

Выявление систолической дисфункции левого желудочка у пациентов с ишемической болезнью сердца с помощью пространственного и фронтального углов QRS-T электрокардиограммы

Т.А. Сахнова[✉], Е.В. Блинова, Ю.В. Доценко, Т.М. Ускач, Д.В. Дроздов

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России, Москва, Россия

Аннотация

Цель. Оценить возможности пространственного угла QRS-T (*sQRS-Ta*) и фронтального угла QRS-T (*fQRS-Ta*) для выявления низкой фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) у больных с хронической ишемической болезнью сердца (ИБС).

Материалы и методы. Проанализированы данные 287 больных с хронической ИБС, в 80 случаях осложненной хронической сердечной недостаточностью с низкой ФВ ЛЖ. *fQRS-Ta* вычислялся как модуль разницы между осью QRS и осью T во фронтальной плоскости. *sQRS-Ta* рассчитывали с использованием синтезированной векторкардиограммы как пространственный угол между интегральными векторами QRS и T.

Результаты. Значения *fQRS-Ta* в группе составили 70 [25; 141]°, значения *sQRS-Ta* в группе – 96 [55; 148]°. Выявлены корреляционные связи *fQRS-Ta* с ФВ ЛЖ ($r=-0,58$; $p<0,0001$) и *sQRS-Ta* с ФВ ЛЖ ($r=-0,63$; $p<0,0001$). По данным ROC-анализа *fQRS-Ta* с пороговым значением $>90^\circ$ позволял выявлять больных с ФВ ЛЖ $\leq 40\%$ с чувствительностью 85% и специфичностью 75% (площадь под ROC-кривой $0,85\pm 0,03$) и больных с ФВ ЛЖ $\leq 35\%$ с чувствительностью 87% и специфичностью 69% (площадь под ROC-кривой $0,84\pm 0,04$). *sQRS-Ta* с пороговым значением $>125^\circ$ позволял выявлять больных с ФВ ЛЖ $\leq 40\%$ с чувствительностью 86% и специфичностью 82% (площадь под ROC-кривой $0,89\pm 0,03$) и больных с ФВ ЛЖ $\leq 35\%$ с чувствительностью 93% и специфичностью 76% (площадь под ROC-кривой $0,89\pm 0,02$).

Заключение. У больных с хронической ИБС по мере снижения ФВ ЛЖ фронтальный и пространственный углы между векторами QRS и T нарастают. Данные показатели с достаточно высокими чувствительностью и специфичностью позволяют выявлять среди больных с хронической ИБС пациентов со сниженной ФВ ЛЖ.

Ключевые слова: фронтальный угол QRS-T, пространственный угол QRS-T, фракция выброса левого желудочка, синтезированная векторкардиограмма, хроническая ишемическая болезнь сердца

Для цитирования: Сахнова Т.А., Блинова Е.В., Доценко Ю.В., Ускач Т.М., Дроздов Д.В. Выявление систолической дисфункции левого желудочка у пациентов с ишемической болезнью сердца с помощью пространственного и фронтального углов QRS-T электрокардиограммы. Терапевтический архив. 2024;96(4):337–341. DOI: 10.26442/00403660.2024.04.202695

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2024 г.

ORIGINAL ARTICLE

Detection of left ventricular systolic dysfunction in patients with ischemic heart disease using spatial and frontal QRS-T angles of the electrocardiogram

Tamara A. Sakhnova[✉], Elena V. Blinova, Yulia V. Dotsenko, Tatiana M. Uskach, Dmitrii V. Drozdov

Chazov National Medical Research Center of Cardiology, Moscow, Russia

Abstract

Aim. To evaluate the possibilities of the spatial QRS-T angle (*sQRS-Ta*) and the frontal QRS-T angle (*fQRS-Ta*) to detect low left ventricular ejection fraction (LVEF) in patients with chronic coronary heart disease.

Materials and methods. We analyzed the data of 287 patients with chronic coronary artery disease, in 80 cases complicated by chronic heart failure with low LVEF. *fQRS-Ta* was calculated as absolute value of the difference between the frontal plane QRS and T axes. *sQRS-Ta* was calculated using the synthesized vectorcardiogram as a spatial angle between the integral QRS and T vectors.

Results. The *fQRS-Ta* values in the group were 70 [25; 141]°. *sQRS-Ta* values in the group were 96 [55; 148]°. There were correlations between *fQRS-Ta* and LVEF ($r=-0,58$; $p<0,0001$) and *sQRS-Ta* with LVEF ($r=-0,63$; $p<0,0001$). According to the ROC analysis, *fQRS-Ta* with a threshold value of $>90^\circ$ made it possible to identify patients with LVEF $\leq 40\%$ with a sensitivity of 85% and a specificity of 75% (area under the ROC curve $0,85\pm 0,03$) and patients with LVEF $\leq 35\%$ with 87% sensitivity and 69% specificity (area under the ROC curve $0,84\pm 0,04$). *sQRS-Ta* with a threshold value of $>125^\circ$ made it possible to identify patients with LVEF $\leq 40\%$ with a sensitivity of 86% and a specificity of 82% (area under the ROC curve $0,89\pm 0,03$) and patients with LVEF $\leq 35\%$ with sensitivity 93% and specificity 76% (area under the ROC curve $0,89\pm 0,02$).

Conclusion. In patients with chronic coronary artery disease, as the LVEF decreases, the frontal and spatial angles between the QRS and T vectors increase. These indicators with sufficiently high sensitivity and specificity make it possible to identify patients with reduced LVEF among patients with chronic coronary artery disease.

Keywords: frontal QRS-T angle, spatial QRS-T angle, left ventricular ejection fraction, synthesized vectorcardiogram, chronic ischemic heart disease

For citation: Sakhnova TA, Blinova EV, Dotsenko YuV, Uskach TM, Drozdov DV. Detection of left ventricular systolic dysfunction in patients with ischemic heart disease using spatial and frontal QRS-T angles of the electrocardiogram. Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.). 2024;96(4):337–341. DOI: 10.26442/00403660.2024.04.202695

Информация об авторах / Information about the authors

[✉]Сахнова Тамара Анатольевна – канд. мед. наук, ст. науч. сотр. лаб. электрокардиографии Научно-исследовательского института клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова. E-mail: tamara-sahnova@mail.ru

[✉]Tamara A. Sakhnova. E-mail: tamara-sahnova@mail.ru; ORCID: 0000-0002-5543-7184

Блинова Елена Валентиновна – канд. мед. наук, науч. сотр. лаб. электрокардиографии Научно-исследовательского института клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова

Elena V. Blinova. ORCID: 0000-0001-8725-7084

Введение

Оценка фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) является важным элементом диагностики и стратификации риска у больных с ишемической болезнью сердца (ИБС). У пациентов с ИБС выявление систолической дисфункции важно как с точки зрения определения прогноза, так и для оптимизации подходов к медикаментозному и немедикаментозному лечению [1, 2].

Высокая распространенность ИБС в популяции заставляет искать способы повышения информативности дешевых, широкодоступных методов, в частности ЭКГ, для своевременного выявления больных с высоким риском сердечно-сосудистых осложнений.

В последние годы неоднократно предпринимались попытки использовать ЭКГ для предварительного отбора пациентов с подозрением на наличие систолической дисфункции ЛЖ. В качестве ЭКГ-изменений, позволяющих заподозрить наличие низкой ФВ ЛЖ, упоминают фибрилляцию предсердий, блокаду левой ножки пучка Гиса, электрокардиостимуляцию желудочков. Обещающие результаты получены при решении подобных задач с привлечением искусственного интеллекта. Еще одним подходом к повышению информативности ЭКГ может стать изучение сложных трехмерных показателей, которые в настоящее время возможно вычислить с использованием обычных цифровых электрокардиограмм в 12 отведениях.

Цель работы – оценить возможности пространственного угла $QRS-T$ ($sQRS-Ta$) и фронтального угла $QRS-T$ ($fQRS-Ta$) для выявления низкой ФВ ЛЖ у больных с хронической ИБС и хронической сердечной недостаточностью (ХСН).

Материалы и методы

Из медицинской информационной системы отобрали истории болезни 287 пациентов с верифицированной хронической ИБС: 229 (80%) мужчин и 58 (20%) женщин, в возрасте 62 [55; 69] лет, находившихся на лечении в НИИМК им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦК им. акад. Е.И. Чазова». Диагноз ИБС устанавливался на основании комплексного клинико-инструментального обследования, включавшего проведение коронарографии. Диагноз ХСН поставлен в соответствии с действующими клиническими рекомендациями [3], все пациенты с ХСН имели повышенные уровни мозгового натрийуретического пептида выше референтных значений.

В исследование не включались пациенты с искусственным ритмом желудочков.

Электрокардиография

Регистрация и обработка цифровых ЭКГ производились с помощью компьютерного электрокардиографа

с программным обеспечением Easy ECG (Атес Медика, Россия). Указанное программное обеспечение позволяет в автоматическом режиме преобразовать обычную 10-секундную запись ЭКГ в 12 отведениях в векторкардиограмму (ВКГ), произвести разметку усредненного кардиокомплекса и вычислить ряд количественных показателей ЭКГ и ВКГ. Регистрация ЭКГ производилась без фильтрации сигнала в полосе частот 0,05–150 Гц. ВКГ рассчитывалась в системе МакФи–Парунгао.

В данной работе $fQRS-Ta$ вычислялся как модуль разницы между осью QRS и осью T во фронтальной плоскости (при его значениях больше 180° значение угла $fQRS-Ta$ приводилось к минимальному путем вычитания из 360°); $sQRS-Ta$ рассчитывали с использованием синтезированной ВКГ как пространственный угол между интегральными векторами QRS и T .

Эхокардиография

Для проведения трансоракальной эхокардиографии (ЭхоКГ) использовался ультразвуковой прибор Vivid 9, США. Для вычисления ФВ ЛЖ применялся биплановый метод дисков (модифицированный метод Симпсона) в В-режиме.

Статистический анализ

Статистический анализ данных проводился с использованием программного обеспечения MedCalc, (MedCalc Software BVBA, Бельгия). Непрерывные переменные представлены в виде медианы и межквартильного размаха [Q25; Q75]. Качественные переменные представлены в абсолютных и относительных величинах. Для оценки различий двух независимых количественных переменных использовался критерий Манна–Уитни. Для определения взаимосвязи между переменными проводился корреляционный анализ Спирмена. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$. Для описания информативности показателей использовали характеристические кривые (ROC-кривые). Чувствительность и специфичность критериев вычисляли по общепринятым формулам.

Результаты

Характеристики пациентов на момент обследования представлены в **табл. 1**.

Значения $fQRS-Ta$ в группе составили $70 [25; 141]^\circ$. Значения $sQRS-Ta$ в группе составили $96 [55; 148]^\circ$. Статистически значимых различий как $fQRS-Ta$, так и $sQRS-Ta$ в зависимости от пола не обнаружено, хотя имелась тенденция к более высоким значениям $fQRS-Ta$ и $sQRS-Ta$ у мужчин: $fQRS-T$ у мужчин – $75 [29; 143]^\circ$, у женщин – $58 [17; 124]^\circ$ ($p=0,10$); $sQRS-Ta$ у мужчин – $99 [59; 149]^\circ$, у женщин – $89 [48; 137]^\circ$ ($p=0,068$). Коэффициент корреляции между $fQRS-Ta$ и $sQRS-Ta$ составил $0,78$ ($p < 0,001$).

Информация об авторах / Information about the authors

Доценко Юлия Владимировна – канд. мед. наук, мл. науч. сотр. отд. проблем атеросклероза Научно-исследовательского института клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова

Ускач Татьяна Марковна – д-р мед. наук, вед. науч. сотр. отд. заболеваний миокарда и сердечной недостаточности Научно-исследовательского института клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова

Дроздов Дмитрий Владимирович – канд. мед. наук, рук. лаб. электрокардиографии Научно-исследовательского института клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова

Yulia V. Dotsenko.

Tatiana M. Uskach. ORCID: 0000-0003-4318-0315

Dmitrii V. Drozdov. ORCID: 0000-0001-7374-3604

Таблица 1. Характеристики пациентов на момент обследования

Table 1. Patient characteristics at the time of examination

Характеристика	Значение
Возраст, лет	61,8±9,8
Мужской пол, абс. (%)	229 (80)
Артериальная гипертония, абс. (%)	242 (84)
Гиперлипидемия, абс. (%)	118 (41)
СД, абс. (%)	63 (22)
ИМ в анамнезе, абс. (%)	191 (67)
Чрескожное коронарное вмешательство в анамнезе, абс. (%)	113 (39)
Коронарное шунтирование в анамнезе, абс. (%)	23 (8)
ЧСС, уд/мин	65 [59; 76]
Курение с настоящее время, абс. (%)	68 (24)
Курение в анамнезе, абс. (%)	91 (32)
ИМТ, кг/м ²	29 [26; 31]
ИМТ>25 кг/м ² , абс. (%)	150 (52)
ФВ ЛЖ, %	60 [39; 60]
ФВ ЛЖ≤40%, абс. (%)	80 (28)
ФВ ЛЖ≤35%, абс. (%)	54 (19)

Примечание. ЧСС – частота сердечных сокращений, ИМТ – индекс массы тела.

Корреляционные связи с возрастом как у *fQRS-Ta* ($r=0,16$; $p=0,006$), так и у *sQRS-Ta* ($r=0,12$; $p=0,047$) являлись слабыми, хотя и статистически значимыми.

Выявлены корреляционные связи *fQRS-Ta* с ФВ ЛЖ ($r=-0,58$; $p<0,0001$) и *sQRS-Ta* с ФВ ЛЖ ($r=-0,63$; $p<0,0001$). Как видно из рис. 1, по мере снижения ФВ ЛЖ значения *fQRS-Ta* и *sQRS-Ta* закономерно нарастают. Различия в значениях данных параметров для всех типов ХСН в зависимости от ФВ ЛЖ оказались статистически значимыми.

Учитывая значение применения у пациентов с ИБС имплантируемых сердечных устройств, критерием отбора для которых является снижение ФВ ЛЖ менее 35%, проведен дополнительный анализ чувствительности и специфичности значений фронтального и пространственного углов QRS-T для этой категории пациентов. Результаты ROC-анализа изученных показателей при выделении из общей группы больных с хронической ИБС пациентов с ФВ ЛЖ≤35% по сравнению с ФВ ЛЖ≤40% представлены в табл. 2.

Таким образом, проведенный ROC-анализ показал, что изученные показатели позволяют выделять из общей группы больных с хронической ИБС пациентов как с ФВ ЛЖ≤40%, так и пациентов с ФВ ЛЖ≤35%. При оптимальных пороговых значениях большей информативностью (как чувствительностью, так и специфичностью) обладал *sQRS-Ta*. Иллюстрациями выявленных закономерностей могут служить следующие клинические примеры.

Пример 1

На рис. 2 представлены ЭКГ и ВКГ больного 65 лет. Диагноз: ИБС: постинфарктный кардиосклероз, стенози-

Таблица 2. Результаты ROC-анализа изученных показателей при выделении из общей группы больных с хронической ИБС пациентов с ФВ ЛЖ≤40% и пациентов с ФВ ЛЖ≤35%

Table 2. The results of the ROC-analysis of the studied indicators in the selection of patients with LVEF ≤40% and patients with LVEF ≤35% from the general population of patients with chronic coronary artery disease (CAD)

Показатель	AUC±SE	Порог, градусы	Чувствительность, %	Специфичность, %
ФВ ЛЖ≤40%				
<i>sQRS-Ta</i>	0,89±0,03	>125	86	82
<i>fQRS-Ta</i>	0,85±0,03	>90	85	75
ФВ ЛЖ≤35%				
<i>sQRS-Ta</i>	0,89±0,02	>125	93	76
<i>fQRS-Ta</i>	0,84±0,04	>90	87	69

Примечание. AUC – площадь под ROC-кривой, SE – стандартная ошибка.

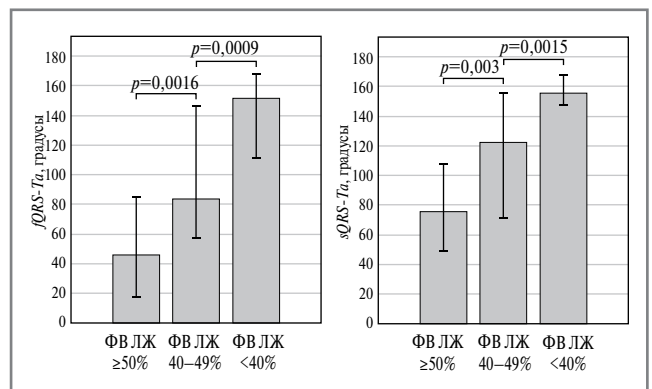


Рис. 1. Значения (медиана [25; 75-й процентиль]) *fQRS-Ta* и *sQRS-Ta* в зависимости от величины ФВ ЛЖ.

Fig. 1. The values (median [25th; 75th percentile]) of the frontal QRS-T angle (*fQRS-Ta*) and the spatial QRS-T angle (*sQRS-Ta*) depending on the value of the left ventricular ejection fraction (LVEF).

рующий атеросклероз коронарных артерий. ХСН 2а стадии, II функционального класса (NYHA). Гипертоническая болезнь III стадии, 3-й степени. Риск 4 (очень высокий). Гиперлипидемия. Сахарный диабет (СД) 2-го типа.

Коронарография: передняя нисходящая артерия в среднем сегменте окклюзирована; огибающая артерия с неровными контурами; артерия тупого края в проксимальной трети субтотально стенозирована; правая коронарная артерия в проксимальном сегменте субтотально стенозирована; задняя боковая артерия в проксимальной трети окклюзирована; задняя нисходящая артерия в проксимальной трети субтотально стенозирована.

ЭхоКГ: расширены левые камеры сердца; зона акинезии с истончением передней стенки, межжелудочковой перегородки (верхушечные и частично средние сегменты) с дискинезом в этой области; глобальная систолическая функция ЛЖ снижена (ФВ ЛЖ 35%).

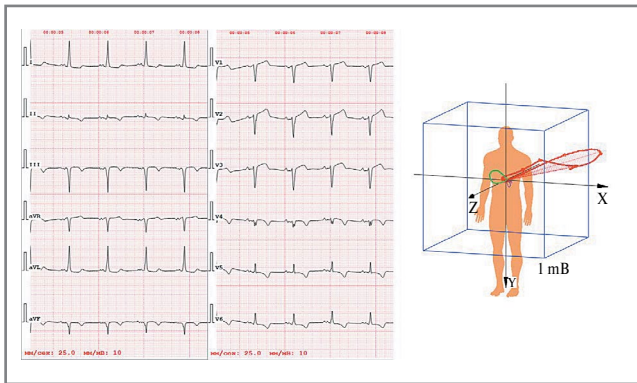


Рис. 2. ЭКГ и ВКГ больного с ИБС 65 лет с ФВ ЛЖ 35%. Ось QRS 27°, ось T 141°, $fQRS-Ta$ 114°, $sQRS-Ta$ 152°.

Fig. 2. ECG and vectorcardiography of a 65-year-old CAD patient with LVEF of 35%. QRS axis is 27°, T axis is 141°, $fQRS-Ta$ is 114°, $sQRS-Ta$ is 152°.

Пример 2

На рис. 3 представлены ЭКГ и ВКГ больного 64 лет. Диагноз: ИБС: постинфарктный кардиосклероз, стенозирующий атеросклероз коронарных артерий. ХСН 2а стадии, II функционального класса (NYHA). Гипертоническая болезнь III стадии, достигнут целевой уровень артериального давления. Риск 4 (очень высокий). Дислипидемия.

Коронарография: передняя нисходящая артерия в среднем сегменте окклюзирована; 1-я диагональная артерия в проксимальной трети суботально стенозирована; огибающая артерия с неровными контурами; правая коронарная артерия с неровными контурами.

ЭхоКГ: полости сердца не увеличены; зона гипоакинезии миокарда по передней, передне-перегородочной стенкам (верхушечный сегмент). ФВ ЛЖ 57%.

Обсуждение

Изучение $sQRS-Ta$ и $fQRS-Ta$ привлекает внимание ученых уже на протяжении двух десятилетий. Проведенный в 2015 г. метаанализ, включивший 22 исследования и более 160 тыс. лиц, продемонстрировал связь увеличения $sQRS-Ta$ и $fQRS-Ta$ с более высокой частотой смерти от всех причин как в общей популяции, так и среди пациентов с подозрением на ИБС и среди больных с сердечной недостаточностью [4]. Однако точные патогенетические механизмы отрицательного прогностического значения увеличения этих показателей пока не до конца ясны.

$sQRS-Ta$ и $fQRS-Ta$ относят к так называемым показателям глобальной электрической гетерогенности миокарда; считается, что их изменения зависят от формы и длительности потенциалов действия в разных областях миокарда желудочков. У больных с ИБС на них могут оказывать влияние как изменение характеристик потенциала действия в зоне ишемии, так процессы электрического ремоделирования, связанные с изменениями ионных каналов и межклеточных соединений.

Выявленная нами связь увеличения $fQRS-Ta$ и $sQRS-Ta$ со снижением ФВ ЛЖ у больных с хронической ИБС согласуется с данными литературы. Так, в работе Е. Кауа и соавт. [5] среди пациентов со стабильной стенокардией, направленных на коронарное шунтирование, у пациентов с увеличенным $fQRS-Ta$ ФВ ЛЖ оказалась значительно ниже, при этом увеличенный $fQRS-Ta$ стал независимым предиктором потребности в вазопрессорной поддержке в послеоперационном периоде и, соответственно, увеличения продолжительности пребывания в стационаре.

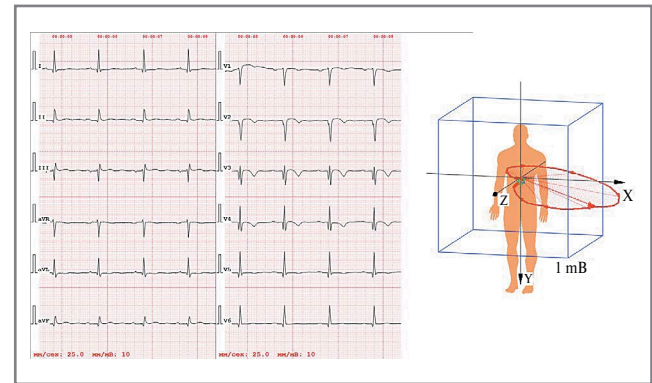


Рис. 3. ЭКГ и ВКГ больного с ИБС 64 лет с ФВ ЛЖ 57%. Ось QRS 34°, ось T 87°, $fQRS-Ta$ 53°, $sQRS-Ta$ 50°.

Fig. 3. ECG and vectorcardiography of a 64-year-old CAD patient with LVEF of 57%. QRS axis is 34°, T axis is 87°, $fQRS-Ta$ is 53°, $sQRS-Ta$ is 50°.

Однако есть данные о связи увеличения $sQRS-Ta$ у больных с хронической ИБС с наличием сопутствующих артериальной гипертонии, гиперлипидемии, СД и ожирения [11].

Возможно, на показатели глобальной электрической гетерогенности миокарда могут влиять и какие-то иные, пока неучтенные факторы. Так, высокие значения $fQRS-Ta$ (больше 120°) сохранялись у 15% пациентов со стабильной ИБС после операции реваскуляризации миокарда и программы кардиореабилитации, что являлось независимым предиктором общей и сердечно-сосудистой смертности при наблюдении в течение 4 лет [12].

Однако есть данные о связи увеличения $sQRS-Ta$ у больных с хронической ИБС с наличием сопутствующих артериальной гипертонии, гиперлипидемии, СД и ожирения [11].

Возможно, на показатели глобальной электрической гетерогенности миокарда могут влиять и какие-то иные, пока неучтенные факторы. Так, высокие значения $fQRS-Ta$ (больше 120°) сохранялись у 15% пациентов со стабильной ИБС после операции реваскуляризации миокарда и программы кардиореабилитации, что являлось независимым предиктором общей и сердечно-сосудистой смертности при наблюдении в течение 4 лет [12].

Заключение

У больных с хронической ИБС по мере снижения ФВ ЛЖ фронтальный и пространственный углы между векторами QRS и T нарастают. Применение данных показателей позволяет предположить наличие у пациента ХСН с сохраненной, умеренно сниженной и низкой ФВ ЛЖ со статистической значимостью различий для каждого типа ХСН. Определение фронтального и пространственного углов с достаточно высокими чувствительностью и специфичностью позволяет выявлять среди больных с хронической ИБС пациентов со сниженной ФВ ЛЖ.

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

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval

of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Информированное согласие на публикацию. Пациенты подписали форму добровольного информированного согласия на публикацию медицинской информации.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

Список сокращений

ВКГ – векторкардиограмма

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИМ – инфаркт миокарда

ЛЖ – левый желудочек

СД – сахарный диабет

ФВ – фракция выброса

ХСН – хроническая сердечная недостаточность

ЭКГ – электрокардиография, электрокардиограмма

Эхо-КГ – эхокардиография, эхокардиограмма

$fQRS-Ta$ – фронтальный угол QRS-T

$sQRS-Ta$ – пространственный угол QRS-T

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(11):4076 [2020 Clinical practice guidelines for Stable coronary artery disease. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(11):4076 (in Russian)]. DOI:10.15829/1560-4071-2020-4076
2. Карпов Ю.А., Барбараш О.Л., Бощенко А.А., и др. Евразийские клинические рекомендации по диагностике и лечению стабильной ишемической болезни сердца (2020–2021). *Евразийский кардиологический журнал*. 2021;3:54–93 [Karpov YuA, Barbarash OL, Boschenko AA, et al. Eurasian Guidelines for the diagnostics and management of stable coronary artery disease (2020–2021). *Eurasian Heart Journal*. 2021;3:54–93 (in Russian)]. DOI:10.38109/2225-1685-2021-3-54-93
3. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(11):4083 [2020 Clinical practice guidelines for Chronic heart failure. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(11):4083 (in Russian)]. DOI:10.15829/1560-4071-2020-4083
4. Zhang X, Zhu Q, Zhu L, et al. Spatial/Frontal QRS-T Angle Predicts All-Cause Mortality and Cardiac Mortality: A Meta-Analysis. *PLoS ONE*. 2015;10(8):e0136174. DOI:10.1371/journal.pone.0136174
5. Kaya E, Karabacak K, Kadan M, et al. Preoperative frontal QRS-T angle is an independent correlate of hospital length of stay and predictor of haemodynamic support requirement following off-pump coronary artery bypass graft surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2015;21(1):96–101. DOI:10.1093/icvts/ivv084
6. Zadeh B, Wambach JM, Lamberts M, et al. QRS-T-angle in Patients with ST-Segment Elevation Myocardial Infarction (STEMI) – a Comparison with Cardiac Magnetic Resonance Imaging. *Int J Med Sci*. 2020;17(15):2264–8. DOI:10.7150/ijms.44312
7. Akin H, Bilge Ö. Relationship between frontal QRS-T duration and the severity of coronary artery disease in who were non-diabetic and had stable angina pectoris. *Anatol J Cardiol*. 2021;25(8):572–8. DOI:10.5152/AnatolJCardiol.2021.33232
8. Kahraman S, Kalkan AK, Turkyilmaz AB, et al. Frontal QRS-T angle is related with hemodynamic significance of coronary artery stenosis in patients with single vessel disease. *Anatol J Cardiol*. 2019;22(4):194–201. DOI:10.14744/AnatolJCardiol.2019.99692
9. Dogan A, Kahraman S. Frontal QRS-T angle predicts coronary atherosclerotic burden in patients with ST segment elevation myocardial infarction. *J Electrocardiol*. 2020;58:155–9. DOI:10.1016/j.jelectrocard.2019.11.042
10. Uzun F, Güner A, Demir AR, et al. Improvement of the frontal QRS-T angle after successful percutaneous coronary revascularization in patients with chronic total occlusion. *Coron Artery Dis*. 2020;31(8):716–21. DOI:10.1097/MCA.0000000000000935
11. Сахнова Т.А., Блинова Е.В., Доценко Ю.В., и др. Сопоставление интегральных показателей векторкардиограммы с клиническими данными у больных хронической ишемической болезнью сердца. *Евразийский кардиологический журнал*. 2018;3:38–43 [Sakhnova TA, Blinova EV, Dotsenko YuV, et al. Comparison of the integral indices of the vectorcardiogram with clinical data in patients with chronic coronary heart disease. *Eurasian Cardiological Journal*. 2018;3:38–43 (in Russian)].
12. Lazzeroni D, Bini M, Camaiera U, et al. Prognostic value of frontal QRS-T angle in patients undergoing myocardial revascularization or cardiac valve surgery. *J Electrocardiol*. 2018;51(6):967–72. DOI:10.1016/j.jelectrocard.2018.08.028

Статья поступила в редакцию / The article received: 19.04.2023



OMNIDOCTOR.RU