

DOI: <https://doi.org/10.17816/CS340856>

Влияние умеренного несоответствия «пациент–протез» на отдалённые результаты у пациентов с тяжёлым аортальным стенозом с парадоксально сниженными градиентами на фоне сниженного ударного объёма левого желудочка после протезирования аортального клапана биологическим протезом: ретроспективное сравнительное исследование

В.В. Базылев, Р.М. Бабуков, Ф.Л. Бартош, А.В. Лёвина

Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, Пенза, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Цель. Оценить влияние умеренного несоответствия «пациент–протез» (НПП) на отдалённые результаты после протезирования аортального клапана у пациентов с тяжёлым аортальным стенозом с парадоксально сниженными градиентами на фоне сниженного ударного объёма левого желудочка.

Материалы и методы. Проанализированы данные 88 пациентов с симптоматическим тяжёлым аортальным стенозом, соответствующим критерию «парадоксально сниженные градиенты на фоне сниженного ударного объёма левого желудочка». Пациенты были разделены на 2 группы: 1-я группа ($n=42$, средний возраст 67 ± 4 лет) — с парадоксально сниженными градиентами на фоне сниженного ударного объёма левого желудочка, с умеренным НПП; 2-я группа ($n=46$, средний возраст 68 ± 6 лет) — с парадоксально сниженными градиентами на фоне сниженного ударного объёма левого желудочка, без НПП. Всем пациентам проводили комплексную трансторакальную эхокардиографическую оценку изучаемых параметров.

Результаты. Средний период наблюдения составил 84 мес. За время наблюдения зарегистрировано 35 (40%) летальных исходов. Не было обнаружено значимых различий в госпитальной летальности: 2 (4,7%) и 2 (4,3%) для группы 1 и 2 соответственно ($p=0,2$). В отдалённом периоде наблюдения отмечена значимая разница в выживаемости и частоте госпитализации по поводу обострения сердечной недостаточности между пациентами с НПП и без него: 46 и 71%, 37 и 72% соответственно ($p < 0,001$). Также в отдалённом периоде наблюдения у пациентов с НПП имели место тенденция к более медленной регрессии массы левого желудочка и объёма левого предсердия, а также более медленное восстановление глобальной продольной деформации левого желудочка и толерантности к физической нагрузке в сравнении с пациентами без НПП. Не установлено значимых различий по частоте развития инсульта (90 и 91%; $p=0,7$). По результатам анализа модели регрессии Кокса, независимыми предикторами летальных событий и риска госпитализации по поводу обострения сердечной недостаточности выступили индекс ударного объёма левого желудочка и индекс площади эффективного отверстия аортального клапана.

Заключение. Умеренное НПП у пациентов с парадоксально сниженными градиентами на фоне сниженного ударного объёма левого желудочка независимо связано с повышенной смертностью и частотой госпитализации по поводу обострения сердечной недостаточности.

Ключевые слова: аортальный стеноз; несоответствие «пациент–протез»; биологический протез; парадоксально низкий ударный объём; низкие градиенты.

Как цитировать:

Базылев В.В., Бабуков Р.М., Бартош Ф.Л., Лёвина А.В. Влияние умеренного несоответствия «пациент–протез» на отдалённые результаты у пациентов с тяжёлым аортальным стенозом с парадоксально сниженными градиентами на фоне сниженного ударного объёма левого желудочка после протезирования аортального клапана биологическим протезом: ретроспективное сравнительное исследование // CardioСоматика. 2023. Т. 14, № 3. С. 143–153. DOI: <https://doi.org/10.17816/CS340856>

DOI: <https://doi.org/10.17816/CS340856>

Influence of moderate prosthesis–patient mismatch on long-term outcomes in patients with severe aortic stenosis with paradoxically reduced gradients against the background of reduced stroke volume after aortic valve replacement with a biological prosthesis: retrospective comparative study

Vladlen V. Bazylev, Ruslan M. Babukov, Fedor L. Bartosh, Alena V. Levina

Federal Center of Cardiovascular Surgery, Penza, Russian Federation

ABSTRACT

OBJECTIVE: Our aim was to evaluate the impact of moderate prosthesis–patient mismatch on long-term outcomes after aortic valve replacement in patients with severe aortic stenosis with paradoxically reduced gradients against the background of a reduced stroke volume of the left ventricle.

MATERIALS AND METHODS: We reviewed data from 88 patients with symptomatic severe aortic stenosis who met the criteria of paradoxically reduced gradients against the background of a reduced stroke volume of the left ventricle. Patients were divided into two groups: Group 1 ($n=42$, mean age 67 ± 4 years) with paradoxically reduced gradients against the background of reduced stroke volume of the left ventricle, with a moderate patient–prosthesis mismatch, and Group 2 ($n=46$, mean age 68 ± 6 years) with paradoxically reduced gradients against the background of reduced stroke volume of the left ventricle, with no patient–prosthesis discrepancy. All patients underwent transthoracic echocardiography.

RESULTS: The mean follow-up period was 84 (quarterly interval 75 ± 98) months. During the follow-up period, 35 (40%) deaths were recorded. There were no significant differences in in-hospital mortality: 2 (4.7%) and 2 (4.3%), respectively ($p=0.2$). There was a significant difference in survival and hospitalization rates for heart failure exacerbation between patients with and without patient–prosthesis mismatch in the long-term follow-up period: 46 and 71% and 37 and 72%, respectively ($p<0.001$). Patients with patient–prosthesis mismatch had a slower regression of left ventricle mass and left atrial volume and a slower recovery of global longitudinal deformation of the left ventricle and exercise tolerance during the long-term follow-up period compared with patients without patient–prosthesis mismatch. There were no significant differences in the incidence of stroke (90 and 91%, $p=0.7$). The results of Cox regression showed that the left ventricular stroke volume index and the aortic valve effective orifice area index were independent predictors of lethal events and the risk of hospitalization for heart failure exacerbation.

CONCLUSION: Moderate patient–prosthesis mismatch is associated with increased mortality and hospitalization for heart failure exacerbations in patients with paradoxically reduced gradients and reduced left ventricular stroke volume.

Keywords: aortic stenosis; patient–prosthesis mismatch; biological prosthesis; paradoxically low stroke volume low gradients.

To cite this article:

Bazylev VV, Babukov RM, Bartosh FL, Levina AV. Influence of moderate prosthesis–patient mismatch on long-term outcomes in patients with severe aortic stenosis with paradoxically reduced gradients against the background of reduced stroke volume after aortic valve replacement with a biological prosthesis: retrospective comparative study. *Cardiosomatics*. 2023;14(3):143–153. DOI: <https://doi.org/10.17816/CS340856>

ОБОСНОВАНИЕ

Аортальный стеноз (АС) является самой распространённой клапанной патологией сердца среди населения в целом. Эхокардиографическими (ЭхоКГ) критериями АС являются значения площади эффективного отверстия (ЕОА) $<1,0 \text{ см}^2$, среднего трансклапанного градиента (G_{mean}) $>40 \text{ мм рт.ст.}$ и максимальной скорости потока $>4,0 \text{ м/с}$ [1]. В группе пациентов с тяжёлым АС выделяют подгруппу с парадоксально сниженными градиентами на фоне сниженного ударного объёма с сохранной фракцией выброса левого желудочка (paradoxically low stroke volume low gradients — PLFLG). Согласно современным представлениям, лица с тяжёлым АС с PLFLG считаются пациентами с терминальной стадией сердечной недостаточности (СН) из-за длительно существующего тяжёлого АС. Для них характерны выраженная гипертрофия левого желудочка (ЛЖ), аномально малая полость ЛЖ и, как следствие, сниженный ударный объём (УО) ЛЖ [2–4]. В результате у этих больных отмечается площадь отверстия, соответствующая тяжёлому АС ($<1 \text{ см}^2$), но без соответствующих тяжёлому стенозу средних трансортальных градиентов ($<40 \text{ мм рт.ст.}$). Несоответствие «пациент–протез» (НПП) является нередким осложнением после протезирования аортального клапана (АК). Частота умеренного НПП после протезирования АК составляет 20–70%, тогда как частота тяжёлого НПП встречается значительно реже (от 2 до 10%) [5–7]. В настоящее время большинство исследований подтверждает, что умеренное НПП не влияет на отдалённые результаты после протезирования АК [8], однако влияние умеренного НПП на пациентов с тяжёлым АС с PLFLG остаётся неизученным. Поскольку, согласно современным представлениям, пациенты с тяжёлым АС с PLFLG считаются лицами с терминальной стадией СН, мы предположили, что умеренное НПП может негативно сказываться на отдалённых результатах после протезирования.

Цель исследования — оценить влияние умеренного НПП на отдалённые результаты после протезирования АК у пациентов с тяжёлым АС с PLFLG.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено ретроспективное сравнительное исследование.

Критерии соответствия

Критерии включения:

- ЕОА АК $<1,0 \text{ см}^2$;
- индекс ЕОА АК (iЕОА) $<0,6 \text{ см}^2/\text{м}^2$;
- средний градиент $<40 \text{ мм рт.ст.}$ (но не менее 30 мм рт.ст.);
- индекс УО ЛЖ (иУО ЛЖ) $<35 \text{ мл/м}^2$;

- фракция выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ) $\geq 50\%$;
- выраженная гипертрофия ЛЖ;
- явления диастолической дисфункции;
- снижение глобальной продольной деформации (GLS) $<19\%$.

Критерии не включения:

- возраст <60 лет;
- ФВ ЛЖ $<50\%$;
- иУО ЛЖ $\geq 35 \text{ мл/м}^2$;
- аортальная регургитация более лёгкой степени;
- другие пороки сердца более лёгкой степени;
- динамический градиент выходного тракта ЛЖ, превышающий скорость 1 м/с ;
- предшествующая операция на сердце;
- низкое качество визуализации по данным ЭхоКГ;
- отсутствие клинических и ЭхоКГ-данных в отдалённом периоде наблюдения.

Условия проведения

и продолжительность исследования

Исследование выполнено на базе Федерального центра сердечно-сосудистой хирургии (Пенза, Россия) в период с января 2010 по декабрь 2018 года.

Методы оценки целевых показателей

Всем пациентам проводили трансторакальную ЭхоКГ-оценку изучаемых параметров в соответствии с рекомендациями Американского общества эхокардиографии [9]. Трансортальные градиенты кровотока были получены постоянно-волновым доплером из интегралов линейной скорости кровотока с использованием ультразвуковых аппаратов (GE VIVID 7 PRO, VIVID 9, Норвегия). Измерения диаметра выносящего тракта ЛЖ выполнены в парастернальной проекции по длинной оси на расстоянии не более 10 мм от АК. УО ЛЖ рассчитывали из интегралов линейной скорости с помощью импульсно-волнового доплера, далее индексировали на площадь поверхности тела. Расчёт ЕОА проводили с применением уравнения непрерывности:

$$EOA = SV / VTI,$$

где SV — УО ЛЖ, VTI — интеграл линейной скорости на АК.

Доплеровские записи выполняли со скоростью развёртки 150 мм/с . Прогнозируемая ЕОА была получена из опубликованных нормальных значений ЕОА *in vivo* для каждой модели и размера протеза, имплантированного в этой когорте. Измерение продольной деформации ЛЖ выполняли в автономном режиме методом спекл-трекинга. Показатель GLS рассчитывали как среднее значение продольной деформации 2-, 3- и 4-камерной апикальной проекции в состоянии покоя. У части пациентов (39%) для дифференциальной диагностики истинного АС применяли количественную оценку кальцификации АК, стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой или ЭхоКГ-оценку отношения временных систолических интервалов.

Таблица 1. Сравнение клинических предоперационных характеристик 2 исследуемых групп
Table 1. Comparison of clinical preoperative characteristics of the two groups

Показатель	НПП (n=42)	Без НПП (n=46)	p
Возраст, лет	67±4	68±6	0,8
ИМТ, кг/м ²	31±4	28±4	0,03
ППТ, м ²	1,8±0,9	1,7±0,8	0,04
Сахарный диабет, n (%)	6 (15)	7 (15)	0,8
EuroSCORE I, баллы	9±2	9,4 ±2	0,6
EuroSCORE II, баллы	7,5±1	8±1	0,9
Гипертоническая болезнь, n (%)	40 (95)	45 (97)	0,5
Мультифокальный атеросклероз, n (%)	30 (50)	33 (54)	0,08
Почечная недостаточность, n (%)	11 (26)	13(28)	0,7
ХОБЛ, n (%)	3 (7)	5 (11)	0,2
Фибрилляция предсердий, n (%)	18 (42)	20 (44)	0,6
Перенесённый ИМ, n (%)	8 (19)	10 (21)	0,1
Креатинин, мкмоль/л	102±26	97±21	0,3
Гемоглобин, г/дл	130±16	133±12	0,09
Сочетанное КШ, n (%)	25(59%)	28 (61)	0,5
Время ишемии, мин	94±27	83±34	0,08
Время ИК, мин	134±47	117±50	0,09
II ФК (NYHA), n (%)	12 (29)	14 (30)	0,8
III ФК (NYHA), n (%)	27 (64)	28 (61)	0,4
IV ФК (NYHA), n (%)	3 (7)	4 (9)	0,8

Примечание. НПП — несоответствие «пациент–протез», ИМТ — индекс массы тела, ППТ — площадь поверхности тела, EuroSCORE — шкала расчёта риска наступления летального исхода при операциях на сердце, ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь лёгких, ИМ — инфаркт миокарда, КШ — коронарное шунтирование, ИК — искусственное кровообращение, ФК — функциональный класс по классификации хронической сердечной недостаточности NYHA, NYHA — Нью-Йоркская кардиологическая ассоциация.

Note. НПП — patient–prosthetic mismatch, ИМТ — body mass index, ППТ — body surface area, EuroSCORE — European System for Cardiac Operative Risk Evaluation, ХОБЛ — chronic obstructive pulmonary disease, ИМ — heart attack, КШ — coronary bypass surgery, ИК — artificial blood circulation, ФК — functional class of chronic heart failure according to NYHA, NYHA — New York Cardiological Association.

НПП определяли по следующим критериям: умеренное НПП — при $iEOA >0,65$ и $\leq 0,85$ $см^2/м^2$, тяжёлое — при $iEOA \leq 0,65$ $см^2/м^2$. У пациентов с выраженным ожирением (с индексом массы тела, $ИМТ >30$ $кг/м^2$) тяжёлое НПП определяли при $iEOA <0,60$ $см^2/м^2$, умеренное — при $iEOA$ от 70 до 60 $см^2/м^2$ [10].

Исходы исследования

Первичные конечные точки исследования:

- летальные исходы от любых причин;
- незапланированная госпитализация по поводу обострения хронической СН;
- инсульт.

Вторичная конечная точка: дегенеративные изменения биологического протеза.

Признаками дегенерации клапана считали увеличение среднего трансортального градиента более чем на 10 мм рт.ст. от исходного значения и регистрацию умеренной или выраженной аортальной регургитации [11].

Анализ в группах

Включенные в анализ пациенты были разделены на 2 группы:

- 1-я группа — 42 человека с PLFLG, у которых после протезирования АК было обнаружено умеренное НПП;
- 2-я группа — 46 пациентов с PLFLG, у которых после протезирования АК не было выявлено НПП.

Этическая экспертиза

Проведение исследования одобрено Этическим комитетом Федерального центра сердечно-сосудистой хирургии (Пенза, Россия) (протокол № 96 от 09.02.2023).

Статистический анализ

Базу данных составляли в виде электронных таблиц в программе Microsoft Office Excel (Microsoft, США). Обработку результатов производили в демоверсии программы SPSS Statistics (IBM, США). Данные представлены в виде $M \pm SD$, где M — среднее значение, SD — стандартное отклонение. Значимость различий между количественными признаками

Таблица 2. Сравнение предоперационных эхокардиографических характеристик исследуемых групп
Table 2. Comparison of preoperative echocardiographic characteristics of groups

Показатель	НПП (n=42)	Без НПП (n=46)	p
ИМТ, кг/м ²	31±4	28±4	0,03
ППТ, м ²	1,8±0,9	1,7±0,8	0,04
КДО ЛЖ, мл	97±12	95±13	0,3
КСО ЛЖ, мл	40±8,7	38±10	0,4
ФВ ЛЖ, %	58±6,5	59±7	0,4
УО ЛЖ, мл	52±7	53±9	0,4
иУО ЛЖ, мл/м ²	29±4,5	30±5	0,3
G _{mean} , мм рт.ст.	38±4	38±4	0,4
ЕОА, см ²	0,82±0,1	0,8±0,1	0,2
iЕОА, см ² /м ²	0,45±0,05	0,46±0,05	0,2
GLS _{лж} , %	13±3,2	13,3±3,8	0,6
Индекс объёма ЛП, мл/м ²	42±10	41±11	0,6
Толщина задней стенки ЛЖ, мм	14±2	13,9±1,9	0,1
Толщина МЖП, мм	16±3	15,8±3,5	0,7
Индекс массы ЛЖ, гр/м ²	166±41	165±36	0,7
СДЛА, мм рт.ст.	37±9	38±9	0,9
ДДЛЖ, тип I, n (%)	18 (43)	19 (41)	0,7
ДДЛЖ, тип II, n (%)	20 (48)	22 (48)	0,9
ДДЛЖ, тип III, n (%)	4 (9)	5 (11)	0,7
Размер ФК, мм, n (%)	21±1,4	22,7±2	0,02

Примечание (здесь и в табл. 3, 4). НПП — несоответствие «пациент–протез», ИМТ — индекс массы тела, ППТ — площадь поверхности тела, ЛЖ — левый желудочек, КДО ЛЖ — конечный диастолический объём левого желудочка, КСО ЛЖ — конечный систолический объём левого желудочка, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, УО ЛЖ — ударный объём левого желудочка, иУО ЛЖ — индекс ударного объёма левого желудочка, G_{mean} — средний трансортальный градиент давления, ЕОА — площадь эффективного отверстия аортального клапана, iЕОА — индекс площади эффективного отверстия аортального клапана, GLS_{лж} — глобальная продольная деформация левого желудочка, ЛП — левое предсердие, МЖП — межжелудочковая перегородка, СДЛА — систолическое давление в лёгочной артерии, ДДЛЖ — диастолическая дисфункция левого желудочка, ФК — фиброзное кольцо.

Note (here and in Table 3, 4). НПП — patient–prosthetic mismatch, ИМТ — body mass index, ППТ — body surface area, ЛЖ — left ventricle, КДО ЛЖ — final end diastolic volume of left ventricle, КСО ЛЖ — final systolic volume of left ventricle, ФВ ЛЖ — ejection fraction of left ventricle, УО ЛЖ — shock volume of left ventricle, иУО ЛЖ — index shock volume of left ventricle, G_{mean} — mean transaortic pressure gradient, ЕОА — aortic valve effective orifice area, iЕОА — index of aortic valve area, GLS_{лж} — lobal longitudinal deformation of left ventricle, ЛП — left atrium, МЖП — interventricular septum, СДЛА — systolic pressure in the pulmonary artery, ДДЛЖ — diastolic dysfunction of the left ventricle, ФК — annulus fibrosus.

определяли при помощи *t*-критерия Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при *p* < 0,05. Категориальные переменные выражали в % и сравнивали с использованием соответствующего критерия χ^2 Пирсона или точного критерия Фишера. Результаты выражали в виде отношения шансов (ОШ) и рисков (ОР), указанными с 95% доверительными интервалами (95% ДИ). Также был проведён анализ выживаемости по Каплану–Мейеру. Модель множественной логистической регрессии Кокса использовали для определения предикторов поздних летальных исходов и госпитализаций по поводу обострения хронической СН. В модель множественной логистической регрессии Кокса включали переменные, продемонстрировавшие статистическую значимость при унивариантной логистической регрессии.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Участники исследования

В исследовании принял участие 231 пациент, которому было выполнено протезирование АК биологическим протезом. В итоговый анализ были включены данные 88 человек с симптоматическим тяжёлым АС с соответствующими критериям PLFLG, которых разделили на 2 группы: 1-я группа — 42 пациента с PLFLG, из них 31 (74%) женщина, средний возраст — 67±4 лет; 2-я группа — 46 больных с PLFLG, из них 34 (74%) женщины, средний возраст 68±6 лет (см. разд. «Материалы и методы»).

Таблица 3. Сравнение эхокардиографических характеристик исследуемых групп в ближайшем послеоперационном периоде
Table 3. Comparison of echocardiographic characteristics of groups in the immediate postoperative period

Показатель	НПП (n=42)	Без НПП (n=46)	p
ИМТ, кг/м ²	31±5	28±4	0,03
ППТ, м ²	1,8±0,9	1,7±0,8	0,04
КДО ЛЖ, мл	97±16	100±20	0,7
КСО ЛЖ, мл	38±10	37±15	0,4
ФВ ЛЖ, %	60±7	62±9	0,1
УО ЛЖ, мл	58±9	60±10	0,6
иУО ЛЖ, мл/м ²	30±5	32±6	0,6
G _{mean} , мм рт.ст.	18±4	8±4	0,001
ЕОА	1,4±0,08	1,6±0,25	<0,001
іЕОА, см ² /м ²	0,76±0,04	0,93±0,1	<0,001
<i>Размер имплантированных протезов, мм:</i>			
27, n (%)	-	5 (11)	-
25, n (%)	-	25 (54)	-
23, n (%)	28 (66)	14 (30)	<0,001
21, n (%)	14 (34)	2 (4)	<0,001

Основные результаты исследования

Предоперационные клинические и ЭхоКГ-характеристики исследуемых групп пациентов оказались сопоставимыми, за исключением ИМТ и площади поверхности тела (табл. 1, 2). Средний период наблюдения составил 84 (интерквартильный размах 5±98) мес, за время наблюдения зарегистрировано 35 (40%) летальных исходов. В группе 1 с НПП число имплантированных протезов размером 21 и 23 мм было значительно больше по сравнению с группой 2 пациентов без НПП (табл. 3). Как в группе с НПП, так и без него при предполагаемом риске выраженного НПП выполняли аннулорасширяющую пластику корня аорты: 11 (26%) и 9 (19%) соответственно. В ближайшем послеоперационном периоде средние показатели площади отверстия протеза и индекса площади отверстия протеза были значительно меньше в группе с НПП по сравнению с группой без НПП (1,4±0,08 и 1,6±0,25 см², $p < 0,001$; 0,76±0,04 и 0,93±0,1, $p < 0,001$). Также отмечены статистически значимо более высокие значения показателя среднего градиента в группе пациентов с НПП (18±4 и 8±4 см²; $p=0,001$). Не было обнаружено значимых различий в госпитальной летальности: 2 (4,7%) и 2 (4,3%) в группе 1 и 2 соответственно ($p=0,2$; см. табл. 3).

В отдалённом периоде наблюдения у пациентов с НПП была отмечена тенденция к более медленной регрессии массы ЛЖ и объёма левого предсердия, а также более медленное восстановление GLS_{ЛЖ} и толерантности к физической нагрузке в сравнении с пациентами без НПП. Также зафиксирована статистически значимая разница в средних значениях иУО ЛЖ: показатели иУО ЛЖ в группе с НПП были значимо меньше (табл. 4). Установлена значимая разница в выживаемости в отдалённом периоде

наблюдения между пациентами с НПП и без него: 46 и 71% соответственно ($p < 0,001$; рис. 1). Имела место тенденция к более частой госпитализации по поводу обострения хронической СН в группе пациентов с НПП в сравнении с пациентами без него: 37 и 72% соответственно ($p < 0,001$; рис. 2). Не было выявлено значимых различий в частоте развития сосудистых событий. Свобода от инсульта составила 90 и 91% ($p=0,7$; рис. 3). Определена тенденция к более частой дегенерации клапана в группе пациентов с НПП в сравнении с группой без НПП (68 и 87% соответственно; рис. 4). По результатам анализа модели регрессии Кокса независимыми предикторами летальных событий выступили иУО ЛЖ (OR=0,77, 95% ДИ 0,65–9,2; $p=0,002$) и индекс площади отверстия АК (OR=0,93, 95% ДИ 0,88–9,8; $p=0,01$). Значимыми предикторами риска госпитализации по поводу обострения хронической СН оказались иУО ЛЖ (OR=0,8, 95% ДИ 0,7–0,89; $p=0,001$) и индекс площади отверстия АК (OR=0,9, 95% ДИ 0,81–0,97; $p=0,046$). Предиктором структурной дегенерации биологического протеза в отдалённом периоде стали индекс площади отверстия АК (OR=1,4, 95% ДИ 0,94–2,3; $p=0,04$) и ИМТ (OR=1,3, 95% ДИ 1,09–1,6; $p=0,006$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

По результатам нашего исследования послеоперационное умеренное НПП у пациентов с PLFLG имело значимое влияние на летальность и частоту госпитализации по поводу обострения СН. Умеренное НПП не влияло на частоту развития инсульта, однако оказывало негативное воздействие на дегенерацию клапана. НПП может оказывать

Таблица 4. Сравнение эхокардиографических характеристик исследуемых групп в отдалённом наблюдении
Table 4. Comparison of echocardiographic characteristics of groups in the long-term follow-up

Показатель	НПП (n=42)	Без НПП (n=46)	p
ИМТ, кг/м ²	33±5	30±4	0,03
ППТ, м ²	1,87±0,9	1,74±0,8	0,04
КДО ЛЖ, мл	96±15	103±19	0,03
КСО ЛЖ, мл	40±10	40±13	0,4
ФВ ЛЖ, %	59±6	60±9	0,1
УО ЛЖ, мл	56±9	62±10	0,04
иУОлж, мл/м ²	30±5	35±4	0,03
G _{mean} , мм рт.ст.	24±7	13±4	<0,001
ЕОА, см ²	1,28±0,1	1,5±0,2	<0,001
іЕОА, см ² /м ²	0,7±0,05	0,84±0,1	<0,001
GLSлж, %	15±4	18 ±5	0,02
Индекс объёма ЛП, мл/м ²	44±13	40±10	0,01
Толщина задней стенки ЛЖ, мм	14,4±2	12±3	0,04
Толщина МЖП, мм	15,4±2,5	13±3	0,04
Индекс массы ЛЖ, г/м ²	149±32	130±34	0,02
СДЛА, мм рт.ст.	35±6	32±8	0,04
I ФК (NYHA), n (%)	7 (16)	26 (56)	<0,001
II ФК (NYHA), n (%)	28 (66)	20 (43)	0,01
III ФК (NYHA), n (%)	7 (16)	2 (5)	0,02

значимое влияние на регрессию гипертрофии ЛЖ, восстановление GLS_{лж} и толерантности к физической нагрузке в сравнении с пациентами без НПП

Обсуждение основного результата исследования

Тяжёлый АС с низким ударным объёмом при нормальной ФВ ЛЖ, называемый «парадоксальным низким потоком», впервые был описан в 1997 году Z. Nachicha и соавт. [12]. Распространённость тяжёлого АС с PLFLG находится на уровне 10–20% [2, 13, 14]. Пациенты группы PLFLG имеют площадь отверстия, характерную для тяжёлого АС (ЕОА <1,0 см² и/или индексированная площадь АК <0,6 см²/м²) без соответствующих тяжёлому стенозу средних градиентов давления (G_{mean} <40 мм рт.ст.), несмотря на наличие сохранной ФВ ЛЖ (≥50%). У таких пациентов на фоне выраженной концентрической гипертрофии формируется небольшая полость ЛЖ и развивается рестриктивная диастолическая дисфункция с повышенным давлением наполнения ЛЖ, что приводит к низкому УО ЛЖ (<35 мл/м²) и явлениям лёгочной гипертензии. Степень гипертрофии ЛЖ у этой группы пациентов не всегда связана с тяжестью АС, поскольку на неё могут влиять сопутствующая системная артериальная гипертензия, генетические факторы, сопутствующий амилоидоз, а также такие факторы, как возраст, пол, ожирение и заболевания лёгких [15]. Важно отметить, что наличие сохранной ФВ

ЛЖ на самом деле не указывает на нормальную систолическую функцию при выраженной концентрической гипертрофии. В действительности, систолическая функция, как правило, нарушена при оценке глобальной продольной деформации, полученной при отслеживании спеклтрекинга [2]. Фактически пациенты с тяжёлым АС с PLFLG имеют терминальную стадию развития СН, что обуславливает более высокие риски неблагоприятных событий у этой группы больных по сравнению с лицами с классическим тяжёлым АС [16]. Учитывая вышесказанное, в настоящее время имеется чёткое понимание того, что эта подгруппа пациентов находится на поздней стадии заболевания, в связи с чем хирургическое или транскатетерное протезирование АК может оказаться полезнее медикаментозной терапии. В современных руководствах указано, что таким пациентам рекомендуется хирургическое вмешательство, несмотря на высокие операционные риски [1]. Однако у части больных после хирургической коррекции АК может наблюдаться тяжёлое или умеренное НПП. После того, как S.H. Rahimtoola в 1978 году предложил термин «НПП», было проведено большое число исследований по изучению влияния НПП на отдалённые результаты протезирования АК [8, 17]. Пациенты с PLFLG имели высокие риски развития НПП после коррекции АС [18]. Согласно современным представлениям, умеренное НПП не оказывает значимого влияния на отдалённые результаты после протезирования АК [4], но сведения о влиянии умеренного НПП на отдалённые результаты у PLFLG крайне ограничены.

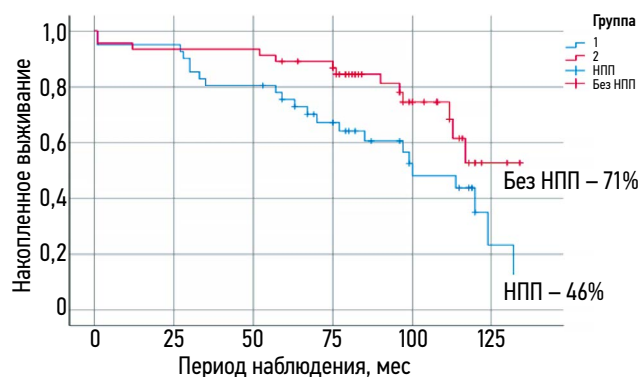


Рис. 1. Свобода от летальности (анализ Каплана–Мейера).

Примечание (здесь и на рис. 2–4). НПП — несоответствие «пациент–протез».

Fig. 1. Freedom from lethality (Kaplan–Meier analysis).

Note (here and in Fig. 2–4). НПП — patient–prosthetic mismatch.

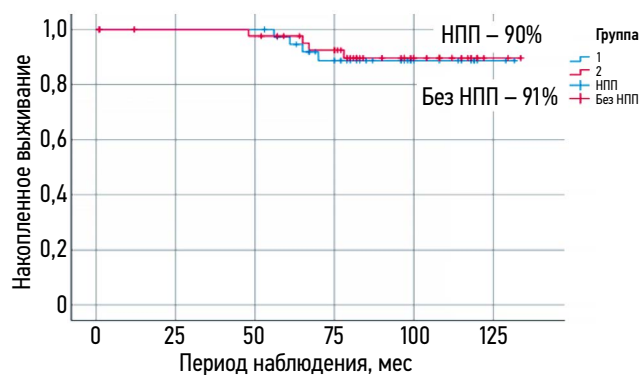


Рис. 2. Свобода от инсульта (анализ Каплана–Мейера).

Fig. 2. Freedom from stroke (Kaplan–Meier analysis).

В нашем исследовании у пациентов с НПП были выявлены статистически значимо более высокая летальность и частота госпитализации по поводу обострения СН по сравнению с лицами без НПП. По результатам анализа модели регрессии Кокса, значимыми предикторами отдалённой летальности и госпитализации по поводу обострения СН выступили индекс площади отверстия АК и иУО ЛЖ. На наш взгляд, у пациентов с PLFLG на фоне умеренного НПП сохранялась высокая постнагрузка ЛЖ, что спровоцировало замедление регрессии гипертрофии ЛЖ и, соответственно, сохранение anomalно малых объёмов ЛЖ и иУО ЛЖ. Сочетание выраженной гипертрофии и сниженного УО ЛЖ на фоне сохраняющейся умеренной постнагрузки, безусловно, может влиять на обострение СН и, соответственно, увеличивать риск наступления летального исхода.

Наши данные подтверждают результаты исследования D. Mohty и соавт., где сообщалось, что пациенты с PLFLG при умеренном НПП имели худшую общую выживаемость по сравнению с лицами с PLFLG без НПП [18]. Аналогично нашим данным, независимыми предикторами отдалённой летальности были иУО ЛЖ и индекс площади эффективного отверстия.

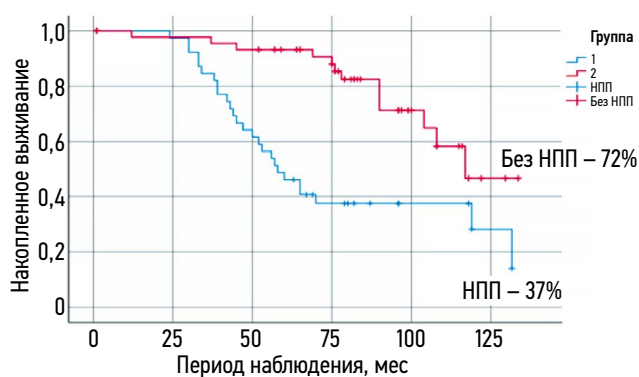


Рис. 3. Свобода от повторной госпитализации по поводу обострения хронической сердечной недостаточности (анализ Каплана–Мейера).

Fig. 3. Freedom from re-hospitalization for exacerbation of chronic heart failure (Kaplan–Meier analysis).

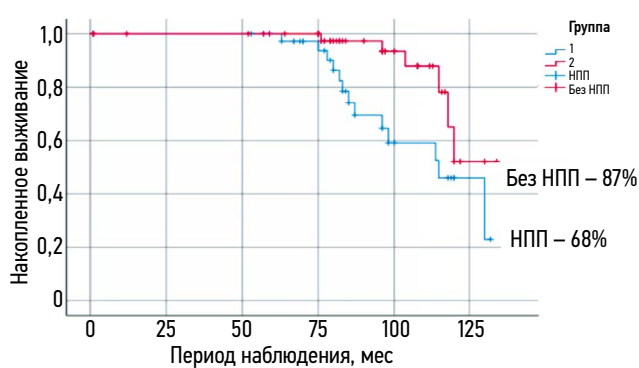


Рис. 4. Свобода от структурно-дегенеративных изменений биологического протеза (анализ Каплана–Мейера).

Fig. 4. Freedom from structurally degenerative changes in a biological prosthesis (Kaplan–Meier analysis).

В нашем исследовании также была установлена более высокая частота дегенерации протеза в группе пациентов с НПП в отдалённом периоде, что объясняется механическим воздействием на створки клапана anomalно высоких транспротезных градиентов [19, 20].

Важно отметить, что на сегодняшний день отдалённые результаты после хирургической коррекции АК у пациентов группы PLFLG достаточно противоречивы. Часть исследователей утверждают, что лица с PLFLG имеют более худший прогноз, чем пациенты с классическим высокоградиентным стенозом, тогда как другие пришли к выводу, что прогноз пациентов с PLFLG сопоставим с таковым у больных с умеренным АС [14, 21–23]. Во многом это связано с тем, что пациенты группы PLFLG обладают значительной гетеротипичностью. В этой разнородной группе важно различать больных с истинно тяжёлым АС с PLFLG, у которых на фоне выраженной гипертрофии и диастолической дисфункции ЛЖ происходят снижение УО ЛЖ и, соответственно, недооценка трансортальных градиентов, и пациентов с умеренным АС, которых из-за ошибок измерения и по ряду других причин ошибочно принимают за лиц с тяжёлым АС с PLFLG [24–26]. В нашем исследовании мы постарались

использовать все консенсусные критерии, определяющие вероятность истинного стеноза в этой подгруппе пациентов.

Резюмируя вышеописанное, можно сказать, что больные с АС с PLFLG — это гетерофенотипичная группа пациентов, требующая тщательной дифференциальной диагностики истинно тяжёлого АС. Нередким послеоперационным осложнением у пациентов с PLFLG является НПП, которое может негативно сказаться на отдалённых результатах протезирования АК.

Ограничения исследования

Основным ограничением нашего исследования являлся его ретроспективный характер с присутствием этой

методологии недостатками, а также размер выборки, который предварительно не был рассчитан. Использование значений EOA *in vivo*, опубликованных в литературе, вместо EOA, измеренной посредством ЭхоКГ у отдельного пациента, могло снизить точность идентификации НПП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Послеоперационное умеренное НПП независимо связано с повышенной смертностью и повышенной частотой госпитализации по поводу обострения СН после коррекции АК у пациентов с PLFLG.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. В.В. Базылев — разработка дизайна исследования, ответственность за целостность всех частей рукописи, утверждение окончательного варианта статьи; Р.М. Бабуков — проведение исследования, сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных результатов, концепция и дизайн исследования, написание текста рукописи, подготовка изображений, ответственность за целостность всех частей статьи; Ф.Л. Бартош — проведение исследования, сбор и обработка данных, участие в разработке дизайна исследования; А.В. Лёвина — проведение исследования, сбор и обработка данных, подготовка и редактирование текста рукописи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Источник финансирования. Не указан.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. V.V. Bazylev — participation in scientific design, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article; F.L. Bartosh — conducting research, collection and analysis of data, participation in scientific design; R.M. Babukov — conducting research, collection and analysis of data, concept and design of the study, writing text, images creation, analysis and interpretation of the obtained data; A.V. Levina — conducting research, collection and analysis of data, text preparation and editing, responsibility for the integrity of all parts of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Funding source. Not specified.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vahanian A., Beyersdorf F., Praz F., et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease // *Eur Heart J*. 2022. Vol. 43, N 7. P. 561–632. doi: 10.1093/eurheartj/ehab395
2. Adda J., Mielot C., Giorgi R., et al. Low-flow, low-gradient severe aortic stenosis despite normal ejection fraction is associated with severe left ventricular dysfunction as assessed by speckle-tracking echocardiography: a multicenter study // *Circ Cardiovasc Imaging*. 2012. Vol. 5, N 1. P. 27–35. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.111.967554
3. Lancellotti P., Magne J., Donal E., et al. Clinical outcome in asymptomatic severe aortic stenosis: insights from the new proposed aortic stenosis grading classification // *J Am Coll Cardiol*. 2012. Vol. 59, N 3. P. 235–243. doi: 10.1016/j.jacc.2011.08.072
4. Herrmann H.C., Pibarot P., Hueter I., et al. Predictors of mortality and outcomes of therapy in low-flow severe aortic stenosis: a Placement of Aortic Transcatheter Valves (PARTNER) trial analysis // *Circulation*. 2013. Vol. 127, N 23. P. 2316–2326. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.001290
5. Базылев В.В., Тунгусов Д.С., Бабуков Р.М., и др. Влияние несоответствия «протез–пациент» на отдалённые результаты лечения после протезирования аортального клапана биологическим протезом: ретроспективное одноцентровое исследование // *CardioСоматика*. 2022. Т. 13, № 3. С. 139–147. doi: 10.17816/CS87618
6. Pibarot P., Honos G.N., Durand L.G., Dumesnil J.G. The effect of prosthesis-patient mismatch on aortic bioprosthetic valve hemodynamic performance and patient clinical status // *Can J Cardiol*. 1996. Vol. 12, N 4. P. 379–387.
7. Rao V., Jamieson W.R., Ivanov J., et al. Prosthesis-patient mismatch affects survival after aortic valve replacement // *Circulation*. 2000. Vol. 102, N 19. Suppl. 3. P. III5–III9. doi: 10.1161/01.cir.102.suppl_3.iii-5
8. Sá M.P., Jacquemyn X., Van den Eynde J., et al. Impact of Prosthesis-Patient Mismatch After Transcatheter Aortic Valve Replacement: Meta-Analysis of Kaplan-Meier-Derived Individual Patient Data // *JACC Cardiovasc Imaging*. 2023. Vol. 16, N 3. P. 298–310. doi: 10.1016/j.jcmg.2022.07.013
9. Baumgartner H. Chair, Hung J. Co-Chair, Bermejo J., et al. Recommendations on the echocardiographic assessment of aortic valve stenosis: a focused update from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography // *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017. Vol. 18, N 3. P. 254–275. doi: 10.1093/ehjci/jew335
10. 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 Inter-American 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

11. VARC-3 WRITING COMMITTEE; Génèreux 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

12. Hachicha Z., Dumesnil J., Bogaty P., Pibarot P. Paradoxical low-flow, low-gradient severe aortic stenosis despite preserved ejection fraction is associated with higher afterload and reduced survival // *Circulation*. 2007. Vol. 115, N 22. P. 2856–2864. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.668681

13. Dahl J.S., Eleid M.F., Pislaru S.V., et al. Development of paradoxical low-flow, low-gradient severe aortic stenosis // *Heart*. 2015. Vol. 101, N 13. P. 1015–1023. doi: 10.1136/heartjnl-2014-306838

14. Galian-Gay L., Escalona Silva R.A., Teixidó-Turà G., et al. Prognosis of Paradoxical Low-Flow Low-Gradient Aortic Stenosis: A Severe, Non-critical Form, With Surgical Treatment Benefits // *Front Cardiovasc Med*. 2022. N 9. P. 852–954. doi: 10.3389/fcvm.2022.852954

15. Dweck M.R., Boon N.A., Newby D.E. Calcific aortic stenosis: a disease of the valve and the myocardium // *J Am Coll Cardiol*. 2012. Vol. 60, N 19. P. 1854–1863. doi: 10.1016/j.jacc.2012.02.093

16. Mohty D., Magne J., Deltreuil M., et al. Outcome and impact of surgery in paradoxical low-flow, low-gradient severe aortic stenosis and preserved left ventricular ejection fraction: a cardiac catheterization study // *Circulation*. 2013. Vol. 128, N 11, Suppl. 1. P. 235–242. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.000031

17. 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

18. Mohty D., Boulogne C., Magne J., et al. Prevalence and long-term outcome of aortic prosthesis-patient mismatch in patients with paradoxical low-flow severe aortic stenosis // *Circulation*. 2014. Vol. 130, N 11, Suppl. 1. P. 25–31. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.007819

19. 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

20. 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

21. Freitas-Ferraz A.B., Nombela-Franco L., Urena M., et al. Transcatheter aortic valve replacement in patients with paradoxical low-flow, low-gradient aortic stenosis: Incidence and predictors of treatment futility // *Int J Cardiol*. 2020. N 316. P. 57–63. doi: 10.1016/j.ijcard.2020.04.036

22. Puri R., lung B., Cohen D.J., Rodés-Cabau J. TAVI or No TAVI: identifying patients unlikely to benefit from transcatheter aortic valve implantation // *Eur Heart J*. 2016. Vol. 37, N 28. P. 2217–2225. doi: 10.1093/eurheartj/ehv756

23. Maes F., Boulif J., Piérard S., et al. Natural history of paradoxical low-gradient severe aortic stenosis // *Circ Cardiovasc Imaging*. 2014. Vol. 7, N 4. P. 714–722. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.113.001695

24. Parikh R., Goodman A.L., Barr T., et al. Outcomes of surgical aortic valve replacement for severe aortic stenosis: Incorporation of left ventricular systolic function and stroke volume index // *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015. Vol. 149, N 6. P. 1558.e1–1566.e1. doi: 10.1016/j.jtcvs.2015.03.008

25. O'Gara P.T., Shah P.B., Sun Y.P. Paradoxical Low Flow Aortic Stenosis: More Differences Between Men and Women // *J Am Coll Cardiol*. 2020. Vol. 75, N 16. P. 1910–1912. doi: 10.1016/j.jacc.2020.03.026

26. Okuno T., Corpataux N., Spano G., et al. True-severe stenosis in paradoxical low-flow low-gradient aortic stenosis: outcomes after transcatheter aortic valve replacement // *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*. 2021. Vol. 7, N 4. P. 366–377. doi: 10.1093/ehjqcc/qcab010

REFERENCES

1. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2022;43(7):561–632. doi: 10.1093/eurheartj/ehab395

2. Adda J, Mielot C, Giorgi R, et al. Low-flow, low-gradient severe aortic stenosis despite normal ejection fraction is associated with severe left ventricular dysfunction as assessed by speckle-tracking echocardiography: a multicenter study. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2012;5(1):27–35. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.111.967554

3. Lancellotti P, Magne J, Donal E, et al. Clinical outcome in asymptomatic severe aortic stenosis: insights from the new proposed aortic stenosis grading classification. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59(3):235–243. doi: 10.1016/j.jacc.2011.08.072

4. Herrmann HC, Pibarot P, Hueter I, et al. Predictors of mortality and outcomes of therapy in low-flow severe aortic stenosis: a Placement of Aortic Transcatheter Valves (PARTNER) trial analysis. *Circulation*. 2013;127(23):2316–2326. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.001290

5. Bazylev VV, Tungusov DS, Babukov RM, et al. 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. (In Russ). doi: 10.17816/CS87618

6. Pibarot P, Honos GN, Durand LG, Dumesnil JG. The effect of prosthesis-patient mismatch on aortic bioprosthetic valve hemodynamic performance and patient clinical status. *Can J Cardiol*. 1996;12(4):379–387.

7. Rao V, Jamieson WR, Ivanov J, et al. Prosthesis-patient mismatch affects survival after aortic valve replacement. *Circulation*. 2000;102(19 Suppl 3):III5–III9. doi: 10.1161/01.cir.102.suppl_3.iii-5

8. Sá MP, Jacquemyn X, Van den Eynde J, et al. Impact of Prosthesis-Patient Mismatch After Transcatheter Aortic Valve Replacement: Meta-Analysis of Kaplan-Meier-Derived Individual Patient Data. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2023;16(3):298–310. doi: 10.1016/j.jcmg.2022.07.013

9. Baumgartner H Chair, Hung J Co-Chair, Bermejo J, et al. Recommendations on the echocardiographic assessment of aortic valve stenosis: a focused update from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017;18(3):254–275. doi: 10.1093/ehjci/jew335

10. 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 Inter-American 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

11. 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

12. Hachicha Z, Dumesnil J, Bogaty P, Pibarot P. Paradoxical low-flow, low-gradient severe aortic stenosis despite preserved ejection fraction is associated with higher afterload and reduced survival. *Circulation*. 2007;115(22):2856–2864. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.668681

13. Dahl JS, Eleid MF, Pislaru SV, et al. Development of paradoxical low-flow, low-gradient severe aortic stenosis. *Heart*. 2015;101(13):1015–1023. doi: 10.1136/heartjnl-2014-306838

14. Galian-Gay L, Escalona Silva RA, Teixidó-Turà G, et al. Prognosis of Paradoxical Low-Flow Low-Gradient Aortic Stenosis: A Severe, Non-critical Form, With Surgical Treatment Benefits. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:852–954. doi: 10.3389/fcvm.2022.852954

15. Dweck MR, Boon NA, Newby DE. Calcific aortic stenosis: a disease of the valve and the myocardium. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60(19):1854–1863. doi: 10.1016/j.jacc.2012.02.093

16. Mohty D, Magne J, Deltreuil M, et al. Outcome and impact of surgery in paradoxical low-flow, low-gradient severe aortic stenosis and preserved left ventricular ejection fraction: a cardiac catheterization study. *Circulation*. 2013;128(11 Suppl 1):235–242. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.000031

17. Rahimtoola SH. The problem of valve prosthesis-patient mismatch. *Circulation*. 1978;58(1):20–24. doi: 10.1161/01.cir.58.1.20

18. Mohty D, Boulogne C, Magne J, et al. Prevalence and long-term outcome of aortic prosthesis-patient mismatch in patients

with paradoxical low-flow severe aortic stenosis. *Circulation*. 2014;130(11 Suppl 1):25–31. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.007819

19. 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

20. Flameng W, Herregods MC, 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

21. Freitas-Ferraz AB, Nombela-Franco L, Urena M, et al. Transcatheter aortic valve replacement in patients with paradoxical low-flow, low-gradient aortic stenosis: Incidence and predictors of treatment futility. *Int J Cardiol*. 2020;316:57–63. doi: 10.1016/j.ijcard.2020.04.036

22. Puri R, lung B, Cohen DJ, Rodés-Cabau J. TAVI or No TAVI: identifying patients unlikely to benefit from transcatheter aortic valve implantation. *Eur Heart J*. 2016;37(28):2217–2225. doi: 10.1093/eurheartj/ehv756

23. Maes F, Boulif J, Piérard S, et al. Natural history of paradoxical low-gradient severe aortic stenosis. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2014;7(4):714–722. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.113.001695

24. Parikh R, Goodman AL, Barr T, et al. Outcomes of surgical aortic valve replacement for severe aortic stenosis: Incorporation of left ventricular systolic function and stroke volume index. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;149(6):1558.e1–1566.e1. doi: 10.1016/j.jtcvs.2015.03.008

25. O'Gara PT, Shah PB, Sun YP. Paradoxical Low Flow Aortic Stenosis: More Differences Between Men and Women. *J Am Coll Cardiol*. 2020;75(16):1910–1912. doi: 10.1016/j.jacc.2020.03.026

26. Okuno T, Corpataux N, Spano G, et al. True-severe stenosis in paradoxical low-flow low-gradient aortic stenosis: outcomes after transcatheter aortic valve replacement. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*. 2021;7(4):366–377. doi: 10.1093/ehjqcco/qcab010

ОБ АВТОРАХ

Базылев Владлен Владленович, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-6089-9722;
eLibrary SPIN: 3153-8026;
e-mail: cardio-penza@yandex.ru

* **Бабук Руслан Медарисович**, врач-кардиолог,
врач ультразвуковой диагностики;
адрес: Россия, 440071, Пенза, ул. Стасова, д. 6;
ORCID: 0000-0002-7338-9462;
eLibrary SPIN: 2393-1170;
e-mail: ruslan.babukov@mail.ru

Бартош Фёдор Леонидович, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0001-5482-3211;
eLibrary SPIN: 1107-7579;
e-mail: fbartosh@km.ru

Лёвина Алёна Витальевна, врач ультразвуковой диагностики;
ORCID: 0000-0002-3210-3974;
eLibrary SPIN: 1392-0235;
e-mail: goralen1@mail.ru

AUTHORS INFO

Vladlen V. Bazylev, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: 0000-0001-6089-9722;
eLibrary SPIN: 3153-8026;
e-mail: cardio-penza@yandex.ru

* **Ruslan M. Babukov**, cardiologist, ultrasound diagnosis doctor;
address: 6 Stasova Str., 440071 Penza, Russia;
ORCID: 0000-0002-7338-9462;
eLibrary SPIN: 2393-1170;
e-mail: ruslan.babukov@mail.ru

Fedor L. Bartosh, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0001-5482-3211;
eLibrary SPIN: 1107-7579;
e-mail: fbartosh@km.ru

Alena V. Levina, ultrasound diagnosis doctor;
ORCID: 0000-0002-3210-3974;
eLibrary SPIN: 1392-0235;
e-mail: goralen1@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author