

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-293>

Актуальность использования правой парастеральной проекции в эхокардиографической оценке тяжести аортального стеноза. Результаты одноцентрового исследования

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

ФГБУ “Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии” Минздрава России;
440071 Пенза, ул. Стасова, 6, Российская Федерация

Цель исследования: оценить эффективность использования правой парастеральной проекции (ППП) в дополнение к апикальной пятикамерной проекции (А5КП) для оценки тяжести аортального стеноза (АС); определить факторы, влияющие на согласованность оценки тяжести АС в ППП и А5КП.

Материал и методы. В период набора пациентов было последовательно исследовано 232 пациента, в окончательный анализ было включено 186 (80%) пациентов с доступной ППП.

Критерии включения: пациенты с АС (сочетание кальцинированного аортального клапана и максимальной трансаортальной скорости более 2,5 м/с) и доступной ППП для оценки тяжести АС.

Результаты. Средние показатели $G_{\max}$ и G_{mean} , оцененные в ППП, были достоверно выше, а средние значения площади аортального клапана (AVA) и безразмерного индекса (DVI) были ниже по сравнению с аналогичными показателями, оцененными в А5КП ($p < 0,05$). При анализе методом Бленда–Альтмана средняя разница $G_{\max}$ и G_{mean} , оцененная в А5КП и ППП, составила $10,2 \pm 14,3$ и $4,5 \pm 8,9$ мм рт.ст. соответственно. Средняя разница AVA и DVI, оцененная в А5КП и ППП, составила $0,1 \pm 0,15$ см² и $0,02 \pm 0,03$ соответственно. При использовании ППП у 44 (23%) пациентов удалось реклассифицировать тяжесть АС на более тяжелую степень. Анализ множественной логистической регрессии выявил, что аортосептальный угол является единственным независимым параметром, оказывающим значимое влияние на согласованность в оценке тяжести АС между двумя акустическими проекциями (ОШ 0,76; 95% ДИ 0,69–0,83; $p < 0,001$).

Базылев Владлен Владленович – доктор мед. наук, профессор, врач-сердечно-сосудистый хирург, главный врач ФГБУ “Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии” Минздрава России, Пенза. <https://orcid.org/0000-0001-6089-9722>. E-mail: cardio-penza@yandex.ru

Бабуков Руслан Медарисович – врач-кардиолог, врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой и функциональной диагностики ФГБУ “Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии” Минздрава России, Пенза. <https://orcid.org/0000-0002-7338-9462>. E-mail: ruslan.babukov@mail.ru

Бартош Фёдор Леонидович – канд. мед. наук, заведующий отделением функциональной и ультразвуковой диагностики ФГБУ “Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии” Минздрава России, Пенза. <https://orcid.org/0000-0001-5482-3211>. E-mail: fbartosh@km.ru

Лёвина Алёна Витальевна – врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой и функциональной диагностики ФГБУ “Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии” Минздрава России, Пенза. <https://orcid.org/0000-0002-3210-3974>. E-mail: goralen1@mail.ru

Контактная информация*: Бабуков Руслан Медарисович – e-mail: ruslan.babukov@mail.ru

Выводы. 1. Использование А5КП в значительном проценте случаев может привести к недооценке тяжести АС. Оценка тяжести АС в ППП в дополнение к А5КП может значительно увеличить диагностическую точность эхокардиографического исследования.

2. Аортосептальный угол является независимым фактором, значимо влияющим на согласованность в оценке тяжести АС между двумя проекциями.

Ключевые слова: аортальный стеноз; правая парастеральная проекция; апикальная пятикамерная проекция; реклассификация; эхокардиография

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Базылев В.В., Бабуков Р.М., Бартош Ф.Л., Лёвина А.В. Актуальность использования правой парастеральной проекции в эхокардиографической оценке тяжести аортального стеноза. Результаты одноцентрового исследования. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2025; 31 (2): 77–89. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-293>

Поступила в редакцию: 16.09.2024.

Принята к печати: 17.12.2024.

Опубликована online: 30.04.2025.

ВВЕДЕНИЕ

Аортальный стеноз (АС) является наиболее частой клапанной патологией сердца [1]. Трансторакальная эхокардиография (ТТЭ) в настоящее время считается основным неинвазивным методом визуализации для диагностики АС. Оценка тяжести АС по ТТЭ основана на оценке максимального трансортального градиента ($G_{\max}$), среднего трансортального градиента (G_{mean}), площади отверстия аортального клапана (AVA), а также безразмерного индекса (DVI). Точность оценки этих показателей во многом зависит от параллельности ультразвукового луча трансортальному систолическому потоку. Непараллельное расположение ультразвукового луча может привести к недооценке градиентов и переоценке AVA на аортальном клапане (АК), что, в свою очередь, приводит к неправильной классификации тяжести АС и, следовательно, неверной тактике ведения пациентов [2].

На сегодняшний день апикальная пятикамерная проекция (А5КП) является основной стандартной проекцией в большинстве эхокардиографических лабораторий для оценки тяжести АС. В современных рекомендациях указано на целесообразность использования дополнительно правой парастеральной проекции (ППП) в оценке тяжести АС [3]. Тем не менее большое количество эхокардиографических лабораторий до сих пор не использует ППП в повседневной практике. Вероятно, это связано с ограниченными данными о целесообразности использования ППП для оценки тяжести АС [4–11].

Учитывая существующую актуальность данного вопроса, проведено проспективное исследование, целью которого было определение диагностической роли ППП в оценке тяжести АС в российской популяции больных.

Цель исследования: 1. Оценить эффективность использования ППП в дополнение к А5КП для оценки тяжести АС.

2. Определить факторы, влияющие на согласованность оценки тяжести АС в ППП и А5КП.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование были включены пациенты старше 18 лет, направленные в кардиохирургический центр для обследования.

Критерии включения: пациенты с АС (сочетание кальцинированного АК и максимальной трансортальной скорости более 2,5 м/с) и доступной ППП для оценки тяжести АС.

Критерии исключения:

- сниженная фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) менее 50%;
- сочетанная недостаточность на аортальном, митральном и трикуспидальном клапанах $\geq$ I степени;
- сочетанный умеренный или тяжелый стеноз митрального клапана;
- признаки подклапанного стеноза или ускоренный кровоток в выносящем тракте левого желудочка (ВТЛЖ) (более 1,2 м/с);
- пациенты с очень тяжелым АС, оцененным в А5КП;

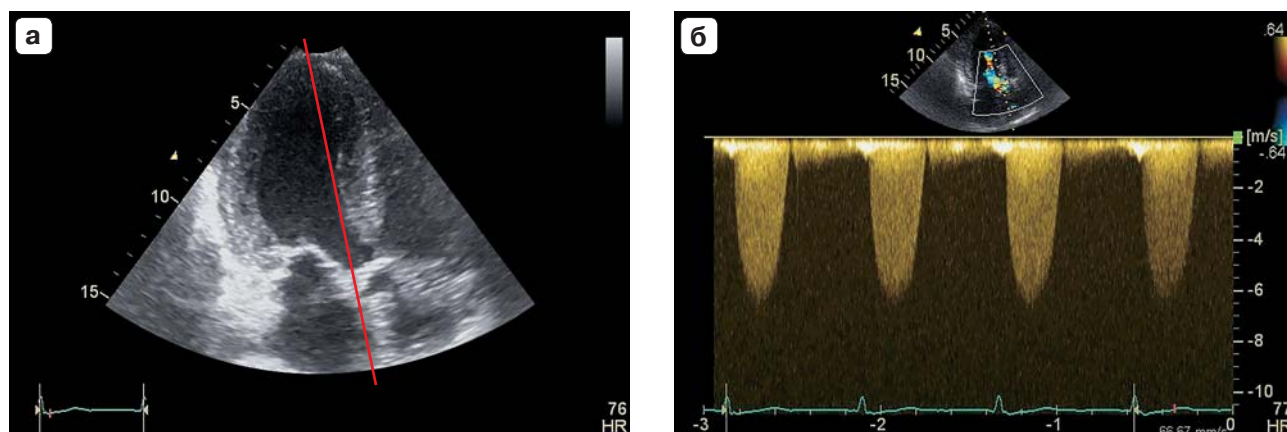


Рис. 1. а, б – измерение трансаортальных показателей в А5КП.

Fig. 1. а, б – Measurement of transaortic parameters in A5CV.

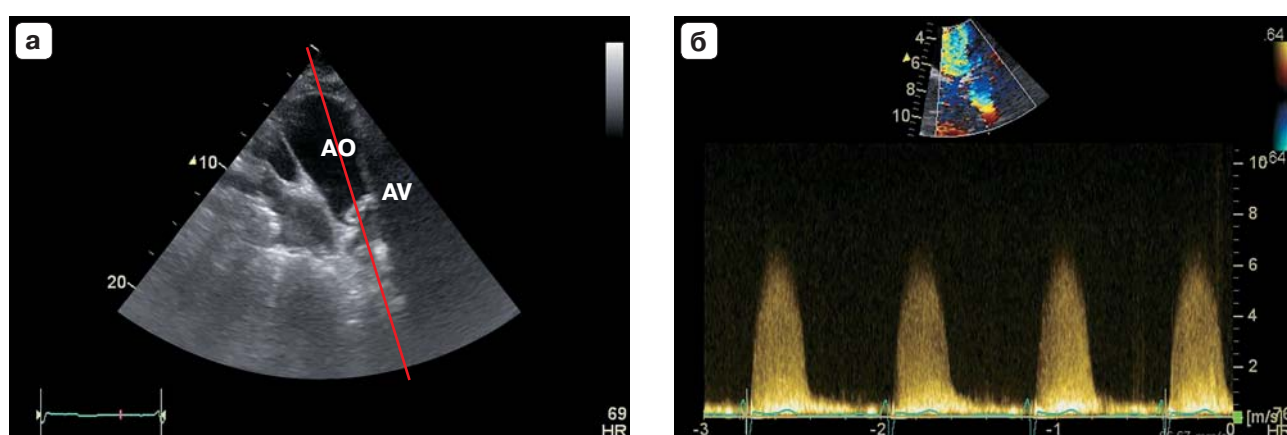


Рис. 2. а, б – измерение трансаортальных показателей в РППП.

Fig. 2. а, б – Measurement of transaortic parameters in RPPV.

– постоянная форма фибрилляции предсердий;

– низкое качество визуализации.

Эхокардиография. Все пациенты прошли комплексное эхокардиографическое исследование. Эхокардиографические данные были получены с использованием ультразвуковых аппаратов GE VIVID 7 PRO, VIVID 9 (General Electric Healthcare) и Philips EPIQ (Medical Systems Philips). Эхокардиографические измерения производили в соответствии с современными рекомендациями Общества сердечно-сосудистой визуализации [3]. Оценку трансаортальных эхокардиографических характеристик проводили только при нормальных значениях артериального давления ($\leq 140/70$ мм рт.ст.) и частоты сердечных сокращений (≤ 80 уд/мин). Последовательно у

всех пациентов оценивали тяжесть АС в режиме непрерывноволнового доплера сначала в стандартной А5КП, затем в РППП (рис. 1, 2). Оценку в РППП проводили в положении пациента на правом боку с расположением датчика в РППП (ближе к правому краю грудины) на 1–2 межреберья выше стандартной парастеральной проекции (чаще в третьем межреберье). Большинству пациентов потребовалась ротация датчика в каудальном направлении на $30-90^\circ$. Трансаортальные доплеровские записи выполнялись со скоростью развертки 150 мм/с. Расчет средних значений трансаортальных показателей производили на основании анализа не менее трех комплексов. Измерения диаметра ВТЛЖ были произведены в парастеральной проекции по длинной оси на расстоянии не более чем на 5 мм от

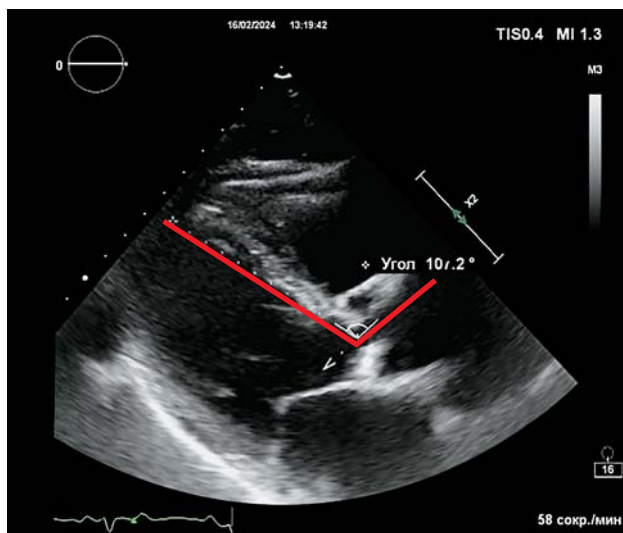


Рис. 3. Измерение аортосептального угла из парастеральной проекции по длинной оси (измерение угла между плоскостью межжелудочковой перегородки и длинной осью восходящей аорты).

Fig. 3. Measurement of the aorto-septal angle from the parasternal long-axis view (angle between the interventricular septum plane and the long axis of the ascending aorta).

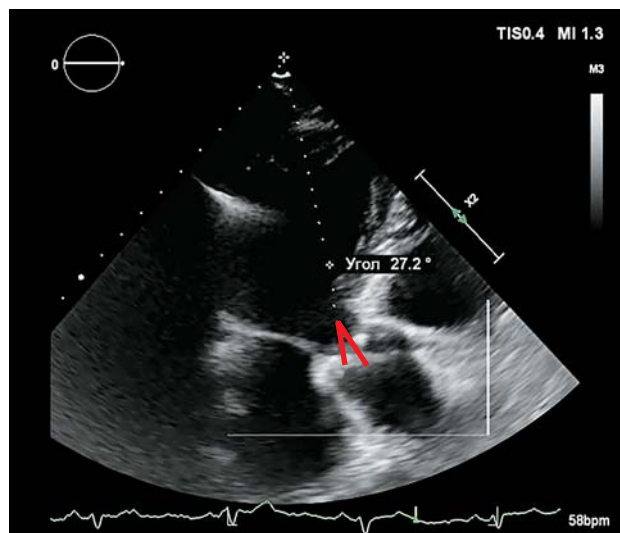


Рис. 4. Измерение угла смещения в А5КП (измерение угла между сканирующим лучом и систолическим трансаортальным потоком).

Fig. 4. Measurement the angle of displacement in A5CV (angle between the ultrasound beam and the systolic transaortic flow).

АК в середине систолы. Ударный объем левого желудочка (УО ЛЖ) рассчитывали из интегралов линейной скорости кровотока в ВТЛЖ с помощью импульснoволнового доплера. Расчет площади эффективного отверстия АК производили с помощью уравнения непрерывности по формуле:

$$AVA = \frac{УО\ ЛЖ}{VTI_{AK}},$$

где УО ЛЖ – ударный объем ЛЖ, VTI_{AK} – интеграл линейной скорости кровотока АК.

Расчет безразмерного индекса (DVI) производили по формуле:

$$DVI = \frac{VTI_{ВТЛЖ}}{VTI_{AK}},$$

где $VTI_{ВТЛЖ}$ – интеграл линейной скорости кровотока ВТЛЖ.

Конечно-диастолический объем левого желудочка (КДО ЛЖ), конечно-систолический объем левого желудочка (КСО ЛЖ), ФВ ЛЖ, УО ЛЖ вычисляли по Симпсону методом BIPLANE (измерения производились в апикальных позициях во взаимно перпендикулярных плоскостях, в 4- и 2-камерной проекциях). Аортосептальный угол

измеряли из парастеральной проекции по длинной оси, очерчивая угол между плоскостью межжелудочковой перегородки и длинной осью восходящей аорты. Измерение угла смещения производили в А5КП между лучом сканирования и систолическим трансаортальным потоком (рис. 3, 4) [12, 13].

Тяжесть аортальной классификации определяли по следующим критериям:

Легкий АС

$V_{max} \geq 2,5$ м/с ($G_{max} \geq 25-35$ мм рт.ст.),
 $G_{mean} < 20$ мм рт.ст., $AVA > 1,5$ см².

Умеренный АС

$V_{max} \geq 3$ м/с (G_{max} 36–64 мм рт.ст.),
 G_{mean} 20–40 мм рт.ст., AVA 1,0–1,5 см².

Тяжелый АС

$V_{max} \geq 4$ м/с (G_{max} 64–100 мм рт.ст.),
 $G_{mean} \geq 40$ мм рт.ст., $AVA < 1,0$ см².

Очень тяжелый

$V_{max} \geq 5$ м/с ($G_{max} \geq 100$ мм рт.ст.).

Статистика. База данных составлялась в виде электронных таблиц в программе Microsoft Office Excel. Обработка данных проводилась в демоверсии SPSS Statistics

(англ. Statistical Package for the Social Sciences). Нормальность распределения была проверена с помощью теста Колмогорова–Смирнова. При центральной тенденции и рассеянии количественных признаков, имеющих нормальное распределение, показатели представлены в виде $M \pm SD$, где M – среднее значение, SD – стандартное отклонение, в случае, отличном от нормального распределения, – в виде медианы (интервальный размах 25-й и 75-й проценти), $Me(Q1-Q3)$. Статистически значимыми считали различия при уровне $p < 0,05$.

Оценка согласованности измерений G_{max} , G_{mean} , ЕОА и DVI в ППП и А5КП производилась методом Бленда–Альтмана с построением диаграмм с расчетом средней разницы между методами. С помощью модели множественной логистической регрессии и ROC-анализа (площади под кривой) изучалось независимое влияние эхокардиографических параметров на согласованность в оценке тяжести АС между двумя акустическими проекциями. В качестве зависимой переменной использовали согласованность в оценке степени тяжести АС между двумя акустическими проекциями, в качестве независимых переменных использовали эхокардиографические параметры, которые продемонстрировали свою значимость при однофакторном регрессионном анализе. Оптимальное пороговое значение аортосептального угла, оказывающее значимое влияние на согласованность оценки тяжести АС между двумя акустическими проекциями, определяли по максимальному значению индекса Юдена (Youden's index). Связь между значениями аортосептального угла и угла смещения оценивали с помощью корреляции Пирсона (r).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Клинико-эхокардиографические характеристики анализируемых пациентов представлены в табл. 1. В период набора исследуемой группы было последовательно осмотрено 232 пациента, соответствующих критериям отбора и с доступной А5КП. ППП для оценки тяжести АС была доступна у 186 (80%) пациентов. Из 46 исключенных из исследования пациентов у 24 (52%) отсутствовала визуализация в ППП и у 22 (48%) пациентов было недостаточно парал-

Таблица 1. Клинико-эхокардиографические характеристики пациентов

Table 1. Clinical and echocardiographic characteristics of patients

Показатель	$M \pm SD$, $Me(Q1-Q3)$, n%
Возраст, годы	62 ± 10
Женщины, n (%)	83 (44%)
ИМТ, кг/м ²	28 ± 5
ППТ, м ²	$1,9 \pm 0,14$
Сахарный диабет, n (%)	33 (18%)
Гипертоническая болезнь в анамнезе, n (%)	154 (83%)
Мультифокальный атеросклероз, n (%)	101 (54%)
Почечная недостаточность, n (%)	37 (20%)
ХОБЛ, n (%)	13 (7%)
Пароксизмальная форма фибрилляции предсердий, n (%)	56 (28%)
ПИМ, n (%)	11 (6%)
АС с парадоксально сниженными УО ЛЖ и трансортальными градиентами, n (%)	9 (4%)
ФК I (NYHA), n (%)	81 (44%)
ФК II (NYHA), n (%)	71 (38%)
ФК III (NYHA), n (%)	34 (18%)
Двустворчатый АК, n (%)	32 (17%)
Трехстворчатый АК, n (%)	154 (83%)
КДО ЛЖ, мл, $Me(Q1-Q3)$	128 (103–164)
КСО ЛЖ, мл, $Me(Q1-Q3)$	46 (32–67)
иУО ЛЖ, мл	43 ± 12
ФВ ЛЖ, %	62 ± 11
G_{max} , мм рт.ст., $Me(Q1-Q3)$	58 (40–78)
G_{mean} , мм рт.ст., $Me(Q1-Q3)$	32 (22–46)
AVA, см ²	$1,1 \pm 0,4$
iAVA, см ² /м ²	$0,56 \pm 0,2$
DVI, n (%)	$0,27 \pm 0,07$
Межжелудочковая перегородка, мм	$14,4 \pm 2,8$
Задняя стенка ЛЖ, мм	$12,7 \pm 2,5$
Индекс массы ЛЖ, г/м ² , $Me(Q1-Q3)$	128 (110–153)
Индекс объема ЛП, мл/м ²	$44,7 \pm 14$
Синусы Вальсальвы, мм	35 ± 4
Восходящий отдел аорты, мм	38 ± 5
Аортосептальный угол, °	$120 \pm 9,8$
Угол смещения, °	27 ± 3

Примечание. Здесь и в табл. 2: ИМТ – индекс массы тела, ППТ – площадь поверхности тела,

Таблица 1 (окончание).

Table 1 (end).

ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких, ПИМ – перенесенный инфаркт миокарда, АС – аортальный стеноз, УО ЛЖ – ударный объем левого желудочка, ФК (NYHA) – функциональный класс, КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка, КСО ЛЖ – конечный систолический объем левого желудочка, иУО ЛЖ – индекс ударного объема левого желудочка, ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, $G_{\max}$ – максимальный трансаортальный градиент, G_{mean} – средний трансаортальный градиент давления, AVA – площадь эффективного отверстия аортального клапана, iAVA – индекс площади эффективного отверстия аортального клапана, DVI – доплеровский индекс скорости.

тельное расположение трансаортального потока лучу сканирования (см. схему).

Средние показатели $G_{\max}$ и G_{mean} , оцененные в ППП, были достоверно выше, а среднее значение AVA и DVI было ниже по сравнению с аналогичными показателями, оцененными в А5КП, $p < 0,05$ (табл. 2). При анализе методом Бленда–Альтмана средняя разница $G_{\max}$ и G_{mean} , оцененная в А5КП

и ППП, составила $10,2 \pm 14,3$ и $4,5 \pm 8,9$ мм рт.ст. соответственно (рис. 5, 6), средняя разница AVA и DVI, оцененная в А5КП и ППП, – $0,1 \pm 0,15$ и $0,02 \pm 0,03$ соответственно (рис. 7, 8).

Выявлено существенное влияние ППП на реклассификацию тяжести АС. При использовании ППП удалось реклассифицировать АС у 44 (23%) пациентов на более

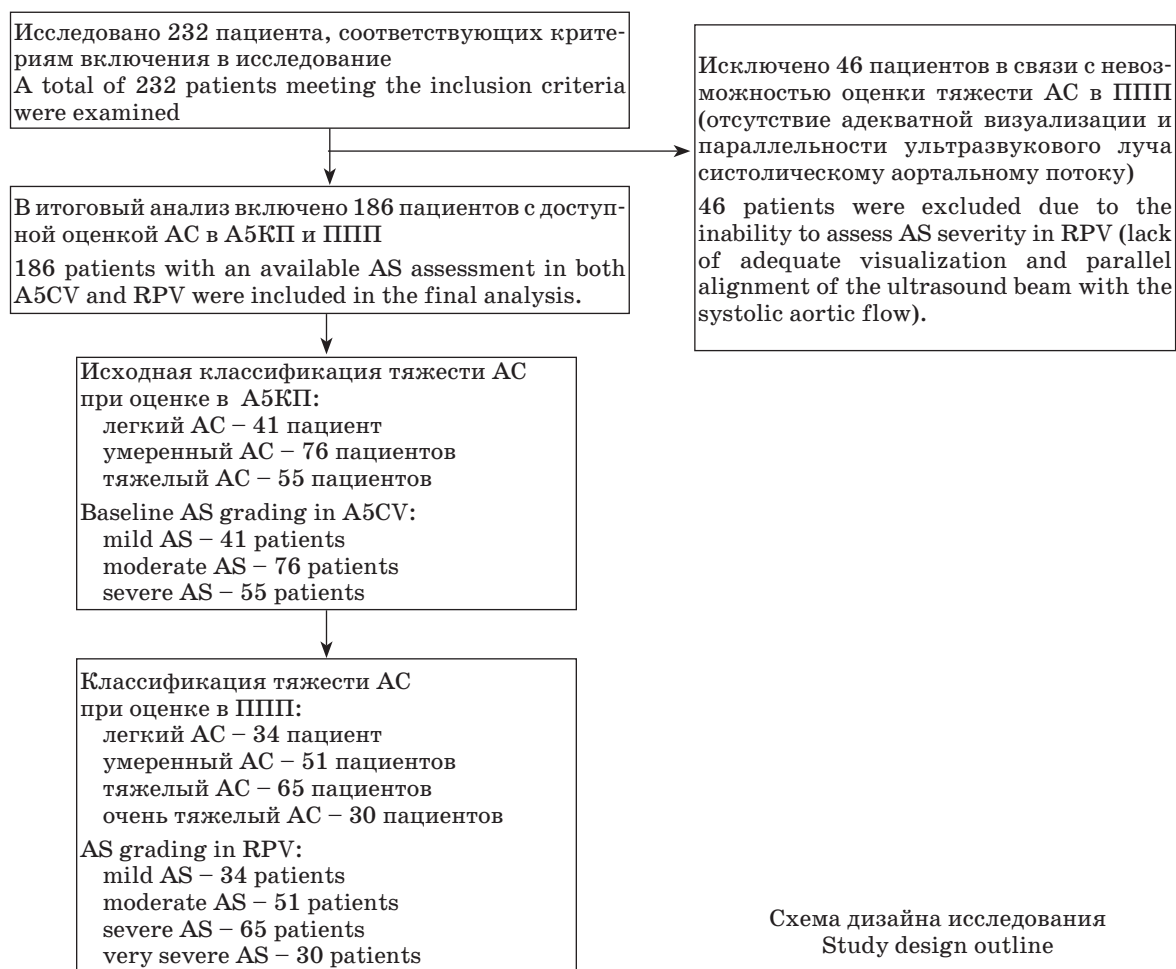


Таблица 2. Сравнительная таблица трансаортальных показателей, измеренных в А5КП и ППП**Table 2.** Comparative table of transaortic parameters measured in A5CV and RPV

Показатели	Апикальная проекция	Правая парастеральная проекция	p
$G_{\max}$, мм рт.ст.	62 ± 30	72 ± 37	0,004
G_{mean} , мм рт.ст.	35 ± 19	40 ± 29	0,04
AVA, см ²	$1,2 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,4$	0,04
DVI, n (%)	$0,27 \pm 0,08$	$0,25 \pm 0,08$	0,02

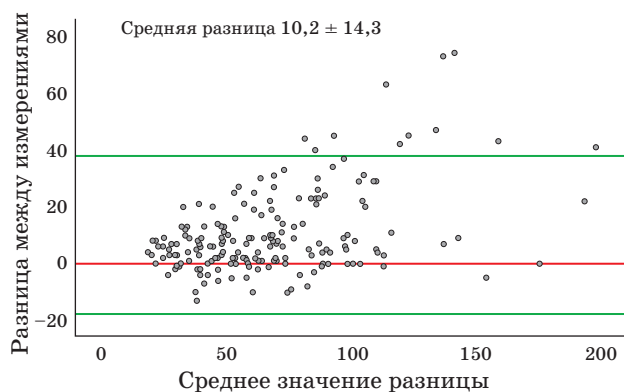
**Рис. 5.** Диаграмма Бленда–Альтмана согласованности показателей максимального трансаортального градиента, измеренных в А5КП и ППП.

Fig. 5. Bland–Altman plot for the agreement of peak transaortic gradient measurements in A5CV and RPV.

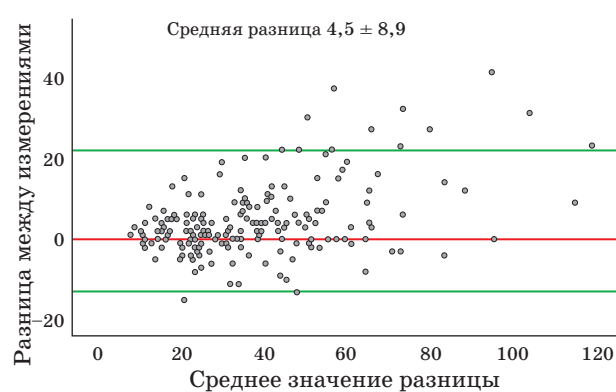
**Рис. 6.** Диаграмма Бленда–Альтмана согласованности показателей среднего трансаортального градиента, измеренных в А5КП и ППП.

Fig. 6. Bland–Altman plot for the agreement of mean transaortic gradient measurements in A5CV and RPV.

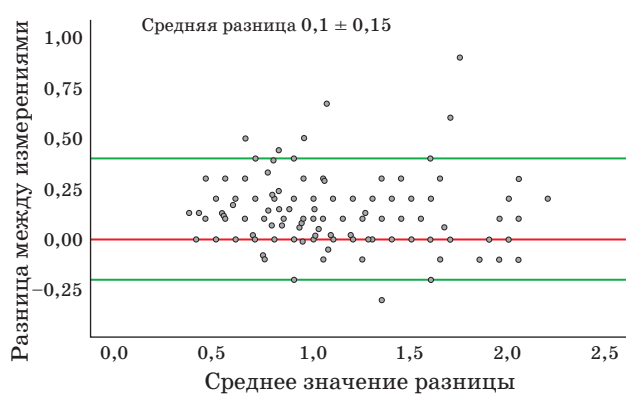
**Рис. 7.** Диаграмма Бленда–Альтмана согласованности показателей площади эффективного отверстия аортального клапана, измеренных в А5КП и ППП.

Fig. 7. Bland–Altman plot for the agreement of aortic valve effective orifice area measurements in A5CV and RPV.

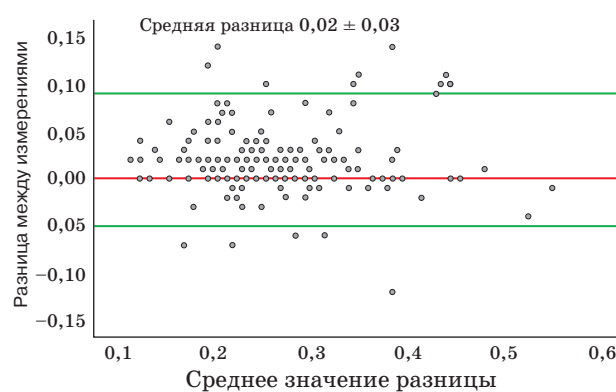
**Рис. 8.** Диаграмма Бленда–Альтмана согласованности показателей безразмерного индекса, измеренных в А5КП и ППП.

Fig. 8. Bland–Altman plot for the agreement of dimensionless index values measurements in A5CV and RPV.

Таблица 3. Сравнительная таблица категориальных оценок тяжести АС при оценке в А5КП и ППП
Table 3. Comparative table of categorical AS severity assessments in A5CV and RPV

Апикальная 5КП	Правая парастернальная проекция				Всего
	очень тяжелый АС	тяжелый АС	умеренный АС	легкий АС	
Легкий АС	0	0	7 (17%)	34 (83%)	41
Умеренный АС	3 (4%)	22 (29%)	51 (67%)	0	76
Тяжелый АС	12 (22%)	43 (78%)	0	0	55
Очень тяжелый АС	15 (100%)	0	0	0	15

Таблица 4. Результаты анализа многофакторной логистической регрессии

Table 4. Results of multivariate logistic regression analysis

Показатели	ОШ	95% ДИ	p
Аортосептальный угол	0,76	0,69; 0,83	<0,001
Синусы Вальсальвы	1,03	0,91; 1,1	0,65
Возраст	0,99	0,96; 1,03	0,7
Толщина межжелудочковой перегородки	0,79	0,63; 0,98	0,05

тяжелую степень АС: 7 (17%) пациентов были реклассифицированы с легкого на умеренный АС, 25 (33%) пациентов – с умеренного на тяжелый АС или на очень тяжелый АС и 12 (22%) пациентов – с тяжелого на очень тяжелый АС (табл. 3). Анализ множественной логистической регрессии выявил, что аортосептальный угол является единственным независимым параметром, оказывающим значимое влияние на согласованность в оценке тяжести АС между двумя акустическими проекциями (ОШ 0,76; 95% ДИ 0,69–0,83; $p < 0,001$) (табл. 4). Кривая ROC-анализа также продемонстрировала, что аортосептальный угол является единственным существенным прогностическим параметром, оказывающим значимое влияние на недооценку тяжести АС в А5КП, значение площади под кривой $AUC\ 0,85 \pm 0,5$ ($p < 0,001$) (рис. 9). Его пороговое значение составило <116 – с чувствительностью 95% и специфичностью 72%. Выявлена высокая обратная корреляционная связь между значениями аортосептального угла и угла смещения, $R\ 0,79$ ($p = 0,02$).

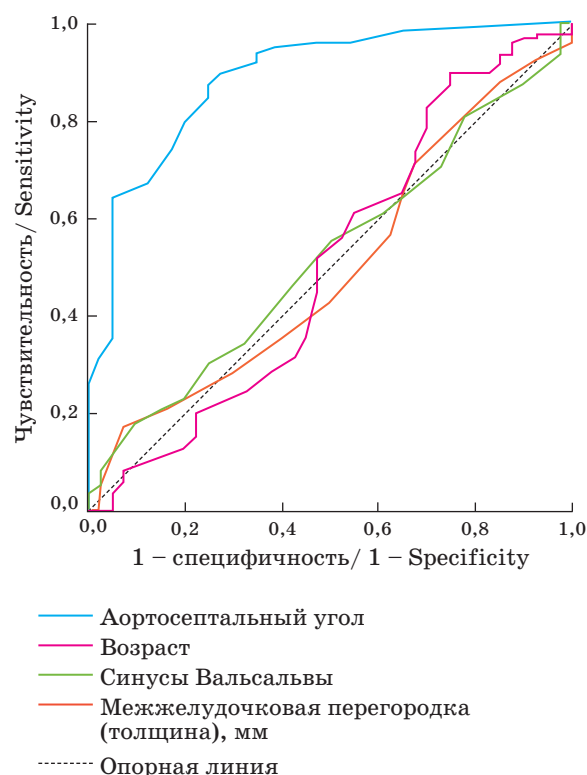


Рис. 9. График кривой ROC-анализа.
Fig. 9. ROC curve analysis graph.

ОБСУЖДЕНИЕ

Тяжелый АС – это патологическое состояние, характеризующееся средним трансклапанным градиентом давления ≥ 40 мм рт.ст., пиковой скоростью аортальной струи ≥ 4 м/с ($G_{\max} = 64$ мм рт.ст.), $AVA \leq 1,0$ см² и $DVI < 0,25$ [3, 14, 15]. Согласно современным представлениям, при тяжелом АС следует рассмотреть оперативное вмешательство после тщательной оценки пользы и рисков. За последние годы ряд исследований продемонстрировали преимущество более раннего хирургического вмешательства при бессимптомном тяжелом АС по сравнению с консервативным лечением. Недооценка тяжести АС может иметь серьезные последствия ввиду позднего хирургического или чрескожного вмешательства [16–21].

На сегодняшний день эхокардиографическая оценка тяжести АС в основном основывается на расчетах трансаортальных показателей в А5КП. Однако существующие данные указывают, что у определенной категории пациентов в А5КП возможна недооценка выраженности АС [4–12, 22]. Несмотря на это, мировая тенденция на сегодняшний день такова, что многие исследователи пренебрегают этой полезной проекцией для уточнения степени АС (согласно исследованию комитета EACVI, было выявлено, что только 52% центров используют в повседневной практике ППП) [23]. Недостаточно высокая приверженность методу, вероятно, связана с ограниченной осуществимостью корректного выведения АК в ППП и ограниченной доказательной базой преимуществ ППП в оценке тяжести АС.

Доступность ППП и параллельное выравнивание ультразвукового луча по аортальному потоку в ППП не всегда являются легкой задачей ввиду анатомических особенностей пациентов. В первых исследованиях L. Hatle и G. Williams ППП была доступна для исследования лишь в 33–49% случаев [4, 5]. Однако в более поздних исследованиях сообщалось о доступности оценки трансаортальных показателей в ППП уже в 70 и 85% случаев, что, вероятно, связано с улучшением оборудования и навыков оператора [6–10]. В нашем исследовании корректное выведение ППП было доступно в 80% случаев.

На сегодняшний день диагностическая роль ППП в оценке тяжести АС недостаточно изучена. Несмотря на кажущееся обилие исследований, большая часть из существующих исследований имеет ограниченную выборку и дизайн. Вероятно, в связи с этим использование ППП в повседневной практике вызывает у некоторых исследователей определенную долю скептицизма. Анализ Бленда–Альтмана в нашем исследовании выявил достаточно большую среднюю разницу между трансаортальными показателями, оцененными в А5КП и ППП. У 40 (87%) пациентов тяжесть АС была реклассифицирована на основании мультипараметрических данных ($G_{\max}$, G_{mean} , AVA , DVI) и у 4 (13%) пациентов – на основании параметров $G_{\max}$, AVA и DVI . По результатам нашего исследования с помощью ППП удалось реклассифицировать 44 (23%) исследуемых пациента на одну степень тяжести. Из них 22 (29%) пациента были реклассифицированы с умеренного на тяжелый 3 (4%) и на очень тяжелый АС, а 12 (22%) пациентов – с тяжелого на очень тяжелый АС. Реклассификация тяжести АС у этих пациентов позволила своевременно выбрать правильную тактику лечения и повысить годовую выживаемость без сердечно-сосудистых событий. Наши данные согласуются с результатами ранее проведенных исследований, где при использовании ППП удалось реклассифицировать тяжесть АС от 19 до 26% пациентов [6–10].

Такое значимое расхождение показателей, оцененных в А5КП и ППП, объясняется зависимостью показателей доплерэхокардиографии от угла сканирования. Действительно, с увеличением угла между ультразвуковым лучом и систолическим трансаортальным потоком увеличивается риск недооценки трансаортальных показателей. По данным нашего исследования существует четкая взаимосвязь: с уменьшением аортосептального угла увеличивается угол смещения между ультразвуковым лучом и систолическим трансаортальным потоком. При этом аортосептальный угол является независимым фактором, влияющим на оценку тяжести АС в А5КП (при его значении менее 116° с высокой долей вероятности можно предполагать возможную недооценку тяжести АС в А5КП). Полученные результаты согласуются с данными

двух ранее проведенных исследований, где сообщалось об аортосептальном угле как основной причине недооценки тяжести АС при использовании А5КП [7, 11]. Таким образом, оценка трансортальных градиентов и расчетных показателей AVA и DVI напрямую зависит от угла смещения. При критическом уменьшении аортосептального угла нередко могут возникать ситуации, при которых возможна недооценка как значений трансортальных градиентов, так и показателей AVA и DVI, что может привести к ошибочной классификации пациентов, как имеющих дискордантный тяжелый АС.

На сегодняшний день данные о группе пациентов с дискордантным АС достаточно противоречивы. Ряд исследователей выделяют этих пациентов в отдельную группу и считают ее терминальной стадией тяжелого АС с более худшим прогнозом по сравнению с классическим АС (нормальным потоком и высокими градиентами) [24–27]. Другая группа исследователей после анализа проспективно собранной базы данных пришла к выводу, что дискордантный АС имеет прогноз, аналогичный пациентам с умеренным АС, и необоснованно диагностируется из-за ошибок измерения [28, 29]. Мы склоняемся к мнению, что группа пациентов с дискордантным АС достаточно гетерофенотипична и нередко ошибки в измерениях и ряд других фактов, включая аортосептальный угол, могут приводить к ошибочной гипердиагностике дискордантных АС. В рамках нашего исследования были исследованы 8 пациентов, у которых изначально при использовании А5КП был классифицирован тяжелый АС с парадоксально сниженными градиентами и УО ЛЖ. При использовании ППП 4 (50%) пациентов удалось реклассифицировать на тяжелый АС с высокими трансортальными градиентами и 2 (25%) пациентов – на очень тяжелый АС. В недавнем исследовании Е. Golukhova и соавт. опубликовали данные, где удалось реклассифицировать 19 (88%) пациентов с дискордантного на конкордантный АС [22]. Тем не менее очевидна необходимость проспективных крупных исследований по изучению диагностической роли ППП у пациентов с дискордантным АС, которые, возможно, смогут разрешить существующие противоречия в данном вопросе.

Учитывая результаты нашего и ранее проведенных исследований, очевидно, что для увеличения точности оценки трансортальных показателей целесообразно использовать ППП в ежедневной практике, особенно у пациентов с выраженной аортосептальной ангуляцией.

ВЫВОДЫ

1. Использование только А5КП в значительном проценте случаев может привести к недооценке тяжести АС. Оценка тяжести АС в ППП в дополнение к А5КП может значительно увеличить диагностическую точность эхокардиографического исследования.

2. Аортосептальный угол является независимым фактором, значимо влияющим на согласованность между двумя проекциями в оценке тяжести АС.

Участие авторов

Базылев В.В. – утверждение окончательного варианта статьи.

Бабуков Р.М. – концепция и дизайн исследования, проведение исследования, сбор и обработка данных, обзор публикаций по теме статьи анализ и интерпретация полученных данных, написание текста, ответственность за целостность всех частей статьи.

Бартош Ф.Л. – участие в научном дизайне.

Лёвина А.В. – подготовка и редактирование текста.

Authors' participation

Bazylev V.V. – approval of the final version of the article.

Babukov R.M. – concept and design of the study, conducting research, collection and analysis of data, review of publications analysis and interpretation of the obtained data, writing text, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Bartosh F.L. – participation in scientific design.

Levina A.V. – text preparation and editing.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ [REFERENCES]

1. Osnabrugge R.L., Mylotte D., Head S.J. et al. Aortic stenosis in the elderly: disease prevalence and number of candidates for transcatheter aortic valve replacement: a meta-analysis and modeling study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 62 (11): 1002–1012. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.05.015>

2. Skjaerpe T., Hegrenaes L., Hatle L. Noninvasive estimation of valve area in patients with aortic stenosis by Doppler ultrasound and two-dimensional echocardiography. *Circulation*. 1985; 72 (4): 810–818.
3. 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. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jew335>
4. Hatle L., Angelsen B.A., Tromsdal A. Non-invasive assessment of aortic stenosis by Doppler ultrasound. *Br. Heart J.* 1980; 43 (3): 284–292. <http://doi.org/10.1136/hrt.43.3.284>
5. Williams G.A., Labovitz A.J., Nelson J.G., Kennedy H.L. Value of multiple echocardiographic views in the evaluation of aortic stenosis in adults by continuous-wave Doppler. *Am. J. Cardiol.* 1985; 55 (4): 445–449. [http://doi.org/10.1016/0002-9149\(85\)90391-1](http://doi.org/10.1016/0002-9149(85)90391-1)
6. Pazos-López P., Paredes-Galán E., Peteiro-Vázquez J. et al. Value of non-apical echocardiographic views in the up-grading of patients with aortic stenosis. *Scand. Cardiovasc. J.* 2021; 55 (5): 279–286. <http://doi.org/10.1080/14017431.2021.1955962>
7. Thaden J.J., Nkomo V.T., Lee K.J., Oh J.K. Doppler Imaging in Aortic Stenosis: The Importance of the Nonapical Imaging Windows to Determine Severity in a Contemporary Cohort. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015; 28 (7): 780–785. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2015.02.016>
8. Benfari G., Gori A.M., Rossi A. et al. Feasibility and relevance of right parasternal view for assessing severity and rate of progression of aortic valve stenosis in primary care. *Int. J. Cardiol.* 2017; 240: 446–451. <http://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.04.091>
9. Shimamura T., Izumo M., Sato Y. et al. Additive value of the right parasternal view for the assessment of aortic stenosis. *Echocardiography*. 2022; 39 (10): 1338–1343. <http://doi.org/10.1111/echo.15464>
10. de Monchy C.C., Lepage L., Boutron I. et al. Usefulness of the right parasternal view and non-imaging continuous-wave Doppler transducer for the evaluation of the severity of aortic stenosis in the modern area. *Eur. J. Echocardiogr.* 2009; 10 (3): 420–424. <http://doi.org/10.1093/ejehocardi/jen301>
11. Cho E.J., Kim S.M., Park S.J. et al. Identification of Factors that Predict whether the Right Parasternal View Is Required for Accurate Evaluation of Aortic Stenosis Severity. *Echocardiography*. 2016; 33 (6): 830–837. <http://doi.org/10.1111/echo.13181>
12. Fowles R.E., Martin R.P., Popp R.L. Apparent asymmetric septal hypertrophy due to angled interventricular septum. *Am. J. Cardiol.* 1980; 46: 386–392.
13. Barkhordarian R., Wen-Hong D., Li W. et al. Geometry of the left ventricular outflow tract in fixed subaortic stenosis and intact ventricular septum: An echocardiographic study in children and adults. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2007; 133: 196–203. <http://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2006.09.010>
14. Otto C.M., Nishimura R.A., Bonow R.O. et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2021; 143 (5): e35–e71. <http://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000932>. Erratum in: *Circulation*. 2021; 143 (5): e228. Erratum in: *Circulation*. 2021; 143 (10): e784.
15. Vahanian A., Beyersdorf F., Praz F. et al.; ESC/EACTS Scientific Document Group. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur. Heart J.* 2022; 43 (7): 561–632. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab395>. Erratum in: *Eur. Heart J.* 2022; 43 (21): 2022. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac051>
16. Kang D.H., Park S.J., Lee S.A. et al. Early Surgery or Conservative Care for Asymptomatic Aortic Stenosis. *N. Engl. J. Med.* 2020; 382: 111–119. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa1912846>
17. Banovic M., Putnik S., Penicka M. et al. Aortic Valve Replacement Versus Conservative Treatment in Asymptomatic Severe Aortic Stenosis: The AVATAR Trial. *Circulation*. 2022; 145: 648–658. <http://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.121.057639>. Erratum in: *Circulation*. 2022; 145: e761. <http://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001057>
18. Wei C., Li Z., Xu C. et al. Timing of surgery for asymptomatic patients with severe aortic valve stenosis: An updated systematic review and meta-analysis. *Hellenic. J. Cardiol.* 2021; 62: 270–277. <http://doi.org/10.1016/j.hjc.2021.01.005>
19. Ullah W., Gowda S.N., Khan M.S. et al. Early intervention or watchful waiting for asymptomatic severe aortic valve stenosis: A systematic review and meta-analysis. *J. Cardiovasc. Med. (Hagerstown)*. 2020; 21: 897–904. <http://doi.org/10.2459/JCM.0000000000001110>
20. Everett R.J., Tastet L., Clavel M.A. et al. Progression of Hypertrophy and Myocardial Fibrosis in Aortic Stenosis: A Multicenter Cardiac Magnetic Resonance Study. *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2018; 11: e007451. <http://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.117.007451>
21. Kvaslerud A.B., Santic K., Hussain A.I. et al. Outcomes in asymptomatic, severe aortic stenosis. *PLoS ONE*. 2021; 16: e0249610. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0249610>
22. Golukhova E.Z., Slivneva I.V., Farulova I.Y. et al. Advantages of Multiposition Scanning in Echocardiographic Assessment of the Severity of Discordant Aortic Stenosis. *Pathophysiology*. 2023; 30 (2): 174–185. <http://doi.org/10.3390/pathophysiology30020015>
23. Michalski B., Dweck M.R., Marsan N.A. et al. The evaluation of aortic stenosis, how the new guidelines are implemented across Europe: A survey by EACVI. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2020; 21: 357–362. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jeaa009>. Erratum in *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2020, 21, 804. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jeaa153>

24. Hachicha Z., Dumesnil J.G., Bogaty P. et al. 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. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.668681>
25. 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): S235–242. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.112.000031>
26. Eleid M.F., Sorajja P., Michelena H.I. et al. Flow-gradient patterns in severe aortic stenosis with preserved ejection fraction: clinical characteristics and predictors of survival. *Circulation*. 2013; 128 (16): 1781–1789. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.003695>
27. 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. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.08.072>. Erratum in: *J. Am. Coll. Cardiol*. 2013; 62 (3): 260. PMID: 22240128.
28. 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. <http://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.113.001695>
29. Jander N., Minners J., Holme I. et al. Outcome of patients with low-gradient severe aortic stenosis and preserved ejection fraction. *Circulation*. 2011; 123 (8): 887–895. <http://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.983510>. Erratum in: *Circulation*. 2011; 124 (12): e336. PMID: 21321152

Relevance of using the right parasternal projection in ultrasound assessing the severity of aortic stenosis. Results of a single-center prospective study

V.V. Bazylev, R.M. Babukov*, F.L. Bartosh, A.V. Levina

Federal Centre for Cardiovascular Surgery; 6, Stasova str., Penza 440071, Russian Federation

Vladlen V. Bazylev – MD, Doct. of Sci. (Med.), Chief Physician of the Federal Centre for Cardiovascular Surgery, Penza. <https://orcid.org/0000-0001-6089-9722>. SPIN: 3153-8026. E-mail: cardio-penza@yandex.ru

Ruslan M. Babukov – MD, cardiologist, ultrasound diagnosis doctor of the Department of ultrasound and functional diagnostics, Federal Centre for Cardiovascular Surgery, Penza. <https://orcid.org/0000-0002-7338-9462>. E-mail: ruslan.babukov@mail.ru

Fedor L. Bartosh – MD, PhD, Head of the department of the of functional and ultrasound diagnostics Federal Centre for Cardiovascular Surgery, Penza. <https://orcid.org/0000-0001-5482-3211>. E-mail: fbartosh@km.ru

Alena V. Levina – MD, ultrasound diagnosis doctor of the Department of ultrasound and functional diagnostics, Federal Center of Cardiovascular Surgery, Penza. <https://orcid.org/0000-0002-3210-3974>. E-mail: goralen1@mail.ru

Correspondence* to Dr. Ruslan M. Babukov – e-mail: ruslan.babukov@mail.ru

Objective. To evaluate the effectiveness of using the right parasternal view (RPV) in addition to the apical five-chamber view (A5CV) for assessing the severity of aortic stenosis (AS) and to identify factors influencing the concordance of AS severity assessment between RPV and A5CV.

Materials and Methods. During the patient recruitment period, 232 patients were consecutively examined, and 186 (80%) patients with an available RPV were included in the final analysis.

Inclusion criteria: Patients with AS (combination of a calcified aortic valve and a peak transaortic velocity >2.5 m/s) and an available RPV for AS severity assessment.

Results. The average Gmax and Gmean values assessed in RPV were significantly higher, and the average AVA and DVI values were lower compared to similar values assessed in the A5CV, $p < 0.05$. Bland-Altman analysis showed that the mean differences in Gmax and Gmean between A5CV and RPV were 10.2 ± 14.3 mmHg and 4.5 ± 8.9 mmHg, respectively. The mean differences in AVA and DVI between A5CV and RPV were 0.1 ± 0.15 cm² and 0.02 ± 0.03 ml, respectively. Using RPV allowed reclassification of AS severity to a more severe degree of aortic stenosis in 44 (23%) patients. Multivariate logistic regression analysis identified the aorto-septal angle as the only independent parameter significantly affecting the concordance of AS severity assessment between the two acoustic projections (OR 0.76; 95% CI 0.69–0.83, $p < 0.001$).

Conclusion. 1. The use of A5CV alone may lead to an underestimation of AS severity in a significant proportion of cases. Assessing the severity of aortic stenosis in the RPV in addition to the A5CV can significantly increase the diagnostic accuracy of echocardiography.

2. The aorto-septal angle is an independent factor significantly influencing the concordance of AS severity assessment between the two echocardiographic views.

Keywords: aortic stenosis; right parasternal view; apical five-chamber view; reclassification; echocardiography

Conflict of interests. The authors have no conflicts of interest to declare.

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Bazylev V.V., Babukov R.M., Bartosh F.L., Levina A.V. Relevance of using the right parasternal projection in ultrasound assessing the severity of aortic stenosis. Results of a single-center prospective study. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2025; 31 (2): 77–89. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-293> (In Russian)

Received: 16.09.2024.

Accepted for publication: 17.12.2024.

Published online: 30.04.2025.