

РАДИОЧАСТОТНАЯ АБЛАЦИЯ НЕИШЕМИЧЕСКИХ ЖЕЛУДОЧКОВЫХ НАРУШЕНИЙ РИТМА В НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ БЛИЗОСТИ ОТ ПУЧКА ГИСА

Ключевые слова радиочастотная абляция, желудочковые аритмии, атрио-вентрикулярное проведение, эндокардиальное электрофизиологическое исследование, выходной тракт правого желудочка, проводящая система сердца, пучок Гиса	Key words radiofrequency ablation, ventricular arrhythmias, atrio-ventricular conduction, endocardial electrophysiological study, outflow tract of the right ventricle, conducting system of heart, His bundle
Аннотация С целью изучения особенностей электрофизиологического исследования и критериев выбора места проведения радиочастотной абляции у пациентов с желудочковыми нарушениями ритма, очаг которых находился в выходном тракте правого желудочка в непосредственной близости от пучка Гиса обследовано и прооперировано 6 пациентов (2 женщины), средний возраст которых составил $29,0 \pm 3,6$ лет.	Annotation To investigate peculiar features of electrophysiological study and electrophysiological criteria of selection of the radiofrequency ablation site in patients with ventricular arrhythmias originated from the right ventricle outflow tract in immediate proximity to His bundle, six patients (2 female and 4 male) aged 29.0 ± 3.6 years were examined.
Автор Ардашев, А. В. , Конев, А. В. , Желяков, Е. Г. , Склярова, Т. Ф. , Горбатов, Е. А.	Номера и рубрики ВА-N42 от 25/01/2006, стр. 28-34

На долю пациентов с желудочковыми нарушениями ритма (ЖНР) сердца с неизменными коронарными артериями приходится 10% от общего числа всех желудочковых аритмий [1]. В большинстве случаев (70%) аритмогенный очаг локализован в выходном тракте правого желудочка [2]. Ближайшие и отдаленные результаты радиочастотной катетерной абляции (РЧА) неишемических ЖНР свидетельствуют о высокой эффективности этой процедуры (до 90%), что позволяет рассматривать ее как метод выбора при лечении этой категории больных [3]. Предикторами успешной РЧА являются идиопатический характер ЖНР и локализация аритмогенного очага в выходном тракте правого желудочка [4]. Менее эффективна РЧА ЖНР, ассоциированных с аритмогенной дисплазией правого желудочка и локализованных вне выходного тракта правого желудочка [4, 5]. Так, по данным Н.Сalkins РЧА ЖНР, источник которых располагался в приточном тракте, верхушке правого желудочка или в подклапанных структурах трикуспидального клапана, была успешна не более чем в 50% случаев [5]. В современной периодической литературе имеются единичные публикации, посвященные РЧА ЖНР, проводимой в непосредственной близости от структур проводящей системы сердца [6, 7].

Целью настоящей работы явилось изучение особенностей электрофизиологического исследования и критериев выбора места проведения радиочастотной абляции у пациентов с желудочковыми нарушениями ритма, очаг которых находился в выходном тракте правого желудочка в непосредственной близости от пучка Гиса.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

С февраля 1999 года по сентябрь 2005 года в Главном Военном Клиническом госпитале им. акад. Н.Н.Бурденко 145 пациентам (58 женщин), средний возраст которых составил $40,2 \pm 13,9$ лет, были выполнены операции эндокардиального электрофизиологического (ЭФ) исследования (эндоЭФИ) и РЧА по поводу неишемических ЖНР. Всем пациентам перед операцией проводилось рутинное клиническое обследование, включавшее в том числе 24-х часовое холтеровское мониторирование ЭКГ, трансторакальную эхокардиографию, правостороннюю вентрикулографию, магнитно-резонансную томографию сердца. У 6 пациентов (2 женщины), средний возраст $29,0 \pm 3,6$ лет, РЧА желудочковой экстрасистолии / тахикардии выполнялась в непосредственной близости от ствола пучка Гиса. Клиническая характеристика этой группы пациентов представлена в табл. 1.

Таблица 1.

Клиническая характеристика пациентов

	Пациенты					
	А	Б	В	Г	Д	Е
Возраст, годы	28	32	27	37	34	29
Пол (М/Ж)	м	ж	м	ж	м	м
Этиология	Идиопат.	Идиопат.	Идиопат.	ПМКС?	Идиопат.	ПМКС?
Аритмический анамнез, годы	5	2	2	6	1,5	3
ААТ	соталекс	кордарон соталекс	-	верапамил кордарон	кордарон	-
ХМ ЭКГ	9.000 ЖЭ + 3 НЖТ	12.500 ЖЭ	12.000 ЖЭ + 2 НЖТ	9.000 ЖЭ	18.000 ЖЭ + 3 НЖТ	5.000 ЖЭ + 1 НЖТ

где, идиопат. - идиопатические, ПМКС - постмиокардитический кардиосклероз, ААТ - антиаритмическая терапия, ХМ - холтеровское мониторирование, НЖТ - неустойчивая желудочковая тахикардия, ЖЭ - желудочковая экстрасистолия

Эндокардиальное электрофизиологическое исследование и радиочастотная катетерная абляция

Во время процедуры эндоЭФИ и РЧА анестезиологическое пособие проводилось с использованием метода сочетанной анестезии. Антиаритмические препараты были отменены за 30 суток до проведения операции. Под местной анестезией 0,5% раствором новокаина пунктировались правая и левая бедренные вены. Через интродьюсер 8 Fr, установленный в левой бедренной вене, quadriполярный диагностический катетер 5-6 Fr (Medtronic, Cardiorhythm, Mpls, USA) размещался в верхушке правого желудочка.

Деструктурирующий электрод 7 Fr (DAIG, St. Jude Medical, USA) проводился в правый желудочек через интродьюсер 8 Fr, установленный в правой бедренной вене. Мониторирование 12 отведений поверхностной ЭКГ, внутрисердечных биполярных электрограмм (ЭГ) с электродных пар диагностических катетеров осуществлялось с помощью ЭФ-системы Prucka Cardiolab (GE Marquette, Milwaukee, USA), RECOR-EPCOR (Siemens, Germany) и Sensis (Siemens, Germany).

Внутрисердечные ЭГ регистрировались с помощью ЭФ станций RECOR-EPCOR и Sensis с установленными диапазонами фильтрации 1-400 Гц и 30-500 Гц для монополярного и биполярного сигналов соответственно. Для регистрации монополярного сигнала дистальный кончик деструктурирующего электрода соединялся с анодом (+), а индифферентный электрод представлял собой комбинацию двух отведений, расположенных на уровне VI ребра справа по срединно-ключичной линии и левой ноге. Эндокардиальная электрокардиостимуляция проводилась с помощью наружного электрокардиостимулятора UHS-20 (Biotronik, Germany) с установленной длительностью импульса 20 мс.

Для определения точки нанесения РЧ-воздействия применялась техника активационного картирования (использовалась сочетанная би- и монополярная методика регистрации электрограмм с абляционного электрода) на фоне частой желудочковой экстрасистолии (ЖЭ). РЧА осуществлялась с помощью деструктора Atakr II (Medtronic, Mpls, USA) конвенционным катетером, межэлектродное расстояние 2-5-2 мм, с установленными верхними пределами по мощности и температуре (50 Вт и 55 Со соответственно). В том случае, если после РЧА желудочковая аритмия не рецидивировала, внутривенно вводился изопроterenол в дозе 1-5 мкг/кг/мин с последующим наблюдением за пациентом в течение 25 минут в условиях рентгеноперационной.

Клиническое наблюдение после радиочастотной абляции

После операции пациенты не принимали антиаритмические средства. Клиническое наблюдение заключалось в оценке жалоб, проведении физикального осмотра, регистрации 12 отведений ЭКГ, выполнении 24-часового холтеровское мониторирование ЭКГ через 2, 6 и 12 месяцев после выполнения РЧА.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты клинического обследования

До проведения РЧА у всех пациентов имели место жалобы на периодически возникающие ощущения неритмичных сердцебиений и перебоев в области сердца. Аритмический анамнез составил $3,4 \pm 1,5$ года. У 2-х пациентов (1 женщина) имелись указания в анамнезе на перенесенный миокардит, хотя четкой причинно-следственной связи между появлением ЖНР и воспалительным процессом в миокарде установить не удалось ни у кого из обследованных. У оставшихся пациентов ЖНР расценивались нами как идиопатические. По данным ХМ ЭКГ было зарегистрировано от 5000 до 18000 ЖЭ в сутки, а у 4-х пациентов была верифицирована неустойчивая желудочковая тахикардия (от 4 до 12 комплексов с морфологией комплексов QRS, соответствующей морфологии экстрасистолии). Антиаритмическая терапия проводилась у 4-х пациентов в течение $1,2 \pm 0,8$ года и была неэффективна во всех случаях. Диагноз аритмогенной дисплазии правого желудочка был исключен на основании выполненного клинического обследования и данных, полученных при проведении вентрикулографии правого желудочка и магнитно-резонансную томографию сердца.

Результаты электрокардиографического анализа комплекса QRS экстрасистол

Во всех случаях конфигурация комплекса QRS экстрасистол характеризовалась вертикальным положением электрической оси сердца, своеобразной RI-RII-RIII-конфигурацией, а в грудных отведениях - по типу блокады левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ) с переходной зоной в отведениях V3-V4. Среднее значение длительности комплекса QRS экстрасистол составило $143,2 \pm 7,8$ мс (см. рис. 1).



Рис. 1. Морфология экстрасистолии при регистрации 12 отведений ЭКГ с помощью ЭФ-станции Prucka Cardiolab (а) и Sensis Siemens (б) у пациентов Е и Д, соответственно. Экстрасистолия имеет своеобразную конфигурацию желудочкового комплекса (R1-R2-R3), вертикальную электрическую ось сердца, морфологию по типу БЛНПГ и характеризуется формированием переходной зоны в отведениях V3-V4.

Феноменологическая характеристика электрограмм в точках эффективной абляции

Во всех случаях активационное картирование проводилось на фоне частой желудочковой экстрасистолии. Зона интереса определялась в верхнесепталных отделах правого желудочка, в области основания (корня) выносящего тракта правого желудочка (рис. 2 - см. на цветной вклейке [PDF - файл](#)).

Псевдофасцикулярная активация

В 4-х случаях (пациенты А, В, Г и Д) в ходе активационного картирования в области интереса на дистальной паре деструктирующего электрода на фоне экстрасистолии регистрировался «острый», непродолжительный (5-10 мс), относительно изолированный потенциал, который предшествовал формированию основного эндографического желудочкового сигнала (см. рис. 3а, пациент Д). Несмотря на то, что величина интервала пре-QRS составляла 34 мс, морфология монополярной ЭГ в этой точке была не оптимальной (rS-конфигурация желудочкового компонента). На фоне синусового ритма отчетливо регистрировался относительно высокоамплитудный потенциал пучка Гиса и низкоамплитудный сигнал, отражающий электрическую активность предсердий (рис. 3а).

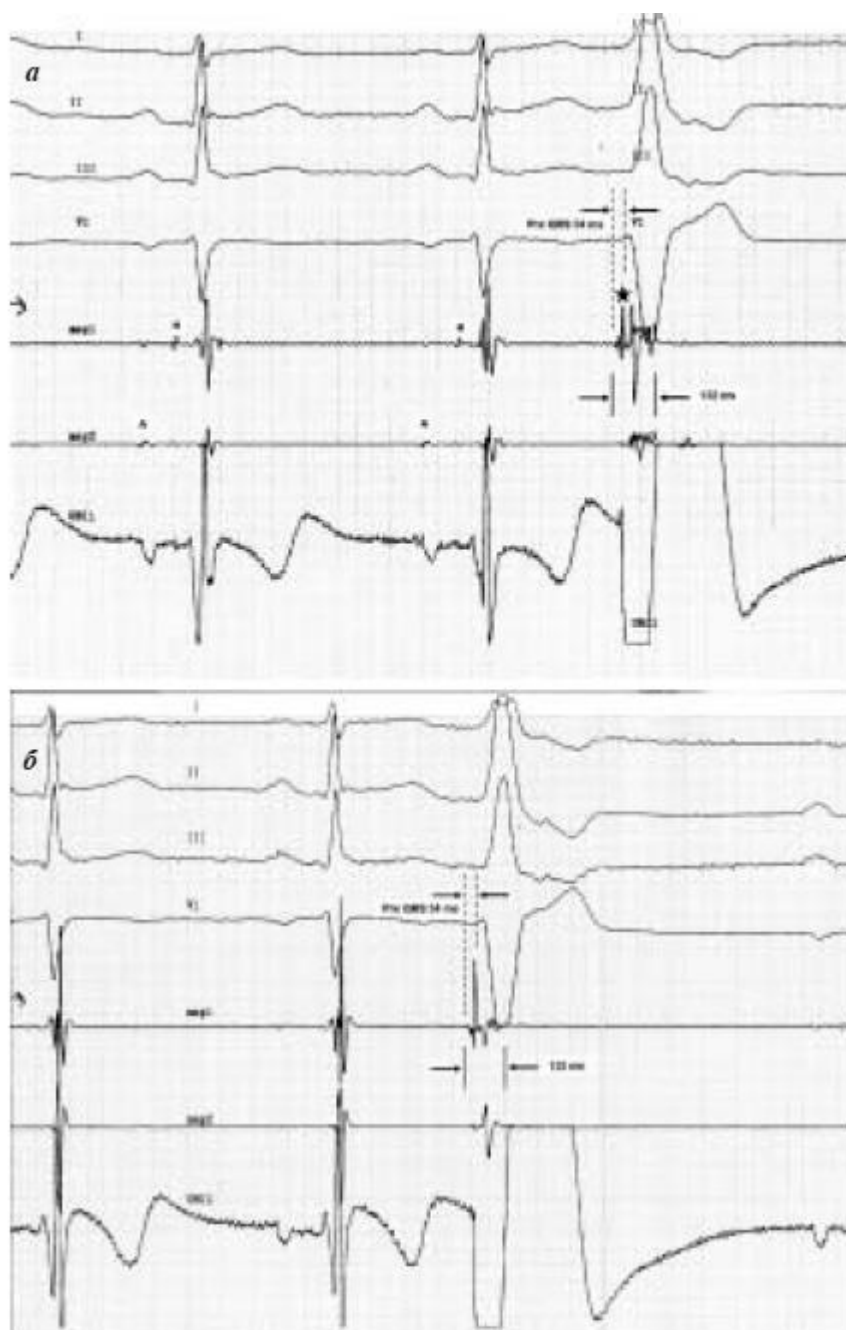


Рис. 3. Сверху вниз представлены I, II, III, V1 отведения ЭКГ, дистальная (тар 1) и проксимальная (тар 2) пары картирующего электрода, униполярная электрограмма (UNI 1) с дистального кончика картирующего электрода. а - на фоне ЖЭ регистрируется «острый», непродолжительный (5-10 мс), относительно изолированный потенциал (отмечен звездочкой), который предшествует формированию основного желудочкового сигнала. Величина интервала пре-QRS составляет 34 мс. б - при незначительном продвижении аблационного катетера в область основания выносящего тракта правого желудочка на фоне ЖЭ повысилась амплитуда начального «острого» компонента биполярной ЭГ. При этом интервал пре-QRS остался прежним (34 мс) и уменьшилась амплитуда основного желудочкового компонента. На фоне ЖЭ сигнал ЭГ отражает, скорее, традиционную, «замедленную» геометрию сигнала экстрасистолического выхода из аритмического очага, общей длительностью 132 мс. При этом желудочковый компонент на монополярной ЭГ характеризуется QS-конфигурацией. РЧА в этой точке привела к эффективной элиминации ЖНР. Исчезновение относительной изолированности т.н. фасцикулярного компонента ЭГ при

Небольшое продвижение (не более 5 мм) аблационного электрода в направлении выходного тракта правого желудочка привело к тому, что на биполярной ЭГ, регистрируемой в этой точке, на фоне желудочковой экстрасистолии повысилась амплитуда начального «острого» компонента внутрисердечного сигнала. При этом интервал пре-QRS на биполярной ЭГ остался прежним (34 мс), уменьшилась амплитуда основного второго компонента желудочковой активации. Рассуждать об изолированности, т.н. фасцикулярной активации, от основного желудочкового сигнала более не представлялось возможным. Эндокардиальный сигнал отражал, скорее, традиционную, «замедленную» геометрию сигнала экстрасистолического выхода из аритмического очага, общей длительностью 132 мс, а желудочковый компонент на монополярной ЭГ характеризовался QS-конфигурацией, что и послужило основанием к нанесению РЧА-аппликации. На фоне синусового ритма потенциал пучка Гиса и электрическая активность предсердий на дистальной паре деструктирующего электрода не верифицировались, отмечалось нарастание амплитуды желудочкового сигнала (рис. 3б, пациент Д). РЧА в этой точке привела к элиминации ЖНР.

Фасцикулярная активация

В оставшихся 2-х случаях (пациенты Б и Е) при картировании в проекции пучка Гиса на фоне экстрасистолии также регистрировался традиционный фракционированный потенциал (длительностью 130 мс) по типу «замедленного» проведения (см. рис. 4а, пациент Е). Длительность интервала пре-QRS составляла 32 мс. При этом на фоне синусового ритма регистрировался высокоамплитудные потенциалы пучка Гиса и сигналы, иллюстрирующие желудочковую деполяризацию. Проведение РЧА в этой области было сопряжено с высоким риском развития полной атриовентрикулярной (АВ) блокады и мы незначительно передислоцировали деструктирующий электрод, распустив его петлю ближе к предсердной части (рис. 4б).

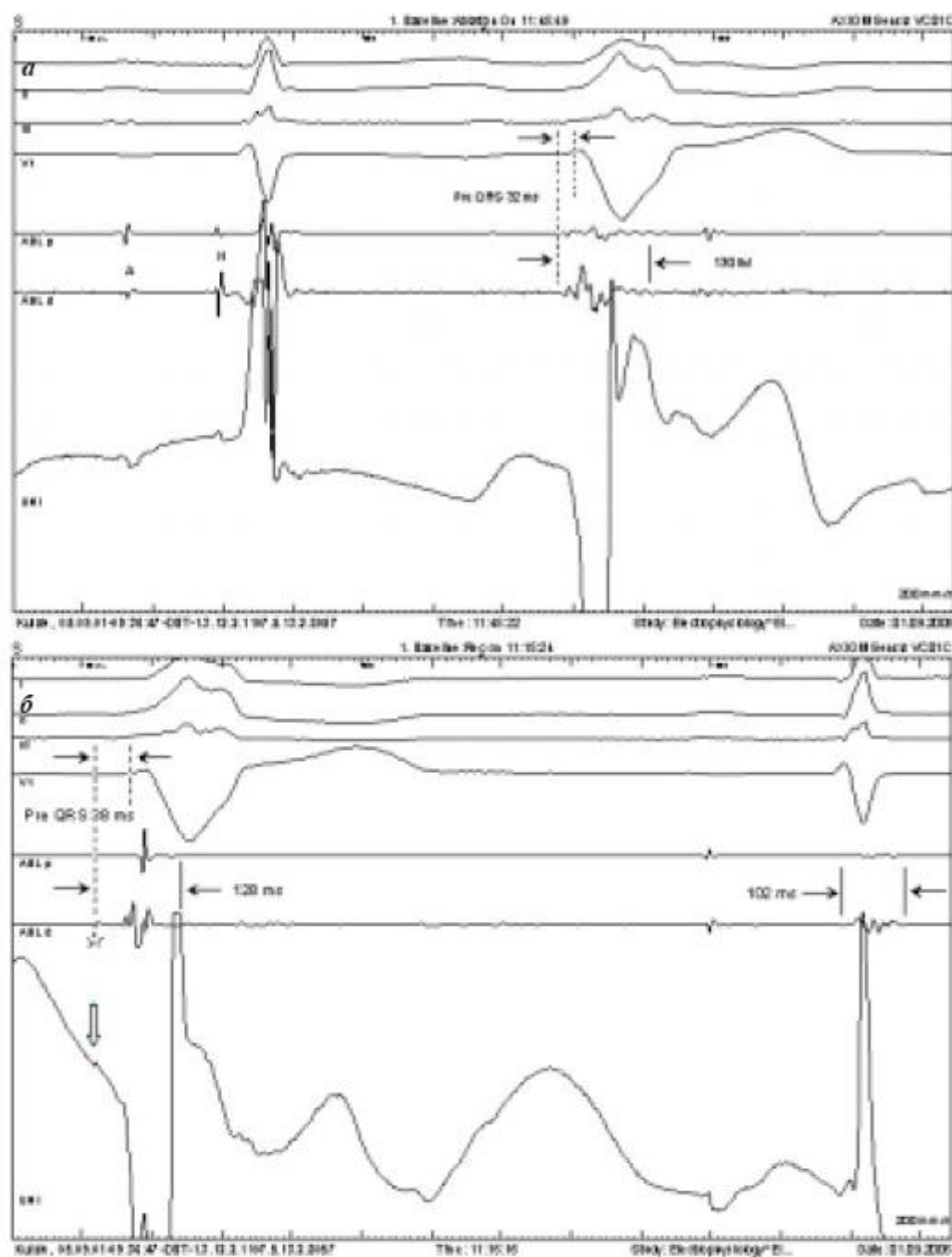


Рис. 4. Сверху вниз представлены I, II, III, V1 отведения ЭКГ, биполярные электрограммы с проксимальной (ABLp) и дистальной пар (ABLd) картирующего электрода, униполярная электрограмма (UNI) с дистального кончика картирующего электрода. а - на фоне ЖЭ регистрируется скорее традиционный фракционированный потенциал (длительностью 130 мс) по типу «замедленного» проведения, величина интервала пре-QRS составляет 32 мс, при этом на фоне синусового ритма регистрировался высокоамплитудный потенциал пучка Гиса (Н). б - незначительная передислокация деструктурирующего электрода, после роспуска петли ближе к предсердной части привела к тому, что на фоне ЖЭ на биполярной ЭГ регистрировался фасцикулярный потенциал (отмечено звездочкой), предшествующий формированию комплекса QRS на 38 мс; общая длительность желудочковой деполяризации составила 128 мс; фасцикулярная активация не являлась артефактом, что подтверждалось ее регистрацией на монополярной ЭГ (отмечено вертикальной стрелкой, направленной вниз); на фоне синусового ритма на дистальной паре деструктурирующего электрода потенциал пучка Гиса не регистрировался; АВ-соотношение составляло 1.

На фоне экстрасистолии в этой точке на биполярной ЭГ регистрировался острый, непродолжительный (5 мс), изолированный потенциал, предшествующий формированию основного сигнала экстрасистолической электрической активности желудочков на 38 мс (рис. 4б, пациент Е). Этот сигнал не являлся артефактом, что подтверждалось его регистрацией на монополярной ЭГ. На фоне синусового ритма на дистальной паре деструктирующего электрода потенциал пучка Гиса не регистрировался. Отмечалось увеличение амплитуды предсердного и уменьшение амплитуды желудочкового компонентов (АВ соотношение составляло 1). Подобные феноменологические характеристики эндокардиальных сигналов были расценены нами как истинные фасцикулярные потенциалы. РЧ-воздействие привело к эффективной элиминации ЖНР и не сопровождалось развитием нарушений предсердно-желудочковой и межжелудочковой проводимости.

Ближайшие и отдаленные результаты радиочастотной аблации

РЧ-апликация в точках интереса (длительностью $90,5 \pm 18,8$ секунд, средней температурой $41,0 \pm 1,5$ С^о, средней мощностью $35,4 \pm 7,1$ Вт) во всех случаях приводила к элиминации ЖНР после кратковременного феномена «разогрева» аритмии в виде неустойчивой желудочковой тахикардии (3 пациента), либо без него. Ни у кого из пациентов не наблюдалось нарушений атриовентрикулярного, меж- и внутрижелудочкового проведения. По данным клинического обследования и результатам ХМ ЭКГ, выполненного через 2 - 12 месяцев после РЧА, ни у одного из пациентов не отмечалось рецидива ЖНР.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В нашей работе мы продемонстрировали возможность проведения эффективной и безопасной РЧА у пациентов с правожелудочковыми нарушениями ритма сердца, очаг которых расположен в выходном тракте правого желудочка в непосредственной близости от пучка Гиса. Вероятнее всего, эта локализация аритмогенного очага не связана с органической патологией миокарда и является достаточно редкой (по нашим данным встречается в 4,5% случаев). Экстрасистолическая конфигурация комплекса QRS отличается своеобразием: вертикальное положение электрической оси сердца, RI-RII-RIII-конфигурация в стандартных отведениях, морфология по типу БЛНПГ в прекардиальных отведениях поверхностной ЭКГ, переходная зона - в отведениях V3-V4.

В современной литературе существует чрезвычайно ограниченное число работ, касающихся желудочковых аритмий с подобной конфигурацией желудочкового комплекса. Полученные нами данные (см. рис. 3) согласуются с опубликованным ранее клиническим наблюдением, выполненным Y. Takahashi и соавт., в котором была констатирована возможность успешной РЧА желудочковой экстрасистолии в непосредственной близости от пучка Гиса. В описании этого единственного клинического примера в ходе эндокардиального картирования в области пучка Гиса регистрировалась псевдофасцикулярная активность на фоне клинической экстрасистолии [6].

Незначительное (в пределах 5 мм) продвижение деструктирующего электрода в область выходного тракта правого желудочка приводило к формированию электрограммы, опережающей экстрасистолическую активацию желудочков на поверхностной ЭКГ, на исходную величину, но большей амплитуды, нежели в проекции пучка Гиса. При этом отмечалось слияние исходно изолированной, т.н. фасцикулярной, активации с основным желудочковым компонентом ЭГ (что и послужило основанием для трактовки данного эндографического сигнала как псевдофасцикулярного) и формирование скорее традиционной, фракционированной, относительно продолжительной (132 мс) геометрии сигнала экстрасистолического выхода из аритмического очага, напоминающей предвозбуждение по переднесептальному добавочному атриовентрикулярному соединению.

Собственно сходство публикации группы M. Haissaguerre [6] с нашей иллюстрацией, представленной на рис. 4, только и состоит в парагисальной локализации аритмогенного очага. В нашем примере результаты активационного картирования в точке эффективной РЧА абсолютно противоположны. Минимальное продвижение картирующего электрода в направлении к выходному тракту позволило нам зарегистрировать на биполярной ЭГ истинную фасцикулярную активацию, которая характеризовалась острым, крайне непродолжительным, изолированным потенциалом, предшествующим комплексу QRS на 38 мс (см. рис. 4, пациент Е).

При этом монополярная ЭГ характеризовалась QS-конфигурацией желудочкового компонента и небольшой «зазубриной», соответствующей спайку фасцикулярной активации на биполярной ЭГ. На фоне синусового ритма в этой точке регистрировались относительно низкоамплитудные сигналы электрической активности предсердий и желудочков. При этом соотношение предсердной и желудочковых фаз было равно 1, что может свидетельствовать о близости локализации аритмогенного очага к структурам трикуспидального клапана (см. рис. 4). РЧ-воздействие в этой точке привело к элиминации аллоритмированной ЖЭ. Мы настаиваем на истинной фасцикулярной природе экстрасистолической активации в данном примере, в то время как группа M. Haissaguerre свидетельствует в пользу псевдофасцикулярной активации, регистрирующейся как потенциал

«отдаленного поля» (far-field) в проекции пучка Гиса [6]. Аналогичные результаты картирования показаны нами в описании клинического примера пациента Д (см. рис. 3).

Недавно было установлено, что эффективная РЧА ЖЭ в приточном тракте правого желудочка может ассоциироваться с фасцикуляциями, которые являются отражением активации волокон Пуркинье [8]. В таком случае наш пример, представленный на рис. 4, - это первое ЭФ свидетельство локализации терминальных элементов Гиса-Пуркинье в области выходного тракта правого желудочка. При этом точки эффективной абляции находились в области основания выходного тракта правого желудочка в непосредственной близости от переднесептальных отделов трикуспидального клапана, где и регистрировалась, т.н. фасцикулярная активация. РЧА не привела к нарушению атриовентрикулярной и/или межжелудочковой проводимости, что подтверждает незаинтересованность структур компактной части АВ соединения в генезе этих ЖНР.

На биполярных ЭГ (см. рис. 4б) фасцикуляция характеризуется острым, крайне непродолжительным, высокоамплитудным, относительно изолированным потенциалом, предшествующим комплексу QRS. Как правило, такие феноменологические характеристики эндокардиальных сигналов являются отражением электрической активации возбудимой ткани, состоящей из однонаправленных волокон, формирующих пучок или фасцикул. Подобного вида электрограммы могут наблюдаться при картировании добавочных АВ трактов (кентограмма). Имеются также данные о регистрации фасцикулярной активности в области выходного тракта правого желудочка [9].

Возможно, их наличие, связано с особенностями эмбрионального развития сердца млекопитающих. Известно, в частности, что до формирования предсердно-желудочковых клапанов краниокаудальное направление тока крови из предсердий в желудочки обеспечивалось за счет сфинктероподобного функционирования т.н. «первичного миокарда» АВ канала, обладающего свойствами медленного проведения, который в последующем замещался вторичным (сократительным) миокардом, а из небольшой части его формировалась проводящая система сердца [10]. A. Moorman высказал предположение, что какая-то часть первичного миокарда в этих участках не всегда полностью замещается вторичным сократительным миокардом и в последующем может являться основой для формирования анатомического субстрата для аритмий [10].

Имеются данные, согласно которым добавочные АВ соединения могут обладать свойствами повышенного автоматизма и обуславливать существование нарушений ритма, которые могут трактоваться как желудочковая экстрасистолия.

В представленных нами случаях морфология комплекса QRS во время экстрасистолии на поверхностной ЭКГ схожа с конфигурацией желудочкового комплекса при переднесептальной локализации дополнительных АВ соединений. На основании наших данных активационного картирования, представленных на рис. 4, мы считаем маловероятным тот факт, что аритмогенный очаг локализуется в участках желудочкового вхождения переднесептальных дополнительных АВ соединений, отличительной особенностью которых является отсутствие ретроградного проведения на предсердия по фасцикулам из-за анатомической и/или функциональной несостоятельности этих образований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Правожелудочковая экстрасистолия, аритмогенный источник которой локализуется в непосредственной близости от пучка Гиса, встречается достаточно редко и, как правило, не связана со структурной патологией миокарда. На поверхностной ЭКГ комплекс QRS желудочковых нарушений ритма характеризуется вертикальным положением электрической оси сердца, специфической (RI-RII-RIII) конфигурацией в стандартных отведениях, морфологией по типу БЛНПГ и переходной зоной в отведениях V3-V4. В ходе картирования в зоне успешной РЧ-аппликации может регистрироваться как фасцикулярная активация, предшествующая формированию основного эндографического сигнала, иллюстрирующего деполяризацию желудочков, так и традиционная, фракционированная, относительно продолжительная («замедленная») электрограмма. РЧА является эффективным и безопасным методом лечения этих аритмий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Belhassen B, Viskin S, Idiopathic ventricular tachycardia and fibrillation // J Cardiovascular Electrophysiol 1993; 4: 356-368.
2. Buxton AE, Waxman YL, Marchlinsky FE et al. Right ventricular tachycardia: clinical and electrophysiologic characteristics // Circulation 1983; 68: 917-27.
3. Joshi S, Wilber D Ablation of idiopathic right ventricular outflow tract tachycardia: current perspectives // J Cardiovascular Electrophysiol 2005; 16: S52-58.

4. Niroomand F, Carbucicchio C, Tondo C Electrophysiological characteristics and clinical outcome in patients with idiopathic right ventricular arrhythmia compared with arrhythmogenic right ventricular dysplasia. // Heart 2002, 87 41-47.
5. Calkins H, Kalbfleish S, El-Atassi et al. Relation between efficacy of radiofrequency catheter ablation and site of origin of idiopathic ventricular tachycardia // Am J cardiol 1993; 71: 827-33.
6. Takahashi Y, Sanders P, Ho S, Haissaguerre M Pseudo-fascicular activity originating from the right ventricular outflow tract // J Cardiovascular Electrophysiol. 2004; 15: 1341.
7. Yamauchi Y, Aonuma K, Takahashi A, et al. Electrocardiographic characteristics of repetitive monomorphic right ventricular tachycardia originating near the His bundle // J Cardiovascular Electrophysiol 2005; 16: 1041-1048.
8. Haissaguerre M, Extramiana F, Hocini M, et al. Mapping and ablation of ventricular fibrillation associated with long-QT and Brugada syndromes // Circulation 2003; 108: 925-928.
9. Timmerman C, Rodriguez L-M, Harry JGM, et al. Idiopathic left bundle-branch block-shaped ventricular tachycardia may originate above the pulmonary valve // Circulation 2003; 108: 1960-1967.
10. Moorman AFM, Christoffels VM cardiac chamber formation: development, genes and evolution // Physiol Rev. 2003; 83:1223-1267.