

пароксизмальной формой ФП, ЭРП и ФРП ЛВ достоверно меньше, чем ЭРП и ФРП ЛП, тогда как, рефрактерные периоды ЛВ у лиц без нарушения ритма значительно не отличаются и в некоторых случаях даже несколько превышают рефрактерные периоды ЛП [14].

ЭРП и ФРП ЛВ имели значения до 100 мс и 150 мс соответственно, такие низкие значения ЭРП и ФРП не отмечались ни в одном отделе сердца человека, что может объяснить причину возникновения быстрых, высокочастотных активаций в ЛВ во время ФП [5-6]. Возможно, что такая значительная разность ЭРП и ФРП ЛВ и ЛП у пациентов с ФП играет главную роль в развитии данной аритмии. Однако нельзя исключить, что укорочение рефрактерных периодов легочных вен может быть результатом процесса ремоделирования во время ФП, хотя это маловероятно, потому что в исследование включены пациенты с пароксизмальной формой ФП, т.е. с короткими приступами и недавним анамнезом аритмии, а развитие процесса ремоделирования требует более длительного срока. Более того, невозможно, чтобы во время таких процессов менялась изолированно рефрактерность ЛВ, так как ЭРП и ФРП ЛП у пациентов с ФП и без нее не отличаются.

Электрофизиологические свойства легочных вен изучались также на животных [8-9, 11], но в настоящее время нет моделей спонтанного возникновения ФП из ЛВ у животных. В результате немногие экспериментальные данные могут быть использованы для сравнения с нашими данными. Другая важная находка в данном исследовании - это выраженное снижение проводимости ЛВ. Это, возможно, объясняет причину заметной задержки проведения в ЛВ во время возникновения ФП или эктопии, а заодно и феномен скрытой венозной эктопии, блокированной в самой вене [10]. Похожий феномен имитировался во время программированной стимуляции, с возникновением блока проведения между ЛВ и ЛП. Задержка активации вероятно связана с анизотропным проведением в этой зоне миокарда [12]. Возможно, что существует связь между особенностями проведения импульса в ЛВ и распространением мышечной муфты, которая описана на секционном материале [13].

Надо отметить, что возникновение ФП во время программированной стимуляции в ЛВ (где имелись короткие значения рефрактерностей и большое время проведения) происходило гораздо чаще, чем в левом предсердии. Исходя из изложенного, низкое значение ЭРП и ФРП и выраженная латентность в ЛВ является благоприятной средой для возникновения аритмии по типу эктопии или re-entry вокруг и/или в самой ЛВ и может указывать на потенциальную аритмогенность.

Таким образом представленная работа демонстрирует характерные электрофизиологические свойства (низкие или очень низкие значения рефрактерных периодов легочных вен в сочетании со сниженной проводимостью) у пациентов с фибрилляцией предсердий - эти изменения могут играть главную роль в развитии и поддержании данной аритмии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Konings KT, Kirchhof CJ, et al. High-density mapping of electrically induced atrial fibrillation In humans // *Circulation*. 1994; 89: 1665-1680.
2. Jais P, Haissaguerre M, Shah DC, et al. A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation. // *Circulation*. 1997; 95: 572-576
3. Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating from the pulmonary veins // *N Engl J Med*. 1998; 339: 659-667.
4. Chen SA, Hsieh MH, Tai CT, et al. Initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating from the pulmonary veins: electrophysiological characteristics, pharmacological responses, and effects of radiofrequency ablation // *Circulation*. 1999; 100: 1879-1886.
5. Pappone C, Rosanio S, Oreto G, et al. Circumferential radiofrequency ablation of pulmonary vein ostia: a new anatomic approach for curing atrial fibrillation // *Circulation*. 2000; 102: 2619-2628.

6. Sueda T, Nagata H, Orihashi K, et al. Efficacy of a simple left atrial procedure for chronic atrial fibrillation in mitral valve operations // *Ann Thorac Surg*. 1997; 63: 1070-1075.
7. Daoud EG, Bogun F, Goyal R, et al. Effect of atrial fibrillation on atrial refractoriness in humans // *Circulation*. 1996; 94: 1600-1606.
8. Zipes DP, Knope RF. Electrical properties of thoracic veins. // *Am J Cardiol*. 1972; 29: 372-376.
9. Cheung DW. Electrical activity of the pulmonary vein and its interaction with the right atrium in the guinea-pig // *J Physiol*. 1987; 314: 445-456.
10. Haissaguerre M, Shah DC, Jais P et al. Mapping-guided ablation of pulmonary veins to cure atrial fibrillation // *Am J Cardiol*. 2000; 86: K9-K19
11. Hocini M, Ho SY, Kawara T, et al. Electrical conduction in canine pulmonary veins: electrophysiological and anatomic relation // *Circulation*. 2002; 105: 2442-2448.
12. Spach MS. Anisotropy of cardiac tissue: a major determinant of conduction? // *J Cardiovasc Electrophysiol*. 1999; 10: 887-890.
13. Ho SY, Sanchez-Quintana D, Cabrera JA, et al. Anatomy of the left atrium: implications for radiofrequency ablation of atrial fibrillation // *J Cardiovasc Electrophysiol*. 1999; 10: 1525-1533.
14. Jais P, Hocini M, Laurent M, et al. Distinctive electrophysiological properties of pulmonary veins in patients with atrial fibrillation // *Circulation* 2002; 10: 2479-2485.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

А.Б.Вайнштейн, С.М.Яшин, Я.Ю.Думпис, Ю.В.Шубик

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКАЯ ТОПИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА НЕКОРОНАРОГЕННЫХ ПРАВОЖЕЛУДОЧКОВЫХ АРИТМИЙ

Санкт-Петербургский Государственный Медицинский Университет имени акад. И.П.Павлова,
Санкт-Петербургская Государственная Медицинская Академия имени И.И.Мечникова,
Северо-западный центр диагностики и лечения аритмий

В результате обследования 62 пациентов с некоронарогенными желудочковыми аритмиями (42 пациентов с идиопатическими желудочковыми нарушениями ритма из области выходного тракта правого или левого желудочка и 20 больных аритмогенной дисплазией правого желудочка), включавшего эндокардиальное электрофизиологическое исследование, и результатов последующей радиочастотной абляции определены критерии оценки локализации аритмогенного фокуса на основании данных стандартной 12-канальной электрокардиограммы и составлен простой алгоритм топической диагностики.

Ключевые слова: некоронарогенные желудочковые аритмии, аритмогенная дисплазия правого желудочка, стандартная электрокардиограмма, электрическая ось сердца, эндокардиальное электрофизиологическое исследование, радиочастотная абляция.

As a result of the examination of 62 patients with non-coronarogenic ventricular arrhythmias (42 patients with idiopathic ventricular arrhythmias from the area of the right/left ventricle outflow tract and 20 ones with the right ventricle arrhythmogenic dysplasia) including endocardial electrophysiological study and of the data of subsequent radiofrequency ablation, the criteria of localization of arrhythmogenic focus are determined on the basis of the data of standard 12-lead electrocardiogram and a simple algorithm of topic diagnostics was developed.

Key words: non-coronarogenic ventricular arrhythmias, arrhythmogenic dysplasia of the right ventricle, electrical cardiac axis, endocardial electrophysiological study, radiofrequency ablation

Первые попытки определить локализацию аритмогенного фокуса на основании морфологии комплекса QRS по данным поверхностной ЭКГ были предприняты еще в 1969 году М.В.Росенбаум, который попытался классифицировать желудочковые экстрасистолы (ЖЭ) на право- и левожелудочковые, базируясь на их конфигурации в виде блокад ножек пучка Гиса [8]. С развитием хирургических методов лечения аритмий возможность дооперационного определения локализации аритмогенного очага по данным поверхностной ЭКГ стала более актуальной. В настоящий момент подробно разработаны различные алгоритмы топической диагностики на основании ЭКГ для определения локализации добавочного атриовентрикулярного (АВ) соединения при манифестирующем синдроме WPW [21, 23], при коронарогенных желудочковых аритмиях (ЖА) у пациентов, перенесших инфаркт миокарда [9-12]. Топическая диагностика правожелудочковых нарушений ритма неишемического генеза изучена значительно хуже.

Некоронарогенные ЖА встречаются преимущественно у пациентов с идиопатическими желудочковыми нарушениями ритма (ИЖНР) из области выходного тракта правого желудочка (ПЖ) и у больных аритмогенной дисплазией / кардиомиопатией ПЖ (АДПЖ), и могут быть достаточно эффективно устранены с помощью радиочастотной катетерной абляции (РЧА). Успешное проведение абляционной терапии требует определения точной локализации аритмогенного фокуса в ПЖ. Для этого в процессе операции используются методы стимуляционного и активационного картирования [6, 7]. Аритмогенный фокус при правожелудочковых аритмиях чаще всего выявляется

в области выходного тракта [22]. Эта зона ПЖ является сложной трехмерной структурой и проведение стимуляционного картирования требует времени. Кроме того, небольшое смещение позиции катетера приводит к значительному изменению морфологии комплекса QRS на поверхностной ЭКГ при стимуляционном картировании [6]. Эти причины обуславливают значительную длительность операции и времени флюороскопии. Неинвазивный метод определения локализации аритмогенного фокуса позволяет сузить зону поиска.

Целью настоящего исследования явилось определение критериев локализации аритмогенного фокуса и составление простого алгоритма топической диагностики правожелудочковых аритмий на основании данных стандартной 12-канальной ЭКГ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Было обследовано 62 пациента (39 женщин и 23 мужчины), страдавших некоронарогенными желудочковыми аритмиями. Средний возраст больных составил $39,7 \pm 14,4$ лет (от 10 до 74 лет). 42 пациентам (67,7%) был установлен диагноз ИЖНР из области выходного тракта правого или левого желудочка. 20 пациентов (32,3%) страдали АДПЖ. Диагноз АДПЖ устанавливался по совокупности больших и малых критериев диагностики АДПЖ, предложенных W.J.McKenna и соавт. [3] и модифицированных D.Corrado [4], базирующихся на данных анамнеза, электрокардиографии (ЭКГ), суточного мониторинга ЭКГ, сигнал-усредненной ЭКГ, эхокардиографии, магниторезонансной томографии, вентрикулографии и биопсии ПЖ. Пациентам старше 40 лет про-

водилась коронарография для исключения ишемического генеза ЖА.

Нами было проанализировано 67 ЭКГ с желудочковыми нарушениями ритма (у 5 пациентов из 62 было выявлено по 2 аритмогенных фокуса в различных отделах ПЖ). Желудочковые аритмии были представлены частой мономорфной ЖЭ (более 10000 в сутки), неустойчивой и устойчивой желудочковой тахикардией (ЖТ).

После получения информированного согласия всем пациентам проводилось эндокардиальное электрофизиологическое исследование (эндоЭФИ) и при определении показаний к операции - последующая РЧА аритмогенного фокуса. Для выявления эффективной зоны аблации использовались методы активационного и стимуляционного картирования. Оптимальной зоной для проведения РЧА считалась область полного совпадения морфологии стимуляционного комплекса (в 12 отведениях из 12 возможных) с морфологией исходной ЖЭ или ЖТ при проведении стимуляционного картирования. Локализация ЖЭ или ЖТ определялась как зона РЧА, где были получены наилучшие данные стимуляционного и активационного картирования (предвозбуждение 20-60 мс) и наблюдалось стойкое купирование желудочковой аритмии после радиочастотного воздействия.

Во время эндоЭФИ проводилась регистрация поверхностной 12-канальной ЭКГ со скоростью 100 мм/с и с амплитудой 1 мВ/см с обязательной записью эктопических комплексов. Изучаемые ЖА варьировали от частой мономорфной одиночной ЖЭ до устойчивой ЖТ. В случае неустойчивой ЖТ оценивалась морфология первого комплекса тахикардической цепи. Во всех случаях устойчивой ЖТ (4 пациента) эффект от РЧА был достигнут в зоне «выхода» общего патологического пути, в связи с чем оценка морфологии QRS желудочкового комплекса во время тахикардии была оправданной.

По данным флюорографии (рис. 1) были выделены следующие анатомические зоны локализаций аритмогенного фокуса в ПЖ: область выходного тракта (ВТ), дистальные отделы межжелудочковой перегородки (МЖП), приточный отдел, свободная стенка и верхушка

правого желудочка. Выходной тракт, являясь сложной трехмерной структурой ПЖ и наиболее частой зоной возникновения аритмий, был разделен на несколько более простых отделов, в первую очередь на септальную часть и область свободной стенки. В свою очередь, септальная часть ВТ разделялась на переднесептальную и заднесептальную зоны. Также выделялись область ствола легочной артерии и зона выходного тракта левого желудочка.

По данным поверхностной 12-канальной ЭКГ изучались следующие параметры комплекса QRS желудочковых эктопических комплексов: продолжительность QRS в стандартных отведениях, морфология QRS во II и III отведениях (R или RR'), величина угла α , морфология QRS в I отведении (QS, R, rs), локализация переходной зоны в грудных отведениях и наличие зубца R в отведении V1. Ценность этих параметров как критериев топической диагностики была проанализирована после сопоставления полученных ЭКГ-данных с результатами эндокардиального картирования. На основании наиболее информативных критериев топической диагностики был разработан алгоритм для определения локализации правожелудочковых аритмий.

Обработка данных проводилась с использованием стандартных методов параметрической статистики с определением средних значений, стандартных отклонений и среднеквадратичных ошибок, а также оценкой критерия Стьюдента для определения достоверности различий двух средних значений. Для оценки достоверности двух независимых выборок с качественными признаками использовался критерий χ^2 с поправкой Йейтса.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Точная локализация аритмогенного фокуса была определена в процессе эндоЭФИ с последующей РЧА аритмии у 62 пациентов, причем у 5 больных было выявлено по две аритмогенные зоны.

Наиболее часто аритмогенная зона выявлялась в септальной области выходного тракта ПЖ (58,2%), преимущественно в его переднесептальной части (52,2%) и

значительно реже в заднесептальной части (6,0%). Вторая по встречаемости локализация аритмогенного фокуса была выявлена в области свободной передней стенки выходного тракта ПЖ (19,3%). Все остальные локализации аритмогенных зон встречались существенно реже. Так аритмия из выходного тракта ЛЖ, в том числе из области левого коронарного синуса Вальсальвы (2 пациента) была выявлена в 3 случаях (4,5%). Такое же число пациентов имели расположение аритмогенных фокусов в дистальном отделе МЖП (4,5%), области ствола легочной артерии (4,5%) и приточном тракте ПЖ (4,5%). Наиболее редкой локализацией (по 1 случаю - 1,5%) ока-

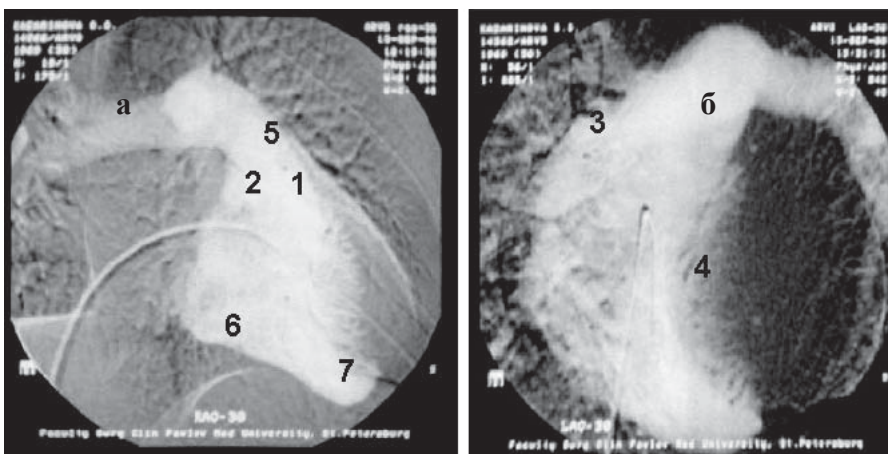


Рис. 1. Локализация аритмогенных фокусов на вентрикулограммах правого желудочка (ПЖ) в правой (а) и левой (б) косых проекциях: 1 - переднесептальная часть выходного тракта ПЖ, 2 - заднесептальная часть выходного тракта ПЖ, 3 - свободная передняя стенка выходного тракта ПЖ, 4 - дистальный отдел МЖП, 5 - ствол легочной артерии, 6 - приточный отдел ПЖ, 7 - верхушка ПЖ.

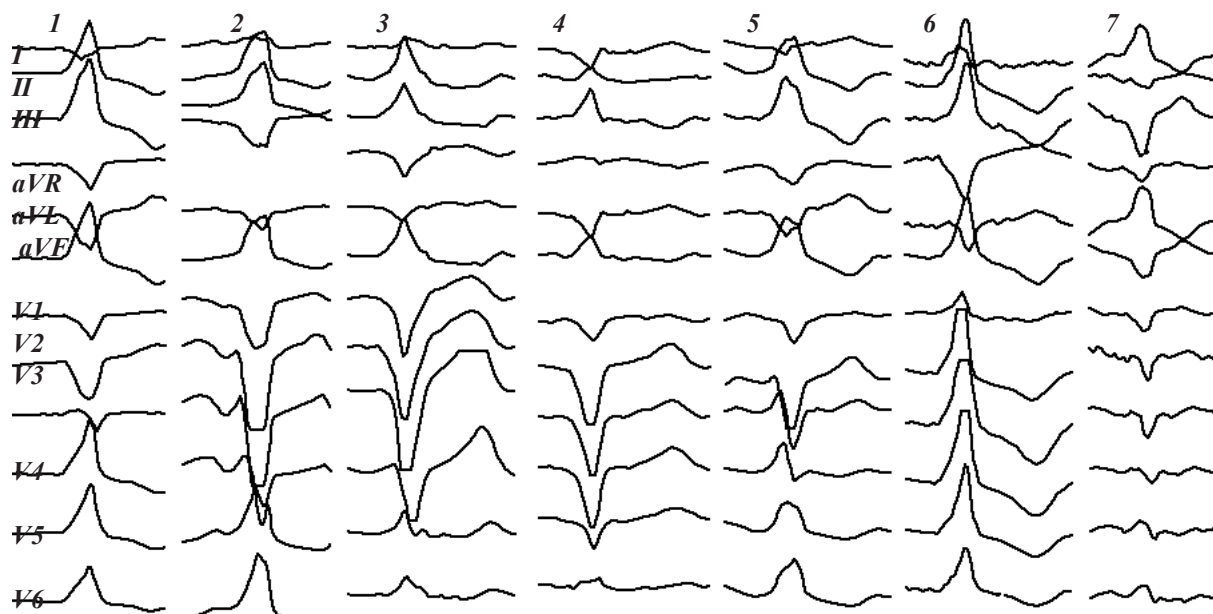


Рис. 2. ЭКГ желудочковых аритмий различных локализаций: 1 - переднесептальная часть выходного тракта ПЖ, 2 - заднесептальная часть выходного тракта ПЖ, 3 - свободная передняя стенка выходного тракта ПЖ, 4 - дистальный отдел МЖП, 5 - ствол легочной артерии, 6 - выходной тракт ЛЖ, 7 - приточный отдел ПЖ.

зались заднедиафрагмальный отдел ПЖ, заднебазальный отдел ЛЖ и проксимальная часть левой коронарной артерии. На рис. 2 представлены ЭКГ наиболее часто встречаемых локализаций аритмогенного фокуса.

Оценив ЭКГ характеристики эктопических комплексов различных локализаций, мы выявили, что для каждого выделенного аритмогенного фокуса характерно свое определенное сочетание анализируемых ЭКГ-признаков. Выявленные электрокардиографические особенности различных аритмогенных зон представлены в табл. 1.

Проанализировав электрокардиографические особенности различных аритмогенных фокусов, нами были выявлены определенные закономерности, позволяющие предположить локализацию аритмогенного очага на основании 12-канальной ЭКГ еще до проведения эндокардиального ЭФИ. Так для разделения локализации в септальной части или в области свободной стенки желудочков наиболее существенными оказались оценка продолжительности комплекса QRS и его морфология в отведениях II, III, aVF. Сравнительная характеристика этих параметров представлена в табл. 2.

Из представленных в таблице данных видно, что наиболее информативным

параметром для определения локализации аритмогенного фокуса в септальной или париетальной области желудочков являлась продолжительность комплекса QRS. Для удобства проведения дифференциальной диагностики мы разделили продолжительность комплекса QRS на 2 группы: с длительностью QRS менее или равной 140 мс и с длительностью QRS более 140 мс.

Таблица 1.

Электрокардиографические особенности аритмогенных фокусов различной локализации.

Локализация	QRS, мс	QRS II, III	Переходная зона	Угол α QRS, °	QRS I	R в V1
Передне-септальная часть ВТ ПЖ (n=35)	132±7,7 (120 - 150)	R (0,89)	V3/V4 - V4/V5(0,86)	91±7,5 (70 - 100)	qrs, rs, rsr', QS (0,86)	Нет (0,63)
Свободная передняя стенка ВТ ПЖ (n=13)	162±8,6 (150 - 180)	RR' (0,1)	V3/V4 - V4/V5(0,92)	66±8,3 (50 - 80)	R (0,92)	Есть (0,54)
Задне-септальная часть ВТ ПЖ (n=4)	130±7,1 (120 - 140)	R (0,5)	V3/V4 - V4/V5(0,75)	71±2,2 (70 - 75)	R (1,0)	Нет (0,50)
Дистальные отделы МЖП справа (n=3)	127±9,4 (120 - 140)	R (1,0)	V4 - V4/V5(0,67)	103±4,7 (100 - 110)	QR (1,0)	Нет (1,0)
Стол легочной артерии (n=3)	143±4,7 (140 - 150)	RR' (1,0)	V3 - V3/V4(1,0)	93,3±4,7 (90 - 100)	Qrs (1,0)	Есть (1,0)
Выходной тракт ЛЖ (n=3)	137±4,7 (130 - 140)	R (1,0)	V1 - V2/V3(1,0)	88±13 (70-100)	R, rsr', QS (1,0)	Есть (0,67)
Приточный тракт ПЖ (n=3)	167±12,5 (150 - 180)	RR' (1,0)	V4 - V4/V5(1,0)	-17±33 (30 - -40)	R (1,0)	Нет (1,0)
Задне-диафрагмальный отдел ПЖ (n=1)	190	RR'S	V4/V5	-30	R	Есть
Задне-базальный отдел ЛЖ (n=1)	140	RS	V2/V3	-30	R	Есть
Левая коронарная артерия (n=1)	150	R	V2/V3	110	QS	Есть

Таблица 2.

Сравнительная характеристика параметров ЭКГ, определяющих локализацию аритмогенного очага в септальной или париетальной части ПЖ.

Параметр ЭКГ		Септальная зона (n=45)	Свободная стенка (n=22)	p	Ч.	С.
QRS, мс	M±m	132±8,1	158±15	<0,01		
	≤140	44 (0,98)	3 (0,14)	<0,01	0,94	
	>140	1 (0,02)	19 (0,86)			
QRS _{II, III, aVF}	R	39 (0,87)	1 (0,05)	0,01	0,90	
	RR'	6 (0,13)	21 (0,95)			
QRS ≤ 140 мс + R _{II, III, aVF}		38 (0,84)	0	<0,01	0,84	1,0
QRS > 140 мс + RR _{II, III, aVF}		0	18 (0,82)	<0,01	0,82	1,0

Здесь и далее: Ч - чувствительность, С - специфичность

Оказалось статистически значимым преобладание продолжительности QRS не более 140 мс среди пациентов с септальным расположением аритмогенного фокуса. В противоположность этому локализация аритмии в области свободной стенки желудочков характеризовалась продолжительностью QRS более 140 мс. Информативность морфологии зубца R в отведениях II, III, aVF была несколько ниже, однако при совокупном учете этого ЭКГ признака и продолжительности комплекса QRS значительно увеличивалась специфичность этих параметров для дифференциальной диагностики септальной и париетальной локализации аритмогенной зоны.

Для определения правожелудочкового или левожелудочкового происхождения аритмии наиболее значимым явился анализ локализации переходной зоны в грудных отведениях и наличие зубца «R» в отведении V1. Сравнительная характеристика данных ЭКГ признаков представлена в табл. 3.

Наиболее информативным параметром ЭКГ, позволяющим дифференцировать правостороннюю локализацию аритмогенного фокуса от левосторонней, явилось расположение переходной зоны в левых грудных отведениях. Выявление зубца R в отведении V1 оказалось

значительно менее чувствительным и статистически недостоверным критерием для разделения правожелудочковых и левожелудочковых аритмий. Совокупный учет локализации переходной зоны и наличия зубца R в отведении V1 также оказался нецелесообразным ввиду очень низкой чувствительности.

В свою очередь оценка направления электрической оси сердца (ЭОС) во время эктопического сокращения и его морфология в I отведении предоставляли информацию о расположении аритмогенного фокуса во фронтальной плоскости. Так для дистальных отделов МЖП было характерно резкое отклонение ЭОС вправо, для выходного тракта ПЖ было типично вертикальное рас-

положение ЭОС, для верхушки ПЖ - горизонтальная ЭОС и приточный отдел ПЖ характеризовался отклонением ЭОС влево. Расположение ЭОС и морфология QRS в I отведении позволили, в частности, разделить наиболее часто встречаемые эктопические очаги из септального отдела выходного тракта ПЖ на переднесептальные и заднесептальные. Сравнительная характеристика данных ЭКГ-признаков представлена в табл. 4.

Таблица 3.

Сравнительная характеристика параметров ЭКГ, определяющих правостороннюю или левостороннюю локализацию аритмогенного очага.

Параметр ЭКГ		Правосторонняя (n=62)	Левосторонняя (n=5)	p	Ч	С
Переходная зона	V1-V2/V3	3 (0,05)	5 (1,0)	<0,01	0,96	
	V3-V5/V6	59 (0,95)	0			
R _{V1}	есть	26 (0,42)	4 (0,80)	>0,05	0,60	
	нет	36 (0,58)	1 (0,20)			
Переходная зона V3-V5/V6 + нет R _{V1}		34 (0,55)	0	>0,05	0,55	1,0
Переходная зона V1-V2/V3 + есть R _{V1}		2 (0,03)	4 (0,80)	<0,01	0,80	0,97

Таблица 4.

Сравнительная характеристика параметров ЭКГ, определяющих локализацию аритмогенного очага в переднесептальной или заднесептальной части выходного тракта ПЖ.

Параметр ЭКГ		Переднесептальная (n=35)	Заднесептальная (n=4)	p	Ч.	С.
αQRS, °	(M±m)	91±7,5	71±2,2	<0,01		
	80-100°	33 (0,94)	0	<0,01	0,95	
	70-80	2 (0,06)	4 (1,0)			
QRS _I	QS, rsr	30 (0,86)	0	<0,01	0,87	
	R	5 (0,14)	4 (1,0)			
80° > αQRS < 100° + QRS _I - QS, rsr		30 (0,86)	0	<0,01	0,87	1,0
70° > αQRS < 80° + QRS _I - R		2 (0,06)	4 (1,0)	<0,01	1,0	0,95

Как видно из данных приведенных в таблице и величина угла α, и морфология комплекса QRS в отведении I оказались существенными для разделения эктопий из переднесептальной и заднесептальной области выходного тракта ПЖ, а их различия были статистически достоверными. Однако для определения переднесептальной локализации аритмогенного очага величина угла α оказалась несколько более чувствительным признаком. Совокупный анализ величины угла α и морфологии комплекса QRS в отведении I оказался несколько менее чувствительным, но высокоспецифичным для определения переднесептальной локализации и