

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-9-22>

Прогностическое значение индекса глобальной функции левого желудочка у больных с аортальным стенозом

Капустина А.Ю.^{1,2*}, Минушкина Л.О.², Алехин М.Н.^{1,2},
Типтева Т.А.⁴, Сафарян В.И.³, Чумакова О.С.², Затейщиков Д.А.^{2,3}

¹ ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации; 121359 Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 15, Российская Федерация

² ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации; 121359 Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 19, стр. 1А, Российская Федерация

³ ГБУЗ города Москвы “Городская клиническая больница №29 им. Н.Э. Баумана ДЗ города Москвы”; 111020 Москва, Госпитальная площадь, д. 2, Российская Федерация

⁴ ООО Медицинский центр “Петровские ворота”, 127051 Москва, 1-й Колобовский пер., д. 4, Российская Федерация

Прогноз выживаемости у больных с аортальным стенозом зависит от ряда факторов, одним из которых является состояние систолической функции левого желудочка. Индекс глобальной функции левого желудочка представляет собой показатель, учитывающий компоненты ремоделирования левого желудочка, а именно, объемы полости левого желудочка, его ударный объем и объем миокарда левого желудочка.

Цель исследования: оценить прогностическое значение индекса глобальной функции левого желудочка у пациентов с различной степенью тяжести аортального стеноза с помощью эхокардиографии.

Материал и методы. В исследование было включено 377 пациентов из проспективного наблюдательного исследования в период с 2010 по 2016 г. с последующим ретроспективным расчетом и анализом индекса глобальной функции левого желудочка, полученного с помощью эхокардио-

графии. Средний возраст обследованных составил 79 (75–84) лет; мужчин было 128 (34%); 70 (19%) пациентов с аортальным стенозом легкой степени, 116 (31%) с умеренным аортальным стенозом и 191 (50%) с тяжелым аортальным стенозом. Индекс глобальной функции левого желудочка вычисляли как отношение ударного объема левого желудочка к глобальному объему левого желудочка в %, где глобальный объем левого желудочка был суммой среднего объема полости левого желудочка (конечный диастолический объем левого желудочка + конечный систолический объем левого желудочка)/2, и объема миокарда. Объем миокарда левого желудочка рассчитывался как масса миокарда левого желудочка/плотность левого желудочка, где плотность левого желудочка равнялась 1,05 г/мл. Средний срок наблюдения на момент проведения анализа составил $602,7 \pm 48,72$ дня. В период наблюдения фиксировались все случаи смерти.

Результаты. Отмечалась достоверно значимая разница индекса глобальной функции левого желудочка между выжившими и умершими пациентами (15,39% (11,35–20,95%) и 20,12% (15,16–25,98%) соответственно, $p < 0,001$). Значения индекса глобальной функции левого желудочка менее 18% достоверно ассоциировались с риском смерти от всех причин в течение двух лет наблюдения как при легкой степени аортального стеноза, так и при умеренном и тяжелом.

Заключение. Таким образом, в группе пациентов с аортальным стенозом и с летальными исходами значения индекса глобальной функции левого желудочка были статистически значимо ниже, чем в группе выживших пациентов. Значения индекса глобальной функции левого желудочка менее 18% ассоциировались с риском смерти от всех причин как у пациентов с лег-

кой степенью аортального стеноза, так и при умеренном и тяжелом. Индекс глобальной функции левого желудочка может использоваться в стратификации риска развития летальных исходов у пациентов с аортальным стенозом.

Ключевые слова: систолическая функция, левый желудочек, индекс глобальной функции, фракция выброса, ремоделирование левого желудочка, аортальный стеноз

Цитирование: Капустина А.Ю., Минушкина Л.О., Алехин М.Н., Типтева Т.А., Сафарян В.И., Чумакова О.С., Затейщиков Д.А. Прогностическое значение индекса глобальной функции левого желудочка у больных с аортальным стенозом. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2023; 2: 9–22. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-9-22>.

Капустина Анастасия Юрьевна – врач функциональной диагностики ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации; ассистент кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-7072-9783>

Минушкина Лариса Олеговна – доктор мед. наук, профессор кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-4203-3586>

Алехин Михаил Николаевич – доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением функциональной диагностики ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации; профессор кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9725-7528>

Типтева Татьяна Алексеевна – канд. мед. наук, кардиолог, врач функциональной диагностики ООО Медицинский центр “Петровские ворота”, Москва.

Сафарян Вахтанг Иванович – кардиолог, врач функциональной диагностики, терапевт ГБУЗ города Москвы “Городская клиническая больница №29 им. Н.Э. Баумана ДЗ города Москвы”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-0943-5495>

Ольга Сергеевна Чумакова – канд. мед. наук, доцент кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-2373-1183>

Дмитрий Александрович Затейщиков – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации; заведующий первичным сосудистым отделением ГБУЗ города Москвы “Городская клиническая больница №29 им. Н.Э. Баумана ДЗ города Москвы”, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-7065-2045>

Контактная информация*: Капустина Анастасия Юрьевна – e-mail: nast.capustina@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

Стеноз аортального клапана (АК) является самым частым приобретенным клапанным пороком сердца с растущей распространенностью из-за старения населения, который может быть успешно корригирован с помощью хирургического или эндоваскулярного вмешательства [1]. Заболеваемость увеличивается с возрастом и составляет до 3% у взрослых 65–74 лет, у пациентов 75–84 лет распространенность аортального стеноза (АС) составляет уже 7% и возрастает до 16% у лиц старше 85 лет [2]. При этом 0,7% пациентов имеют умеренную или тяжелую степень АС [3]. Предполагается, что во всем мире к 2030 г. будет 4,5 млн случаев заболеваний АС [4]. Наиболее частыми причинами летального исхода у пациентов с тяжелым АС являются развитие сердечной недостаточности, инфаркт миокарда (ИМ) и внезапная сердечная смерть [5]. Все это требует улучшения диагностики и прогнозирования тяжелых сердечно-сосудистых событий у этой категории пациентов, так как АС может иметь субклинический период, который нередко протекает бессимптомно [6, 7]. Возникновение симптомов приводит к ухудшению прогноза, а средняя выживаемость пациентов при отсутствии своевременной диагностики составляет 2–3 года [8]. При АС важным является выявление пациентов с неблагоприятным прогнозом, на который указывают наряду с клиническими проявлениями тяжелая степень сужения АК и снижение систолической функции левого желудочка (ЛЖ) [1, 2].

Наряду с оценкой систолической функции ЛЖ с помощью фракции выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ) используется оценка продольной деформации ЛЖ с помощью спекл-трекинг-эхокардиографии (ЭхоКГ), которая может предоставить дополнительную информацию у пациентов с АС. Глобальная продольная систолическая деформация (ГПСД) ЛЖ коррелирует со смертностью от всех причин у бессимптомных пациентов с АС и нормальной ФВ ЛЖ [9]. Однако использование ГПСД ЛЖ ограничено необходимостью использования специального программного обеспечения.

В 2013 г. N. Mewton и соавт. [10] был предложен индекс глобальной функции ЛЖ (ИГФ ЛЖ), полученный с помощью МРТ

для оценки прогноза сердечно-сосудистых событий у относительно здоровых пациентов, а также при ряде патологических состояний: ИМ, у пациентов с электрокардиостимуляторами, при сердечной недостаточности с талассемией, гипертрофической и дилатационной кардиомиопатиями и амилоидозе сердца [11–19]. С 2019 г. стали появляться работы, получающие ИГФ ЛЖ методом ЭхоКГ у здоровых лиц, пациентов с ИМ и хронической сердечной недостаточностью (ХСН) [20–26].

Несомненным преимуществом ИГФ ЛЖ является возможность его расчета без использования специального оборудования.

Цель нашего исследования: оценка прогностического значения ИГФ ЛЖ у пациентов с аортальным стенозом.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ретроспективно были проанализированы данные 377 пациентов с диагнозом АС различной степени выраженности без предшествующего хирургического вмешательства на клапане, включенных в проспективное наблюдательное исследование в период с 2010 по 2016 г. В исследование не включались пациенты с ревматическим генезом порока АК, с хирургическим лечением порока в прошлом, с другой значимой клапанной патологией сердца, а также при наличии тяжелых сопутствующих хронических заболеваний с предполагаемой продолжительностью жизни менее 6 мес и при невозможности контакта с больным после выписки. Все пациенты дали согласие на участие в перспективном исследовании. Протокол данного ретроспективного исследования был одобрен этическим комитетом ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва (протокол № 03/2020 от 09.06.2020).

Всем пациентам проводилась трансторакальная ЭхоКГ на ультразвуковом аппарате Vivid i фирмы General Electric с мультичастотным фазированным датчиком 3S-RS (1,7–4,0 МГц). Пациентов с неоптимальной визуализацией при ЭхоКГ не включали в данный анализ. Измерения размеров и объемов камер сердца при ЭхоКГ-исследовании выполнялось в соответствии

с рекомендациями [27]. ФВ определялась на основе вычисления объемов по формуле Симпсона в верхушечной позиции на 4 камеры. Масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ, г) рассчитывалась по формуле R. Devereux и D.R. Alonso (1986):

$$\text{ММЛЖ, г} = 0,8 \times (1,04 \times [(\text{КРД ЛЖ} + \text{ТМЖП} + \text{ТЗСЛЖ})^3 - \text{КРД ЛЖ}^3]) + 0,6,$$

где ММЛЖ – масса миокарда левого желудочка, г; КРД ЛЖ – конечно-диастолический размер левого желудочка, мм; ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки, мм; ТЗСЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка, мм.

Индекс массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ) рассчитывали как отношение ММЛЖ к площади поверхности тела. Гипертрофией миокарда ЛЖ считали ИММЛЖ >95 г/м² для женщин и ИММЛЖ >115 г/м² для мужчин.

Индекс глобальной функции левого желудочка вычисляли по формуле:

$$\text{ИГФ ЛЖ} = \frac{\text{УО ЛЖ}}{\frac{\text{КДО ЛЖ} + \text{КСО ЛЖ}}{2} + \text{ОМ ЛЖ}} \times 100\%,$$

где ИГФ ЛЖ – индекс глобальной функции левого желудочка, %; УО ЛЖ – ударный объем левого желудочка, мл; КДО ЛЖ – конечно-диастолический объем левого же-

лудочка, мл; КСО ЛЖ – конечно-систолический объем левого желудочка, мл; ОМ ЛЖ – объем миокарда левого желудочка.

Объем миокарда ЛЖ рассчитывали как ММЛЖ/плотность ЛЖ, где плотность ЛЖ равнялась 1,05 г/мл.

Выделяли 3 степени АС в зависимости от расчетного значения площади АЖ по данным ЭхоКГ: легкую при площади аортального клапана (ПАК) >1,5 см², умеренную при ПАК 1,0–1,5 см² и тяжелую при ПАК <1,0 см² [2].

Средний возраст обследованных составил 79 (75–84) лет, средний срок наблюдения – 602,7 ± 48,72 дня. При наблюдении у пациентов с АС фиксировались все случаи смерти. Клинико-лабораторная и эхокардиографическая характеристики пациентов представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, пациенты с АС были пожилого возраста, преобладали женщины. У большинства пациентов была диагностирована ХСН, артериальная гипертензия (АГ) и больше половины пациентов имели в анамнезе ишемическую болезнь сердца (ИБС) и страдали фибрилляцией предсердий (ФП). В биохимическом анализе крови обращали на себя внимание повышенные значения креатинина, мочевой кислоты, глюкозы и липопротеидов низкой плотности. В обследованной группе пациентов среднее значение ИГФ ЛЖ составило 19,2 ± 7,89%.

Таблица 1. Клинико-лабораторная и эхокардиографическая характеристики пациентов с АС

Параметры	Все пациенты (n = 377)
Возраст, годы (Me, IQR, max–min)	79 (75–84) 53–98
Мужской пол, n (%)	128 (34%)
Курение, n (%)	40 (10,5%)
Анамнез ИБС, n (%)	248 (65,3%)
Анамнез ИМ, n (%)	161 (42,4%)
Анамнез инсульта, n (%)	62 (16,3%)
ФП, n (%)	212 (55,8%)
ХСН, n (%)	336 (88,4%)
АГ, n (%)	371 (97,6%)
СД, n (%)	92 (24,2%)
Периферический атеросклероз, n (%)	78 (20,5%)

Таблица 1 (окончание).

Параметры	Все пациенты (n = 377)
Холестерин общий, ммоль/л (Me, IQR, max-min)	5,1 (4,1–6,0) 1,7–10,4
ЛПНП, ммоль/л (Me, IQR, max-min)	2,66 (2,00–3,25) 0,60–5,90
ЛПВП, ммоль/л (Me, IQR, max-min)	1,26 (1,01–1,53) 0,27–4,06
Креатинин, мкмоль/л (Me, IQR, max-min)	105 (91–124) 54–612
Мочевая кислота, мкмоль/л (M ± SD, max-min)	513,2 ± 131,6 320–905
Глюкоза, ммоль/л (Me, IQR, max-min)	5,70 (5,1–6,4) 3,3–18,7
УО ЛЖ, мл (Me, IQR, max-min)	52,1 (41–67) 12,8–137,8
КДР ЛЖ, см (Me, IQR, max-min)	45 (41–50) 25–80
ТЗСЛЖ, мм (Me, IQR, max-min)	13 (11–15) 6–22
ТМЖП, мм (Me, IQR, max-min)	14,0 (12–16) 8,0–28,0
ИММЛЖ, г/м ² (Me, IQR, max-min)	126,5 (103,25–166,98) 58,12–410,82
КДО ЛЖ, мл (Me, IQR, max-min)	89,0 (71,6–118,67) 25–358
КСО ЛЖ, мл (Me, IQR, max-min)	34 (22–56) 4–291
ФВ ЛЖ, % (Me, IQR, max-min)	62,5 (51–70) 11,6–90
Скорость кровотока на АК, м/с (Me, IQR, max-min)	3,12 (2,63–4,1) 1,53–6,60
Средний градиент давления на АК, мм рт.ст. (Me, IQR, max-min)	25,2 (15,69–43,11) 0,89–111,0
Максимальный градиент давления на АК, мм рт.ст. (Me, IQR, max-min)	38,9 (27,57–66,85) 9,4–174
ПАК, см ² (Me, IQR, max-min)	0,97 (0,6–1,34) 0,2–2,1

Примечание. Здесь и в табл. 2: Me – медиана, IQR – межквартильный размах, M ± SD – среднее ± стандартное отклонение, ПАК – площадь аортального клапана, АГ – артериальная гипертензия, АК – аортальный клапан, ИБС – ишемическая болезнь сердца, ИМ – инфаркт миокарда, ИММЛЖ – индекс массы миокарда ЛЖ, КДО – конечно-диастолический объем, КСО – конечно-систолический объем, КДР – конечно-диастолический размер, ЛЖ – левый желудочек, ЛПНП – липопротеиды низкой плотности, ЛПВП – липопротеиды высокой плотности, СД – сахарный диабет, ТЗСЛЖ – толщина задней стенки ЛЖ, ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки, УО – ударный объем, ФВ – фракция выброса, ФП – фибрилляция предсердий, ХСН – хроническая сердечная недостаточность.

На момент выписки из стационара 317 (84,1%) пациентов принимали ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, 313 (83,0%) – бета-блокаторы, 71 (18,8%) – блокаторы кальциевых каналов, 196 (52,0%) – диуретики, 47 (12,5%) – варфарин и 190 (50,5%) – статины.

Статистическая обработка проводилась с помощью стандартного статистического пакета программ IBM SPSS Statistics Version 26.0 для Windows и MedCalc версия 18.3 (США). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению, для этого использовался критерий Шапиро–Уилка или критерий Колмогорова–Смирнова, а также показатели асимметрии и эксцесса. В случае описания количественных показателей, имеющих нормальное распределение, полученные данные объединялись в вариационные ряды, в которых проводился расчет средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD). Совокупности количественных показателей, распределение которых отличалось от нормального, описывались при помощи значений медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (IQR). Номинальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. При сравнении средних величин в нормально распределенных совокупностях количественных данных рассчитывался t -критерий Стьюдента. Полученные значения t -критерия Стьюдента оценивались путем сравнения с критическими значениями. Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$. Для сравнения независимых совокупностей в случаях отсутствия признаков нормального распределения данных использовался U -критерий Манна–Уитни. При сравнении нескольких выборок количественных данных, имеющих распределение, отличное от нормального, использовался критерий Краскела–Уоллиса. Сравнение номинальных данных проводилось при помощи критерия χ^2 Пирсона. Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$. Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании определенного исхода, в том числе вероятности наступления исхода, рассчитанной с помо-

щью регрессионной модели, применялся метод анализа ROC-кривых. Оценка функции выживаемости пациентов проводилась по методу Каплана–Мейера.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В зависимости от степени АС в исследовании было 70 (19%) пациентов с легким АС, 116 (31%) – с умеренным и 191 (50%) – с тяжелым АС.

Сравнение значения ИГФ ЛЖ в зависимости от степени АС представлено на рис. 1.

ИГФ ЛЖ достоверно значимо различался между пациентами с разной степенью АС ($p < 0,001$) и соответствовал у пациентов с АС легкой степени – $22,8 \pm 6,89\%$, у пациентов с умеренной степенью – $21,0 \pm 7,45\%$, у пациентов с тяжелой степенью АС – $16,8 \pm 7,73\%$.

Нами было зарегистрировано 130 случаев летального исхода (34,4%). Причиной смерти являлись: декомпенсация ХСН – 66 (17,4%), ИМ – 18 (4,7%), инсульт – 12 (3,2%), тромбоэмболия легочной артерии – 5 (1,3%), внезапная сердечная смерть – 10 (2,6%), другие причины – 20 (5,3%).

В табл. 2 представлены данные умерших и выживших пациентов.

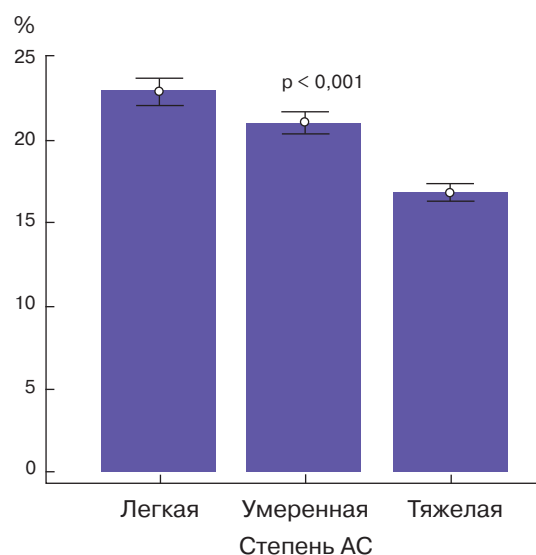


Рис. 1. ИГФ ЛЖ у пациентов с разной степенью АС.

Таблица 2. Сравнительная характеристика умерших и выживших пациентов с однофакторным анализом параметров, ассоциированных с риском смерти

Параметры	Умершие пациенты (n = 130)	Выжившие пациенты (n = 247)	p
Возраст, годы (Me, IQR, max–min)	80 (76–85) 60–95	79 (74–84) 53–98	0,059
Мужской пол, n (%)	40 (30,8%)	88 (35,6%)	0,344
ФП, n (%)	78 (60,0%)	133 (53,8%)	0,253
Курение, n (%)	8 (6,2%)	32 (13,0%)	0,155
Анамнез ИБС, n (%)	105 (80,8%)	140 (56,7%)	<0,001*
Анамнез ИМ, n (%)	77 (59,2%)	84 (36,2%)	<0,001*
Анамнез инсульта, n (%)	26 (20,0%)	36 (14,6%)	0,177
АГ, n (%)	126 (96,9%)	242 (98,0%)	0,502
ХСН, n (%)	124 (95,4%)	209 (84,6%)	0,002*
СД, n (%)	35 (26,9%)	55 (22,3%)	0,171
Периферический атеросклероз, n (%)	30 (23,1%)	45 (18,2%)	0,197
Холестерин общий, ммоль/л (Me, IQR, max–min)	5,0 (3,8–5,6) 1,7–9,1	5,16 (4,2–6,2) 2,2–10,4	0,006*
ЛПНП, ммоль/л (Me, IQR, max–min)	2,42 (2,02–2,89) 0,85–5,5	2,7 (1,98–3,44) 0,6–6,5	0,146
ЛПВП, ммоль/л (Me, IQR, max–min)	1,20 (0,89–1,43) 0,27–4,06	1,28 (1,03–1,61) 0,74–3,18	0,018*
Креатинин, мкмоль/л (Me, IQR, max–min)	108 (93–131) 56–612	103 (90–120) 54–393	0,013*
Мочевая кислота, ммоль/л (Me, IQR, max–min)	485,5 (421–511) 390–788	513,5 (435–552) 320–905	0,679
Глюкоза, ммоль/л (Me, IQR, max–min)	5,65 (4,92–6,65) 3,3–16,9	5,7 (5,1–6,4) 3,4–18,7	0,519
УО ЛЖ, мл (Me, IQR, max–min)	49 (35,25–63) 12,8–116	54 (42,71–68,2) 14,9–137,8	0,011*
КДР ЛЖ, мм (Me, IQR, max–min)	47 (42–52) 31–80	44 (40–49) 25–78	0,003*
ТЗСЛЖ, мм (Me, IQR, max–min)	13 (11–15) 6–22	13 (11–15) 8–21	0,408
ТМЖП, мм (Me, IQR, max–min)	14 (12–16) 8–25	13,5 (11,25–15) 8–28	0,043*
ММЛЖ, г (Me, IQR, max–min)	260,66 (198,38–310,69) 112,2–698,39	218,78 (174,50–283,37) 91,57–556,85	<0,001*
ИММЛЖ, г/м ² (Me, IQR, max–min)	145,43 (113,11–184,48) 60,39–410,82	119,64 (99,36–153,99) 58,12–325,64	<0,001*
КДО ЛЖ, мл (Me, IQR, max–min)	92,66 (73–128) 25–358	86 (70,34–114) (25–310)	0,155
КСО ЛЖ, мл (Me, IQR, max–min)	37 (23,39–63,26) 4–291	31 (21,53–48,51) 4–274	0,005*
ФВ ЛЖ, % (Me, IQR, max–min)	60 (42,29–66,85) 16–85	64,65 (54,6–71) 11,6–90	<0,001*
ИГФ ЛЖ, % (Me, IQR, max–min)	15,39 (11,35–20,95) 3,85–46,11	20,12 (15,16–25,98) 3,5–50,54	<0,001*

* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

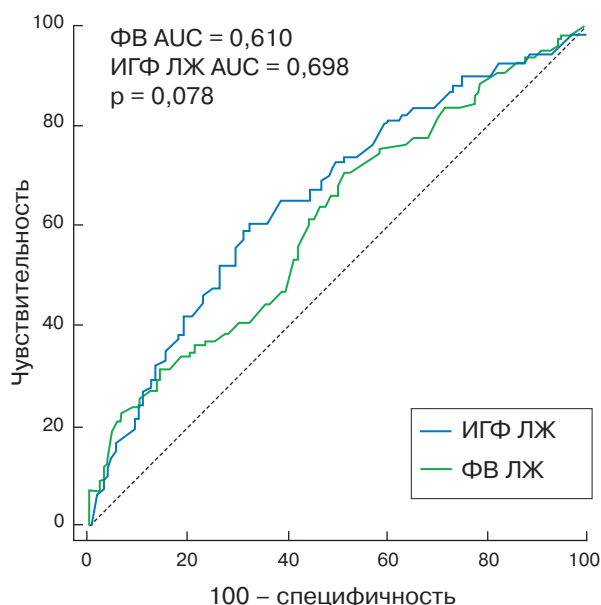


Рис. 2. ROC-анализ прогностической значимости ИГФ ЛЖ и ФВ ЛЖ у пациентов с АС в отношении риска смерти от всех причин.

Как следует из табл. 2, пациенты в группе с летальными исходами достоверно чаще имели в анамнезе ИБС ($p < 0,001$) и ИМ ($p < 0,001$), чаще страдали ХСН ($p = 0,002$). В биохимическом анализе крови у них был ниже уровень общего холестерина ($p = 0,006$) и ЛПВП ($p = 0,018$), а значения

креатинина в группе с летальным исходом оказались выше по сравнению с группой выживших пациентов ($p = 0,013$). По данным ЭхоКГ у умерших пациентов были значимо больше конечно-диастолический размер ЛЖ ($p = 0,003$), толщина МЖП ($p = 0,043$), ударный объем ЛЖ ($p = 0,011$), конечно-систолический объем ЛЖ ($p = 0,005$), ММЛЖ ($p < 0,001$) и ИММЛЖ ($p < 0,001$) наряду с более низкими значениями ФВ ЛЖ – 60% (42,29–66,85%) против 64,65% (54,6–71%) ($p < 0,001$) и ИГФ ЛЖ – 15,39% (11,35–20,95%) и 20,12% (15,16–25,98%) соответственно ($p < 0,001$).

На рис. 2 приведен ROC-анализ прогностической значимости ФВ ЛЖ и ИГФ ЛЖ в отношении смерти от всех причин.

Достоверной разницы прогностической значимости в отношении смерти от всех причин между ФВ ЛЖ и ИГФ ЛЖ не было ($p = 0,078$). Однако, исходя из данных ROC-анализа (см. рис. 2), ИГФ ЛЖ имел несколько большие значения AUC – 0,698 [0,608–0,786], в отличие от ФВ ЛЖ – 0,610 [0,559–0,659].

Проведена оценка выживаемости пациентов в зависимости от степени тяжести АС (рис. 3). Отдельно проанализирована выживаемость в группе с легкой степенью АС и в объединенной группе пациентов с умеренным и тяжелым АС.

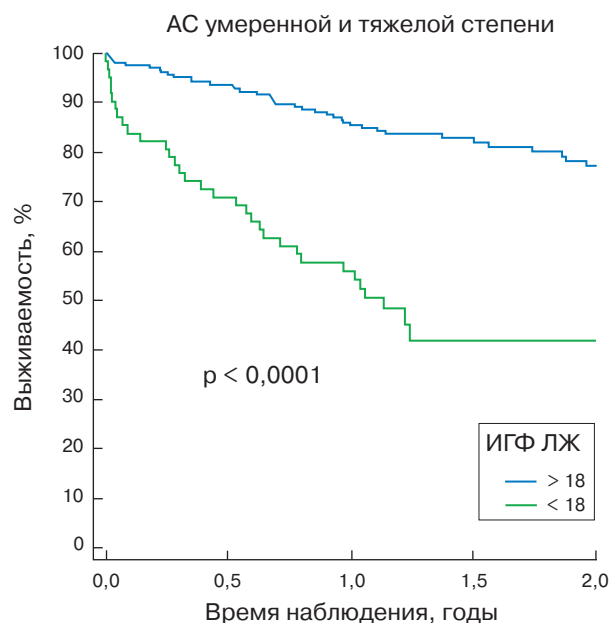
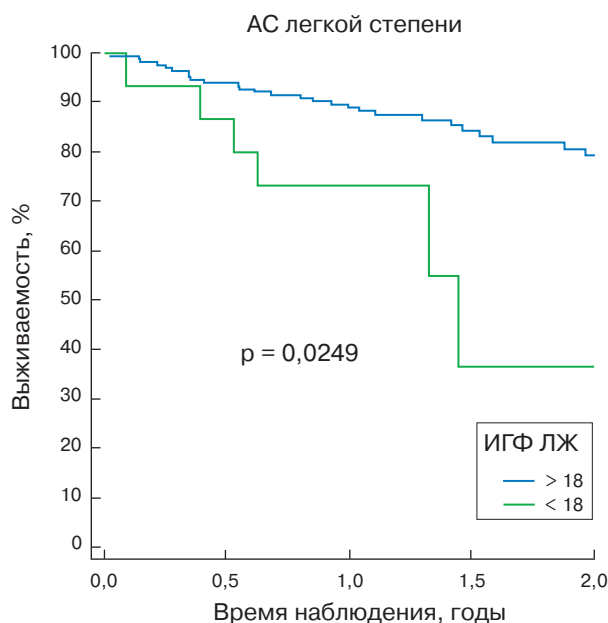


Рис. 3. Кривые выживаемости у пациентов с различной степенью тяжести АС в зависимости от ИГФ ЛЖ.

Значения ИГФ ЛЖ менее 18% достоверно ассоциировались с риском смерти от всех причин в течение двух лет наблюдения как при легкой степени АС ($p = 0,0249$), так и при умеренном и тяжелом АС ($p < 0,0001$, см. рис. 3).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют в пользу использования ИГФ ЛЖ в качестве эффективного прогностического показателя у пациентов вне зависимости от степени АС.

ОБСУЖДЕНИЕ

По данным литературы, оценка ИГФ ЛЖ у пациентов с АС ранее не проводилась. В нашем исследовании у пациентов с АС и летальными исходами значения ИГФ ЛЖ достоверно были ниже, чем в группе выживших пациентов ($p < 0,001$). ИГФ ЛЖ показал себя фактором, ассоциированным с летальными исходами у неоперированных пациентов вне зависимости от степени АС.

Из клинических факторов значимый вклад в возникновение и прогрессирование АС вносят возраст, курение, АГ, избыточная масса тела и наличие сахарного диабета [28, 29]. Известно, что снижение ФВ ЛЖ у пациентов с АС менее 50% является значимым фактором риска возникновения летальных исходов [30]. Однако вопрос оценки риска развития неблагоприятных событий у пациентов с АС и сохранной ФВ ЛЖ остается нерешенным.

Р. Genereux и соавт. предложили и применили классификацию АС в зависимости от внеклапанного поражения сердца у 1661 пациента с тяжелым АС и сохранной ФВ ЛЖ (более 50%) [31]. Предложенная классификация показала себя прогностически значимой в многофакторном анализе риска в отношении смерти от всех причин наряду с такими факторами, как слабость и наличие хронической обструктивной болезни легких. Стоит отметить, что возраст, наличие острого коронарного синдрома в анамнезе, пиковая скорость кровотока на АК, площадь аортального отверстия не были прогностически значимыми. В первую стадию предложенной классификации АС включено наличие гипертрофии ЛЖ. Следует напомнить, что в формуле расчета ИГФ ЛЖ одним из компонентов является ММЛЖ, то есть показатель, определяю-

щий наличие или отсутствие гипертрофии ЛЖ. Таким образом, можно предположить, что возможной причиной выявленного нами прогностического значения ИГФ ЛЖ может быть то обстоятельство, что этот индекс включает в себя показатель гипертрофии ЛЖ, который является прогностически важным фактором внеклапанного поражения сердца для оценки рисков у пациентов с АС.

Конечно, ИГФ ЛЖ не претендует на всеобъемлющую характеристику функции и ремоделирования ЛЖ. Однако значимость этого параметра обуславливается учетом как объемных показателей ЛЖ, так и показателя раннего ремоделирования миокарда при АС – гипертрофии ЛЖ. Очевидным преимуществом этого индекса является доступность параметров, необходимых для его расчета, не требующих дополнительного программного обеспечения, в отличие от оценки показателя деформации ЛЖ.

Ограничения исследования

Ограничением нашего исследования явилось отсутствие сопоставления прогностического значения ИГФ ЛЖ с показателем глобальной продольной систолической деформации ЛЖ, который в последние годы все шире используется для оценки систолической функции ЛЖ у пациентов с бессимптомным тяжелым АС при сохранной ФВ ЛЖ [9]. В связи с этим представляются перспективными дальнейшие исследования по сопоставлению прогностического значения ИГФ ЛЖ с показателем глобальной продольной систолической деформации ЛЖ у пациентов с АС.

ВЫВОДЫ

1. У пациентов с аортальным стенозом при развитии летальных исходов значения ИГФ ЛЖ были статистически значимо ниже, чем в группе выживших пациентов, наряду с другими значимыми клинико-лабораторными и диагностическими показателями.

2. У пациентов с аортальным стенозом снижение ИГФ ЛЖ менее 18% ассоциировалось с повышением риска смерти от всех причин при легкой, умеренной и тяжелой степени АС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Lee G., Chikwe J., Milojevic M., Wijeyesundera H.C., Biondi-Zoccai G., Flather M., Gaudino M.F.L., Fremes S.E., Tam D.Y.. ESC/EACTS vs. ACC/AHA guidelines for the management of severe aortic stenosis. *Eur. Heart J.* 2023; 44 (10): 796–812. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac803>
- Singh G.K., van der Bijl P., Goedemans L., Vollema E.M., Abou R., Ajmone Marsan N., Bax J.J., Delgado V. Prevalence of Aortic Valve Stenosis in Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction and Effect on Long-Term Outcome. *Am. J. Cardiol.* 2021; 153: 30–35. <http://doi.org/10.1016/j.amjcard.2021.05.012>
- Patel K.P., Chahal A., Mullen M.J., Rathod K., Baumbach A., Lloyd G., Treibel T.A., Awad W.I., Ricci F., Khanji M.Y. Acute Decompensated Aortic Stenosis: State of the Art Review. *Curr. Probl. Cardiol.* 2023; 48 (1): 101422. <http://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2022.101422>
- Wal P., Rathore S., Aziz N., Singh Y.K., Gupta A. Aortic stenosis: a review on acquired pathogenesis and ominous combination with diabetes mellitus. *Egypt Heart J.* 2023; 75 (1): 26. <http://doi.org/10.1186/s43044-023-00345-6>
- Yeo K.K., Low R.I. Aortic stenosis: assessment of the patient at risk. *J. Interv. Cardiol.* 2007; 20 (6): 509–516. <http://doi.org/10.1111/j.1540-8183.2007.00297.x>
- Bohbot Y., Renard C., Manrique A., Levy F., Maréchaux S., Gerber B.L., Tribouilloy C. Usefulness of Cardiac Magnetic Resonance Imaging in Aortic Stenosis. *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2020; 13 (5): e010356. <http://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.119.010356>
- Joseph J., Naqvi S.Y., Giri J., Goldberg S. Aortic Stenosis: Pathophysiology, Diagnosis, and Therapy. *Am. J. Med.* 2017; 130 (3): 253–263. <http://doi.org/10.1016/j.amjmed.2016.10.005>
- Zakkar M., Bryan A.J., Angelini G.D. Aortic stenosis: diagnosis and management. *BMJ.* 2016; 355: i5425. <http://doi.org/10.1136/bmj.i5425>
- Magne J., Cosyns B., Popescu B.A., Carstensen H.G., Dahl J., Desai M.Y., Kearney L., Lancellotti P., Marwick T.H., Sato K., Takeuchi M., Zito C., Casalta A.C., Mohty D., Piérard L., Habib G., Donal E. Distribution and Prognostic Significance of Left Ventricular Global Longitudinal Strain in Asymptomatic Significant Aortic Stenosis: An Individual Participant Data Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2019; 12 (1): 84–92. <http://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.11.005>
- Mewton N., Opdahl A., Choi E.Y., Almeida A.L., Kawel N., Wu C.O., Burke G.L., Liu S., Liu K., Bluemke D.A., Lima J.A. Left ventricular global function index by magnetic resonance imaging – a novel marker for assessment of cardiac performance for the prediction of cardiovascular events: the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Hypertension.* 2013; 61 (4): 770–778. <http://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.198028>
- Eitel I., Pösch J., Jobs A., Eitel C., de Waha S., Barkhausen J., Desch S., Thiele H. Left ventricular global function index assessed by cardiovascular magnetic resonance for the prediction of cardiovascular events in ST-elevation myocardial infarction. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2015; 17 (1): 62. <http://doi.org/10.1186/s12968-015-0161-x>
- Reinstadler S.J., Klug G., Feistritz H.J., Kofler M., Pernter B., Göbel G., Henninger B., Müller S., Franz W.M., Metzler B. Prognostic value of left ventricular global function index in patients after ST-segment elevation myocardial infarction. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2016; 17 (2): 169–176. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jev129>
- Huang S., Xu H.Y., Diao K.Y., Shi K., He Y., He S., Zhang Y., Gao Y., Shen M.T., Guo Y.K., Yang Z.G. Left ventricular global function index by magnetic resonance imaging – a novel marker for differentiating cardiac amyloidosis from hypertrophic cardiomyopathy. *Sci. Rep.* 2020; 10 (1): 4707. <http://doi.org/10.1038/s41598-020-61608-9>
- Desai M.Y., Mentias A., Alashi A., Flamm S.D., Thamilarasan M., Lever H.M., Popovic Z.B. LV Global Function Index Provides Incremental Prognostic Value Over LGE and LV GLS in HCM. *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2020; 13 (9): 2052–2054. <http://doi.org/10.1016/j.jcmg.2020.03.023>
- Schober A.L., Jungbauer C., Poschenrieder F., Schober A.D., Hubauer U., Keyser A., Fredersdorf-Hahn S., Debl K., Maier L.S., Sossalla S., Buchner S., Üçer E. Cardiac MRI Based Left Ventricular Global Function Index: Association with Disease Severity in Patients with ICD for Secondary Prevention. *J. Clin. Med.* 2021; 10 (21): 4980. <http://doi.org/10.3390/jcm10214980>
- Meloni A., Positano V., Pistola L., Righi R., Missere M., Grassedonio E., Schicchi N., Vallone A., Gamberini M.R., Cuccia L., Lisi R., Cecinati V., Spasiano A., Cademartiri F. Left ventricular global function index is associated with myocardial iron overload and heart failure in thalassemia major patients. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2023; 39 (5): 991–999. <http://doi.org/10.1007/s10554-023-02792-3>
- Liu T., Zhou Z., Bo K., Gao Y., Wang H., Wang R., Liu W., Chang S., Liu Y., Sun Y., Firmin D., Yang G., Dong J., Xu L. Association Between Left Ventricular Global Function Index and Outcomes in Patients With Dilated Cardiomyopathy. *Front. Cardiovasc. Med.* 2021; 8: 751907. <http://doi.org/10.3389/fcvm.2021.751907>
- Diaz-Navarro R.A., Kerkhof P.L.M. Left Ventricular Global Function Index and the Impact of its Companion Metric. *Front. Cardiovasc. Med.* 2021; 8: 695883. <http://doi.org/10.3389/fcvm.2021.695883>
- Krumm P., Zitzelsberger T., Weinmann M., Mangold S., Rath D., Nikolaou K., Gawaz M., Kramer U., Klumpp B.D. Cardiac MRI left ventricular global function index and quantitative late gadolinium enhancement in unrecognized myocardial infarction. *Eur. J. Radiol.* 2017; 92: 11–16. <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2017.04.012>
- Nwabuo C.C., Moreira H.T., Vasconcellos H.D., Mewton N., Opdahl A., Ogunyankin K.O., Ambale-Venkatesh B., Schreiner P.J., Armstrong A.A.C., Lewis C.E., Jacobs D.R., Lloyd-Jones D., Gidding S.S., Lima J.A.C. Left ventricular global function index predicts incident heart failure and

- cardiovascular disease in young adults: the coronary artery risk development in young adults (CARDIA) study. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2019; 20 (5): 533–540. <http://doi.org/10.1093/ehjci/je123>
21. Ларина В.Н., Лунев В.И., Алёхин М.Н. Индекс глобальной функции левого желудочка: прогностическое значение у пациентов с хронической сердечной недостаточностью в возрасте 60 лет и старше. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2020; 19 (5): 2404. <http://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2404>
 22. Капустина А.Ю., Минушкина Л.О., Алёхин М.Н., Селезнева Н.Д., Сафарян В.И., Бражник В.А., Чумакова О.С., Евдокимова М.А., Галевич А.С., Хасанов Н.Р., Чичкова М.А., Космачева Е.Д., Терещенко С.Н., Козилова Н.А., Глезер М.Г., Боева О.И., Константинов В.О., Затеищников Д.А. Индекс глобальной функции левого желудочка в качестве прогностического фактора сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с острым коронарным синдромом. *Кардиология*. 2021; 61 (8): 23–31. <http://doi.org/10.18087/cardio.2021.8.n1508>
 23. Ларина В.Н., Лунев В.И., Ларин В.Г., Головкин М.Г., Сидорова В.П. Прогнозирование течения сердечной недостаточности у пациентов старшего возраста с хронической болезнью почек. *Терапия*. 2021; 9: 85–94. <http://doi.org/10.18565/therapy.2021.9.85-94>
 24. Циванюк М.М., Гельцер Б.И., Шахгельдян К.И., Емцева Е.Д., Завалин Г.С., Шекунова О.И. Электрокардиографические, эхокардиографические и липидные показатели в прогнозировании обструктивного поражения коронарных артерий у больных с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST. *Российский кардиологический журнал*. 2022; 27 (6): 5036. <http://doi.org/10.15829/1560-4071-2022-5036>
 25. Минушкина Л.О., Бражник В.А., Селезнева Н.Д., Капустина А.Ю., Алёхин М.Н., Затеищников Д.А. Индекс глобальной функции левого желудочка и особенности суточного профиля артериального давления у пациентов с артериальной гипертензией. *Российский медицинский журнал*. 2022; 28 (1): 29–36. <http://doi.org/10.17816/medjrf108905>
 26. Doganay B., Celebi O.O. Prognostic role of the left ventricular global function index in predicting major adverse cardiovascular events in acute coronary syndrome patients. *Biomark Med*. 2023; 17 (1): 5–16. <http://doi.org/10.2217/bmm-2023-0063>
 27. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afzalalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F.A., Foster E., Goldstein S.A., Kuznetsova T., Lancellotti P., Muraru D., Picard M.H., Rietzschel E.R., Rudski L., Spencer K.T., Tsang W., Voigt J.U. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr*. 2015; 28 (1): 1–39. e14. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
 28. Lindman B.R., Clavel M.A., Mathieu P., Iung B., Lancellotti P., Otto C.M., Pibarot P. Calcific aortic stenosis. *Nat. Rev. Dis. Primers*. 2016; 2: 16006. <http://doi.org/10.1038/nrdp.2016.6>
 29. Shah S.M., Shah J., Lakey S.M., Garg P., Ripley D.P. Pathophysiology, emerging techniques for the assessment and novel treatment of aortic stenosis. *Open Heart*. 2023; 10 (1): e002244. <http://doi.org/10.1136/openhrt-2022-002244>
 30. Coisne A., Scotti A., Latib A., Montaigne D., Ho E.C., Ludwig S., Modine T., G  n  reux P., Bax J.J., Leon M.B., Bauters C., Granada J.F. Impact of Moderate Aortic Stenosis on Long-Term Clinical Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc. Interv*. 2022; 15 (16): 1664–1674. <http://doi.org/10.1016/j.jcin.2022.06.022>
 31. G  n  reux P., Pibarot P., Redfors B., Mack M.J., Makkar R.R., Jaber W.A., Svensson L.G., Kapadia S., Tuzcu E.M., Thourani V.H., Babaliaros V., Herrmann H.C., Szeto W.Y., Cohen D.J., Lindman B.R., McAndrew T., Alu M.C., Douglas P.S., Hahn R.T., Kodali S.K., Smith C.R., Miller D.C., Webb J.G., Leon M.B. Staging classification of aortic stenosis based on the extent of cardiac damage. *Eur. Heart J*. 2017; 38 (45): 3351–3358. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx381>

REFERENCES

1. Lee G., Chikwe J., Milojevic M., Wijeyesundera H.C., Biondi-Zoccai G., Flather M., Gaudino M.F.L., Fremes S.E., Tam D.Y.. ESC/EACTS vs. ACC/AHA guidelines for the management of severe aortic stenosis. *Eur. Heart J*. 2023; 44 (10): 796–812. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac803>
2. Singh G.K., van der Bijl P., Goedemans L., Vollema E.M., Abou R., Ajmone Marsan N., Bax J.J., Delgado V. Prevalence of Aortic Valve Stenosis in Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction and Effect on Long-Term Outcome. *Am. J. Cardiol*. 2021; 153: 30–35. <http://doi.org/10.1016/j.amjcard.2021.05.012>
3. Patel K.P., Chahal A., Mullen M.J., Rathod K., Baumbach A., Lloyd G., Treibel T.A., Awad W.I., Ricci F., Khanji M.Y. Acute Decompensated Aortic Stenosis: State of the Art Review. *Curr. Probl. Cardiol*. 2023; 48 (1): 101422. <http://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2022.101422>
4. Wal P., Rathore S., Aziz N., Singh Y.K., Gupta A. Aortic stenosis: a review on acquired pathogenesis and ominous combination with diabetes mellitus. *Egypt Heart J*. 2023; 75 (1): 26. <http://doi.org/10.1186/s43044-023-00345-6>
5. Yeo K.K., Low R.I. Aortic stenosis: assessment of the patient at risk. *J. Interv. Cardiol*. 2007; 20 (6): 509–516. <http://doi.org/10.1111/j.1540-8183.2007.00297.x>
6. Bohbot Y., Renard C., Manrique A., Levy F., Mar  chaux S., Gerber B.L., Tribouilloy C. Usefulness of Cardiac Magnetic Resonance Imaging in Aortic Stenosis. *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2020; 13 (5): e010356. <http://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.119.010356>
7. Joseph J., Naqvi S.Y., Giri J., Goldberg S. Aortic Stenosis: Pathophysiology, Diagnosis, and Therapy.

- Am. J. Med.* 2017; 130 (3): 253–263. <http://doi.org/10.1016/j.amjmed.2016.10.005>
8. Zakkar M., Bryan A.J., Angelini G.D. Aortic stenosis: diagnosis and management. *BMJ*. 2016; 355: i5425. <http://doi.org/10.1136/bmj.i5425>
 9. Magne J., Cosyns B., Popescu B.A., Carstensen H.G., Dahl J., Desai M.Y., Kearney L., Lancellotti P., Marwick T.H., Sato K., Takeuchi M., Zito C., Casalta A.C., Mohy D., Piérard L., Habib G., Donal E. Distribution and Prognostic Significance of Left Ventricular Global Longitudinal Strain in Asymptomatic Significant Aortic Stenosis: An Individual Participant Data Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2019; 12 (1): 84–92. <http://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.11.005>
 10. Mewton N., Opdahl A., Choi E.Y., Almeida A.L., Kawel N., Wu C.O., Burke G.L., Liu S., Liu K., Bluemke D.A., Lima J.A. Left ventricular global function index by magnetic resonance imaging – a novel marker for assessment of cardiac performance for the prediction of cardiovascular events: the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Hypertension*. 2013; 61 (4): 770–778. <http://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.198028>
 11. Eitel I., Pöss J., Jobs A., Eitel C., de Waha S., Barkhausen J., Desch S., Thiele H. Left ventricular global function index assessed by cardiovascular magnetic resonance for the prediction of cardiovascular events in ST-elevation myocardial infarction. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2015; 17 (1): 62. <http://doi.org/10.1186/s12968-015-0161-x>
 12. Reinstadler S.J., Klug G., Feistritz H.J., Kofler M., Pernter B., Göbel G., Henninger B., Müller S., Franz W.M., Metzler B. Prognostic value of left ventricular global function index in patients after ST-segment elevation myocardial infarction. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2016; 17 (2): 169–176. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jev129>
 13. Huang S., Xu H.Y., Diao K.Y., Shi K., He Y., He S., Zhang Y., Gao Y., Shen M.T., Guo Y.K., Yang Z.G. Left ventricular global function index by magnetic resonance imaging – a novel marker for differentiating cardiac amyloidosis from hypertrophic cardiomyopathy. *Sci. Rep.* 2020; 10 (1): 4707. <http://doi.org/10.1038/s41598-020-61608-9>
 14. Desai M.Y., Mentias A., Alashi A., Flamm S.D., Thamilarasan M., Lever H.M., Popovic Z.B. LV Global Function Index Provides Incremental Prognostic Value Over LGE and LV GLS in HCM. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2020; 13 (9): 2052–2054. <http://doi.org/10.1016/j.jcmg.2020.03.023>
 15. Schober A.L., Jungbauer C., Poschenrieder F., Schober A.D., Hubauer U., Keyser A., Fredersdorf-Hahn S., Debl K., Maier L.S., Sossalla S., Buchner S., Üçer E. Cardiac MRI Based Left Ventricular Global Function Index: Association with Disease Severity in Patients with ICD for Secondary Prevention. *J. Clin. Med.* 2021; 10 (21): 4980. <http://doi.org/10.3390/jcm10214980>
 16. Meloni A., Positano V., Pistoia L., Righi R., Missere M., Grassedonio E., Schicchi N., Vallone A., Gamberini M.R., Cuccia L., Lisi R., Cecinati V., Spasiano A., Cademartiri F. Left ventricular global function index is associated with myocardial iron overload and heart failure in thalassemia major patients. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. 2023; 39 (5): 991–999. <http://doi.org/10.1007/s10554-023-02792-3>
 17. Liu T., Zhou Z., Bo K., Gao Y., Wang H., Wang R., Liu W., Chang S., Liu Y., Sun Y., Firmin D., Yang G., Dong J., Xu L. Association Between Left Ventricular Global Function Index and Outcomes in Patients With Dilated Cardiomyopathy. *Front. Cardiovasc. Med.* 2021; 8: 751907. <http://doi.org/10.3389/fcvm.2021.751907>
 18. Diaz-Navarro R.A., Kerkhof P.L.M. Left Ventricular Global Function Index and the Impact of its Companion Metric. *Front. Cardiovasc. Med.* 2021; 8: 695883. <http://doi.org/10.3389/fcvm.2021.695883>
 19. Krumm P., Zitzelsberger T., Weinmann M., Mangold S., Rath D., Nikolaou K., Gawaz M., Kramer U., Klumpp B.D. Cardiac MRI left ventricular global function index and quantitative late gadolinium enhancement in unrecognized myocardial infarction. *Eur. J. Radiol.* 2017; 92: 11–16. <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2017.04.012>
 20. Nwabuo C.C., Moreira H.T., Vasconcellos H.D., Mewton N., Opdahl A., Ogunyakin K.O., Ambale-Venkatesh B., Schreiner P.J., Armstrong A.A.C., Lewis C.E., Jacobs D.R., Lloyd-Jones D., Gidding S.S., Lima J.A.C. Left ventricular global function index predicts incident heart failure and cardiovascular disease in young adults: the coronary artery risk development in young adults (CARDIA) study. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2019; 20 (5): 533–540. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jev123>
 21. Larina V.N., Lunev V.I., Alekhin M.N. Left ventricular global function index: prognostic value in patients with heart failure aged 60 years and older. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2020; 19 (5): 2404. <http://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2404> (In Russian)
 22. Kapustina A.Yu., Minushkina L.O., Alekhin M.N., Selezneva N.D., Safaryan V.I., Brazhnik V.A., Chumakova O.S., Evdokimova M.A., Galyavich A.S., Khasanov N.R., Chichkova M.A., Kosmacheva E.D., Tereshchenko S.N., Koziolova N.A., Glezer M.G., Boeva O.I., Konstantinov V.O., Zateyshchikov D.A. Left ventricular global function index as a predictor of adverse cardiovascular events in patients with acute coronary syndrome. *Kardiologiia*. 2021; 61 (8): 23–31. <http://doi.org/10.18087/cardio.2021.8.n1508> (In Russian)
 23. Larina V.N., Lunev V.I., Larin V.G., Golovko M.G., Sidorova V.P. Prediction of the current of heart failure in older patients with chronic kidney disease. *Therapy*. 2021; 9: 85–94. <http://doi.org/10.18565/therapy.2021.9.85-94> (In Russian)
 24. Tsivanyuk M.M., Geltser B.I., Shakhgelyan K.I., Emtseva E.D., Zavalin G.S., Shekunova O.I. Electrocardiographic, echocardiographic and lipid parameters in predicting obstructive coronary artery disease in patients with non-ST elevation acute coronary syndrome. *Russian Journal of Cardiology*. 2022; 27 (6): 5036. <http://doi.org/10.15829/1560-4071-2022-5036> (In Russian)
 25. Minushkina L.O., Brazhnik V.A., Selezneva N.D., Kapustina A.Y., Alekhin M.N., Zateyshchikov D.A.

- Left ventricular global function index and peculiarities of daily blood pressure profile in patients with arterial hypertension. *Russian Medicine*. 2022; 28 (1): 29–36. <http://doi.org/10.17816/medjrf108905> (In Russian)
26. Doganay B., Celebi O.O. Prognostic role of the left ventricular global function index in predicting major adverse cardiovascular events in acute coronary syndrome patients. *Biomark Med*. 2023; 17 (1): 5–16. <http://doi.org/10.2217/bmm-2023-0063>
 27. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F.A., Foster E., Goldstein S.A., Kuznetsova T., Lancellotti P., Muraru D., Picard M.H., Rietzschel E.R., Rudski L., Spencer K.T., Tsang W., Voigt J.U. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr*. 2015; 28 (1): 1–39. e14. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
 28. Lindman B.R., Clavel M.A., Mathieu P., Iung B., Lancellotti P., Otto C.M., Pibarot P. Calcific aortic stenosis. *Nat. Rev. Dis. Primers*. 2016; 2: 16006. <http://doi.org/10.1038/nrdp.2016.6>
 29. Shah S.M., Shah J., Lakey S.M., Garg P., Ripley D.P. Pathophysiology, emerging techniques for the assessment and novel treatment of aortic stenosis. *Open Heart*. 2023; 10 (1): e002244. <http://doi.org/10.1136/openhrt-2022-002244>
 30. Coisne A., Scotti A., Latib A., Montaigne D., Ho E.C., Ludwig S., Modine T., G  n  reux P., Bax J.J., Leon M.B., Bauters C., Granada J.F. Impact of Moderate Aortic Stenosis on Long-Term Clinical Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc. Interv*. 2022; 15 (16): 1664–1674. <http://doi.org/10.1016/j.jcin.2022.06.022>
 31. G  n  reux P., Pibarot P., Redfors B., Mack M.J., Makkar R.R., Jaber W.A., Svensson L.G., Kapadia S., Tuzcu E.M., Thourani V.H., Babaliaros V., Herrmann H.C., Szeto W.Y., Cohen D.J., Lindman B.R., McAndrew T., Alu M.C., Douglas P.S., Hahn R.T., Kodali S.K., Smith C.R., Miller D.C., Webb J.G., Leon M.B. Staging classification of aortic stenosis based on the extent of cardiac damage. *Eur. Heart J*. 2017; 38 (45): 3351–3358. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx381>

Prognostic value of the left ventricular global function index in patients with aortic stenosis

Kapustina A.Yu.^{1,2*}, Minushkina L.O.², Alekhin M.N.^{1,2}, Tipteva T.A.⁴,
Safaryan V.I.³, Chumakova O.S.², Zateyshchikov D.A.^{2,3}

¹ Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of the Russian Federation; 15, Marshal Timoshenko str., Moscow 121359, Russian Federation

² Central State Medical Academy of the Presidential Administration of the Russian Federation; 19-1A, Marshal Timoshenko str., Moscow 121359, Russian Federation

³ N.E. Bauman City Clinical Hospital (City Hospital No29); 2, Hospitalnaya sq., Moscow 111020, Russian Federation

⁴ Medical Centre “Petrovskie vorota”; 4, 1st Kolobovskiy lane, Moscow 127051, Russian Federation

Anastasiya Yu. Kapustina – functional diagnostics doctor, Central Clinical Hospital With Outpatient Clinic, Moscow, Russia; Assistant Professor, Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-7072-9783>

Larisa O. Minushkina – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Division of Therapy, Cardiology, Functional Diagnostics, and Nephrology, Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-4203-3586>

Mikhail N. Alekhin – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Functional Diagnostics Department, Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of the Russian Federation; Professor, Division of Therapy, Cardiology, Functional Diagnostics, and Nephrology, Central State Medical Academy of the Presidential Administration of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9725-7528>

Tatiana A. Tipteva – Cand. of Sci. (Med.), cardiologist, functional diagnostics doctor, Medical Centre “Petrovskie vorota”, Moscow.

Vakhtang I. Safaryan – cardiologist, functional diagnostics doctor, physician, N.E. Bauman City Clinical Hospital (City Hospital No29), Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-0943-5495>

Olga S. Chumakova – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Division of Therapy, Cardiology, Functional Diagnostics, and Nephrology, Central State Medical Academy of the Presidential Administration of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-2373-1183>

Dmitry A. Zateyshchikov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Division of Therapy, Cardiology, Functional Diagnostics, and Nephrology, Central State Medical Academy of the Presidential Administration of the Russian Federation; Head of the Primary Vascular Department, N.E. Bauman City Clinical Hospital (City Hospital No29), Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-7065-2045>

Correspondence* to Dr. Anastasiya Yu. Kapustina – e-mail: nast.capustina@yandex.ru

A number of factors has an impact on the survival prognosis in aortic stenosis patients. One of these factors is a left ventricular (LV) systolic function. Left ventricular global function index (LVGFI) takes into account the components of LV remodeling: LV volume, LV stroke volume, and LV myocardial volume. **Objective:** to evaluate the prognostic value of LVGFI in patients with various aortic stenosis severity using echocardiography.

Material and methods. The study based on the data of previous prospective observational study from 2010–2016, followed by retrospective calculation and analysis of the LVGFI obtained by echocardiography. A total of 377 patients were included to the study, the average age was 79 (75–84) years; 128 (34%) of them were male; 70 patients (19%) had mild aortic stenosis, 116 patients (31%) - moderate aortic stenosis, and 191 patients (50%) - severe aortic stenosis. LVGFI was calculated as the percentage ratio of LV stroke volume to LV global volume, where LV global volume was defined as the sum of the LV mean cavity volume $[(LV \text{ end-diastolic volume} + LV \text{ end-systolic volume})/2]$ and the myocardium volume. LV myocardial volume was calculated as the ratio of LV myocardial mass to LV density (defined as 1.05 g/mL). The average follow-up period at the moment of analysis was 602.7 ± 48.72 days. All cases of death during the period of follow up were captured.

Results. The significant differences of LVGFI obtained between surviving and deceased patients (15.39% (11.35–20.95%) and 20.12% (15.16–25.98%), respectively, $p < 0.001$). Values of LVGFI $< 18\%$ significantly associated with the risk of death from all causes during two years of follow-up in both mild aortic stenosis and moderate and severe aortic stenosis.

Conclusion. Thus, in patients with aortic stenosis in the group of fatal outcomes the values of the LVGFI were significantly lower than in the group of surviving patients. LVGFI values of less than 18% associated with the risk of death from all causes in any grade of aortic stenosis. LVGFI can be used for mortality risk stratification in patients with aortic stenosis.

Keywords: systolic function, left ventricle; left ventricle global function index, ejection fraction, left ventricle remodeling, aortic stenosis

Citation: Kapustina A.Yu., Minushkina L.O., Alekhin M.N., Tipteva T.A., Safaryan V.I., Chumakova O.S., Zateyshchikov D.A. Prognostic value of the left ventricular global function index in patients with aortic stenosis. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2023; 2: 9–22. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-9-22> (In Russian)