

# Прогностические показатели векторэлектрокардиографии у пациентов с хронической сердечной недостаточностью со сниженной фракцией выброса левого желудочка

А. К. Ваштанян<sup>1</sup>, Т. М. Ускач<sup>1,2</sup>, В. А. Аманатова<sup>1</sup>, Т. А. Сахнова<sup>1</sup>, Е. В. Блинова<sup>1</sup>, Д. В. Дроздов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е. И. Чазова» Минздрава России

<sup>2</sup> ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Вычислительная векторэлектрокардиография (вЭКГ) – метод визуализации суммарного электрического вектора сердца в 3-мерном пространстве на основе 12 отведений и известной вычислительной процедуры. вЭКГ может быть дополнительным методом оценки тяжести и прогноза пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН).

**Цель.** Определить параметры вЭКГ, связанные с неблагоприятным прогнозом у пациентов с ХСН со сниженной фракцией выброса (ХСНФВ).

**Материалы и методы.** Проанализированы вЭКГ 100 пациентов с ХСНФВ. Всем пациентам проводилось исходно клиническое обследование, эхокардиография и определение натрийуретического пептида (NT-proBNP). Включались пациенты как с ишемической (55 человек, из них 10 скончались), так и не ишемической (45 человек, из них 6 скончались) этиологией. В ходе наблюдения в течение 24 месяцев фиксировались летальные исходы. Оценивалась взаимосвязь показателей вЭКГ и NT-proBNP с прогнозом пациентов.

**Результаты.** Всего в исследовании скончалось 16 пациентов. По данным вЭКГ выжившие пациенты имели меньший пространственный угол QRS-T, по сравнению с умершими ( $p=0,025$ ). Выявлена тенденция к более низкому индексу планарности в группе скончавшихся пациентов ( $p=0,09$ ). Проведен ROC-анализ, по результатам которого с чувствительностью 76,5% и специфичностью 62,7% было получено отрезное значение  $156^\circ$  пространственного угла QRS-T, при превышении которого будет увеличиваться вероятность летального исхода ( $p=0,002$ ). Была выявлена зависимость летального исхода у пациентов с величиной угла QRS-T более  $156^\circ$  и уровня NT-proBNP ( $p=0,017$ ). Пороговое значение неблагоприятного прогноза для NT-proBNP составило 927,1 пг/мл.

**Заключение.** Метод вЭКГ является доступным и перспективным в диагностике и наблюдении пациентов с ХСНФВ. Наиболее информативными показателями вЭКГ для выявления подозрения на ХСНФВ являются пространственный угол QRS-T и индекс планарности. Полученные в данном исследовании результаты позволяют говорить о прогностическом значении величины угла QRS-T для пациентов с ХСНФВ.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** хроническая сердечная недостаточность, мозговой натрийуретический пептид (NT-proBNP), вычислительная векторэлектрокардиография, пространственный угол QRS-T, индекс планарности.

## Prognostic indicators of vector electrocardiography in patients with chronic heart failure with reduced left ventricular ejection fraction

A. K. Vashtanyan<sup>1</sup>, T. M. Uskach<sup>1,2</sup>, V. A. Amanatova<sup>1</sup>, T. A. Sakhnova<sup>1</sup>, E. V. Blinova<sup>1</sup>, D. V. Drozdov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budget Organization National Medical Research Center of Cardiology named after academician E. I. Chazov, Ministry of Healthcare Russian Federation

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education «Russian Medical Academy of Continuous Professional Education» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation

## SUMMARY

**Relevance.** Computed vector electrocardiography (VECG) is a method of visualization of the total electrical vector of the heart in 3-dimensional space based on 12 leads and a known computational procedure. VECG may be an additional method to assess the severity and prognosis of patients with chronic heart failure (CHF).

**Objective.** To determine VECG parameters associated with unfavorable prognosis in patients with CHF with reduced ejection fraction (CHFpEF).

**Materials and methods.** VECGs of 100 patients with CHFpEF were analyzed. All patients underwent baseline clinical examination, echocardiography and natriuretic peptide (NT-proBNP) determination. Patients with both ischemic (55 patients, of whom 10 died) and non-ischemic (45 patients, of whom 6 died) etiologies were included. During follow-up for 24 months, fatal outcomes were recorded. The correlation of ECG and NT-proBNP parameters with patients' prognosis was evaluated.

**Results.** A total of 16 patients died in the study. According to VECG data the surviving patients had lower spatial QRS-T angle in comparison with the deceased ones ( $p=0,025$ ). There was a trend towards lower planarity index in the group of deceased patients ( $p=0,09$ ). ROC-analysis was carried out, according to the results of which with sensitivity 76,5% and specificity 62,7% the cut-off value of  $156^\circ$  of QRS-T spatial angle was obtained, exceeding which the probability of lethal outcome will increase ( $p=0,002$ ). There was a correlation between lethal outcome in patients with a QRS-T angle value greater than  $156^\circ$  and NT-proBNP level ( $p=0,017$ ). The threshold value of unfavorable prognosis for NT-proBNP was 927.1 pg/ml.

**Conclusion.** The VECG method is available and promising in the diagnosis and monitoring of patients with CHFpEF. The most informative parameters of ECG for detection of suspicion of CHFpEF are spatial QRS-T angle and planarity index. The results obtained in this study allow us to speak about the prognostic value of the QRS-T angle for patients with CHFpEF.

**KEYWORDS:** chronic heart failure, brain natriuretic peptide (NT-proBNP), computational vector electrocardiography, spatial QRS-T angle, planarity index.

## ВВЕДЕНИЕ

Хроническая сердечная недостаточность со сниженной фракцией выброса левого желудочка (ХСНФВ) является одной из серьезнейших проблем у пациентов кардиологического профиля.

Несмотря на определенные успехи, достигнутые в лечении больных с ХСН в течение последних десятилетий, прогноз дан-

ного заболевания остается неблагоприятным и имеет тенденцию к росту [1]. Важным аспектом в лечении пациентов с ХСН является необходимость частых госпитализаций, связанных с декомпенсацией сердечной недостаточности (СН) [2]. Снижение количества декомпенсаций пациентов и связанных с ней госпитализаций возможно только за счет использования современных

методов лечения. Согласно имеющимся данным в Российской Федерации основными причинами ХСН являются артериальная гипертензия (АГ) и ишемическая болезнь сердца (ИБС). Их комбинация встречается у половины пациентов. К другим, не менее важным, причинам ХСН относятся различные пороки сердца (4,3%), миокардиты (3,6%). Примерно половина больных ХСН имеют сниженную фракцию выброса левого желудочка [2].

У больных ХСНнФВ отмечается высокая частота сердечных сокращений, чаще присутствует фибрилляция предсердий (ФП), блокада левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ), блокада передней ветви левой ножки (БПВЛНПГ) пучка Гиса [3], блокада правой ножки пучка Гиса (БПНПГ) [4, 5, 6].

Своевременная диагностика и начало медикаментозной терапии являются главными факторами, способствующими снижению заболеваемости и повышению выживаемости у данной группы пациентов [7].

В настоящее время у пациентов с возможным диагнозом ХСН проводится определение уровня натрийуретических пептидов в крови, а также проведение эхокардиографии (ЭхоКГ) с целью подтверждения диагноза и установления фенотипа ХСН. Регистрация ЭКГ является неотъемлемой частью диагностического алгоритма ХСН. Она позволяет проводить дифференциальную диагностику этиологии ХСН. В то же время для оценки прогноза и динамики течения ХСН ЭКГ применяется недостаточно. С этой целью могут быть использованы расширенные методы ЭКГ. Векторэлектрокардиография (ВКГ) — метод исследования сердца, принцип которого заключается в регистрации изменений за сердечный цикл суммарного вектора электродвижущих сил сердца в проекции его на плоскость, а не на линию (ось отведения) как при электрокардиографии. Ранее для регистрации ВКГ использовались специализированные системы наложения электродов и формирования отведений ЭКГ в специализированных аппаратах. В настоящее время векторкардиографический подход реализуется путем специальных (матричных) вычислительных процедур в цифровых аппаратах ЭКГ с получением вычислительной вектор-ЭКГ (вЭКГ).

вЭКГ способствует ранней диагностике у пациентов с такими заболеваниями, как гипертоническая болезнь (ГБ), ишемическая болезнь сердца (ИБС) [8], однако данных по применению на разных этапах диагностики и оценки течения ХСН со сниженной ФВЛЖ в настоящее время нет.

Целью настоящего исследования явилось изучение параметров вЭКГ, связанных с неблагоприятным прогнозом у пациентов с ХСН.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование было включено 100 амбулаторных пациентов с ХСН. Критериями включения в исследования являлись: ХСН с низкой фракцией выброса (ФВ  $\leq 40\%$ ); II–IV функциональный класс ХСН по NYHA; возраст пациента старше 18 лет; установленный диагноз ХСН в течение как мини-

мум 3 месяцев; терапия ХСН в течение как минимум 3 месяцев; подписанное согласие пациента на участие в исследовании.

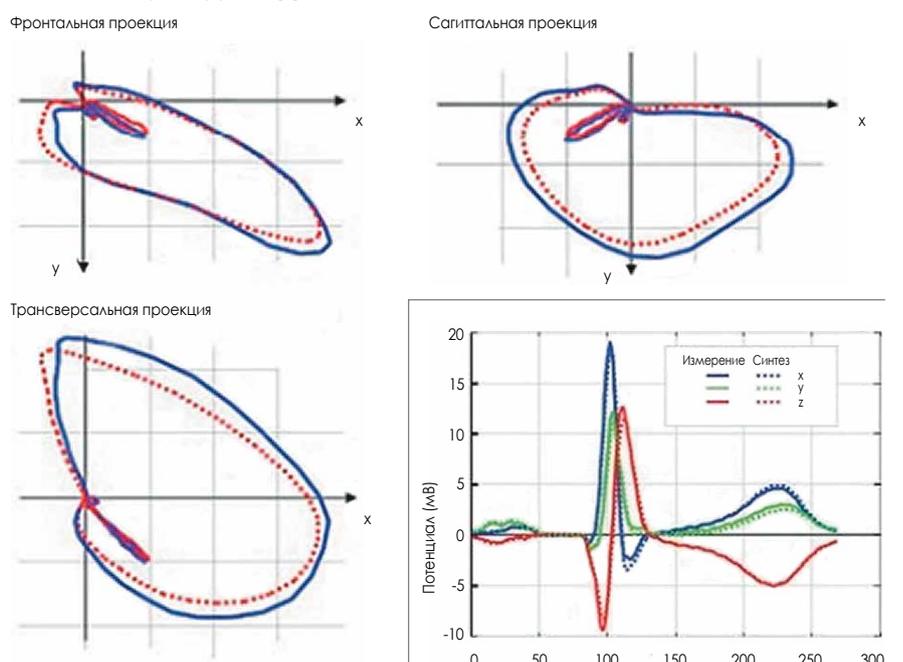
Критерии исключения: отказ пациента от участия в исследовании; острые заболевания и операции, которые, по мнению исследователя, могли бы отрицательно повлиять на прогноз: перенесенные в течение 3 месяцев миокардит, инфаркт миокарда, коронарное шунтирование, имплантации устройств; общее состояние, ограничивающее ожидаемую продолжительность жизни до 1 года.

Всем пациентам проводилось исходно клиническое обследование, включающее в себя регистрацию ЭКГ в 12 общепринятых отведениях.

ЭКГ была записана в положении лежа и при свободном дыхании с использованием специального модуля для регистрации и передачи данных, называемого “EASY ECG”. Для этого были использованы 12 общепринятых отведений в модульной системе, и частота дискретизации сигнала составляла 500 Гц. После регистрации были отключены все фильтры, а затем с помощью программного обеспечения была создана вЭКГ в ортогональных отведениях по МакФи-Парунгао. Этот метод обработки был разработан в сотрудничестве с лабораторией ЭКГ ФГБУ «НМИЦК им. Е. И. Чазова» и ИППИ РАН. ЭКГ регистрировалась в автоматическом режиме и продолжительностью 10 секунд. Разрешение по амплитуде составляло приблизительно 0,5 мкВ/разряд, а эффективная полоса пропускания фильтров составляла от 0,05 до 150 Гц. [9].

Для всех проанализированных вЭКГ были оценены: Угол между интегральными векторами QRS и T, индекс планарности — классический (отношение длины вектора геометрической площади к пространственной площади петли QRS), индекс планарности 2 — отношение площади проекции петли QRS на плоскость наилучшего приближения (без учета площади перегибов) к пространственной площади петли QRS, индекс планарности 3 — отношение площади проекции петли QRS

Рисунок 1. Измеренные (сплошная линия) и синтезированные (пунктир) ВКГ системой отведений по Макфи-Парунгао [9]



на плоскость наилучшего приближения (с добавлением площади перегибов) к пространственной площади петли QRS.

Также всем пациентам при включении в исследование проводилась двухмерная эхокардиография, режим M-mode, доплероэхокардиография, режим цветного доплеровского картирования кровотока. Исследование сохранялось в цифровом формате для анализа в автономном режиме. В дальнейшем изображение обрабатывалось на рабочей станции EchoPac (version 6.1, General Electric Medical Health). Выполнялась оценка ФВ ЛЖ (biplane Simpson).

Проводилось определение уровня мозгового натрийуретического пептида в плазме крови (NT-proBNP) при включении в исследование.

Продолжительность исследования составила 24 месяца. Включались пациенты как с ишемической (55 человек, из них 10 скончались), так и не ишемической (45 человек, из них 6 скончались) этиологий. В ходе наблюдения фиксировались летальные исходы.

Статистический анализ данных осуществляли с помощью табличного процессора Excel 2010 и пакета статистических программ STATISTICA 10 (StatSoft Inc., США). Качественные величины представлены как абсолютные значения и проценты. Использовались следующие методы статистического анализа: U-критерий Манна-Уитни. Выборочные параметры, приводимые в таблице, представлены в виде M (sd) и Me [Lq; Uq], где M — среднее, sd — стандартное отклонение, Me — медиана, Lq; Uq —

межквартильный размах. Уровень различий считался достоверным при  $p < 0.05$ , значения  $0.05 < p < 0.10$  интерпретировались как тенденция. С применением receiver operating characteristics (ROC)-анализа оценивалась прогностическая ценность количественных переменных и моделей, а также их чувствительность и специфичность.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Общая клинико-демографическая характеристика включенных в исследование пациентов представлена в таблице 1.

Всем пациентам исходно при включении регистрировались параметры ВЭКГ. Всего было проанализировано более 20 параметров. В таблице 2 представлены наиболее значимые исходные параметры ВЭКГ, показатели которых могут иметь значение для оценки прогноза.

Основной задачей исследования была оценка прогностических показателей. В течение 24 месяцев скончались 16 пациентов.

Проведено сравнение клинико-демографических, инструментальных и лабораторных показателей пациентов в зависимости от наличия или отсутствия летального исхода (таблица 3). Все скончавшиеся пациенты оказались мужчинами. Причиной летального исхода у пациентов, включенных в исследование: тяжелая новая коронавирусная инфекция в 5 случаях, онкология — 1, расслоение аневризмы аорты — 1, желудочно-кишечное кровотечение — 1, острое нарушение мозгового кровообращения — 2, тромбоэмболия легочной артерии — 1, внезапная сердечная смерть — 5. Умершие пациенты, по сравнению с выжившими, характеризовались большим ростом, массой тела и уровнем сахарного диабета 2 типа. Они также имели более высокий функциональный класс ХСН, БЛНПГ, более низкую фракцию выброса, более часто имели имплантированные устройства, а также заметно более высокий уровень NT-proBNP.

Учитывая возможное влияние БЛНПГ и имплантированных устройств был проведен анализ соответствующих групп пациентов, однако, статистически значимых данных выявить не удалось (таблица 4).

При анализе данных ВКГ в зависимости от летального исхода определены показатели, достигшие статистически значимых различий (таблица 5).

**Таблица 1**  
Общая клинико-демографическая характеристика пациентов (n=100)

Характеристика	Значение
Мужчин/женщин, n (%)	85 (%) / 15 (%)
Возраст, годы	59 [34;80]
Масса тела, кг	93 [61; 150]
Рост, см	173 [168;196]
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	30,1 [19;46]
Курение, n (%)	42 (42%)
ФВ ЛЖ, %	32,1 [22;40]
NTproBNP, пг/мл	950,2 [431,05; 1350,0]
Сахарный диабет 2 типа, n (%)	27 (27%)
Этиология ХСН:	
ИБС, n (%)	55 (55)
ДКМП, n (%)	31 (31)
ГБ, n (%)	56 (56)
ФК ХСН	II 44 (44)
	III 56 (50)
ФП при включении, n (%)	45 (45)
ТП, n (%)	6 (6)
Синусовый ритм, n (%)	49 (49)
Блокады ножек пучка Гиса, n (%)	29 (29) (БЛНПГ-25, БПНПГ-4)
Длительность ХСН, мес	66,08 [8;218]
Имплантированные устройства, n	21 (21) (ИКД-18, ЭКС-3)

**Примечание:** ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ФП — фибрилляция предсердий, ТП — трепетание предсердий, ФК — функциональный класс, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ДКМП — дилатационная кардиомиопатия, ГБ — гипертоническая болезнь, ИМТ — индекс массы тела, ИКД — имплантация кардиовертера-дефибриллятора, ЭКС — электрокардиостимулятор, БЛНПГ — блокада левой ножки пучка Гиса, БПНПГ — блокада правой ножки пучка Гиса. Данные представлены как число (%) или медиана [25-й процентиль; 75-й процентиль].

**Таблица 2**  
Характеристики ВКГ включенных пациентов (n=100)

Показатель	Значение (n=100)
Угол QRS-T	154 [138,5; 166]
ЧСС, уд/мин	71 [62; 84,5]
Индекс планарности	0,83 [0,69; 0,93]
Индекс планарности 2	0,85 [0,74; 0,93]
Индекс планарности 3	0,875 [0,79; 0,94]
QT, мсек	392 [362; 423]
RR минимальный, мс	703 [493; 875]
RR средний, мс	835,5 [708,8; 959,3]
RR максимальный, мс	970 [798; 1215]

**Примечание:** Индекс планарности — классический (отношение длины вектора геометрической площади к пространственной площади петли QRS), Индекс планарности 2 — отношение площади проекции петли QRS на плоскость наилучшего приближения (без учета площади перегибов) к пространственной площади петли QRS, Индекс планарности 3 — отношение площади проекции петли QRS на плоскость наилучшего приближения (с добавлением площади перегибов) к пространственной площади петли QRS.

**Таблица 3**  
Клинико-демографическая характеристика выживших и умерших пациентов

Характеристика	Выжившие (n=84)	Умершие (n=16)	p
Мужчин/женщин, n (%)	69 (82,1)/15 (17,9)	16 (100)/0	0,05
Возраст, лет	59 [28;80]	57 [42;72]	0,4
Масса тела, кг	90 [61; 140]	106 [70; 150]	<b>0,005</b>
Рост, см	172,5 [126; 195]	181,3 [168; 196]	<b>0,002</b>
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	29 [19; 46]	32 [22; 46,]	0,07
Курение, n (%)	32 (38)	10 (62)	0,6
ФВ ЛЖ, %	32,36 [20;40]	29,56 [20;38]	0,08
Сахарный диабет 2 типа, n (%)	18 (21,4)	7 (43,75)	<b>0,004</b>
Этиология ХСН:			
ИБС, n (%)	45 (53,57)	10 (62,5)	0,5
ДКМП, n (%)	28 (33,3)	3 (18,75)	0,2
ГБ, n (%)	56 (66,7)	10 (62,5)	0,4
ФК ХСН:			
II, n (%)	36(42,85)	6 (37,5)	<b>0,0001</b>
III, n (%)	48 (57,15)	10 (62,5)	<b>0,0001</b>
ФП при включении, n (%)	34 (40,4)	9 (56,25)	<b>0,0001</b>
ТП, n (%)	6 (7,14)	7 (43,75)	<b>0,0001</b>
Синусовый ритм, n (%)	44 (52,38)		
Блокады ножек пучка			
Гиса, n (%):	25(29,76)	7 (43,75)	<b>0,0001</b>
Левая	4(4,76)	1 (6,25)	0,1
Правая			
Длительность ХСН, мес	63,42 [8;218]	80[34;164]	0,06
Имплантированные устройства, n (%)	15 (17,85)	6 (37,5)	<b>0,003</b>
NTproBNP, пг/мл	1228,5 [389,45; 884,9]	1232,5 [603,2; 3107,5]	0,07

Примечание: данные представлены как число (%) или медиана [25-й процентиль; 75-й процентиль].

**Таблица 4**  
Характеристика ВКГ у выживших и умерших пациентов в зависимости от наличия БЛНПГи имплантированных устройств

БЛНПГ			
Показатель	Выжившие (n=25)	Умершие (n=7)	p
Индекс планарности 1	0,78 [0,65; 0,89]	0,8 [0,635; 0,895]	0,9
Индекс планарности 2	0,79 [0,74; 0,89]	0,81 [0,68; 0,895]	0,9
Индекс планарности 3	0,85 [0,76; 0,89]	0,82 [0,79; 0,9]	1,0
Угол QRS-T	160 [139; 169]	162 [158,5; 166]	0,4
Имплантированные устройства			
Показатель	Выжившие (n=15)	Умершие (n=6)	p
Индекс планарности 1	0,78 [0,66; 0,925]	0,83 [0,735; 0,94]	0,7
Индекс планарности 2	0,84 [0,725; 0,935]	0,83 [0,78; 0,94]	0,8
Индекс планарности 3	0,88 [0,845; 0,945]	0,86 [0,805; 0,94]	0,5
Угол QRS-T	150 [129,5; 166,5]	166 [149,5; 172,75]	0,1

**Таблица 5**  
Характеристика ВКГ у выживших и умерших пациентов

Показатель	Выжившие (n=84)	Умершие (n=16)	p
Угол QRS-T	153 [135,5; 164]	163 [154,5; 170,5]	<b>0,025</b>
ЧСС, уд/мин	69,5 [61,5; 84,5]	77 [66; 86,5]	0,4
Индекс планарности	0,85 [0,72; 0,93]	0,765 [0,51; 0,895]	<b>0,09</b>
Индекс планарности 2	0,865 [0,75; 0,93]	0,79 [0,635; 0,895]	<b>0,09</b>
Индекс планарности 3	0,885 [0,8; 0,94]	0,875 [0,79; 0,94]	0,1
QT, мсек	392 [361; 421]	399 [387; 443]	0,1
RR минимальный, мс	715 [493; 885]	661 [513; 767]	0,6
RR средний, мс	858,35 [708,8; 970;85]	773,9 [695,35; 903,9]	0,4
RR максимальный, мс	992 [789; 1219]	923 [820; 1072]	0,3

Примечание: данные представлены как медиана [25-й процентиль; 75-й процентиль].

По данным в ЭКГ выжившие пациенты имели меньший пространственный угол QRS-T, по сравнению с умершими в течение 2 лет пациентами (p=0,025). Выявлена тенденция к более низкому индексу планарности в группе пациентов с летальным исходом (p=0,09).

В рамках исследования проводился корреляционный анализ по методу Спирмена. Удалось выявить, что взаимосвязь пространственного угла QRS-T и летального исхода в исследуемой группе пациентов слабая положительная (r=0,201) значимая (p=0,045). При увеличении пространственного угла QRS-T отмечается увеличение риска смерти у пациентов с ХСН.

Также был проведен корреляционный анализ взаимосвязи пространственного угла QRS-T и маркера сердечной недостаточности NT-proBNP, по данным которого отмечается слабая положительная значимая взаимосвязь (p=0,026). Увеличение значения пространственного угла QRS-T может считаться маркером неблагоприятного прогноза пациентов с ХСН наряду с NT-proBNP (рисунок 2).

Учитывая наличие значимой корреляции показателей было необходимо определение отрезного значения пространственного угла QRS-T, при котором будет отмечаться прогрессирующее ухудшение прогноза пациентов с ХСН.

Проведен ROC-анализ, по результатам которого с чувствительностью 76,5% и специфичностью 62,7% было получено отрезное значение 156° пространственного угла QRS-T, при превышении которого будет увеличиваться вероятность летального исхода (рисунок 3).

Рисунок 2. График корреляции, характеризующий зависимость показателя NT-proBNP от показателя Угол QRS-T

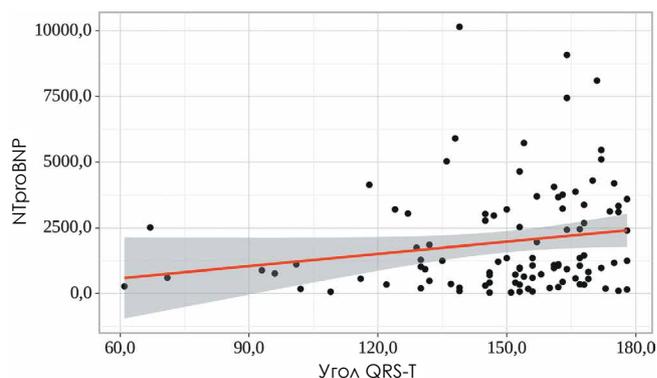
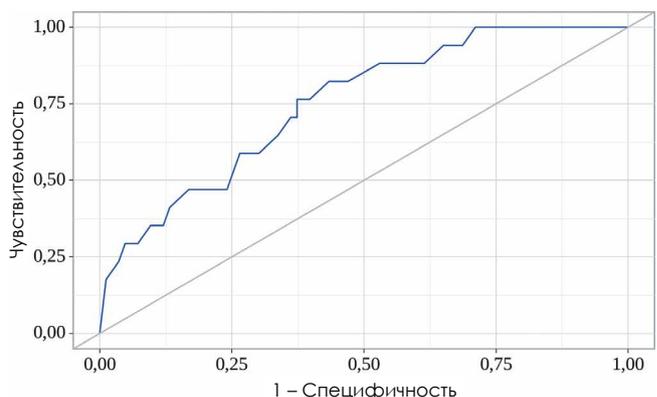


Рисунок 3. ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности показателя («летальный исход») от показателя «Угол QRS-T»



С учетом определённого отрезного значения, была проанализирована выживаемость пациентов в зависимости от данной величины. В группе пациентов с величиной пространственного угла QRS-T более 156° отмечается значимое увеличение уровня летальных случаев по сравнению с группой пациентов, у которых значение пространственного угла не превышает 156° ( $p=0,002$ ) (рисунок 4).

Также был проведен ROC-анализ зависимости летального исхода у пациентов с величиной угла QRS-T более 156° и уровня NT-proBNP, по данным которого, была получена значимая модель ( $p=0,017$ ) (рисунок 5). Пороговое значение неблагоприятного прогноза для NT-proBNP составило 927,1 пг/мл. Чувствительность и специфичность модели составили 51,9 % и 72,9 %, соответственно.

При оценке уровня NT-proBNP в группах пациентов с величиной угла QRS-T более и менее 156° также было получено значимое различие — уровень NT-proBNP был значимо выше в группе с QRS-T более 156° ( $p=0,009$ ) (рисунок 6).

Пространственная объемная модель в ЭКГ позволяет наглядно увидеть разницу в показателях пространственного угла.

Рисунок 4. Кривая общей выживаемости в зависимости от показателя (значение угла QRS-T)

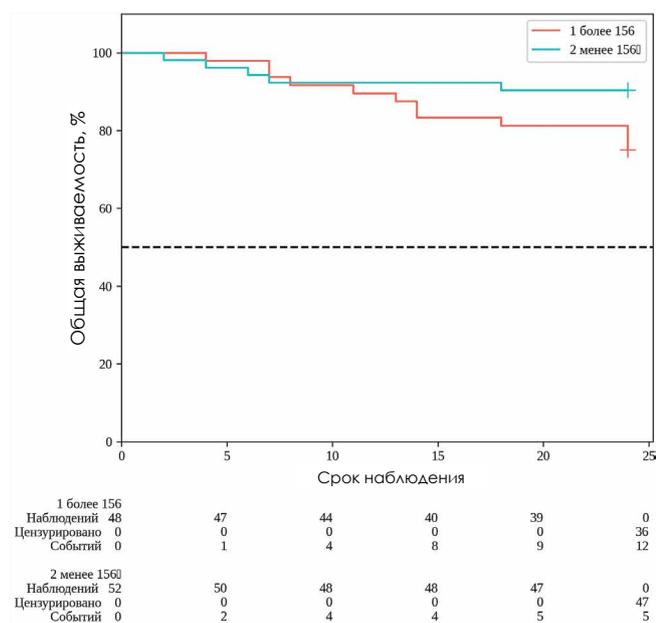


Рисунок 5. ROC-кривая, характеризующая зависимости летального исхода у пациентов с величиной угла QRS-T более 156° и уровня NT-proBNP

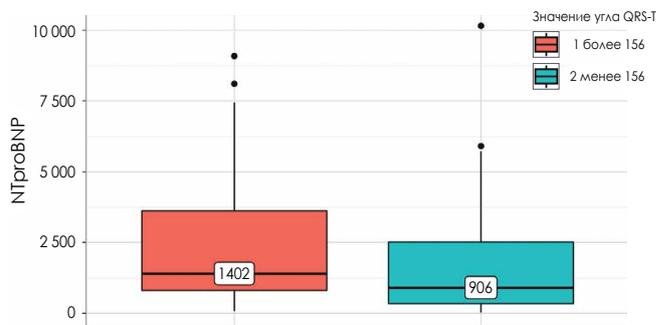
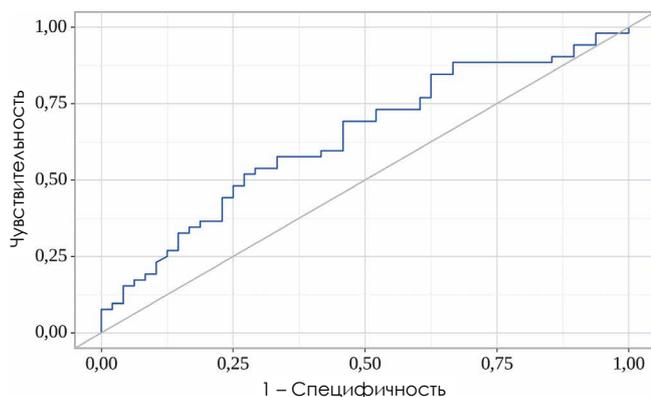


Рисунок 6. Анализ показателя NT-proBNP в зависимости от показателя значение угла QRS-T

На (рисунке 7а) мы можем наблюдать ВКГ выжившего пациента, на которой отмечается значительно меньший пространственный угол QRS-T по сравнению с пространственным углом скончавшегося пациента (рисунке 7б).

### ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время существуют прогностические маркеры ХСН такие, как возраст, ИМТ, NT-proBNP, ФП, ФВ. Особую роль играет показатель NT-proBNP, который синтезируется в левом желудочке сердца и играет важную роль в регуляции водно-электролитного обмена. Определение уровня NT-proBNP рекомендовано при лабораторной диагностике острой и хронической формы сердечной недостаточности (ОСН и ХСН), а также при других заболеваниях сердца. Чем выше NT-proBNP, тем тяжелее клинические проявления СН, выше частота госпитализаций и количество летальных исходов. В нашей работе были проанализированы показатели прогноза у амбулаторных пациентов с ХСНнФВ, находившихся длительное время на оптимальной медикаментозной терапии. Ожидаемо показатели ФВЛЖ и NT-proBNP влияли на летальный исход. Среди показателей ЭКГ наибольшая связь с прогнозом ХСН получена для показателя пространственного угла. У выживших в течение 12 месяцев пациентов наблюдались статистически значимо меньшие значения пространственного угла по сравнению со скончавшимися пациентами. При увеличении пространственного угла выше 156 корреляционная зависимость увеличивается у пациентов с летальным исходом. Для индекса планарности выявлена тенденция к снижению показателя у пациентов с летальным исходом. Общей связи ЭКГ с показателями NT-proBNP и ФП не прослеживается, так как у исследуемых как выживших, так и скончавшихся были высокие показатели NT-proBNP и у большей части пациентов диагностирована фибрилляция предсердий. Имеются лишь единичные литературные данные о значении ЭКГ у пациентов с ХСН. У пациентов с гипертонической болезнью (ГБ), осложненной ХСН, наблюдаются более высокие значения пространственного угла QRS-T по сравнению с пациентами без сердечной недостаточности. Это указывает на то, что размер пространственного угла может быть показателем наличия сердечной недостаточности и потенциальным прогностическим маркером. Кроме того, у пациентов с ГБ и ХСН чаще встречаются ФП и БЛНПГ. Также у них отмечается увеличение модуля максимального вектора QRS и индекса планарности пространственной петли QRS. Показатель P/S при оптимальном пороговом значении  $\leq 0,92$  показал низкую специфичность (68 %) и высокую чувствительность (79 %) при разделении пациентов

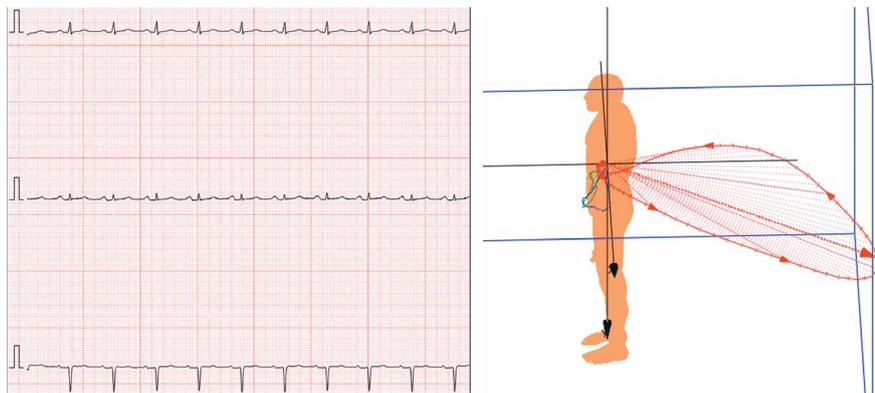


Рисунок 7а. вЭКГ выжившего пациента (женщины 52 лет), на котором прослеживается меньший пространственный угол QRS-T ( $102^\circ$ ), в отличие от скончавшихся пациентов

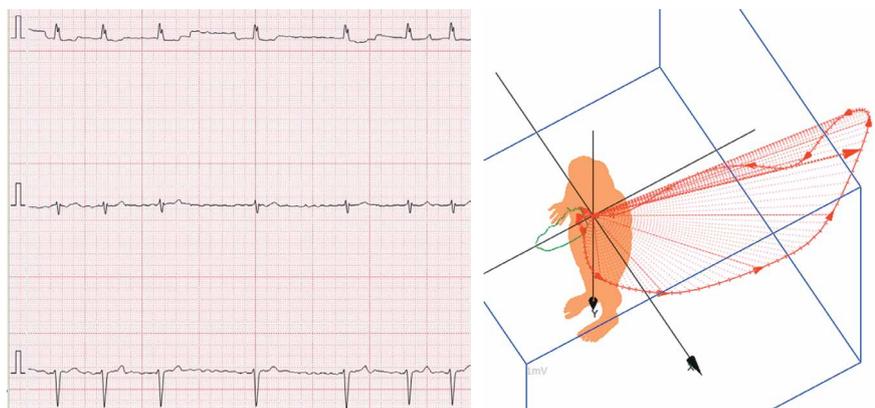


Рисунок 7б. вЭКГ умершего пациента (мужчины 58 лет), на котором отмечается обратная тенденция в отличие от живых пациентов: пространственный угол QRS-T больше ( $162^\circ$ )

с гипертонией с сердечной недостаточностью и без нее. Наиболее информативным показателем для дифференциации этих групп пациентов оказался пространственный угол QRS-T [10].

Многочисленные исследования посвящены изучению пространственного угла QRS-T. Было обнаружено, что включение всех вариантов фильтров низких частот (ФНЧ) приводит к уменьшению амплитуды зубцов комплекса QRS, но не оказывает существенного влияния на величину пространственного угла QRS-T. Была разработана и испытана методика статистической оценки устойчивости показателей ЭКГ и ВКГ к воздействию фильтрации. Результаты подтвердили гипотезу об устойчивости пространственного угла QRS-T к фильтрации. Этот угол является одним из интегральных показателей электрической гетерогенности миокарда и значимым маркером, и предиктором сердечно-сосудистых осложнений. Устойчивость пространственного угла QRS-T к фильтрации делает его перспективным показателем для разработки алгоритмов автоматизированного анализа ЭКГ [11].

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод вЭКГ является доступным и перспективным в диагностике и наблюдении пациентов с ХСНнФВ. Наиболее информативными показателями вЭКГ для выявления подозрения на ХСНнФВ являются пространственный угол QRS-T и индекс планарности. Полученные в данном исследовании результаты позволяют говорить о прогностическом значении величины угла QRS-T для пациентов с ХСНнФВ.

#### Список литературы / References

1. Лазарева Н. В., Ощепкова Е. В., Орловский А. А., Терещенко С. Н. Клиническая характеристика и оценка качества лечения больных с хронической сердечной недостаточностью и сахарным диабетом. *Терапевтический архив*. 2020; 92 (4): 37–44.
2. Lazareva N. V., Oshchepkova E. V., Orlovsky A. A., Tereschenko S. N. Clinical characteristics and quality assessment of the treatment of patients with chronic heart failure with diabetes mellitus // *Terapevticheskii arkhiv*. — 2020. — Vol. 92. — N. 4. — P. 37–44. DOI: 10.26442/00403660.2020.04.000474.
3. Терещенко С. Н., Галявич А. С., Ускач Т. М., и др. Российские клинические рекомендации по хронической сердечной недостаточности 2020 года.
4. Tereshchenko S. N., Galyavich A. S., Uskach T. M., et al. Russian clinical recommendations on chronic heart failure 2020. [[https://scardio.ru/content/Guidelines/2020/Clinic\\_rekom\\_HSN-unlocked.pdf](https://scardio.ru/content/Guidelines/2020/Clinic_rekom_HSN-unlocked.pdf)].
5. Терегулов Ю. Э., Ащель Е. А., Ганиева С. Ф., Терегулова Е. Т., Максимова М. С., Терегулов А. Ю., Камалетдинова З. А. Трехмерный векторный анализ ЭКГ в диагностике блокады передневерхней ветви левой ножки пучка Гиса. *Медицинский алфавит*. 2023. № 15. С. 28–34.
6. Teregulov Y. E., Atzel E. A., Ganieva S. F., Teregulova E. T., Maksimova M. S., Teregulov A. Y., Kamaletdinova Z. A. Three-dimensional vector analysis of ECG in the diagnosis of blockade of the antero-superior branch of the left bundle branch of His. *Medical Alphabet*. 2023. № 15. С. 28–34. [https://repository.kpfu.ru/?p\\_id=284704](https://repository.kpfu.ru/?p_id=284704)
7. Olesen LL, Andersen A. ECG as a first step in the detection of left ventricular systolic dysfunction in the elderly. *ESC Heart Fail*. 2016;3(1):44–52. DOI:10.1002/ehf2.12067.
8. Andersen DC, Kragholm K, Petersen LT, Graff C, Sørensen PL, Nielsen JB, Pietersen A, Søgaard P, Atwater BD, Friedman DJ, Torp-Pedersen C, Polcwiatek C. Association between vectorcardiographic QRS area and incident heart failure diagnosis and mortality among patients with left bundle branch block: A register-based cohort study. *J Electrocardiol*. 2021 Nov-Dec;69:30–35. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2021.09.002.
9. Pérez-Riera AR, Barbosa-Barros R, Daminello-Raimundo R, de Abreu LC, Nikus K. The Vectorcardiogram and the Main Dromotropic Disturbances. *Curr Cardiol Rev*. 2021;17(1):50–59. doi: 10.2174/1573403X16666200810105504.
10. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J* 2021; 42:3599–726. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab368>
11. Jaros R, Martinek R, Danys L. Comparison of Different Electrocardiography with Vectorcardiography Transformations. *Sensors (Basel)*. 2019 Jul 11;19(14):3072. doi: 10.3390/s19143072.
12. Трунов В. Г., Айду Э. А., Блинова Е. В., Сахнова Т. А. Синтез сигналов скорректированных ортогональных отведений Макфи-Парунгао по данным электрокардиограммы в 12 отведениях. *Медицинский алфавит*. 2017;1(14):16–21. Trunov V. G., Aidu E. A., Blinova E. V., Sakhnova T. A. Synthesis of McFee-Parungao corrected orthogonal lead system signals from 12 lead electrocardiogram. *Medical alphabet*. 2017;1(14):16–21. (In Russ.)
13. Сахнова Т. А., Блинова Е. В., Юрасова Е. С., Ускач Т. М., Блинова Н. В., Айду Э. А.-И., Трунов В. Г., Саидова М. А. Особенности векторкардиограмм у больных гипертонической болезнью, осложненной хронической сердечной недостаточностью со сниженной фракцией выброса левого желудочка. *Терапевтический архив*. 2022;94(9):1067–1071. Sakhnova T. A., Blinova E. V., Yurasova E. S., Uskach T. M., Blinova N. V., Aidu E. A., Trunov V. G., Saidova M. A. Features of vectorcardiograms

*in patients with hypertension complicated by chronic heart failure with reduced left ventricle ejection fraction // Terapevticheskiy arkhiv. — 2022. — Vol. 94. — N. 9. — P. 1067–1071. doi: DOI: 10.26442/00403660.2022.09.201843.*

14. Гасанова М. Э., Дроздов Д. В., Козловская И. Л., Кожемякина Е. Ш. Устойчивость пространственного угла QRS-T векторкардиограм-

мы к влиянию фильтрации сигнала: пилотное исследование. Медицинский алфавит. 2023;1(7):34–40.

Gasanova M. E., Drozdov D. V., Kozlovskaya I. L., Kozhemyakina E. Sh. Sustainability of spatial QRS-T angle of vectorcardiogram to filtration: a pilot study. Medical alphabet. 2023;1(7):34–40. (In Russ.) <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-7-34-40>

**Сведения об авторах:**

**Ваштанян Альберт Карпетович**, аспирант Отдела заболеваний миокарда и сердечной недостаточности<sup>1</sup>. ORCID 0009-0009-9581-187X  
**Ускач Татьяна Марковна**, д.м.н., ведущий научный сотрудник Отдела заболеваний миокарда и сердечной недостаточности<sup>1</sup>, профессор кафедры кардиологии<sup>2</sup>. ORCID 0000-0003-4318-0315.

**Аманатова Валерия Александровна**, к.м.н., научный сотрудник Отдела заболеваний миокарда и сердечной недостаточности<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0002-0678-9538

**Дроздов Дмитрий Владимирович**, к.м.н., ведущий научный сотрудник, руководитель Лаборатории<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0001-7374-3604

**Сахнова Тамара Анатольевна**, к.м.н., старший научный сотрудник Лаборатории ЭКГ<sup>1</sup>. ORCID 0000-0002-5543-7184

**Блинова Елена Валентиновна**, к.м.н., научный сотрудник Лаборатории ЭКГ<sup>1</sup>. ORCID 0000-0001-8725-7084

<sup>1</sup> ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е. И. Чазова» Минздрава России

<sup>2</sup> ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России

**Автор для переписки:**

**About authors:**

**Vashtanian Albert Karapetovich**<sup>1</sup>. ORCID 0009-0009-9581-187X

**Uskach Tatiana Markovna**<sup>1,2</sup>. ORCID 0000-0003-4318-0315

**Amanatova Valeria Alexandrovna**<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0002-0678-9538

**Drozdov Dmitrii Vladimirovich**<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0001-7374-3604

**Sakhnova Tamara Anatolyevna**<sup>1</sup>. ORCID 0000-0002-5543-7184

**Blinova Elena Valentinovna**<sup>1</sup>. ORCID 0000-0001-8725-7084

<sup>1</sup> Federal State Budget Organization National Medical Research Center of Cardiology named after academician E.I.Chazov, Ministry of Healthcare Russian Federation

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education "Russian Medical Academy of Continuous Professional Education" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation

**Corresponding author:**

Статья поступила / Received 03.05.2024

Получена после рецензирования / Revised 13.05.2024

Принята в печать / Accepted 15.05.2024

**Для цитирования:** Ваштанян А. К., Ускач Т. М., Аманатова В. А., Сахнова Т. А., Блинова Е. В., Дроздов Д. В. Прогностические показатели векторэлектрокардиографии у пациентов с хронической сердечной недостаточностью со сниженной фракцией выброса левого желудочка. Медицинский алфавит. 2024;(15):15–22. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-15-15-22>

**For citation:** Vashtanyan A. K., Uskach T. M., Amanatova V. A., Sakhnova T. A., Blinova E. V., Drozdov D. V. Prognostic indicators of vector electrocardiography in patients with chronic heart failure with reduced left ventricular ejection fraction. Medical alphabet. 2024;(15):15–22. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-15-15-22>

**Образовательное мероприятие**

**«Различные аспекты кардиологических заболеваний — из первых уст»**

**13 АПРЕЛЯ 2024 г.** в Москве на ВДНХ на Форуме «Россия» на стенде Минздрава Российской Федерации состоялось образовательное мероприятие, организованное совместно РОХМИНЭ и РАСФД, посвященное популяризации знаний о диагностике, лечении и профилактике сердечно-сосудистых заболеваний.

Совместная секция **«Различные аспекты кардиологических заболеваний — из первых уст»** включала выступления специалистов, которые в своей практической работе используют методы функциональной диагностики. С докладами выступили профессор Л. М. Макаров, профессор В. Н. Комолятова, к. м. н. Е. В. Первова. Доклады в онлайн режиме прослушали 48 врачей. В зоне диагностики была организована площадка для проведения спирометрического исследования под руководством профессора П. В. Стручкова. Мероприятие вызвало огромный интерес и получило высокую оценку участников — посетителей выставки.

