

Сахнова Т. А., Блинова Е. В., Меркулова И. Н., Шахнович Р. М., Жукова Н. С., Сухинина Т. С., Барышева Н. А., Староверов И. И.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, Москва, Россия

ФАКТОРЫ, СВЯЗАННЫЕ С УВЕЛИЧЕНИЕМ ПРОСТРАНСТВЕННОГО И ФРОНТАЛЬНОГО УГЛОВ QRS-T У БОЛЬНЫХ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА НИЖНЕЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

<i>Цель</i>	Выявление клинических, эхокардиографических и ангиографических факторов, связанных с увеличением фронтального угла QRS-T (fQRS-T) и пространственного угла QRS-T (sQRS-T) у больных инфарктом миокарда нижней локализации.
<i>Материал и методы</i>	В исследование были включены 128 больных в возрасте (медиана [25-й перцентиль; 75-й перцентиль]) 59,5 [51,5; 67,0] года с диагнозом «острый инфаркт миокарда нижней локализации». fQRS-T вычислялся как модуль разницы между осью QRS и осью T (во фронтальной плоскости). sQRS-T вычисляли с использованием синтезированной векторкардиограммы как пространственный угол между интегральными векторами QRS и T.
<i>Результаты</i>	fQRS-T в группе составил 54,0 [18; 80]°, sQRS-T – 80,1 [53; 110]°. Коэффициент корреляции между значениями fQRS-T и sQRS-T составил 0,42 (p<0,001). Как fQRS-T >80°, так и sQRS-T >110° по сравнению с их более низкими значениями были связаны с более частым наличием в анамнезе постинфарктного кардиосклероза (44 и 12% соответственно; p<0,05), более низкой фракцией выброса левого желудочка: 51 [47; 60]% при fQRS-T >80° и 55 [50; 60]% при fQRS-T <80° (p<0,05), 49 [44; 57] % при sQRS-T >110° и 57 [51; 60] % при sQRS-T <110° (p<0,01); более частым развитием острой сердечной недостаточности (16 и 2% соответственно; p<0,05), ранней постинфарктной стенокардии (13 и 2% соответственно; p<0,05). Увеличение fQRS-T было связано с более частым поражением огибающей артерии (45 и 20% соответственно; p<0,05). Увеличение sQRS-T было связано с наличием в анамнезе артериальной гипертензии (97 и 76% соответственно; p<0,05), хронической сердечной недостаточности (22 и 3% соответственно; p<0,05), хронической болезни почек (19 и 4% соответственно; p<0,05), более обширным поражением миокарда (среднее число пораженных сегментов по данным эхокардиографии 3,8 [2; 6] при sQRS-T >110° и 2,6 [1; 4] при sQRS-T <110°; p<0,01). sQRS-T был достоверно больше при многососудистом поражении (87 [68; 121]° по сравнению с одно- и двухсосудистым поражением 72 [51; 100]°; p<0,05). Значения sQRS-T были достоверно меньше при спонтанной реперфузии (66 [29; 79]°, без спонтанной реперфузии 77 [55; 115]°; p<0,05).
<i>Заключение</i>	У больных, перенесших острый инфаркт миокарда нижней локализации, увеличение fQRS-T и sQRS-T сопряжено с более тяжелым поражением коронарного русла, снижением фракции выброса левого желудочка и более тяжелым клиническим течением заболевания.
<i>Ключевые слова</i>	Фронтальный угол QRS-T; пространственный угол QRS-T; инфаркт миокарда; синтезированная векторкардиограмма
<i>Для цитирования</i>	Sakhnova T. A., Blinova E. V., Merkulova I. N., Shakhnovich R. M., Zhukova N. S., Sukhinina T. S. et al. Factors Associated With the Increase in Spatial and Frontal QRS-T Angles in Patients With Inferior Myocardial Infarction. <i>Kardiologiya</i> . 2020;60(11):76–83. [Russian: Сахнова Т.А., Блинова Е.В., Меркулова И.Н., Шахнович Р.М., Жукова Н.С., Сухинина Т.С. и др. Факторы, связанные с увеличением пространственного и фронтального углов QRS-T у больных инфарктом миокарда нижней локализации. <i>Кардиология</i> . 2020;60(11):76–83].
<i>Автор для переписки</i>	Сахнова Тамара Анатольевна. E-mail: tamara-sahnova@mail.ru

В лечении больных ишемической болезнью сердца, в том числе с острым коронарным синдромом (ОКС), ключевое значение имеет стратификация риска. В этом отношении в последние годы все большее внимание исследователей привлекают электрокардиографические показатели, характеризующие взаимоотношения процессов деполяризации и реполяризации желудочков. Прогностическое значение этих показателей

неоднократно было продемонстрировано как в общей популяции, так и в группах пациентов с разными формами патологии [1].

Уже 20 лет назад было показано, что у пациентов после инфаркта миокарда (ИМ) большое расхождение в пространстве векторов де- и реполяризации желудочков имело независимую прогностическую ценность в отношении внезапной сердечной смерти (ВСС) [2, 3].

Впоследствии для описания взаимного расположения векторов де- и реполяризации желудочков стали использовать пространственный угол QRS-T (sQRS-T). Прогностическим и диагностическим возможностям этого показателя посвящено немало исследований, хотя его вычисление требует специального программного обеспечения.

И наконец, в последние годы предложено использовать фронтальный угол QRS-T (fQRS-T). Он легко рассчитывается как разница между осью QRS и осью T – двумя показателями, которые автоматически вычисляются в большинстве современных электрокардиографов.

В ряде исследований продемонстрирована роль fQRS-T как диагностического критерия при подозрении на ИМ, независимого прогностического критерия кардиальной и общей смертности в раннем и отдаленном периодах у больных с острым ИМ с подъемом сегмента ST (ИМпST) и без подъема сегмента ST (ИМбпST), что значительно повысило интерес к fQRS-T и sQRS-T в настоящее время [4–8].

У пациентов с острым ИМ, которым проводили первичное чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) или тромболитическую терапию, fQRS-T как на первой электрокардиограмме (ЭКГ) во время госпитализации, так и на ЭКГ после ЧКВ или через 90 мин после начала тромболитической терапии в группе с летальным исходом в стационаре был значительно выше, чем у остальных пациентов. Кроме того, fQRS-T на ЭКГ через 90 мин после начала тромболитической терапии у пациентов с успешным тромболлизисом был значительно ниже, чем при неуспешном тромболлизисе, что позволяет рассматривать fQRS-T как возможный критерий реперфузии миокарда. Многофакторный анализ показал, что fQRS-T $\geq 90^\circ$ на ЭКГ после ЧКВ или через 90 мин после начала тромболитической терапии был независимым предиктором смерти в стационаре [4].

У пациентов с ИМпST, перенесших ЧКВ или коронарное шунтирование, fQRS-T являлся независимым предиктором смерти в течение года, а также был связан с большей продолжительностью пребывания в стационаре [5].

В проспективном исследовании среди 2705 пациентов с подозрением на ИМбпST fQRS-T на ЭКГ, зарегистрированной при поступлении в стационар, был значительно больше у пациентов с подтвержденным ИМбпST по сравнению с теми, у которых ИМбпST был исключен ($p < 0,001$). Комбинированное использование стандартных электрокардиографических критериев ишемии и fQRS-T повысило чувствительность ЭКГ для диагностики ИМбпST с 45 до 78% и специфичность с 86 до 91% ($p < 0,001$ для обоих сравнений). fQRS-T также оказался независимым предиктором смерти от всех причин в течение 2 лет наблюдения [6].

При наблюдении за пациентами, перенесшими ИМ, с фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) $\leq 40\%$ fQRS-T был независимым предиктором общей и сердечно-сосудистой смертности. Независимое прогностическое значение fQRS-T сохранялось и после учета блокад ножек пучка Гиса, ИМпST и его локализаций [7].

На материале двух многоцентровых проспективных наблюдательных исследований у пациентов с ОКС была разработана и оценена шкала стратификации риска 30-дневной и 2-летней смертности, использующая fQRS-T и возраст пациента (шкала FAAR). Увеличение оценки по шкале FAAR было связано с увеличением 30-дневной и 2-летней смертности (для 2-летней смертности: 0 баллов – 3,7%, 4 балла – 57%; $p < 0,001$). Высокие прогностические показатели шкалы сохранялись в валидационной когорте; в группах мужчин и женщин; при ИМпST и ИМбпST; и превосходили шкалу GRACE [8].

Необходимо отметить, что увеличение как fQRS-T, так и sQRS-T связано не только с увеличением риска неблагоприятных исходов у больных ИМ, но и с увеличением риска развития самого ИМ.

Среди 9498 участников проспективного исследования ARIC, у которых исходно не было сердечно-сосудистых заболеваний, при учете других факторов риска патологические (выше 95-го перцентиля) значения как fQRS-T, так и sQRS-T были связаны с более чем двукратным повышением риска возникновения ИМ в течение 10 лет последующего наблюдения [9]. У больных сахарным диабетом при периоде наблюдения 22 года fQRS-T больше 90° являлся независимым предиктором развития ИМ [10].

Факторы, влияющие на величину fQRS-T у больных ИМ, недостаточно изучены. При оценке влияния дефекта перфузии миокарда, определенного с помощью однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, на величину fQRS-T у 71 пациента с ИМ передней локализации в анамнезе и 71 контрольного лица без дефектов перфузии миокарда этот показатель был значительно больше у пациентов с перенесенным ИМ ($82 \pm 49^\circ$), чем у контрольных лиц ($30 \pm 26^\circ$; $p < 0,001$). Многофакторный анализ показал, что независимыми детерминантами fQRS-T были возраст и наличие дефекта перфузии миокарда [11].

Однако в сходном исследовании у 42 больных с нижним ИМ fQRS-T был намного меньше ($27 \pm 22^\circ$) и статистически значимо не отличался от этого показателя в контрольной группе. У пациентов с нижним ИМ не выявлено связи между fQRS-T и дефектом перфузии миокарда по данным SPECT [12].

У 1000 пациентов с ИМ в анамнезе (82% мужчин, средний возраст 59 ± 10 лет) fQRS-T имел отрицательную корреляцию с ФВ ЛЖ ($r = -0,4$; $p < 0,01$), причем эта связь

была сильнее при ФВ ЛЖ меньше 50% ($r = -0,5$; $p < 0,01$) и практически отсутствовала при ФВ ЛЖ больше 50%. $fQRS-T > 90^\circ$ позволял выявлять снижение ФВ ЛЖ с чувствительностью 76% и специфичностью 74% [13].

У 340 пациентов с ИМпST $fQRS-T$ позволял прогнозировать величину коронарной атеросклеротической нагрузки, поскольку значения $fQRS-T$ как до, так и после ЧКВ были значительно выше в группе со средними и высокими оценками по шкале SYNTAX [14]. Впрочем, необходимо отметить, что в данном исследовании группа со средними и высокими оценками по шкале SYNTAX отличалась от группы с низкими оценками также по возрасту, инфарктсвязанной артерии (ИСА), ФВ ЛЖ и уровню гемоглобина. Поэтому неясно, каков был вклад всех этих факторов, помимо тяжести поражения коронарного русла, в увеличение $fQRS-T$.

У 269 пациентов с ИМбпST $fQRS-T$ также позволял прогнозировать тяжесть атеросклеротического поражения коронарного русла при оценке 23 балла и более по шкале SYNTAX с чувствительностью 77% и специфичностью 63%, причем при многофакторном анализе этот показатель оказался независимым предиктором оценки по шкале SYNTAX [15].

Цель исследования

Определение клинических, эхокардиографических и коронарографических факторов, связанных с увеличением $sQRS-T$ и $fQRS-T$ у больных ИМ нижней локализации.

Материал и методы

Из медицинской информационной системы «Интерин» были отобраны истории болезни пациентов, которые в 2016–2017 гг. находились на лечении в Институте клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова с диагнозом «острый ИМ нижней локализации».

В исследование включали пациентов, у которых была зарегистрирована цифровая ЭКГ в 12 отведениях, и в системе «Интерин» имелись данные эхокардиографии (ЭхоКГ) и коронарографии (КГ). В исследование не включали пациентов с искусственным ритмом желудочков и блокадой левой ножки пучка Гиса.

Всего в исследование были включены 128 больных: 97 (76%) мужчин и 31 (24%) женщина, в возрасте 59,5 [51,5; 67,0] года.

Электрокардиография

Цифровые ЭКГ в 12 отведениях регистрировали перед выпиской из стационара, т. е. на 8-й [6; 10] день от начала ИМ с помощью компьютерного электрокардиографа Easy ECG и обрабатывали при помощи программного обеспечения Easy ECG («АТЕС МЕДИКА», Россия).

$fQRS-T$ вычислялся как модуль разницы между осью QRS и осью T (во фронтальной плоскости). При разнице больше 180° значение угла приводилось к минимальному путем вычитания из 360° . $sQRS-T$ вычисляли с использованием синтезированной векторкардиограммы как пространственный угол между интегральными векторами QRS и T.

Эхокардиография

Трансторакальную ЭхоКГ выполняли на ультразвуковом приборе Vivid 9 (США) в соответствии с рекомендациями по количественной оценке камер сердца у взрослых [16]. Для измерения объемов левого желудочка (ЛЖ) использовался биплановый метод дисков (модифицированный метод Симпсона) в В-режиме. Для оценки нарушений локальной сократимости миокарда использовали 16-сегментную модель ЛЖ.

Коронарография

КГ выполняли на ангиографическом комплексе Philips, Allura Xper FD 10 (Нидерланды) с использованием радиального доступа. Гемодинамически значимым стенозом считали сужение больше 70% диаметра просвета главной эпикардиальной артерии или ее первичных ветвей.

Статистический анализ

Для статистического анализа данных использовали программное обеспечение MedCalc, версия 12.7.8. Непрерывные переменные представлены в виде медианы и межквартильного размаха [25-й процентиль; 75-й процентиль], качественные переменные – в виде абсолютного числа (%). Для оценки различий двух независимых количественных переменных использовали критерий Манна–Уитни, для качественных переменных – метод хи-квадрат. При определении взаимосвязи между переменными применяли коэффициент корреляции Спирмена. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты

Коэффициент корреляции между $fQRS-T$ и $sQRS-T$ составил 0,35 ($p < 0,0001$). $fQRS-T$ в группе в среднем составил $40 [18; 80]^\circ$. Выявлены слабые, но достоверные корреляции $fQRS-T$ с возрастом больных ($r = 0,19$; $p = 0,03$), частотой сердечных сокращений ($r = 0,20$; $p = 0,025$), ФВ ЛЖ ($r = -0,23$; $p = 0,009$).

Медиана $sQRS-T$ в группе составила $76 [53; 110]^\circ$. Выявлены слабые, но достоверные корреляции $sQRS-T$ с возрастом больных ($r = 0,22$; $p = 0,01$), временем от начала симптомов до поступления в стационар ($r = 0,23$; $p = 0,01$), ФВ ЛЖ ($r = -0,25$; $p = 0,004$) и числом пораженных сегментов по данным ЭхоКГ ($r = 0,20$; $p = 0,02$).

Клинические характеристики, данные ЭхоКГ и КГ у пациентов с $fQRS-T$ и $sQRS-T$ в верхних квартилях

Таблица 1. Клинические характеристики пациентов с разными fQRS-T и sQRS-T

Показатель	fQRS-T >80° (n=32)	fQRS-T <80° (n=96)	P	sQRS-T >110° (n=32)	sQRS-T <110° (n=96)	P
Женский пол	11 (34%)	20 (21%)	0,21	13 (41%)	18 (19%)	0,02
Возраст, годы	66 [52; 69]	58 [51; 63]	0,03	62 [54; 69]	58 [51; 66]	0,05
ИМТ, кг/м ²	30 [27; 33]	28 [26; 32]	0,11	30 [26; 33]	28 [26; 32]	0,75
АГ	26 (81%)	78 (81%)	0,79	31 (97%)	73 (76%)	0,02
ХСН	4 (13%)	6 (6%)	0,37	7 (22%)	3 (3%)	0,003
СД	10 (31%)	24 (25%)	0,66	11 (34%)	23 (24%)	0,38
ПИКС	14 (44%)	12 (12%)	<0,005	14 (44%)	12 (12%)	<0,005
ХБП	5 (16%)	5 (5%)	0,10	6 (19%)	4 (4%)	0,02
Время до поступления в стационар, ч	4 [2; 9]	2,5 [2; 6]	0,11	3,6 [2; 9]	3,0 [2; 6]	0,09
Отек легких	5 (16%)	2 (2%)	0,01	5 (16%)	2 (2%)	0,01
Ранняя постинфарктная стенокардия	4 (13%)	2 (2%)	0,04	4 (13%)	2 (2%)	0,04

ИМТ – индекс массы тела; АГ – артериальная гипертония; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; СД – сахарный диабет; ПИКС – постинфарктный кардиосклероз; ХБП – хроническая болезнь почек.

Таблица 2. Данные ЭхоКГ пациентов с разными fQRS-T и sQRS-T

Показатель	fQRS-T >80° (n=32)	fQRS-T <80° (n=96)	P	sQRS-T >110° (n=32)	sQRS-T <110° (n=96)	P
КДР ЛЖ, см	5,25 [4,9; 5,6]	5,15 [4,8; 5,5]	0,59	5,35 [4,8; 5,8]	5,10 [4,8; 5,4]	0,15
ТМЖП, см	1,05 [1,0; 1,18]	1,1 [1,0; 1,1]	1,0	1,05 [1,0; 1,2]	1,1 [1,0; 1,1]	0,22
ТЗС ЛЖ, см	1,05 [0,9; 1,1]	1,0 [1,0; 1,1]	0,96	1,1 [1,0; 1,1]	1,0 [1,0; 1,1]	0,17
ФВ ЛЖ, %	51 [47; 60]	55 [50; 60]	0,048	49 [44; 57]	57 [51; 60]	0,001
Число пораженных сегментов ЛЖ, включая ПИКС	2,5 [2; 5]	2,0 [1; 4]	0,16	4,0 [2; 6]	2,0 [1; 4]	0,04
Распространение на боковую стенку ЛЖ	11 (34%)	11 (11%)	0,006	9 (28%)	13 (13%)	0,09
Вовлечение ПЖ	1 (3%)	11 (12%)	0,25	3 (9%)	9 (9%)	0,72

КДР – конечный диастолический размер; ЛЖ – левый желудочек; ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки; ТЗС – толщина задней стенки; ФВ – фракция выброса; ПИКС – постинфарктный кардиосклероз; ПЖ – правый желудочек.

Таблица 3. Данные коронарографии у пациентов с разными fQRS-T и sQRS-T

Показатель	fQRS-T >80° (n=29)	fQRS-T <80° (n=96)	P	sQRS-T >110° (n=30)	sQRS-T <110° (n=95)	P	
ИСА	ПКА	15 (52%)	74 (77%)	0,02	18 (60%)	71 (75%)	0,18
	ОА	13 (45%)	19 (20%)	0,02	11 (37%)	21 (22%)	0,17
	другие сосуды	1 (3%)	3 (3%)	0,54	1 (3%)	3 (3%)	0,54
Спонтанная реперфузия	2 (7%)	7 (7%)	0,68	0	9 (9%)	0,19	
Число пораженных сосудов	1	12 (41%)	37 (39%)	0,98	12 (40%)	37 (39%)	0,91
	2	8 (28%)	30 (31%)	0,94	6 (20%)	32 (34%)	0,22
	>2	9 (31%)	29 (30%)	0,90	12 (40%)	26 (27%)	0,26

ИСА – инфарктсвязанная артерия; ПКА – правая коронарная артерия; ОА – огибающая артерия.

по сравнению со значениями в трех нижних квартилях, а также значимость различий между ними представлены в табл. 1, 2 и 3.

При многососудистом поражении sQRS-T был достоверно больше (87 [68; 121]°), чем при одно- и двухсосудистом поражении (72 [51; 100]°; p=0,018). При спонтанной реперфузии sQRS-T был достоверно меньше (66 [29; 79]°, чем без спонтанной реперфузии (77 [55; 115]°; p=0,04).

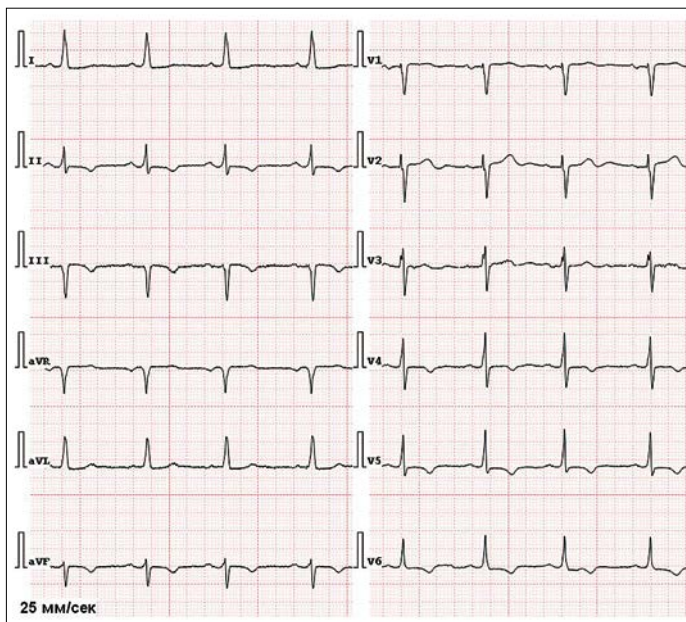
Далее приводятся клинические примеры, которые ярко демонстрируют, что значения таких показателей, как sQRS-T и fQRS-T, в большей степени, чем стандарт-

ная ЭКГ, могут отражать тяжесть повреждения миокарда и коронарного русла.

Клинический пример 1

Больная с высокими значениями fQRS-T и sQRS-T. На рис. 1 представлена ЭКГ больной 77 лет, зарегистрированная на 10-й день острого ИМ. Диагноз: Ишемическая болезнь сердца. ИМ нижнезаднебоковой локализации от 13.03.16. Альвеолярный отек легких от 13.03.16. Первичное ЧКВ: ангиопластика со стентированием передней нисходящей артерии и огибающей артерии от 13.03.16. Субтотальный стеноз устья правой ко-

Рисунок 1. ЭКГ больной 77 лет на 10-й день острого ИМ. fQRS-T 106°, sQRS-T 146°



ронарной артерии. Артериальная гипертония 3-й степени, риск 4. Сахарный диабет 2-го типа.

КГ: ПНА в проксимальном сегменте стенозирована на 70%, в среднем сегменте ряд стенозов до 95–99%. Диагональная артерия в проксимальной трети стенозирована на 60%, далее субтотально стенозирована. Огибающая артерия (АО): в устье стенозирована на 40%, в средней трети окклюзирована, постокклюзионный отдел заполняется по внутрисистемным коллатералям. Артерия тупого края (АТК) в устье субтотально стенозирована. ПКА: в устье субтотально стенозирована.

ЭхоКГ: расширение полости ЛЖ (конечный диастолический размер ЛЖ 5,8 см), гипоакинезия базального, среднего сегментов нижней, задней стенки ЛЖ, среднего сегмента боковой стенки ЛЖ. Глобальная сократимость ЛЖ снижена (ФВ ЛЖ 36%). Гипертрофия миокарда ЛЖ. Нарушение диастолической функции миокарда ЛЖ по 2-му типу. Признаки легочной гипертензии.

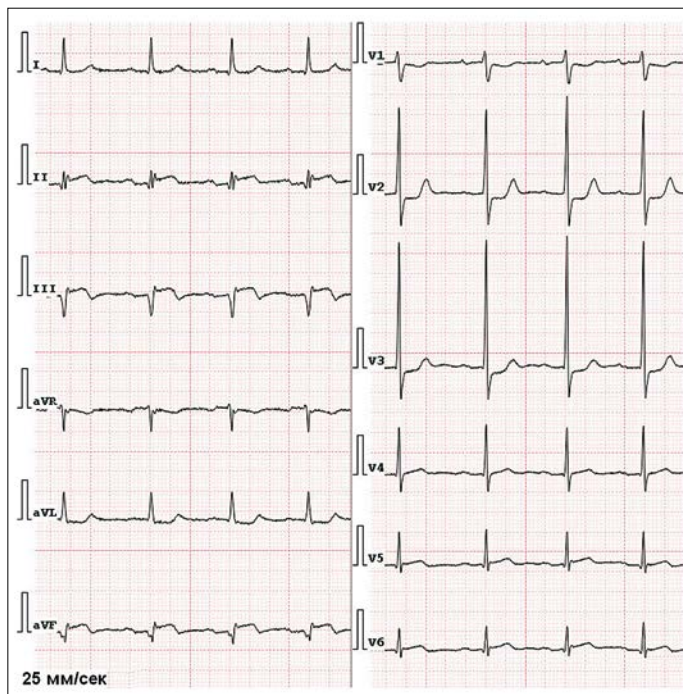
Клинический пример 2

Больная с относительно низкими значениями fQRS-T и sQRS-T.

На рис. 2 представлена ЭКГ больной 83 лет, зарегистрированная на 7-й день острого ИМ. Диагноз: ИБС, ИМпST нижней локализации от 16.05.17. Ангиопластика со стентированием ПКА от 16.05.17. АГ 3-й степени, риск 4. Нефропатия. Хроническая болезнь почек IV стадии.

КГ: ПНА в устье стенозирована на 70%, в среднем сегменте имеет ряд сужений на 30–40%. ОА в устье стенозирована на 70%, в среднем сегменте – на 40%. ПКА: в среднем сегменте окклюзирована (тромбоз).

Рисунок 2. ЭКГ больной 83 лет на 7-й день острого ИМ. fQRS-T 75°, sQRS-T 56°



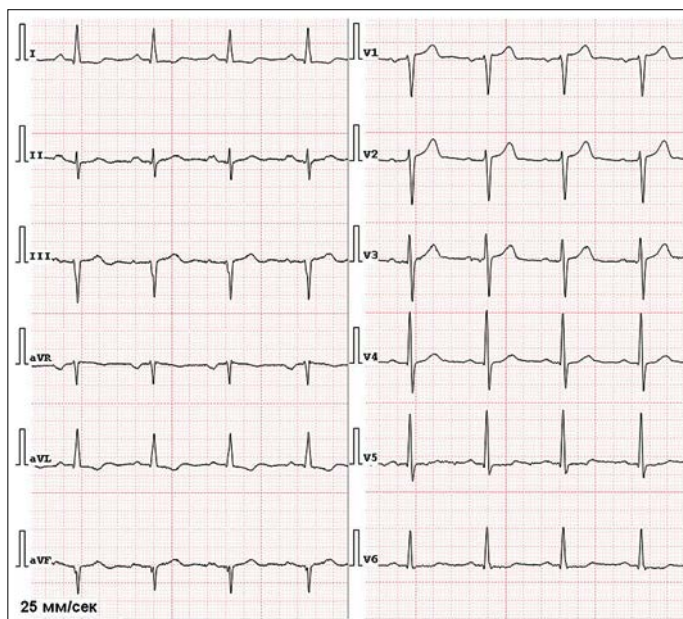
ЭхоКГ: камеры сердца не расширены, стенки не утолщены. Определяется зона гипокинезии миокарда – базальный, средний сегменты нижней, задней стенки ЛЖ. Глобальная сократимость миокарда ЛЖ удовлетворительная (ФВ ЛЖ 60%).

Клинический пример 3

Больной с высокими значениями fQRS-T и sQRS-T.

На рис. 3 представлена ЭКГ больного 50 лет, зарегистрированная на 10-й день острого ИМ. Диагноз:

Рисунок 3. ЭКГ больного 50 лет на 10-й день острого ИМ. fQRS-T 149°, sQRS-T 134°



ИБС, острый ИМ нижнезадней, боковой локализации от 06.02.16. Состояние после ангиопластики со стентированием ПКА от 06.02.16. Ангиопластика со стентированием ПНА; ангиопластика АТК, ОА от 11.04.11. АГ 3-й степени, риск 4.

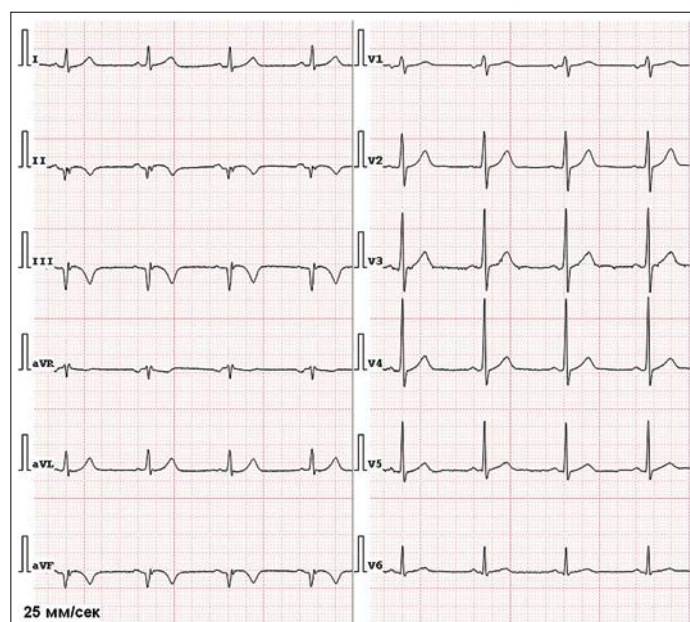
Анамнез АГ более 6 лет, с максимальным повышением артериального давления (АД) до 180/100 мм рт.ст. С января 2011 г. стал отмечать боли давящего характера в левой половине грудной клетки с иррадиацией в левую руку при небольших физических нагрузках. В марте 2011 г. обследовался и лечился с диагнозом «острый ИМ без зубца Q». За месяц до настоящей госпитализации резко уменьшилась толерантность к физической нагрузке, приступы ангинозных болей возникали при малых нагрузках.

Утром 06.02.16 почувствовал давящие боли в левой половине грудной клетки с иррадиацией за грудину и в левую руку. Доставлен в блок интенсивного наблюдения с диагнозом «острый ИМ нижней локализации» через 3 ч после начала болей.

КГ: ПНА в проксимальном сегменте стенозирована до 50%, ранее установленный стент на границе проксимального и среднего сегментов без признаков гемодинамически значимых рестенозов. ОА: в средней трети протяженно стенозирована на 80%. АТК в проксимальной трети стенозирована до 50%, в средней трети имеет ряд стенозов до 70–80%. ПКА в дистальном сегменте субтотально стенозирована.

ЭхоКГ: толщина межжелудочковой перегородки 1,3 см; толщина задней стенки ЛЖ 1,1 см; полость ЛЖ расширена; гипокинезии по переднеперегородочной стенке.

Рисунок 4. ЭКГ больного 52 лет на 10-й день острого ИМ. fQRS-T 11°, sQRS-T 10°



Стресс-ЭхоКГ: проба на выявление скрытой коронарной недостаточности положительная. Исходно по данным ЭхоКГ отмечалась зона гипокинезии по переднеперегородочной, передней стенкам (верхушечный, средний сегменты), а также зона гипоакинезии по заднебоковой стенке ЛЖ (базальный, средний сегменты). На максимуме нагрузки определялись усугубление и расширение исходного нарушения локальной сократимости по передней стенке ЛЖ (расширение на переднебоковую стенку ЛЖ). Толерантность к нагрузке средняя.

Клинический пример 4

Больной с низкими значениями fQRS-T и sQRS-T. На рис. 4 представлена ЭКГ больного 52 лет, зарегистрированная на 10-й день острого ИМ. Диагноз: ИБС. Острый ИМ нижней локализации от 04.02.17. Ангиопластика со стентированием ПКА от 02.02.17. АГ 2-й степени, риск 4.

04.02.17 впервые возникла интенсивная давящая боль за грудиной. Больной вызвал бригаду скорой медицинской помощи, с диагнозом «острый ИМ нижней локализации» через 2 ч доставлен в блок интенсивного наблюдения.

КГ: ПКА в проксимальном сегменте окклюзирована, постокклюзионный отдел заполняется по межсистемным коллатералям.

ЭхоКГ: камеры сердца не расширены, стенки не утолщены. Небольшая гипокинезия по нижней, задней стенке ЛЖ. ФВ ЛЖ 60%.

Обсуждение

Пространственный угол QRS-T определяется между основными направлениями де- и реполяризации желудочков. У здоровых лиц QRS и T ориентированы в одном направлении, и как пространственный угол QRS-T, так и фронтальный угол QRS-T невелики.

При развитии патологии появляются множественные мелкие локальные неоднородности реполяризации желудочков, что и приводит к расширению как пространственного, так и фронтального углов QRS-T. Показано, что высокие значения фронтального угла QRS-T являются маркером риска желудочковых аритмий [7].

У больных, перенесших ИМ, fQRS-T имеет прогностическое значение и в отношении смерти от всех причин. Некоторые авторы высказывают предположение, что у больных с увеличением fQRS-T могут быть ограничены компенсаторные возможности сердечно-сосудистой системы при развитии других форм патологии, в частности инфекционных и онкологических заболеваний [7].

В нашей группе у больных, перенесших острый ИМ нижней локализации, увеличение как fQRS-T, так и sQRS-T было связано с более тяжелым течением заболевания – наличием в анамнезе постинфарктного кар-

диосклероза, более обширным поражением миокарда и, как следствие, более низкой ФВ ЛЖ, развитием сердечной недостаточности, ранней постинфарктной стенокардии.

По данным других авторов, больные с ОКС или ИМ с увеличением fQRS-T по сравнению с меньшим fQRS-T были старше [5–8], у них чаще встречались перенесенный ИМ [5, 6, 8], сердечная недостаточность [5, 7, 8], снижение ФВ ЛЖ [4, 7]. Отмечалось более частое наличие многососудистого поражения [5] и поражение ствола левой коронарной артерии [7]. Кроме того, у больных с увеличением fQRS-T ИМбпСТ развивался чаще, чем ИМпСТ [7, 8].

В нашей группе корреляция между fQRS-T и sQRS-T была хотя и достоверной, но не очень сильной, т. е. эти показатели дублировали друг друга лишь частично, что видно из приведенных в нашем исследовании таблиц результатов.

Увеличение fQRS-T, но не sQRS-T, было связано с более частым поражением огибающей артерии и, соответственно, более частым распространением ИМ на боковую стенку ЛЖ. Больные с увеличением fQRS-T были старше, чем без увеличения fQRS-T.

Вместе с тем увеличение sQRS-T по сравнению с увеличением fQRS-T более стабильно ассоциировалось со степенью повреждения миокарда – большим количеством пораженных сегментов, наличием хронической сердечной недостаточности. Увеличение sQRS-T, но не fQRS-T было связано с наличием в анамнезе АГ, хронической болезни почек.

Механизмы увеличения fQRS-T и sQRS-T изучены пока недостаточно. У больных АГ широкое расхождение векторов QRS и ST-T в пространстве (так называемый синдром напряжения) связывают с увеличением массы миокарда ЛЖ, влиянием вегетативной нервной системы, сдвигами в электролитном и кислотно-щелочном балансе, а также процессами электрического ремоделирования миокарда, проявляющимися в изменениях ионных каналов и межклеточных взаимодействий [17]. Кроме того, показано, что у больных АГ с изменениями ST-T по сравнению с пациентами без этих изменений и здоровыми лицами при сопоставимой ФВ ЛЖ значительно снижены продольная деформация, эндокардиальная радиальная деформация, раннее систолическое скручивание по часовой стрелке [18, 19]. Каковы механизмы изменения sQRS-T и fQRS-T у больных ИМ, пока неизвестно.

Необходимо отметить, что по данным литературы, пока не существует общепринятых границ «нормы» sQRS-T и fQRS-T. В ряде работ статистическими методами выбирались пороговые значения fQRS-T, позволяющие с наибольшей точностью прогнозировать наличие

низкой ФВ ЛЖ [13], высокие оценки по шкале SYNTAX [14, 15], смерть от всех причин [7], смерть в стационаре [4]. В этих исследованиях оптимальные пороговые значения fQRS-T составляли от 73,5 до 91°. В некоторых исследованиях за пороговое значение fQRS-T принимались границы верхних терцилей этого показателя, причем у больных с подозрением на ИМбпСТ это значение составило 42° [6], а у больных с ОКС – 104° [8]. В популяционном исследовании [9] патологическими считались значения выше 95-го перцентиля (114° для sQRS-T и 63° для fQRS-T), а пограничными – выше 75-го перцентиля (83° для sQRS-T и 31° для fQRS-T).

При выборе пороговых значений в нашей работе мы пытались найти баланс между двумя требованиями:

- 1) чтобы значения fQRS-T и sQRS-T были достаточно большими для выявления связи с неблагоприятными факторами;
- 2) чтобы численность групп была достаточной для статистического анализа. Возможно, связь этих показателей с тяжестью поражения коронарного русла может ярче проявляться при более низких пороговых значениях, а связь с нарушением сократительной функции миокарда – при более высоких. Это требует дальнейших исследований на более многочисленных группах.

Заключение

В последние годы электрокардиографические показатели, характеризующие взаимоотношения процессов де- и реполяризации желудочков, привлекают большое внимание зарубежных исследователей, но в отечественной литературе эта проблема остается недостаточно освещенной. Нашу работу можно рассматривать как попытку привлечь внимание отечественных кардиологов к данной тематике.

В данной работе мы остановились на инфаркте миокарда нижней локализации, так как их электрокардиографическая диагностика нередко вызывает затруднения [20]. В анализируемой нами группе увеличение fQRS-T и sQRS-T было сопряжено с более тяжелым поражением коронарного русла, снижением фракции выброса левого желудочка и, соответственно, более тяжелым клиническим течением инфаркта миокарда. Как видно из приведенных примеров, обычная ЭКГ не могла дать полного представления о тяжести поражения миокарда у данных больных.

В том, что касается использования fQRS-T и sQRS-T у больных инфарктом миокарда, остается еще много нерешенных вопросов. Пока не выработаны оптимальные пороговые значения данных показателей; не изучена их динамика у больных острым инфарктом миокарда и, соответственно, неясно, в какие сроки от начала инфаркта миокарда наиболее целесообразно их оценивать.

К тому же пока неясно, на какие аспекты лечения больных с увеличением fQRS-T и sQRS-T следует обращать наибольшее внимание, чтобы улучшить их прогноз. Внедрение в практику sQRS-T пока затруднено в связи с необходимостью специального программного обеспечения для его расчета, но по сравнению с fQRS-T этот показа-

тель может нести более полную информацию. Все эти вопросы требуют дальнейших исследований.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 30.07.20

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sakhnova T.A., Blinova E.V., Yurasova E.S. The spatial QRS-T angle and ventricular gradient: diagnostic and prognostic value. *Cardiological Bulletin*. 2017;12(2):70–5. [Russian: Сахнова Т.А., Блинова Е.В., Юрасова Е.С. Пространственный угол QRS-T и желудочковый градиент: диагностическое и прогностическое значение. *Кардиологический вестник*. 2017;12(2):70–5]
2. Zabel M, Acar B, Klingenhoben T, Franz MR, Hohnloser SH, Malik M. Analysis of 12-Lead T-Wave Morphology for Risk Stratification After Myocardial Infarction. *Circulation*. 2000;102(11):1252–7. DOI: 10.1161/01.CIR.102.11.1252
3. Tse G, Gong M, Wong CW, Chan C, Georgopoulos S, Chan YS et al. Total cosine R-to-T for predicting ventricular arrhythmic and mortality outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Non-invasive Electrocardiology*. 2018;23(2):e12495. DOI: 10.1111/anec.12495
4. Colluoglu T, Tanriverdi Z, Unal B, Ozcan EE, Dursun H, Kaya D. The role of baseline and post-procedural frontal plane QRS-T angles for cardiac risk assessment in patients with acute STEMI. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. 2018;23(5):e12558. DOI: 10.1111/anec.12558
5. Sawant AC, Bhardwaj A, Srivatsa S, Sridhara S, Prakash MPH, Kanwar N et al. Prognostic value of frontal QRS-T angle in predicting survival after primary percutaneous coronary revascularization/coronary artery bypass grafting for ST-elevation myocardial infarction. *Indian Heart Journal*. 2019;71(6):481–7. DOI: 10.1016/j.ihj.2019.09.008
6. Strebel I, Twerenbold R, Wussler D, Boeddinghaus J, Nestelberger T, du Fay de Lavallaz J et al. Incremental diagnostic and prognostic value of the QRS-T angle, a 12-lead ECG marker quantifying heterogeneity of depolarization and repolarization, in patients with suspected non-ST-elevation myocardial infarction. *International Journal of Cardiology*. 2019;277:8–15. DOI: 10.1016/j.ijcard.2018.09.040
7. Raposeiras-Roubin S, Virgós-Lamela A, Bouzas-Cruz N, López-López A, Castiñeira-Busto M, Fernández-Garda R et al. Usefulness of the QRS-T Angle to Improve Long-Term Risk Stratification of Patients With Acute Myocardial Infarction and Depressed Left Ventricular Ejection Fraction. *The American Journal of Cardiology*. 2014;113(8):1312–9. DOI: 10.1016/j.amjcard.2014.01.406
8. Lown MT, Munyombwe T, Harrison W, West RM, Hall CA, Morrell C et al. Association of Frontal QRS-T Angle–Age Risk Score on Admission Electrocardiogram With Mortality in Patients Admitted With an Acute Coronary Syndrome. *The American Journal of Cardiology*. 2012;109(3):307–13. DOI: 10.1016/j.amjcard.2011.09.014
9. Zhang Z, Rautaharju PM, Prineas RJ, Tereshchenko L, Soliman EZ. Electrocardiographic QRS-T angle and the risk of incident silent myocardial infarction in the Atherosclerosis Risk in Communities study. *Journal of Electrocardiology*. 2017;50(5):661–6. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2017.05.001
10. May O, Graversen CB, Johansen MØ, Arildsen H. A large frontal QRS-T angle is a strong predictor of the long-term risk of myocardial infarction and all-cause mortality in the diabetic population. *Journal of Diabetes and its Complications*. 2017;31(3):551–5. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2016.12.001
11. Kurisu S, Nitta K, Sumimoto Y, Ikenaga H, Ishibashi K, Fukuda Y et al. Myocardial perfusion defect assessed by single-photon emission computed tomography and frontal QRS-T angle in patients with prior anterior myocardial infarction. *Heart and Vessels*. 2019;34(6):971–5. DOI: 10.1007/s00380-018-01330-9
12. Kurisu S, Nitta K, Sumimoto Y, Ikenaga H, Ishibashi K, Fukuda Y et al. Effects of Myocardial Perfusion Defect on the Frontal QRS-T Angle in Anterior Versus Inferior Myocardial Infarction. *Internal Medicine*. 2020;59(1):23–8. DOI: 10.2169/internalmedicine.3348-19
13. Li Y-H, Ren X-J, Han Z-H, Wang Y-L, Wang Y, Zhang J-R et al. Value of the frontal planar QRS-T angle on cardiac dysfunction in patients with old myocardial infarction. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2013;6(8):688–92. PMID: 24040478
14. Dogan A, Kahraman S. Frontal QRS-T angle predicts coronary atherosclerotic burden in patients with ST segment elevation myocardial infarction. *Journal of Electrocardiology*. 2020;58:155–9. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2019.11.042
15. Erdogan G, Yontar OC, Yenercag M, Gul S, Arslan U. Frontal QRS-T angle predicts syntax score in patients with non-ST elevation myocardial infarction. *Journal of Electrocardiology*. 2020;61:86–91. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2020.06.008
16. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2015;28(1):1-39.e14. DOI: 10.1016/j.echo.2014.10.003
17. Schocken DD. Electrocardiographic left ventricular strain pattern: Everything old is new again. *Journal of Electrocardiology*. 2014;47(5):595–8. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2014.06.005
18. Nakamura N, Hirata K, Imanishi T, Kuroi A, Arita Y, Ikejima H et al. Electrocardiographic strain and endomyocardial radial strain in hypertensive patients. *International Journal of Cardiology*. 2011;150(3):319–24. DOI: 10.1016/j.ijcard.2010.04.049
19. Nishikage T, Takeuchi M, Nakai H, Otsuji Y, Lang RM. Possible link between strain ST-T change on the electrocardiogram and subendocardial dysfunction assessed by two-dimensional speckle-tracking echocardiography. *European Journal of Echocardiography*. 2010;11(5):451–9. DOI: 10.1093/ejehocard/jeq001
20. Ryabykina G.V., Alesenko D.V., Sobolev A.V. Causes of low sensitivity ECG-diagnosis of inferoposterior and posterolateral myocardial infarction. *Cardiological Bulletin*. 2019;14(4):66–75. [Russian: Рябыкина Г.В., Алесенко Д.В., Соболев А.В. Причины низкой чувствительности ЭКГ-диагностики нижнезаднего и заднебокового инфаркта. *Кардиологический вестник*. 2019;14(4):66–75]. DOI: 10.36396/MS.2019.15.4.009