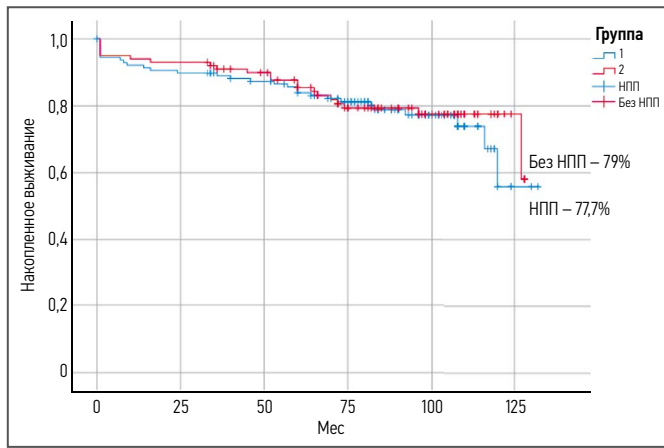
живаемости в отдалённом периоде наблюдения между пациентами с НПП и без него: 77,7 и 79% соответственно ( $p=0,6$ ; **рис. 1**). Не зафиксировано и значимых различий по частоте развития больших сосудистых событий: свобода от неблагоприятных событий составила 90 и 91% соответственно ( $p=0,7$ ; **рис. 2**).

Однако при этом зафиксирована тенденция к более частой госпитализации по поводу обострения хронической сердечной недостаточности (ХСН) в группе пациентов с НПП в сравнении с пациентами без него: 63,8 и 78% соответственно ( $p=0,007$ ; **рис. 3**). Также выявлена тенденция к увеличению структурной дегенерации биологического клапана в группе с НПП в сравнении с группой без НПП: 76 и 87% соответственно ( $p=0,01$ ; **рис. 4**). По результатам регрессии Кокса предикторами общей послеоперационной летальности оказались такие факторы, как сахарный диабет (ОР=5; 95% ДИ 1,2–22;  $p=0,04$ ) и атеросклероз сосудов (ОР=2,9; 95% ДИ 1,4–6,6;  $p=0,01$ ). Предикторами риска госпитализации по поводу обострения ХСН служили ранее перенесённый инфаркт миокарда и НПП (ОР=0,4; 95% ДИ 0,2–0,9  $p=0,04$  и ОР=1,5; 95% ДИ 0,9–2  $p=0,005$  соответственно). Независимым предиктором структурной дегенерации биологического протеза в отдалённом периоде наблюдения стало НПП (ОР=2; 95% ДИ 0,85–4,1;  $p=0,01$ ). Анализ нейронных сетей также продемонстрировал, что НПП является ведущим фактором, способствующим дегенерации биологического клапана (**рис. 5**).

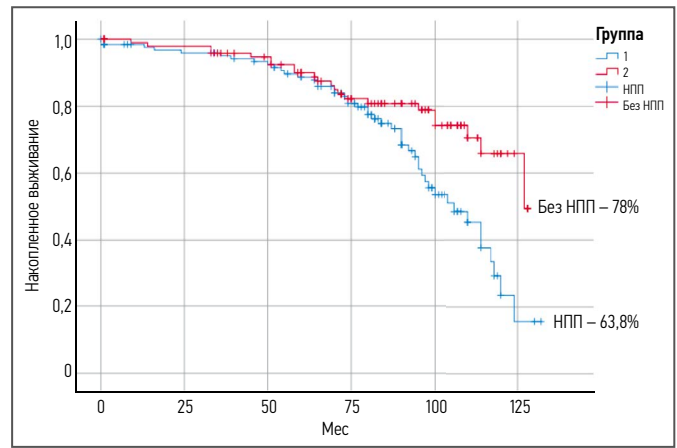
## ОБСУЖДЕНИЕ

НПП относится к концепции, согласно которой слишком маленький протез у слишком «большого» пациента может вызвать

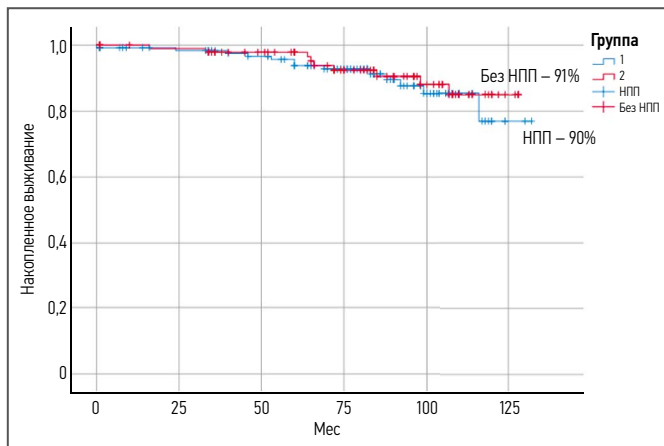
аномально высокие градиенты, что приведёт к потенциально негативным последствиям, аналогичным тем, которые могут возникнуть при наличии стеноза АК. Несмотря на то, что хирурги и компании, производящие клапаны, по-прежнему обеспокоены появлением НПП, настоящее время отсутствует единая точка зрения по поводу влияния умеренного НПП на отдалённые результаты лечения пациентов. Впервые о НПП как о неструктурной патологии протеза сообщил Rahimtoola [18] в 1978 году, и именно с тех пор возник вопрос влияния НПП на отдалённые результаты после протезирования АК. Однако, несмотря на проведение многочисленных работ по этому поводу, до сих пор сохраняется неоднозначность выводов в этом вопросе [5–16, 19–25], хотя в ряде исследований сообщалось, что НПП может быть значимым фактором, влияющим на отдалённую летальность [5–13, 26, 27]. В нашем исследовании мы оценили результаты лечения пациентов с умеренным НПП. Нами не выявлено значимого влияния НПП на отдалённую выживаемость. Это согласуется со сведениями Daneshvar и Moon и соавт., которые отметили, что только критическое НПП с iЕОА <0,4 см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> может негативно влиять на отдалённую выживаемость пациентов [28, 29]. По данным нашего исследования, умеренное НПП и ранее перенесённый инфаркт миокарда служат значимыми предикторами госпитализации по поводу обострения ХСН. Совершенно очевидно, что пациенты с сохраняющейся повышенной постнагрузкой при НПП на фоне нарушений систолической функции ЛЖ после перенесённого инфаркта миокарда будут чаще подвержены риску обострения ХСН. Наши результаты согласуются и с данными исследований Fallon и Blais и соавт., которыми было доказано, что НПП имеет значи-



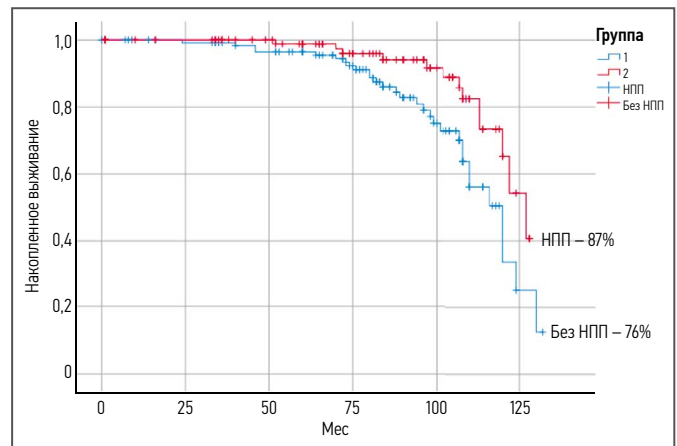
**Рис. 1. Свобода от летальности (анализ Каплана–Мейера).**  
 Примечание (здесь и на рис. 2–5). НПП – несоответствие «пациент – протез».  
**Fig. 1. Freedom from lethality (Kaplan–Meier analysis).**  
 Note (here and in Fig. 2–5). НПП – patient prosthesis mismatch.



**Рис. 3. Свобода от повторной госпитализации по поводу обострения хронической сердечной недостаточности (анализ Каплана–Мейера).**  
**Fig. 3. Freedom from re-hospitalization for exacerbation of chronic heart failure (Kaplan–Meier analysis).**



**Рис. 2. Свобода от развития больших сосудистых событий (анализ Каплана–Мейера).**  
**Fig. 2. Freedom from the development of major vascular events (Kaplan–Meier analysis).**



**Рис. 4. Свобода от структурно-дегенеративных изменений биологического протеза (анализ Каплана–Мейера).**  
**Fig. 4. Freedom from structurally degenerative changes in a biological prosthesis (Kaplan–Meier analysis).**

мое влияние на частоту госпитализаций по поводу обострения ХСН [26, 30]. Важно отметить, что по итогам нашего исследования НПП было единственным предиктором, значимо влияющим на структурную дегенерацию протеза в отдалённом периоде наблюдения. Это вполне логично, поскольку НПП приводит к аномально высоким транспротезным градиентам и нарушению структуры гемодинамического кровотока, что, в свою очередь, может увеличивать механическую нагрузку на створки биологического протеза и, таким образом, ускорять кальцификацию створок. Mahjoub и Flameng в своих исследованиях также пришли к выводу, что НПП является значимым фактором, провоцирующим структурную дегенерацию створок [7, 8]. Кроме того, в нашем исследовании отмечено, что у пациентов с НПП регрессия массы ЛЖ и восстановление его контрактильной функции происходят медленнее по сравнению с пациентами без НПП. Вероятно, это связано с сохраняющейся значимой постнагрузкой. В нескольких ранее проведённых исследованиях тоже продемонстрировано, что у пациентов с НПП происходит более медленная регрессия массы ЛЖ и восстановления контрактильной функции ЛЖ [31, 32].

Del Rizzo и соавт. в своём анализе данных 1103 пациентов после хирургической коррекции АК биологическим протезом сообщили о значимой взаимосвязи между iEOA и степенью регрессии массы ЛЖ после протезирования биологическим протезом. Средняя ре-



**Рис. 5. Шкала важности факторов, влияющих на структурную дегенерацию биологического протеза (нейронные сети).**  
 Примечание. АК – аортальный клапан, ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь лёгких, ЛЖ – левый желудочек.  
**Fig. 5. A scale of the importance of factors influencing the structural degeneration of a biological prosthesis (neural networks).**  
 Note. АК – aortic valve, ХОБЛ – chronic obstructive pulmonary disease, ЛЖ – left ventricle.

грессия массы ЛЖ составила 23% у пациентов с индексированным  $EOA > 0,80 \text{ см}^2/\text{м}^2$  по сравнению со средней регрессией массы в 4,5% у пациентов с индексированным  $EOA \leq 0,80 \text{ см}^2/\text{м}^2$  ( $p=0,0001$ ) [13].

### ОГРАНИЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В нашем исследовании существуют ограничения, которые необходимо признать. Во-первых, это ретроспективный анализ на ограниченной выборке пациентов, что могло отразиться на полученных результатах. Во-вторых,  $EOA$  прогнозировался по справочным таблицам, которые могут не отражать фактические значения  $EOA$  *in vivo*. Ввиду этого необходимо дальнейшее проведение рандомизированного проспективного многоцентрового клинического исследования с длительным периодом наблюдения для изучения влияния НПП на долгосрочные исходы у пациентов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

НПП – это осложнение после протезирования АК биологическим протезом, которое приводит к более медленной регрессии массы ЛЖ, повышенным рискам структурной дегенерации АК и увеличенной частоте госпитализаций по поводу обострения сердечной недостаточности.

**Соответствие принципам этики.** Проведение научно-го исследования одобрено Этическим комитетом ФГБУ ФЦССХ Минздрава России (Протокол № 62 от 04.04.2022).

**Ethics approval.** The study was approved by the Ethics Committee of the Federal Center of Cardiovascular Surgery, Russia (Protocol No. 62, 2022 Apr 4).

**Раскрытие интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

**Disclosure of interest.** The authors declare that they have no competing interests.

**Вклад авторов.** Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

**Authors' contribution.** The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Источник финансирования.** Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

**Funding source.** The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

### Информация об авторах / Information about the authors

**Базылев Владлен Владленович** – д-р мед наук, проф., врач сердечно-сосудистый хирург, гл. врач ФЦССХ. ORCID: 0000-0001-6089-9722

**Тунгузов Дмитрий Сергеевич** – канд. мед. наук, врач сердечно-сосудистый хирург, зам. гл. врача ФЦССХ. ORCID: 0000-0001-9272-7423

✉ **Бабукوف Руслан Медарисович** – врач-кардиолог, врач ультразвуковой диагностики ФЦССХ. e-mail: cardio-penza@yandex.ru; ruslan.babukov@mail.ru; ORCID: 0000-0002-7338-9462

**Бартош Фёдор Леонидович** – канд. мед. наук, зав. отд-нием ФЦССХ. ORCID: 0000-0001-5482-3211

**Микulyак Артур Иванович** – канд. мед. наук, врач сердечно-сосудистый хирург, зав. отд-нием ФЦССХ. ORCID: 0000-0002-9519-5036

**Лёвина Алёна Витальевна** – врач ультразвуковой диагностики ФЦССХ. ORCID: 0000-0002-3210-3974

**Vladlen V. Bazylev** – MD, D. Sci. (Med.), Prof., cardiovascular surgeon, chief physician, Federal Center of Cardiovascular Surgery. ORCID: 0000-0001-6089-9722

**Dmitriy S. Tungusov** – MD, Cand. Sci. (Med.), cardiovascular surgeon, deputy chief physician, of Federal Centre for Cardiovascular Surgery; ORCID: 0000-0001-9272-7423

✉ **Ruslan M. Babukov** – cardiologist, ultrasound doctor, Federal Center of Cardiovascular Surgery. e-mail: cardio-penza@yandex.ru; ruslan.babukov@mail.ru; ORCID: 0000-0002-7338-9462

**Fedor L. Bartosh** – MD, Cand. Sci. (Med.), department head, Federal Center of Cardiovascular Surgery. ORCID: 0000-0001-5482-3211

**Artur I. Mikulyak** – MD, Cand. Sci. (Med.), cardiovascular surgeon, department head, Federal Center of Cardiovascular Surgery. ORCID: 0000-0002-9519-5036

**Alena V. Levina** – ultrasound doctor, Federal Center of Cardiovascular Surgery. ORCID: 0000-0002-3210-3974

### ЛИТЕРАТУРА

- Pibarot P., Dumesnil J.G. Valve prosthesis – patient mismatch, 1978 to 2011: from original concept to compelling evidence // *J Am Coll Cardiol*. 2012. Vol. 60, N 13. P. 1136–1139. doi: 10.1016/j.jacc.2012.07.005
- Lancellotti P., Pibarot P., Chambers J., et al. Recommendations for the imaging assessment of prosthetic heart valves: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging endorsed by the Chinese Society of Echocardiography, the Interamerican Society of Echocardiography and the Brazilian Department of Cardiovascular Imaging // *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016. Vol. 17, N 6. P. 589–590. doi: 10.1093/ehjci/jew025
- Rao V., Jamieson W.R., Ivanov J., et al. Prosthesis – patient mismatch affects survival following aortic valve replacement // *Circulation*. 2000. Vol. 102, N 19 (Suppl. 3). P. III5–III9. doi: 10.1161/01.cir.102.suppl\_3.iii-5
- Pibarot P., Honos G.N., Durand L.G., Dumesnil J.G. The effect of patient – prosthesis mismatch on aortic bioprosthetic valve hemodynamic performance and patient clinical status // *Can J Cardiol*. 1996. Vol. 12, N 4. P. 379–387.
- Mohty D., Girad S.E., Malouf J.F., et al. The impact of severe prosthesis – patient mismatch on long-term survival in patients with small St. Jude Mechanical prostheses in the aortic position // *Circulation*. 2006. Vol. 113, N 3. P. 420–426. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.546754
- Nardi P., Russo M., Saitto G., Ruvolo G. The Prognostic Significance of Patient – Prosthesis Mismatch after Aortic Valve Replacement. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;51(3):161–166. doi: 10.5090/kjtc.2018.51.3.161
- Flameng W., Herregods M.C., Vercauteren M., et al. Prosthesis – patient mismatch predicts structural valve degeneration in bioprosthetic heart valves // *Circulation*. 2010. Vol. 121, N 19. P. 2123–2129. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.901272
- Mahjoub H., Mathieu P., Larose É., et al. Determinants of aortic bioprosthetic valve calcification assessed by multidetector CT // *Heart*. 2015. Vol. 101, N 6. P. 472–477. doi: 10.1136/heartjnl-2014-306445
- Pibarot P., Dumesnil J.G. Hemodynamic and clinical impact of prosthesis – patient mismatch in the aortic valve position and its prevention // *J Am Coll Cardiol*. 2000. Vol. 36, N 4. P. 1131–1141. doi: 10.1016/s0735-1097(00)00859-7

10. Hoffmann A., Burckhardt D. Patients at risk for cardiac death late after aortic valve replacement // *Am Heart J*. 1990. Vol. 120, N 5. P. 1142–1147. doi: 10.1016/0002-8703(90)90128-k
11. Sim E.K.W., Orszulak T.A., Schaff H.V., Schub C. Influence of prosthesis size on change in left ventricular mass following aortic valve replacement // *Eur J Cardiothorac Surg*. 1994. Vol. 8, N 6. P. 293–297. doi: 10.1016/s1010-7940(05)80088-0
12. González-Juanatey J.R., García-Acuña J.M., Fernández M.V., et al. Influence of the size of aortic valve prostheses on hemodynamics and change in left ventricular mass: implications for the surgical management of aortic stenosis // *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1996. Vol. 112, N 2. P. 273–280. doi: 10.1016/s0022-5223(96)70249-0
13. Del Rizzo D.F., Abdoh A., Cartier P., et al. Factors affecting left ventricular mass regression after aortic valve replacement with stentless valves // *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 1999. Vol. 11, N 4 (Suppl. 1). P. 114–120.
14. Jamieson W.R., Ye J., Higgins J., et al. Effect of prosthesis – patient mismatch on long-term survival with aortic valve replacement: assessment to 15 years // *Ann Thorac Surg*. 2010. Vol. 89, N 1. P. 51–58. Discussion 59. doi: 10.1016/j.athoracsur.2009.08.070
15. Astudillo L.M., Santana O., Urbandt P.A., et al. Clinical predictors of prosthesis – patient mismatch after aortic valve replacement for aortic stenosis // *Clinics (Sao Paulo)*. 2012. Vol. 67, N 1. P. 55–60. doi: 10.6061/clinics/2012(01)09
16. Chacko S.J., Ansari A.H., McCarthy P.M., et al. Prosthesis – patient mismatch in bovine pericardial aortic valves: evaluation using 3 different modalities and associated medium-term outcomes // *Circ Cardiovasc Imaging*. 2013. Vol. 6, N 5. P. 776–783. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.112.000319
17. VASC-3 WRITING COMMITTEE; Généreux P., Piazza N., et al. Valve Academic Research Consortium 3: updated endpoint definitions for aortic valve clinical research // *Eur Heart J*. 2021. Vol. 42, N 19. P. 1825–1857. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa799
18. Rahimtoola S.H. The problem of valve prosthesis – patient mismatch // *Circulation*. 1978. Vol. 58, N 1. P. 20–24. doi: 10.1161/01.CIR.58.1.20
19. Cotoni D.A., Palac R.T., Dacey L.J., O'Rourke D.J. Defining patient – prosthesis mismatch and its effect on survival in patients with impaired ejection fraction // *Ann Thorac Surg*. 2011. Vol. 91, N 3. P. 692–699. doi: 10.1016/j.athoracsur.2010.11.033
20. Conciatrè G., Dell'aquila A., Pansini S., et al. Aortic valve replacement with smaller prostheses in elderly patients: does patient prosthetic mismatch affect outcomes? // *J Card Surg*. 2013. Vol. 28, N 4. P. 341–347. doi: 10.1111/jocs.12136
21. Florath I., Albert A., Rosendahl U., et al. Impact of valve prosthesis – patient mismatch estimated by echocardiographic-determined effective orifice area on long-term outcome after aortic valve replacement // *Am Heart J*. 2008. Vol. 155, N 6. P. 1135–1142. doi: 10.1016/j.ahj.2007.12.037
22. Howell N.J., Keogh B.E., Ray D., et al. Patient – prosthesis mismatch in patients with aortic stenosis undergoing isolated aortic valve replacement does not affect survival // *Ann Thorac Surg*. 2010. Vol. 89, N 1. P. 60–64. doi: 10.1016/j.athoracsur.2009.07.037
23. Tao K., Sakata R., Iguro Y., et al. Impact of valve prosthesis – patient mismatch on intermediate-term outcome and regression of left ventricular mass following aortic valve replacement with mechanical prosthesis // *J Card Surg*. 2007. Vol. 22, N 6. P. 486–492. doi: 10.1111/j.1540-8191.2007.00465.x
24. Garatti A., Mori F., Innocente F., et al. Aortic valve replacement with 17-mm mechanical prostheses: is patient – prosthesis mismatch a relevant phenomenon? // *Ann Thorac Surg*. 2011. Vol. 91, N 1. P. 71–77. doi: 10.1016/j.athoracsur.2010.08.036
25. Vicchio M., Della Corte A., De Santo L.S., et al. Prosthesis – patient mismatch in the elderly: survival, ventricular mass regression, and quality of life // *Ann Thorac Surg*. 2008. Vol. 86, N 6. P. 1791–1797. doi: 10.1016/j.athoracsur.2008.09.005
26. Fallon J.M., DeSimone J.P., Brennan J.M., et al. The incidence and consequence of prosthesis – patient mismatch after surgical aortic valve replacement // *Ann Thorac Surg*. 2018. Vol. 106, N 1. P. 14–22. doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.01.090
27. Sá M.P.B.O., de Carvalho M.M.B., Sobral Filho D.C., et al. Surgical aortic valve replacement and patient – prosthesis mismatch: meta-analysis of 108,182 patients // *Eur J Cardiothorac Surg*. 2019. Vol. 56, N 1. P. 44–54. doi: 10.1093/ejcts/ezy466
28. Daneshvar S.A., Rahimtoola S.H. Valve prosthesis – patient mismatch (VP-PM): a long-term perspective // *J Am Coll Cardiol*. 2012. Vol. 60, N 13. P. 1123–1135. doi: 10.1016/j.jacc.2012.05.035
29. Moon M.R., Lawton J.S., Moazami N., et al. POINT: prosthesis – patient mismatch does not affect survival for patients greater than 70 years of age undergoing bioprosthetic aortic valve replacement // *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2009. Vol. 137, N 2. P. 278–283. doi: 10.1016/j.jtcvs.2008.09.059
30. Blais C., Dumesnil J.G., Baillet R., et al. Impact of valve prosthesis – patient mismatch on short-term mortality after aortic valve replacement // *Circulation*. 2003. Vol. 108, N 8. P. 983–988. doi: 10.1161/01.CIR.0000085167.67105.32
31. Pibarot P., Dumesnil J.G., Lemieux M., et al. Impact of prosthesis – patient mismatch on hemodynamic and symptomatic status, morbidity and mortality after aortic valve replacement with a bioprosthetic heart valve // *J Heart Valve Dis*. 1998. Vol. 7, N 2. P. 211–218.
32. Blackstone E.H., Cosgrove D.M., Jamieson W.R., et al. Prosthesis size and long-term survival after aortic valve replacement // *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003. Vol. 126, N 3. P. 783–796. doi: 10.1016/S0022-5223(03)00591-9

## REFERENCES

1. Pibarot P., Dumesnil J.G. Valve prosthesis – patient mismatch, 1978 to 2011: from original concept to compelling evidence. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60(13):1136–1139. doi: 10.1016/j.jacc.2012.07.005
2. Lancellotti P., Pibarot P., Chambers J., et al. Recommendations for the imaging assessment of prosthetic heart valves: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging endorsed by the Chinese Society of Echocardiography, the Interamerican Society of Echocardiography and the Brazilian Department of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(6):589–590. doi: 10.1093/ehjci/jew025
3. Rao V., Jamieson W.R., Ivanov J., et al. Prosthesis – patient mismatch affects survival following aortic valve replacement. *Circulation*. 2000;102(19 Suppl 3):III5–III9. doi: 10.1161/01.cir.102.suppl\_3.iii-5
4. Pibarot P., Honos G.N., Durand L.G., Dumesnil J.G. The effect of patient – prosthesis mismatch on aortic bioprosthetic valve hemodynamic performance and patient clinical status. *Can J Cardiol*. 1996;12(4):379–387.
5. Mohty D., Girard S.E., Malouf J.F., et al. The impact of severe prosthesis – patient mismatch on long-term survival in patients with small St. Jude Mechanical prostheses in the aortic position. *Circulation*. 2006;113(3):420–426. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.546754
6. Nardi P., Russo M., Saitto G., Ruvolo G. The Prognostic Significance of Patient – Prosthesis Mismatch after Aortic Valve Replacement. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;51(3):161–166. doi: 10.5090/kjtcs.2018.51.3.161
7. Flameng W., Herregods M.C., Vercauteren M., et al. Prosthesis – patient mismatch predicts structural valve degeneration in bioprosthetic heart valves. *Circulation*. 2010;121(19):2123–2129. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.901272
8. Mahjoub H., Mathieu P., Larose É., et al. Determinants of aortic bioprosthetic valve calcification assessed by multidetector CT. *Heart*. 2015;101(6):472–477. doi: 10.1136/heartjnl-2014-306445
9. Pibarot P., Dumesnil J.G. Hemodynamic and clinical impact of prosthesis – patient mismatch in the aortic valve position and its prevention. *J Am Coll Cardiol*. 2000;36(4):1131–1141. doi: 10.1016/s0735-1097(00)00859-7
10. Hoffmann A., Burckhardt D. Patients at risk for cardiac death late after aortic valve replacement. *Am Heart J*. 1990;120(5):1142–1147. doi: 10.1016/0002-8703(90)90128-k
11. Sim E.K.W., Orszulak T.A., Schaff H.V., Schub C. Influence of prosthesis size on change in left ventricular mass following aortic valve replacement. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1994;8(6):293–297. doi: 10.1016/s1010-7940(05)80088-0



12. González-Juanatey JR, García-Acuña JM, Fernandez MV, et al. Influence of the size of aortic valve prostheses on hemodynamics and change in left ventricular mass: implications for the surgical management of aortic stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1996;112(2):273–280. doi: 10.1016/s0022-5223(96)70249-0
13. Del Rizzo DF, Abdo A, Cartier P, et al. Factors affecting left ventricular mass regression after aortic valve replacement with stentless valves. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;11(4 Suppl 1):114–120.
14. Jamieson WR, Ye J, Higgins J, et al. Effect of prosthesis – patient mismatch on long-term survival with aortic valve replacement: assessment to 15 years. *Ann Thorac Surg.* 2010;89(1):51–58;discussion 59. doi: 10.1016/j.athoracsur.2009.08.070
15. Astudillo LM, Santana O, Urbandt PA, et al. Clinical predictors of prosthesis – patient mismatch after aortic valve replacement for aortic stenosis. *Clinics (Sao Paulo).* 2012;67(1):55–60. doi: 10.6061/clinics/2012(01)09
16. Chacko SJ, Ansari AH, McCarthy PM, et al. Prosthesis-patient mismatch in bovine pericardial aortic valves: evaluation using 3 different modalities and associated medium-term outcomes. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2013;6(5):776–783. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.112.000319
17. VARC-3 WRITING COMMITTEE; Généreux P, Piazza N, et al. Valve Academic Research Consortium 3: updated endpoint definitions for aortic valve clinical research. *Eur Heart J.* 2021;42(19):1825–1857. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa799
18. Rahimtoola SH. The problem of valve prosthesis – patient mismatch. *Circulation.* 1978;58(1):20–24. doi: 10.1161/01.CIR.58.1.20
19. Cotoni DA, Palac RT, Dacey LJ, O'Rourke DJ. Defining patient – prosthesis mismatch and its effect on survival in patients with impaired ejection fraction. *Ann Thorac Surg.* 2011;91(3):692–699. doi: 10.1016/j.athoracsur.2010.11.033
20. Concistrè G, Dell'aquila A, Pansini S, et al. Aortic valve replacement with smaller prostheses in elderly patients: does patient prosthetic mismatch affect outcomes? *J Card Surg.* 2013;28(4):341–347. doi: 10.1111/jocs.12136
21. Florath I, Albert A, Rosendahl U, et al. Impact of valve prosthesis – patient mismatch estimated by echocardiographic-determined effective orifice area on long-term outcome after aortic valve replacement. *Am Heart J.* 2008;155(6):1135–1142. doi: 10.1016/j.ahj.2007.12.037
22. Howell NJ, Keogh BE, Ray D, et al. Patient – prosthesis mismatch in patients with aortic stenosis undergoing isolated aortic valve replacement does not affect survival. *Ann Thorac Surg.* 2010;89(1):60–64. doi: 10.1016/j.athoracsur.2009.07.037
23. Tao K, Sakata R, Iguro Y, et al. Impact of valve prosthesis – patient mismatch on intermediate-term outcome and regression of left ventricular mass following aortic valve replacement with mechanical prosthesis. *J Card Surg.* 2007;22(6):486–492. doi: 10.1111/j.1540-8191.2007.00465.x
24. Garatti A, Mori F, Innocente F, et al. Aortic valve replacement with 17-mm mechanical prostheses: is patient – prosthesis mismatch a relevant phenomenon? *Ann Thorac Surg.* 2011;91(1):71–77. doi: 10.1016/j.athoracsur.2010.08.036
25. Vicchio M, Della Corte A, De Santo LS, et al. Prosthesis – patient mismatch in the elderly: survival, ventricular mass regression, and quality of life. *Ann Thorac Surg.* 2008;86(6):1791–1797. doi: 10.1016/j.athoracsur.2008.09.005
26. Fallon JM, DeSimone JP, Brennan JM, et al. The incidence and consequence of prosthesis – patient mismatch after surgical aortic valve replacement. *Ann Thorac Surg.* 2018;106(1):14–22. doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.01.090
27. Sá MPBO, de Carvalho MMB, Sobral Filho DC, et al. Surgical aortic valve replacement and patient – prosthesis mismatch: meta-analysis of 108,182 patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2019;56(1):44–54. doi: 10.1093/ejcts/ezy466
28. Daneshvar SA, Rahimtoola SH. Valve prosthesis – patient mismatch (VP-PM): a long-term perspective. *J Am Coll Cardiol.* 2012;60(13):1123–1135. doi: 10.1016/j.jacc.2012.05.035
29. Moon MR, Lawton JS, Moazami N, et al. POINT: prosthesis – patient mismatch does not affect survival for patients greater than 70 years of age undergoing bioprosthetic aortic valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;137(2):278–283. doi: 10.1016/j.jtcvs.2008.09.059
30. Blais C, Dumesnil JG, Baillet R, et al. Impact of valve prosthesis – patient mismatch on short-term mortality after aortic valve replacement. *Circulation.* 2003;108(8):983–988. doi: 10.1161/01.CIR.0000085167.67105.32
31. Pibarot P, Dumesnil JG, Lemieux M, et al. Impact of prosthesis – patient mismatch on hemodynamic and symptomatic status, morbidity and mortality after aortic valve replacement with a bioprosthetic heart valve. *J Heart Valve Dis.* 1998;7(2):211–218.
32. Blackstone EH, Cosgrove DM, Jamieson WR, et al. Prosthesis size and long-term survival after aortic valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;126(3):783–796. doi: 10.1016/S0022-5223(03)00591-9

Статья поступила в редакцию / The article received: 11.11.2021

Статья принята к печати / The article approved for publication: 19.05.2022

Статья опубликована / Article published: 26.09.2022