

Особенности электрокардиограммы в 12 отведениях у пациентов с критическим аортальным стенозом

Комлев А. Е., Блинова Е. В., Сахнова Т. А., Саидова М. А., Имаев Т. Э.

Цель. Изучить особенности электрокардиограммы (ЭКГ) в 12 отведениях у пациентов с критическим аортальным стенозом, направленных на транскатетерную имплантацию аортального клапана.

Материал и методы. В исследование включены 50 больных в возрасте 76,6±6,5 лет. Оценивали наличие на ЭКГ внутрижелудочковых блокад, вольтажных критериев гипертрофии левого желудочка (ГЛЖ), фрагментации комплекса QRS, изменений реполяризации. Фронтальный угол QRS-T (fQRS-Ta) вычислялся как абсолютное значение разницы между осью QRS и осью T.

Результаты. Внутрижелудочковые блокады имелись у 10 (20%) пациентов; чаще у больных с легочной гипертензией (ЛГ) — 8 случаев, без ЛГ — 2 случая, $p=0,028$. Вольтажные критерии ГЛЖ имелись у 24 больных. При наличии вольтажных критериев ГЛЖ были достоверно больше средний градиент давления на аортальном клапане (срГД), индекс массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) и меньше площадь аортального клапана (ПАК). Фрагментация комплекса QRS в грудных отведениях чаще встречалась у больных с постинфарктным кардиосклерозом; с внутрижелудочковыми блокадами; с ЛГ. "Синдром напряжения" присутствовал у 9 (23%) больных; неспецифические изменения реполяризации у 27 (67%) больных. У больных с "синдромом напряжения" был достоверно больше срГД и чаще имела ЛГ. Были выявлены корреляционные связи fQRS-Ta с срГД ($r=0,39$; $p=0,005$), ПАК ($r=-0,40$; $p=0,004$), ИММЛЖ ($r=0,30$; $p=0,03$). Угол fQRS-Ta был достоверно больше при наличии ЛГ $128\pm 48^\circ$, без ЛГ $97\pm 49^\circ$, $p=0,03$.

Заключение. В изученной группе больных с аортальным стенозом внутрижелудочковые блокады, фрагментация QRS в грудных отведениях, "синдром напряжения" чаще встречались при наличии ЛГ. При наличии вольтажных критериев ГЛЖ были достоверно больше ИММЛЖ, срГД и меньше ПАК. Угол fQRS-Ta был достоверно больше при наличии внутрижелудочковых блокад, ЛГ; коррелировал с срГД и ПАК.

Ключевые слова: электрокардиограмма, фрагментация комплекса QRS, фронтальный угол QRS-T, аортальный стеноз, транскатетерная имплантация аортального клапана.

Отношения и деятельность: нет.

ФГБУ НМИЦК им. акад. Е. И. Чазова Минздрава России, Москва, Россия.

Комлев А. Е.* — врач-кардиолог отдела сердечно-сосудистой хирургии, ORCID: 0000-0001-6908-7472, Блинова Е. В. — к.м.н., н.с. лаборатории ЭКГ, ORCID: 0000-0001-8725-7084, Сахнова Т. А. — к.м.н., с.н.с. лаборатории ЭКГ, ORCID: 0000-0002-5543-7184, Саидова М. А. — д.м.н., г.н.с., руководитель отдела ультразвуковых методов исследования, ORCID: 0000-0002-3233-1862, Имаев Т. Э. — сердечно-сосудистый хирург, д.м.н., г.н.с. отдела сердечно-сосудистой хирургии, ORCID: 0000-0002-5736-5698.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
pentatonika@bk.ru

АС — аортальный стеноз, ГЛЖ — гипертрофия левого желудочка, ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, ЛГ — легочная гипертензия, ЛЖ — левый желудочек, ММЛЖ — масса миокарда левого желудочка, ПАК — площадь аортального клапана, ПИКС — постинфарктный кардиосклероз, СД — сахарный диабет 2 типа, срГД — средний систолический градиент давления на аортальном клапане, ТИАК — транскатетерная имплантация аортального клапана, ФВ — фракция выброса, ЭКГ — электрокардиограмма/электрокардиография, ЭхоКГ — эхокардиография, fQRS-Ta — фронтальный угол QRS-T.

Рукопись получена 16.02.2023

Рецензия получена 11.05.2023

Принята к публикации 30.05.2023



Для цитирования: Комлев А. Е., Блинова Е. В., Сахнова Т. А., Саидова М. А., Имаев Т. Э. Особенности электрокардиограммы в 12 отведениях у пациентов с критическим аортальным стенозом. *Российский кардиологический журнал*. 2023;28(7):5367. doi:10.15829/1560-4071-2023-5367. EDN JIPFDV

Features of 12-lead electrocardiography in patients with critical aortic stenosis

Komlev A. E., Blinova E. V., Sakhnova T. A., Saidova M. A., Imaev T. E.

Aim. To study the features of 12-lead electrocardiography (ECG) in patients with critical aortic stenosis referred for transcatheter aortic valve implantation.

Material and methods. The study included 50 patients aged 76,6±6,5 years. The presence of intraventricular block, voltage criteria for left ventricular hypertrophy (LVH), fragmented QRS complex, and repolarization alternans were assessed on the ECG. The frontal QRS-T angle (fQRS-Ta) was estimated as the absolute value of the difference between the QRS axis and T wave axis.

Results. Intraventricular blocks were present in 10 (20%) patients: 8 (36%) patients with pulmonary hypertension (PH), 2 (7%) patients without PH ($p=0,028$). Voltage criteria for LVH were present in 24 (60%) patients. In the presence of voltage criteria for LVH, the mean aortic valve gradient, the left ventricular mass index (LVMI) and the aortic valve area (AVA) were significantly greater. Fragmented QRS complex in the chest leads was more common in patients with past myocardial infarction, intraventricular block, with PH. Strain pattern was present in 9 (23%) patients, while nonspecific repolarization changes — in 27 (67%) patients. Patients with strain pattern had significantly higher mean pressure gradient and more often

had PH. Correlations were found between fQRS-Ta and mean pressure gradient ($r=0,39$; $p=0,005$), AVA ($r=-0,40$; $p=0,004$), LVMI ($r=0,30$; $p=0,03$). The fQRS-Ta was significantly greater in the presence of PH — $128\pm 48^\circ$, while without PH — $97\pm 49^\circ$ ($p=0,03$).

Conclusion. In the studied group of patients with aortic stenosis, intraventricular block, fragmented QRS in the chest leads, strain pattern were more common in the presence of PH. In the presence of voltage criteria for LVH, LVMI, mean pressure gradient were significantly greater, while AVA — lower. The fQRS-Ta was significantly greater in the presence of intraventricular blocks, PH, as well as correlated with mean pressure gradient and AVA.

Keywords: electrocardiography, fragmented QRS, frontal QRS-T angle, aortic stenosis, transcatheter aortic valve implantation.

Relationships and Activities: none.

E. I. Chazov National Medical Research Center for Cardiology, Moscow, Russia.

Komlev A. E.* ORCID: 0000-0001-6908-7472, Blinova E. V. ORCID: 0000-0001-8725-7084, Sakhnova T. A. ORCID: 0000-0002-5543-7184, Saidova M. A. ORCID: 0000-0002-3233-1862, Imaev T. E. ORCID: 0000-0002-5736-5698.

*Corresponding author:
pentatonika@bk.ru

Received: 16.02.2023 Revision Received: 11.05.2023 Accepted: 30.05.2023

For citation: Komlev A. E., Blinova E. V., Sakhnova T. A., Saidova M. A., Imaev T. E. Features of 12-lead electrocardiography in patients with critical aortic stenosis. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(7):5367. doi:10.15829/1560-4071-2023-5367. EDN JIPFDV

Ключевые моменты

- Проанализированы особенности электрокардиограммы в 12 отведениях у пациентов с критическим аортальным стенозом, направленных на транскатетерную имплантацию аортального клапана.
- Тяжесть аортального стеноза была ассоциирована с наличием вольтажных критериев гипертрофии левого желудочка и увеличением фронтального угла QRS-T.
- У больных аортальным стенозом внутрижелудочковые блокады, фрагментация QRS в грудных отведениях и "синдром напряжения" чаще встречались при наличии легочной гипертензии.

При тяжелом аортальном стенозе (АС) в настоящее время показаниями класса I для замены клапана являются снижение фракции выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) <50% или наличие симптомов. Однако клинические симптомы могут быть неспецифическими, а оценка ФВ ЛЖ может быть недостаточно чувствительным методом для выявления ранних признаков систолической дисфункции ЛЖ. Таким образом, у пациентов с бессимптомным тяжелым АС представляет интерес поиск индикаторов необходимости раннего хирургического вмешательства.

Несмотря на низкую стоимость, простоту выполнения и интерпретации и широкую доступность, электрокардиография (ЭКГ) еще не включена в рекомендации по хирургическим вмешательствам на аортальном клапане [1]. Тем не менее имеющиеся данные позволяют предположить, что она может быть полезной для принятия решения о целесообразности ранней операции при бессимптомном АС. Текущие клинические исследования EVOLVED и TAVINOR, возможно, предоставят полезную информацию о клинической значимости и прогностической ценности изменений на исходной ЭКГ у бессимптомных пациентов с тяжелым АС [2].

Известно, что пациенты, которым выполняется транскатетерная имплантация аортального клапана (ТИАК), имеют ряд отличий от традиционной "хирургической популяции" больных. В частности, среди них преобладают пациенты пожилого и стар-

Key messages

- The features of 12-lead electrocardiography in patients with critical aortic stenosis referred for transcatheter aortic valve implantation were analyzed.
- The severity of aortic stenosis was associated with voltage criteria for left ventricular hypertrophy and an increase in the anterior QRS-T angle.
- In patients with aortic stenosis, intraventricular block, fragmented QRS in the chest leads, and strain pattern were more common in pulmonary hypertension.

ческого возраста, с большей коморбидностью, более высокой выраженностью кальциноза аортального клапана. Также среди пациентов, направляемых на ТИАК, перед операцией чаще встречается систолическая дисфункция ЛЖ и выраженная легочная гипертензия (ЛГ), что отражает их более тяжелый исходный клинический и гемодинамический статус [3].

Целью нашей работы было изучить особенности ЭКГ в 12 отведениях у пациентов с критическим АС дегенеративной этиологии, направленных на операцию ТИАК.

Материал и методы

В исследование включены 50 больных с критическим АС, госпитализированных для проведения операции ТИАК в 2019г — 35 (70%) женщин и 15 (30%) мужчин в возрасте $76,6 \pm 6,5$ лет. У всех пациентов имелись клинические проявления хронической сердечной недостаточности II-IV функционального класса по Нью-Йоркской классификации. В исследование не включали пациентов с ранее выполненными операциями на клапанном аппарате сердца, инфарктом миокарда давностью <3 мес. и выраженным нарушением азотовыделительной функции почек (скорость клубочковой фильтрации <30 мл/мин/1,73 м²). Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации, до включения в исследование у всех участников было получено письменное информированное согласие.

ЭКГ в 12 отведениях регистрировались на компьютерном электрокардиографе с программным

обеспечением Easy ECG (Атес Медика, Россия). При анализе ЭКГ использовались общепринятые критерии внутрижелудочковых блокад. Из вольтажных критериев гипертрофии ЛЖ (ГЛЖ) в данной работе анализировались критерий Соколова-Лайона, Корнельский показатель и Корнельское произведение.

Фрагментация комплекса QRS определялась как наличие дополнительного зубца R (R') или зазубрины на зубце S (при QRS <120 мс), или наличие более двух зубцов R (R'), или более двух зазубрин на зубце S (при QRS ≥120 мс) в двух смежных отведениях, соответствующих зоне кровоснабжения крупной коронарной артерии (передние V₁-V₅; боковые I, aVL, V₆; нижние II, III, aVF) [4].

"Синдромом напряжения" ("strain pattern") считалось косо нисходящее выпуклостью вверх снижение сегмента ST на ≥1 мм с асимметричными отрицательными зубцами T, направленными противоположно комплексу QRS в отведениях I, aVL, V₅, V₆. К неспецифическим изменениям реполяризации относили горизонтальное снижение сегмента ST с уплощенными или отрицательными зубцами T, а также уплощенные или отрицательные зубцы T без снижения сегмента ST.

Фронтальный угол QRS-T (fQRS-Ta) вычислялся как абсолютное значение разницы между осью QRS и осью T (во фронтальной плоскости). Когда разница между осью QRS и осью T оказывалась >180°, значение угла fQRS-Ta приводилось к минимальному путем вычитания из 360° (чтобы итоговое значение не превышало 180°).

Трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ) проводилась на ультразвуковом аппарате GE Vivid 9 (США) согласно стандартному протоколу обследования пациентов с клапанными пороками сердца. Критическую степень стенозирования устья аорты определяли при скорости трансаортального потока ≥5,0 м/с и среднем систолическом градиенте давления ≥60 мм рт.ст. [1]. ФВ ЛЖ вычислялась с использованием бипланового метода дисков (модифицированный метод Симпсона) в В-режиме. Масса миокарда ЛЖ (ММЛЖ) вычислялась по формуле Американского эхокардиографического общества (ASE) на основе линейных измерений в М-режиме под контролем В-режима.

Статистический анализ. Для статистического анализа данных использовалось программное обеспечение MedCalc (MedCalc Software BVBA, Бельгия). Непрерывные переменные представлены как среднее арифметическое значение ± стандартное отклонение при нормальном распределении либо как медиана и межквартильный размах (25-й и 75-й перцентиль) при распределении, отличном от нормального; качественные переменные представлены как число (%). Для проверки на нормальность распреде-

Таблица 1

Данные ЭхоКГ в обследованной группе

Показатель	Значение
срГД, мм рт.ст.	63,2±19,1
ПАК, см ²	0,59±0,19
ФВ ЛЖ, %	65 [60; 65]
ММЛЖ, г	272,7±53,9
ИММЛЖ, г/м ²	144,4±26,5
ММЛЖ >162 г (у женщин); >224 г (у мужчин)	47 (94%)
ИММЛЖ >95 г/м ² (у женщин); >115 г/м ² (у мужчин)	46 (92%)
Левое предсердие, см	4,29±0,42
Конечный диастолический размер левого желудочка, см	4,99±0,49
Систолическое давление в легочной артерии, мм рт.ст.	35 [29; 43]

Сокращения: ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, ММЛЖ — масса миокарда левого желудочка, ПАК — площадь аортального клапана, срГД — средний градиент давления на аортальном клапане, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка.

Таблица 2

Вольтажные критерии ГЛЖ в обследованной группе

Критерий ГЛЖ	Значение	Наличие
Критерий Соколова-Лайона, >3,5 мВ	3,15±0,83	13 (33%)
Корнельский показатель, >2,8 мВ у мужчин, >2,0 мВ у женщин	2,16±0,85	14 (35%)
Корнельское произведение, >2440 мм ² мс	2229±868	17 (43%)

Сокращение: ГЛЖ — гипертрофия левого желудочка.

ления применяли тест Колмогорова-Смирнова. Для оценки различий двух независимых количественных переменных, соответственно, использовались непарный t-тест или критерий Манна-Уитни, для качественных переменных — метод хи-квадрат или точный критерий Фишера. Для определения взаимосвязи между переменными проводился корреляционный анализ Пирсона или Спирмена. За уровень статистической значимости принимали p<0,05.

Результаты

У 8 (16%) пациентов имелся в анамнезе постинфарктный кардиосклероз (ПИКС), у 1 (2%) — коронарное шунтирование, у 5 (10%) сахарный диабет 2 типа (СД), у 11 (22%) — пароксизмальная и у 8 (16%) — постоянная фибрилляция предсердий.

У большинства пациентов была сохранная систолическая функция ЛЖ — 45 (90%); 4 (8%) больных имели промежуточную ФВ ЛЖ (40-49%) и у одной больной ФВ ЛЖ была значительно снижена — 25%. У 23 (46%) пациентов имелись достоверные ЭхоКГ-признаки ЛГ — систолическое давление в легочной

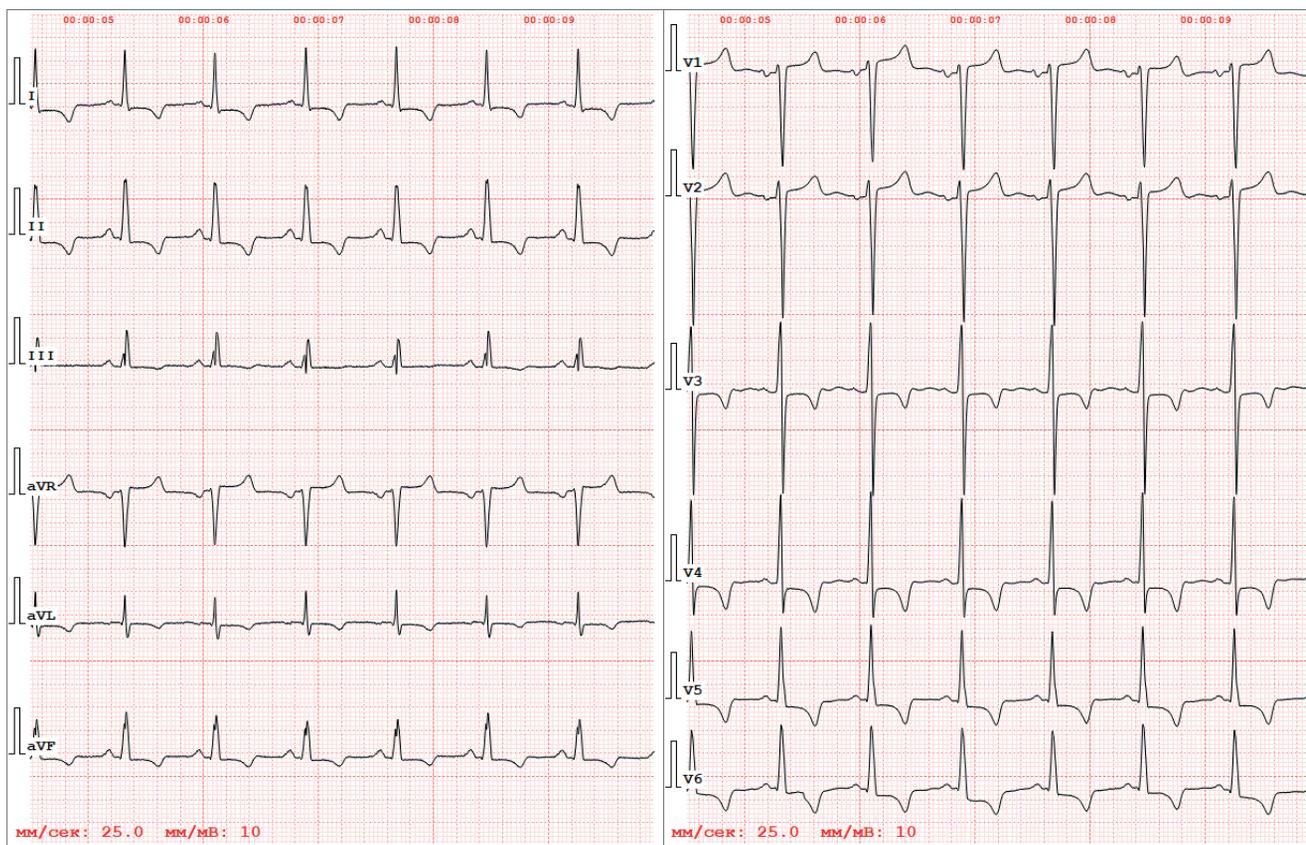


Рис. 1. ЭКГ женщины 61 года с тяжелым АС.

артерии в покое ≥ 40 мм рт.ст. Данные ЭхоКГ в обследованной группе представлены в таблице 1.

Непосредственный технический успех имплантации был достигнут у всех пациентов, госпитальная летальность составила 4% (тампонада сердца, острая почечная недостаточность).

Внутрижелудочковые блокады

На ЭКГ внутрижелудочковые блокады имелись у 10 (20%) пациентов: левой ножки пучка Гиса — 2, правой ножки пучка Гиса — 1, блокада передней ветви левой ножки — 6, бифасцикулярная блокада — 1. Внутрижелудочковые блокады чаще имелись у больных с ЛГ — 8 случаев, без ЛГ — 2 случая, $p=0,028$.

Вольтажные критерии ГЛЖ в группе без внутрижелудочковых блокад

В группе без внутрижелудочковых блокад вольтажные критерии ГЛЖ имелись у 24 (60%) больных (табл. 2). Вольтажных критериев ГЛЖ не было ни у одного из 4 больных с СД, в то время как без СД они имелись у 24 (67%) из 36 больных, $p=0,04$.

При наличии вольтажных критериев ГЛЖ был достоверно больше средний градиент давления на аортальном клапане (срГД) $68,8 \pm 19,0$ мм рт.ст. (при отсутствии таковых $55,9 \pm 13,7$ мм рт.ст., $p=0,02$); были меньше площади аортального клапана (ПАК)

($0,56 \pm 0,16$ см² и $0,66 \pm 0,11$ см², $p=0,04$) и больше индекс ММЛЖ (ИММЛЖ): 150 ± 25 г/м² и 132 ± 23 г/м², $p=0,03$.

Фрагментация комплекса QRS

Фрагментация комплекса QRS в отведениях II, III, aVF присутствовала у 9 (18%) больных, в грудных отведениях — у 7 (14%) больных; у 2 (4%) больных имела фрагментация комплекса QRS как в грудных отведениях, так и в отведениях II, III, aVF. Фрагментация комплекса QRS в грудных отведениях чаще встречалась у больных с ПИКС (4 (40%) больных, тогда как без ПИКС у 5 (12%), $p=0,026$); у больных с внутрижелудочковыми блокадами (5 (50%) больных, без блокад у 4 (10%), $p=0,005$); у больных с ЛГ (7 (32%) больных, без ЛГ у 2 (7%), $p=0,03$).

"Синдром напряжения"

В группе без внутрижелудочковых блокад "синдром напряжения" имелся у 9 (23%) больных; неспецифические изменения реполяризации у 27 (67%). У больных с "синдромом напряжения" был достоверно больше срГД ($74,6 \pm 19,0$ мм рт.ст. и $60,5 \pm 16,8$ мм рт.ст., $p=0,037$), была тенденция к меньшим значениям ПАК ($0,52 \pm 0,16$ см² и $0,62 \pm 0,14$ см², $p=0,08$), чаще имела ЛГ (у 6 (67%) больных с "синдромом напряжения" и 8 (20%) больных без "синдрома напряжения", $p=0,044$).

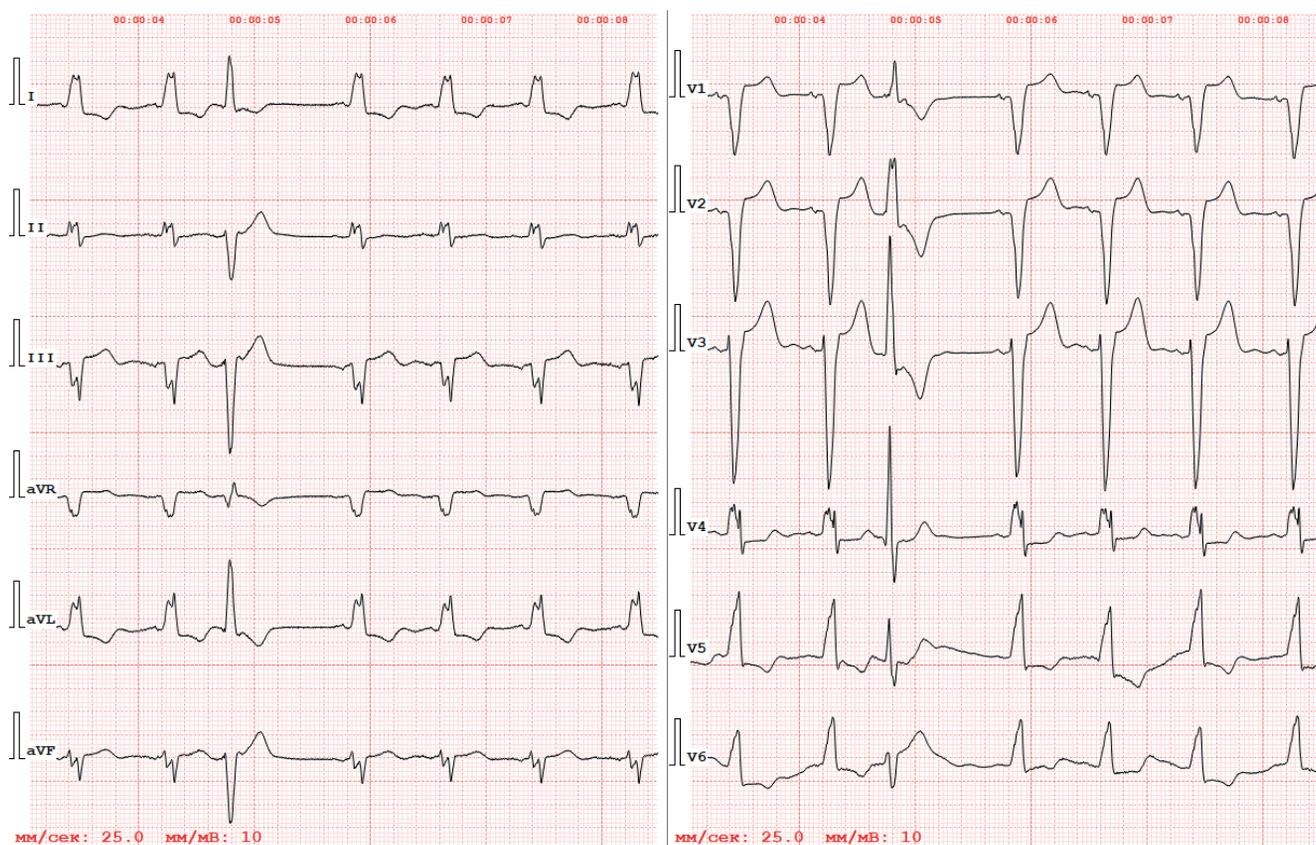


Рис. 2. ЭКГ женщины 71 года с ишемической болезнью сердца, стенозом аортального клапана тяжелой степени в стадии декомпенсации.

Достоверных различий в частоте выявления синдрома напряжения в зависимости от наличия ПИКС и СД выявлено не было ($p=0,18$ и $p=1,0$, соответственно).

Угол fQRS-Ta

Угол fQRS-Ta составил $110,9 \pm 50,4^\circ$, его значения $>90^\circ$ присутствовали у 32 (64%) больных; угол fQRS-Ta не отличался у мужчин $97 \pm 52^\circ$ и женщин $117 \pm 49^\circ$, $p=0,21$. Угол fQRS-Ta был достоверно больше при наличии внутрижелудочковых блокад ($141 \pm 30^\circ$, без блокад $103 \pm 52^\circ$, $p=0,03$). Угол fQRS-Ta был достоверно больше при наличии неспецифических изменений сегмента ST и зубца T по сравнению с больными без изменений реполяризации ($103 \pm 46^\circ$ vs $43 \pm 34^\circ$, $p=0,01$), а также достоверно больше при наличии "синдрома напряжения" по сравнению с неспецифическими изменениями сегмента ST и зубца T ($156 \pm 16^\circ$, $p=0,001$).

Были выявлены корреляционные связи угла fQRS-Ta с показателями ЭхоКГ: срГД ($r=0,39$; $p=0,005$), ПАК ($r=-0,40$; $p=0,004$), ИММЛЖ ($r=0,30$; $p=0,03$). Угол fQRS-Ta был достоверно больше при наличии ЛГ: $128 \pm 48^\circ$ vs $97 \pm 49^\circ$, $p=0,03$. Величина угла fQRS-Ta достоверно не различалась у пациентов с наличием и отсутствием ПИКС (127 ± 52 vs 108 ± 50 , $p=0,33$) и СД (75 ± 50 vs 115 ± 49 , $p=0,09$).

Следующие клинические примеры демонстрируют варианты характерных изменений ЭКГ в изученной группе.

На рисунке 1 приведена ЭКГ женщины 61 года с диагнозом "Приобретенный порок сердца: тяжелый дегенеративный АС. Хроническая сердечная недостаточность I стадии, II функциональный класс (NYHA)". На ЭКГ имеются voltaжные критерии ГЛЖ: критерий Соколова-Лайона 3,6 мВ, Корнельский показатель 2,85 мВ, Корнельское произведение 3380 мм*мс; фрагментация QRS в отведениях III, aVF; "синдром напряжения" ("strain pattern"), fQRS-Ta 163° . При ЭхоКГ средний градиент давления на аортальном клапане 61 мм рт.ст.; ПАК 0,8 см²; ММЛЖ 340 г; ИММЛЖ 170 г/м².

На рисунке 2 приведена ЭКГ женщины 71 года с диагнозом "Ишемическая болезнь сердца. ПИКС передней распространенной локализации. Приобретенный порок сердца: критический декомпенсированный АС. Хроническая сердечная недостаточность 2б стадии, IV функциональный класс (NYHA). Легочная гипертензия". На ЭКГ одиночная желудочковая экстрасистола; блокада левой ножки пучка Гиса; фрагментация QRS в отведениях II, III, aVF, V₄, V₅; fQRS-Ta 166° . При ЭхоКГ средний градиент

давления на аортальном клапане 37 мм рт.ст.; ПАК 0,6 см²; ММЛЖ 297 г, ИММЛЖ 154 г/м²; ФВ — 25%.

Обсуждение

В качестве возможных предикторов неблагоприятного прогноза у больных АС в литературе обсуждаются такие изменения ЭКГ, как вольтажные критерии ГЛЖ, нарушение внутрижелудочковой проводимости, включая фрагментацию комплекса QRS, а также изменения сегмента ST и зубца Т ("синдром напряжения") [2].

Данные о значении вольтажных критериев ГЛЖ у больных АС противоречивы. С одной стороны, показано, что у больных с умеренным и тяжелым АС вольтажные критерии ГЛЖ имеют положительные корреляционные связи с пиковой скоростью и срГД. Пациенты с наличием хотя бы одного вольтажного критерия ГЛЖ имеют больший ИММЛЖ и меньшую ПАК по сравнению с больными без вольтажных критериев ГЛЖ [5, 6], что подтвердилось и в нашем исследовании.

По данным литературы, с одной стороны, после ТИАК через 1 год наблюдения значения критерия Соколова-Лайона на исходной ЭКГ были достоверно меньше у выживших по сравнению с умершими [7]. С другой стороны, среди больных, направленных на ТИАК, в группе без наличия критерия Соколова-Лайона чаще встречались пациенты с низкотоковым низкоградиентным (low flow-low gradient) АС [6]; высоким индексом массы тела, снижением объема форсированного выдоха [8]. Отсутствие критерия Соколова-Лайона на исходной ЭКГ было независимым предиктором смерти от всех причин и повторной госпитализации в связи с сердечной недостаточностью в течение 1 года [6], ассоциировалось с более низкой 5-летней кумулятивной выживаемостью [8]. Отсутствие Корнельского вольтажного критерия на исходной ЭКГ также было независимо связано с повышенной смертностью у пациентов после ТИАК [9].

Имеются данные о связи блокад ножек пучка Гиса на исходной ЭКГ с более высоким уровнем сердечно-сосудистой и общей смертности при 5-летнем наблюдении у больных с тяжелым симптомным АС, перенесших протезирование аортального клапана [10]. Также имеются работы, демонстрирующие связь фрагментации комплекса QRS на исходной ЭКГ с более высоким уровнем госпитальной и долгосрочной смертности у больных, перенесших ТИАК [11, 12]. В изученной нами группе больных внутрижелудочковые блокады и фрагментация QRS в грудных отведениях чаще встречались у больных с ЛГ. Механизм этого явления не совсем понятен и требует дальнейшего изучения.

Наибольшее внимание в качестве возможного предиктора неблагоприятного прогноза у больных

АС привлекает "синдром напряжения". "Синдром напряжения" на исходной ЭКГ был сильным независимым предиктором долгосрочной смертности у больных АС, перенесших ТИАК [13], у которых он был связан с более низкой ФВ ЛЖ, более высоким ИММЛЖ и более высоким систолическим давлением в легочной артерии. В другом исследовании у больных тяжелым АС, перенесших ТИАК, при медиане наблюдения 20 мес. установить влияния "синдрома напряжения" на общую и сердечно-сосудистую смертность не удалось, но он оставался сильным предиктором повторной госпитализации по поводу сердечной недостаточности [14].

Можно предполагать, что "синдром напряжения" отражает наличие фиброза миокарда и субклинической систолической дисфункции, что требует дальнейшего изучения. В нашей группе у больных с "синдромом напряжения" был достоверно больше срГД и чаще имела ЛГ.

Недостатком "синдрома напряжения" является то, что это качественный показатель, в определении которого может присутствовать субъективизм. Количественным показателем, отражающим, по сути, те же процессы рассогласованности де- и реполяризации желудочков, является фронтальный угол QRS-Т (fQRS-Ta). У больных, перенесших ТИАК, fQRS-Ta имел слабую, но достоверную отрицательную корреляционную связь с ФВ ЛЖ и был независимым предиктором как госпитальной, так и долгосрочной смертности [15], однако необходимо отметить, что в данное исследование не включались асимптомные больные, а также пациенты с внутрижелудочковыми блокадами и ПИКС. В нашем исследовании fQRS-Ta был достоверно больше при наличии внутрижелудочковых блокад, при наличии ЛГ, а также имел умеренные корреляционные связи с срГД и ПАК.

Ограничениями нашего исследования являются малая неоднородная выборка пациентов, а также отсутствие группы контроля.

Заключение

В изученной группе больных с критическим АС внутрижелудочковые блокады и фрагментация QRS в грудных отведениях чаще встречались у больных с ЛГ.

В группе без внутрижелудочковых блокад при наличии вольтажных критериев ГЛЖ были достоверно больше ИММЛЖ, срГД и меньше ПАК.

У пациентов с "синдромом напряжения" был достоверно больше срГД, была тенденция к меньшим значениям ПАК, чаще имела ЛГ.

Угол fQRS-Ta был достоверно больше при наличии внутрижелудочковых блокад, при наличии ЛГ; коррелировал с срГД и ПАК; закономерно увеличивался при наличии неспецифических изменений

сегмента ST и зубца T и еще больше — при наличии "синдрома напряжения".

На основании полученных данных о корреляции изменений ЭКГ с используемыми в текущих рекомендациях в качестве показаний к хирургической операции ЭхоКГ-характеристиками степени тяжести АС, а также с наличием ЛГ как меры декомпенсации аортального порока, можно обсуждать использование ЭКГ в качестве широкодоступного метода скри-

нинга пациентов с целью своевременного выявления кандидатов на хирургическое лечение.

В дальнейшем авторы предполагают провести оценку прогностической роли описанных изменений ЭКГ у пациентов, направляемых на ТИАК.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

- Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease. *Journal of the American College of Cardiology*. 2021;77(4):e25-197. doi:10.1016/j.jacc.2020.11.018.
- Saeed S, Wasim D, Mohamed Ali A, et al. The electrocardiogram: Still a useful marker for LV fibrosis in aortic stenosis. *J Electrocardiol*. 2021;65:82-7. doi:10.1016/j.jelectrocard.2021.01.008.
- Bogomolov AN, Imaev TE, Shishkevitch AN, et al. Transcatheter aortic valve implantation as a method of treatment of chronic heart failure in elderly and old patients: literature review (part 2). *Advances in Gerontology*. 2022;35(3):399-407. (In Russ.) Богомолов А. Н., Имаев Т. Э., Шишкевич А. Н. и др. Транскатетерное протезирование клапана аорты как метод лечения хронической сердечной недостаточности у пациентов пожилого и старческого возраста: обзор литературы (часть 2). *Успехи геронтологии*. 2022;35(3):399-407. doi:10.34922/AE.2022.35.3.011.
- Parmon EV, Gordeeva MS, Kurilenko TA, et al. QRS complex fragmentation — an important marker of abnormal depolarization. *Russian Journal of Cardiology*. 2017;(8):90-5. (In Russ.) Пармон Е. В., Гордеева М. С., Куриленко Т. А. и др. Фрагментация QRS-комплекса — важный электрокардиографический маркер нарушения деполяризации. *Российский кардиологический журнал*. 2017;(8):90-5. doi:10.15829/1560-4071-2017-8-90-95.
- Bula K, Ćmiel A, Sejud M, et al. Electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy in aortic valve stenosis: Correlation with echocardiographic parameters. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2019;24(5):e12645. doi:10.1111/anec.12645.
- Tanaka T, Yahagi K, Asami M, et al. Prognostic impact of electrocardiographic left ventricular hypertrophy following transcatheter aortic valve replacement. *J Cardiol*. 2021;77(4):346-52. doi:10.1016/j.jjcc.2020.12.017.
- Piccirillo G, Moscucci F, Mastropietri F, et al. Possible predictive role of electrical risk score on transcatheter aortic valve replacement outcomes in older patients: preliminary data. *Clin Interv Aging*. 2018;13:1657-67. doi:10.2147/CIA.S170226.
- Zhang R, Jou S, Cao Y, et al. Absence of electrocardiographic left ventricular hypertrophy in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement is associated with increased mortality. *J Electrocardiol*. 2020;63:12-6. doi:10.1016/j.jelectrocard.2020.09.010.
- Kampaktis PN, Ullal AV, Swaminathan RV, et al. Absence of electrocardiographic left ventricular hypertrophy is associated with increased mortality after transcatheter aortic valve replacement. *Clin Cardiol*. 2018;41(9):1246-51. doi:10.1002/clc.23034.
- Coisne A, Ninni S, Pontana F, et al. Clinical significance of electrocardiographic markers of myocardial damage prior to aortic valve replacement. *Int J Cardiol*. 2020;307:130-5. doi:10.1016/j.ijcard.2020.01.073.
- Ay NK, Enhos A, Ay Y, et al. The prognostic value of fragmented QRS in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation. *J Electrocardiol*. 2018;51(6):923-7. doi:10.1016/j.jelectrocard.2018.07.015.
- Gulsen K, Ince O, Kum G, et al. Could fragmented QRS predict mortality in aortic stenosis patients after transcatheter aortic valve replacement? *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2019;24(2):e12618. doi:10.1111/anec.12618.
- Al-Hijji M, Alkhoul M, Alqahtani F, et al. Prognostic Implication of Electrocardiographic Left Ventricular Strain in Patients Who Underwent Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Am J Cardiol*. 2018;122(6):1042-6. doi:10.1016/j.amjcard.2018.06.014.
- Heger J, Trimaille A, Kibler M, et al. Electrocardiographic Strain Pattern Is a Major Determinant of Rehospitalization for Heart Failure After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Heart Assoc*. 2021;10(3):e014481. doi:10.1161/JAHA.119.014481.
- Kahraman S, Yilmaz E, Demir AR, et al. The prognostic value of frontal QRS-T angle in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation. *J Electrocardiol*. 2019;55:97-101. doi:10.1016/j.jelectrocard.2019.05.003.